

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
بلحاج بوشعيب جامعة عين تموشنت
Université–AinTemouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département Sciences de la Nature et de la Vie



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en :
Ecologie végétale et environnement
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Ecologie et environnement
Spécialité : Ecologie végétale et environnement
Thème

Activité antifongique et antioxydante de deux espèces *Ficus macrophylla* et *Lavandula multifida* L. vis à vis quelques pathogènes

Présenté Par :

- 1) M^{me} BENNOUNA FAIZA.
- 2) M^{elle} LAROUSSE YASMINA.

Devant le jury composé de :

Dr DERRAG Zineb	MCA UAT.B.B (Ain Temouchent) EXAMINATRICE
Dr CHIHAB Mounir	MCA UAT.B.B (Ain Temouchent) EXAMINATRICE
Dr TABTI Leila	MCB UAT.B.B (Ain Temouchent) ENCADRANTE

Année Universitaire 2020/2021

ملخص

تركز هذه الدراسة على تثمين نوعين من النباتات - *Ficus macrophylla*؛ نبات غريب من عائلة moracées و *Lavandula Multifida L*، وهو نوع مستوطن ينتمي إلى عائلة lamiacée المعروفة المستخدمة على نطاق واسع في الطب الجزائري التقليدي.

- يهدف هذا العمل إلى تقييم الأنشطة المضادة للفطريات والأكسدة للنباتين - تم استخلاص الزيوت الأساسية من محطتين عن طريق التقطير المائي. يتم إظهار النشاط المضاد للفطريات من خلال طريقة انحلال في الوسط الجلوزي. أظهرت النتائج أن الزيوت الأساسية في *Lavandula multifida L* لها نشاط مضاد للفطريات قوي ضد السلالات المعزولة.

من ناحية أخرى تبين ان نبات اللبخ(ماكروفيلا) لديه قدرة كبيرة على تثبيث الشوارد الحرة التركيز الفعال 0.048=50ملغ/مل بالنسبة للمستخلص و 0.71 بالنسبة للزيت الأساسي الطيار.

الكلمات المفتاحية: *Lavandula multifida L* – *ficus macrophylla* - نشاط مضاد للفطريات - نشاط مضاد للأكسدة - زيت أساسي طيار - مستخلص - جزيئات بيولوجية.

Résumé :

Cette étude porte sur la valorisation de deux espèces, *Ficus macrophylla* ; une plante exotique de la famille des moracées et la *Lavandula .multifida L*, espèce endémique appartenant à la famille des lamiacées, connue largement, utilisées en médecine traditionnelle algérienne.

-Ce travail a pour but d'évaluer l'activité antifongique et antioxydante de ces deux plantes.

-L'extraction des HEs des deux plantes a été effectuée par hydrodistillation. L'activité antifongique est mise en évidence par la méthode de diffusion sur milieu gélosé. Les résultats montrent que l'HE de *Lavandula .multifida L* possède une forte activité antifongique contre les souches isolées.

D'autre part la plante *Ficus macrophylla* a montré un pouvoir considérable de piégeage des radicaux libres, mis en évidence par la méthode FRAP (EC50 = 0.048mg/ml pour l'extrait et de 2.71mg/ml pour l'HE).

Mots clés : *Ficus macrophylla* - *Lavandula .multifida L* - huile essentielle - extrait - activité antifongique- activité antioxydante - biomolécules.

Abstract:

This study focuses on the développement of two species, *ficus macrophylla*, an exotique plant of the family Moracées and *Lavandula multifida L*, endémique species belongs to the family of lamiacea know widely used in traditionnel Algérien médecine.

-This work aims to evaluate the antifungal and antioxydant activités of the two plants.

-The extraction of the HEs of the two plants was carried out by hydrodistillation. The antifungal activity is highlighted by the diffusion méthode on agar medium. The résultats show that the HEs of *Lavandula .multifida L* have a strong antifungal activity against isolated strains.

On the other hand the *plant ficus macrophylla* is shown a considérable power of scavenging of the free radical FRAP (EC50 = 0.048mg/ml for the extract and 2.71mg/ml for the HEs).

Key words : *ficus macrophylla* - *Lavandula .multifida L* - antifungal activity - antioxydant activity - essential oil- the extract-biomollicul.

REMERCIEMENTS

En premier lieu et avant tout nous remercions DIEU « ALLAH » le tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la force de réaliser ce projet de fin d'étude.

J'exprime d'abord nos profonds remerciements et nos vives connaissances à Mme Tabti Leila. Pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'elle a accordé afin de réaliser ce travail.

Je tiens nos vives reconnaissances aux membres de jury, Mr Chihab.M et Mme Darrag .Z pour l'examinations de ce manuscrit.

Nous tenons à exprimer nos reconnaissances au Laboratoire des Substances Naturelles et Bioactives (LASNABIO), Tlemcen.

Enfin, nous tenons à remercier tous nos enseignants de biologie et toutes personnes qui nous ont aidés de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A la lumière de mes yeux ma mère.

A mon honorable père.

A mon cher époux Brahim mon amour.

Bien sûr a mes enfants : Mohamed, Samar et israa.

A tous ceux qui me sont chers.

Faiza

Dédicace

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A l'âme de ma mère.

A mon cher père.

A tous les personnes gentilles qui m'ont donné de l'aide et le courage dans ma vie.

Yasmina

Liste des abréviations

% : Pourcent

APGIII : Groupe Phylogénique des Angiospermes

C° : Degré Celsius

CMI : Concentration minimal inhibitrice

DMSO: Diméthylsulfoxyde

EC50: Concentration Efficace de 50 % d'une activité

FRAP : Pouvoir réducteur de fer

HEs: Huiles essentielles

IA : Indice antifongique

mg /ml : Milligramme/ Millilitre

ml : Millilitre

mm : Millimètre

MTR : Médecine traditionnelle

OMS: Organisation mondiale de la santé

PDA : Potato dextrose agar

PH : Potentiel hydrogène

µl : Microlitre

Liste des figures

Figure1 : *Ficus macrophylla* (photo originale)

Figure 2 : Racine et Tronc de *Ficus macrophylla* (photo original)

Figure 3 : Racines aériennes de *Ficus macrophylla* (photo original)

Figure4 : Feuilles ; fruits et une coupe transversale d'un fruit de *Ficus macrophylla*

Figure 5 : *Lavandula multifida* L

Figure 6 : *Lavandula multifida* L (en plein inflorescence)

Figure7 : Station d'échantillonnage

Figure8 : *Penicillium italicum*

Figure9 : *Candida albicans*

Figure10 : *Candida parapsoriasis*

Figure 11 : Appareil d'extraction des huiles essentielles par hydro distillation« Clevenger ».

Figure 12 : Procédé d'extraction des huiles essentielles.

Figure 13 : Appareil Rota vapeur (photo originale)

Figure14 : Protocole préparation des extraits

Figure 15 : (A) les extraits obtenus après l'évaporation, (B) Filtration à l'aide d'un papier filtre

Figure16 : Travail au laboratoire (photos originales)

Figure 17 : Principe de l'aromatogramme

Figure 18 : Activité antioxydant, travail au laboratoire

Figure 19 : Schéma récapitulatif de méthode FRAP employée dans l'évaluation de L'activité antioxydante

Figure 20 : Effets des HEs de *L. multifida* L. vis-à-vis *P.italicum*

Figure 21 : **A** : Effets de *F. macrophylla* (HEs et extrait) sur *C. albicans*, **B** : Effets de *F. macrophylla* (HEs et extrait) sur *C. parapsoriasis*, **C** : Effets de *Lavandula multifida*.L.(HEs) sur *C. albicans*, **D**: Effets de *Lavandula multifida*.L.(HEs) sur *C. parapsoriasis*

Figure 22 : Représentation graphique du pouvoir réducteur de l'acide gallique

Figure 23: Représentation graphique du pouvoir réducteur de l'extrait hydroacétonique de la plante *F.macrophylla*

Figure 24 : Représentation graphique du pouvoir réducteur de l'huile de la plante *F.macrophylla*

Figure 25: Représentation graphique du pouvoir réducteur de HEs de la plante *L. multifida* L.

Liste des tableaux

Tableau1 : Appareils de laboratoire utilisés

Tableau2 : Matériel biologique et milieu de culture

Tableau3 : Rendement en huiles essentielles

Tableau 4 : Comparaison des rendements en huiles essentielles des plantes étudiées avec d'autres travaux

Tableau5 : Effets antifongique *Ficus macrophylla*(Extrait)

Tableau6 : Effets antifongique *Lavandula multifida* .L

Tableau7 : Effets antifongique vis à vis *C .parapsoriasis* et *C .albicans*

Tableau 8 : Valeurs des EC50 des extraits et les HEs des plantes étudiées et de l'acide gallique

Sommaire :

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	1
Partie Bibliographique	
I- Plantes médicinales	4
I-1- Définition des plantes médicinales	4
I-2 - Principaux composés actifs des plantes	4
a- Les Phénols	4
b- Les flavonoïdes	4
c- Les tanins	4
d- Les huiles essentielles	5
e- Les Alcaloïdes	5
f- Les Anthocyanes	5
I-3 - Importance des plantes médicinales	5
I-4- Domaines d'applications des plantes médicinales	5
II- <i>Ficus macrophylla f. macrophylla</i>	6
II-1- Historique	6
II-2- classification botanique	6
II-3- Morphologie	7
a- Le tronc et racine	7
b- Le tronc et racine	8
II-4- Utilisations	9
III- <i>Lavandula Multifida L.</i>	10
III-1- Histoire taxonomique	10
III-2- Classification botanique	10
III-3- Morphologie	11
III-4 - Utilisation médicale	12
IV- Huiles Essentielles	12
IV-1- Définition d'une huile essentielle	12
IV-2- Répartition et localisation de l'huile essentielle	13
IV-3- Composition chimique des huiles essentielles	13
a -Terpènes et terpénoïdes	13
b- Monoterpènes	13
c- Sesquiterpènes	13
IV-4- fonctions biologiques des huiles essentielles	14
IV-5- Procédés d'extraction des huiles essentielles	14
A- La distillation	14
A-a L'hydrodistillation	15
A-b La distillation à la vapeur	15

B-Extraction par enfleurage.....	15
C-Extraction par les solvants volatils.....	16
D-Extraction par expression	16
E-Extraction par micro-ondes	16
F-Extraction par ultrasons	16
G-Extraction au fluide supercritique.....	16

Partie Expérimental

I -Matériel et échantillonnage	19
I-1 -Matériel Végétal.....	19
I-2- Matériel de laboratoire.....	20
I-3 -Matériel fongique	20
A -Définition de <i>Penicillium</i>	20
B-Définition des <i>Candida</i>	21
II- Processus d'extraction des huiles essentielles	22
II-1 - Mode opératoire	22
II-2- Détermination des rendements en huiles essentielles	23
III- Extraction par macération « méthanol – eau »	23
III-1- Le principe du rotavapeur	23
III-2 - Protocole de préparation d'extrait	24
IV-Tests antifongiques	26
IV-1-Milieus de culture.....	26
IV-2 -Activité antifongique vis-à-vis <i>Penicillium italicum</i>	27
IV-3- Activité anti fongique vis-à-vis <i>Candida albicans</i> et <i>C parapsoriasis</i>	28
IV-4- Expression des résultats.....	29
V-Activité anti oxydante	29
V-1 - Test FRAP	30
V-2 Mode opératoire.....	30

Résultats

I-Rendements en huiles essentielles	32
II-Evaluation des activités anti fongiques	33
II-1- Effets des huiles essentielles étudiées sur les souches isolées	33
a-Effets antifongique vis a vis <i>P.italicum</i>	34
b - Effets antifongique vis a vis <i>C. parapsoriasis</i> et <i>C .albicans</i>	36
III- Evaluation des activités anti oxydantes	37
III- 1- Effet de l'extrait acide gallique.....	37
III-2- Effet de l'extrait hydroacétonique <i>F. macrophylla</i>	37
III-3-Effet des HES	38
a- la plante <i>F. macrophylla</i>	38
b- La plante <i>L. multifida L</i>	39
III-4- la concentration efficace (EC50)	40

Discussion

Conclusion

Introduction

Introduction

Si l'on ne sait pas régulièrement ce que nos ancêtres mangeaient au début de l'humanité il y'a 5 à 7 millions d'années, il est certain que les plantes faisaient partie de leur alimentation quotidienne. Ils percevaient très tôt dans leur transformation que ces plantes ne représentaient pas exclusivement une source d'alimentation mais pouvaient identiquement soulager voire guérir certaines maladies. Aujourd'hui les principes actifs des plantes sont des composants essentiels d'une grande partie de nos médicaments et produits de soins .Cependant, la production de ces aliments est limitée par de multiples contraintes abiotiques et biotiques qui affectent les rendements et les opérations post-récolte qui en découlent. La pression des ravageurs a été identifiée comme la contrainte majeure du fait des pertes de récoltes infligées aux maraichers (**Kanda *et al*, 2014 -Mondédji *et al*. 2015**). Des expériences ont été menées pour trouver des alternatives à la lutte chimique, qui présente beaucoup d'inconvénients et des dommages sur plusieurs domaines : agricole, sanitaire, environnemental, etc.

La lutte biologique contre les phytopathogènes par les HEs et extraits de la matière végétale sont l'une des solutions trouvées pour ce problème, dont plusieurs travaux de recherche ont noté leur activité antimicrobienne (**Satrani *et al*, 2006 - Kalemba, 2003**). Et spécifiquement antifongique (**El Ajjouri *et al*, 2008**). Ainsi, pour améliorer les rendements et répondre à la demande des marchés sans cesse croissante, le recours à l'usage des pesticides de synthèse par les producteurs est quasiment systématique (**Yarou *et al*, 2017**). Ces produits chimiques doivent être utilisés avec beaucoup de précautions au risque d'intoxication nuisible à l'homme, à l'animale, à la plante aussi bien qu'à l'environnement et demandent une durée de rémanence relativement longue.

A cet effet, touché par ces risques d'intoxication, une lutte biologique a été mise en place comme alternative à la lutte chimique ayant comme outils de base les biopesticides à base des microorganismes, des végétaux et des substances naturelles.

La flore Algérienne est caractérisée par sa diversité florale, méditerranéenne, saharienne et une flore paléo tropicale estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques. Ces espèces sont pour la plupart spontanées avec un nombre non négligeables (15%) d'espèces endémiques. L'investigation de ces espèces représente un potentiel inestimable pour la découverte de nouvelles substances (**Koudou ,2009**).

Introduction

La région d' Ain Temouchent, offre un paysage botanique excentrique et très diversifié, lié aux circonstances du climat, du sol et du relief . Elle est caractérisée par de nombreuses plantes médicinales qui suscitent un grand intérêt, par leurs propriétés thérapeutiques, organoleptiques et odorantes. Ces plantes aromatiques sont, donc, à l'origine de produits à forte valeur ajoutée (extraits, résines...)

Cette étude est menée dans le cadre d'évaluation de l'activité antioxydante et l'activité antifongique (une souche pathogène et une souche nosocomiale) des huiles essentielles de *Lavandula multifida* L. et *Ficus macrophylla* .

Notre travail comprend les parties suivantes :

Une synthèse bibliographique sur des généralités, plante médicinale, les deux espèces et l'importance des huiles essentielle.

Une partie expérimentale qui comprend : matériel et méthodes où nous avons étudié, l'évaluation du pouvoir antioxydant de ces derniers, résultats et discussion.

Et pour finir une conclusion sur les principaux résultats obtenus et les perspectives présentées pour pouvoir compléter voir améliorer cette étude.

Synthèse Bibliographique

I-Plantes médicinales :

I-1 - Définition des plantes médicinales :

Les plantes médicinales sont utilisées pour leurs propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine. En effet, elles sont utilisées de différentes manières, décoction, macération et infusion. Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées, racine ; feuille, fleur (**Dutertre, 2011**). Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle (**MTR**) dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (**Sanago, 2006**).

I-2- Principaux composés actifs des plantes :

Selon **Wolfgang, 2007**, parmi les principaux composés actifs des plantes on retrouve :

a- Les Phénols :

Ce sont des composés chimiques qui peuvent être simples comme l'acide salicylique, ou complexes à l'instar des composés phénoliques, ces substances sont connues pour leurs propriétés antiseptiques et anti-inflammatoires.

b- Les flavonoïdes :

Ce sont des pigments polyphénoliques, principaux responsables de la coloration des plantes ainsi que de leurs fleurs et fruits. Ceux-ci présentent des actions antioxydants, antivirales, anti-inflammatoires et protectrices du foie.

c- Les tanins :

Ces substances sont des composés chimiques responsables du goût amer de certaines plantes. Présentés en particulier dans l'écorce de certains arbres.

Leurs principaux bienfaits pour l'organisme sont l'apaisement des brûlures, le renouvellement des cellules cutanées, la diarrhée, et pour réparer les tissus endommagés par un eczéma.

Synthèse Bibliographique

d-Les huiles essentielles :

Ce sont des essences obtenues par la distillation des feuilles, des sommités fleuries ou des rhizomes des plantes médicinales. Celles-ci renferment une part importante des principes actifs de ces végétaux et possèdent de multiples propriétés comme l'huile de la lavande est antiseptique.

e-Les Alcaloïdes :

Ce sont des substances organiques azotées d'origine végétale, à caractère alcalin, de structure complexe. Ces substances sont connues pour leurs propriétés antispasmodique, sédatif et anesthésique.

f-Les Anthocyanes :

Des dérivés de l'acide cyanhydrique (produit de la combinaison de l'hydrogène avec le cyanogène). Ceux-ci présentent une action antiseptique

I-3- Importance des plantes médicinales :

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurales et urbaines en Afrique et représentent le principal moyen par lequel les individus se soignent (**Badiaga, 2011**). Malgré les progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement (**Tabuti et al, 2003**). L'inventaire réalisé par l'OMS, vers la fin des années 1970 a estimé que le nombre des espèces ayant des propriétés médicinales était de l'ordre de 21 000 espèces dans le monde (**Penso, 1980 ; Schippmann et al, 2002**). En effet environ 65 à 80 % de la population mondiale à recourir aux médecines traditionnelles pour satisfaire ses besoins en soins de santé primaire, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne (**Anglee et al, 2001 ; Paloma, 2011 ; OMS, 2013 ; Boissiere, 2018**).

I-4- Domaines d'applications des plantes médicinales :

Il y a un intérêt progressif dans l'utilisation des plantes médicinales dans les pays développés comme dans les pays en voie de développement, parce que les herbes fines guérissent sans effet secondaire défavorable, l'utilisation de ces plantes peut avoir plusieurs domaines dont parmi :

Synthèse Bibliographique

- en médecines en tant que médicament pour l'homme; exemple: Réduisaient le risque de nombreuses maladies chroniques comme le cancer, les accidents vasculaires cérébraux et les coronaropathies ainsi qu'une action sur le système nerveux, la circulation sanguine en plus d'une action antibiotique ;
- en alimentation : Assaisonnements, des boissons, des colorants et des composés aromatiques. Les épices et les herbes aromatiques ;
- en cosmétique : Des produits de beauté, parfums et articles de toilette, produits d'hygiène. Des suppléments diététiques

II-*Ficus macrophylla f. macrophylla* :

II-1- Historique :

Le botaniste sud-africain *Christiaan Hendrik Persoon* a publié une description formelle de la figue de la baie de Moreton dans son ouvrage de 1807 -*Synopsis Plantarum*, le matériel ayant été rapporté par le botaniste français *René Louiche-Desfontaines* en 1804. Le spécimen type a été perdu, mais a peut-être été localisé à Florence. L'épithète spécifique *macrophylla* est dérivée du grec ancien *makros* "grande" et *phyllon* "feuille", distinguant de *F. macrophylla* en raison de ses feuilles plus grandes avec des dessous plus verts. Ce nom était largement utilisé en Europe.

Le botaniste australien *Charles Moore* a décrit *Ficus columnaris* en 1870 à partir de matériel recueilli sur l'île Lord Howe, en choisissant le nom de l'espèce dans le Latin *columnaris* pour les racines en forme de colonne. Botaniste anglais *E. JHCorner* a réduit cela à une synonymie avec *F. macrophylla* en 1965, avant que *P.S. Green* note qu'il était suffisamment distinct pour le statut de sous-espèce en 1986. Le botaniste australien *Dale J. Dixon* a examiné le matériel et a estimé que les différences étaient trop mineures pour justifier le statut de sous-espèce, et a reconnu deux formes : *Ficus macrophylla f. macrophylla*, et *Ficus macrophylla f. Columnaris*.

II-2- Classification botanique :

La classification adoptée est basée sur le système APGIII (Groupe Phylogénique des Angiospermes établie en 2009 (**Chase et Reveal, 2009**))

- ◆ **Règne:** Plantae
- ◆ **Classe:** Magnoliopsida
- ◆ **Ordre:** Urticales

Synthèse Bibliographique

- ◆ **Famille:** Moracées
- ◆ **Genre:** *Ficus*
- ◆ **Espèce :** *Ficus macrophylla*

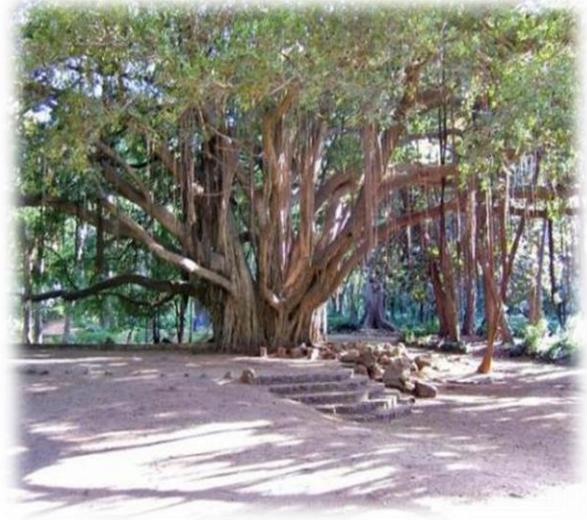


Figure1 : *Ficus macrophylla*

II-3 -Morphologie :

a- Le tronc et racine :

Le *Ficus macrophylla* dans son habitat naturel se présente comme un arbre de grandes dimensions, qui peut atteindre 60 mètres de haut.

C'est une plante typique des forêts pluviales qui, dans ces milieux, se développe souvent sous forme de plante grimpante. En effet, quand elle germe sur la branche d'un arbre, elle propage ses racines autour du tronc de son hôte, l'étouffe et finit par le tuer et par prendre sa place. À ce titre, il est parfois appelé figuier étrangleur.

D'après **Dixon, 2001**, le *Ficus macrophylla* est un arbre monoïque à feuilles persistantes atteignant jusqu'à 30 m de hauteur, héli-épiphyte ou terrestre, aux rameaux feuillus glabres ou pubères, originaire de l'est de l'Australie

Cette espèce commence normalement sa vie dans la forêt comme un épiphyte poussant sur la branche d'un autre arbre. Au fur et à mesure qu'elle grandit, elle envoie des racines aériennes qui s'enracinent dans le sol, fournissant à la plante des nutriments supplémentaires et lui permettant de rivaliser avec l'arbre hôte, pour finalement l'étouffer. Les arbres atteignent

Synthèse Bibliographique

progressivement de grandes proportions, avec d'immenses contreforts, des troncs pouvant atteindre 8 mètres ou plus de circonférence, et des branches à la fois hautes et étalées.

Les racines aériennes (si elles sont produites) poussent principalement à partir de grandes branches charpentières proches du sol, et celles-ci peuvent produire quelques troncs ou étais supplémentaires.



Figure 2 : Racine et Tronc de *Ficus macrophylla* (photo original)



Figure 3 : Racines aériennes de *Ficus macrophylla* (photo original)

b- Les feuilles :

Les feuilles mesurent de 7 à 30 cm de long et de 4 à 13 cm de large. Elles sont alternes, ovales ou elliptiques, avec un apex aigu ou obtus et une base arrondie ou obtuse. La face supérieure des feuilles est glabre, vert brillant, parfois pubère sur la nervure médiane, tandis que la face inférieure est généralement argentée à rouille ou brunâtre, tomenteuse avec de faibles poils ferrugineux, rarement glabre (Dixon, 2001).

Synthèse Bibliographique



Figure4 : Feuilles ; fruits et une coupe transversale d'un fruit de *Ficus macrophylla*

II-4-Utilisations :

En outre, les Aborigènes australiens ont trouvé une myriade d'utilisations pour la *F. macrophylla* bien avant la colonisation européenne. L'utilisation la plus évidente est celle de son fruit, la figue, qui dure toute l'année. Ensuite, l'écorce interne ou les racines étaient utilisées pour fabriquer un tissu solide et une corde pour les sacs ainsi que des filets de pêche tissés. Les branches, ainsi que l'écorce, étaient également utilisées pour fabriquer des pirogues étanches. Enfin, la sève laiteuse, qui exsude lorsque l'arbre est coupé, était préparée comme médicament pour traiter les infections et panser les petites blessures (Yadav *et al*, 2015).

L'enquête bibliographique indique que le genre de *Ficus* a de multiples actions pharmacologiques qui incluent l'antidiabétique, l'antioxydant, l'anti diarrhéique, l'anti-inflammatoire, l'antipyrétique, l'antifongique, l'antibactérien, l'hypolipidémique, l'anti-filarien et l'hépatoprotection (Yadav *et al*, 2015). En outre, leurs feuilles sont utilisées pour soulager les conditions infectieuses et inflammatoires dans de nombreux pays (Yadav *et al*, 2015).

Synthèse Bibliographique

L'utilisation médicinale répandue et les activités biologiques significatives des extraits des plantes du genre *Ficus* ont justifié une investigation continue de *F. macrophylla*.

III- *Lavandula multifida* L

III-1- Histoire taxonomique :

Le genre *Lavandula* a été particulièrement bien décrit par **Upson et Andrews, 2004**, brièvement, dès la renaissance déjà 5 espèces de lavande étaient reconnues. Le nombre d'espèces décrites n'a cessé d'augmenter au fil des explorations botaniques dans le Maghreb et l'Asie. Ces études ont conduit à reconnaître actuellement 39 espèces différentes réparties en trois sous-genres *Fabricia*, *Sabaudia* et *Lavandula*. Cette structuration taxonomique est appuyée aussi par une analyse phylogénétique du polymorphisme de séquences **ITS** (Internal Transcribed Spacer – séquence interne traduite).

Notre espèce c'est *Lavandula Multifida* L ; Plante originaire des montagnes du bassin méditerranéen, aujourd'hui elle est cultivée à travers le monde, partout où elle peut trouver du soleil (**Nedjai ; Salma et al, 2017**).

III-2-Classification botanique :

D'après **Quezel et Santa (1963)**, la systématique de *Lavandula Multifida* L est la suivante :

- **Règne** : plante.
- **Sous-règne** : plante vasculaires.
- **Embranchement**: spermaphytes.
- **Sous-embranchement** : angiospermes.
- **Classe** : dicotylédones.
- **Sous-classe** : dialypétales.
- **Ordre** : lamiales (labiales).
- **Famille** : lamiacées.
- **Genre** : *Lavandula*.
- **Espèce** : *Lavandula multifida* L.



Figure 5: *Lavandula Multifida L*

- **Noms communs :**
- Arabe : الخزامة.
- Français : la lavande.
- Anglais : lavender.
- **Quelques noms vernaculaires Selon les régions :** *Lavandula Multifida* est connue sous différentes appellations :
 - Kohhila : Maroc (**Trabut, 1935**). Klila dial amir : Tlemcen.
 - Djaada : Ouchba (le même nom est donné pour *Lavandula dentata*).

III-3 -Morphologie :

Selon **Lis-Bachlin, 2002**, l'appareil végétatif et reproducteur peuvent atteindre 1 m de hauteur. Les feuilles sont linéaires et de couleur gris vert, avec une longueur variant entre 3 et 5 cm lors de la floraison (**Figure 3**). Les pédoncules sont longs, non ramifiés et terminés par des épis dont la couleur variée de la mauve pale au violet (**Lis-Bachlin, 2002**). C'est une plante vivace semi persistante dont les feuilles sont très multifides et composées de plusieurs petites feuilles (**Denier et al, 1985**).



Figure 6: *Lavandula Multifida L* (plein inflorescence)

III-4 -Utilisation médicinale :

L'espèce *L. multifida* fournit plusieurs huiles essentielles importantes à l'industrie des parfums (Wiesenfled, 1999). En outre, ces huiles essentielles sont préconisées pour son utilisation en phytoaromathérapie. En effet, elles sont dotées d'une activité antibactérienne contre un nombre de bactéries pathogène pour l'homme (Benbelaid *et al*, 2012). Et une activité antifongique contre les champignons responsables de la candidose, la méningite et la dermatophytose (Zuzarte, 2012). Cette plante est utilisée dans le traitement d'environ une vingtaine de maladies, telles que des problèmes gastriques, l'hémorragie, la guérison des plaies, la polyarthrite (Znini *et al*, 2012).

IV- Huiles Essentielles :

IV-1 -Définition d'une huile essentielle :

Selon la Commission de la Pharmacopée européenne (2008) «Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition ».

Synthèse Bibliographique

Les huiles essentielles se distinguent des huiles grasses qui sont fixes et tachent le papier d'une manière permanente, alors que pour les huiles essentielles leur tache sur le papier disparaît sous l'effet de la chaleur.

Les huiles essentielles sont solubles dans l'alcool et les solvants organiques habituels des huiles comme le chloroforme, le benzène ou l'éther, pratiquement très peu ou pas solubles dans l'eau. Elles sont liquides à la température ambiante. Leur point d'ébullition varie de 160 à 240 C° et leur densité de 0,759 à 1,096 généralement.

IV-2- Répartition et localisation de l'huile essentielle :

Elles peuvent être stockées dans divers organes : fleurs, feuilles, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits ou graine (**Bouaine, 2017**). Il existe en fait quatre structures sécrétrices

- Les cellules sécrétrices : Chez les Lauracées et les Zingibéracées.
- Les poils glandulaires épidermiques : Chez les Lamiacées, Géraniacées, etc.
- Les poches sphériques schizogènes : Les glandes de type poche se rencontrent chez les familles des : Astéracées, Rosacées, Rutacées, Myrtacées, etc.
- Les canaux glandulaires lysigènes : Chez les Conifères, Ombellifères, etc.

IV-3- Composition chimique des huiles essentielles :

a-Terpènes et terpénoïdes :

Dans le règne végétal, les terpénoïdes sont classés dans la catégorie des métabolites secondaires. Leur classification est basée sur le nombre de répétition de l'unité de base :

Isoprène ; Hémiterpène (C5), monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), diterpènes (C20). Ils représentent le groupe le plus important (**Bruneton ; J et al, 1999**).

b- Monoterpènes :

Plus de 900 monoterpènes connus se trouvent principalement dans 3 catégories structurelles :

Les monoterpènes acycliques, monocycliques ou bicycliques. Ils constituent parfois plus de 90 % d'HE.

Dans cette catégorie de composés, il existe de nombreuses molécules fonctionnalisées,

Synthèse Bibliographique

A savoir, par exemple:

- **Alcools**: acyclique (géraniol, citronellol), monocycliques (menthol), bicycliques
- **Aldéhydes** : le plus souvent acycliques (géraniol, néral, citronellal)
- **Cétones** : acycliques (tagétone), monocyclique (menthone, isomenthone, carvone, pulégone), bicycliques (camphre, fenchone).
- **Esters** : acycliques (acétate ou propionate de linalyle, acétate de citronellyle), monocycliques (acétate de menthyle), bicycliques (acétate d'isobomyle)
- **Ethers** : 1,8-cinéole (eucalyptol) mais aussi les éthers cycliques tétrahydrofuraniques ou di- et tétrahydropyraniques qui pour certains jouent un rôle majeur dans l'arôme des fruits (oxyde de linalol ou de rose).
- **Peroxydes** : ascaridole
- **Phénols** : thymol, carvacrol (**Bruneton, J et al 1999**).

c- Sesquiterpènes

C'est la classe la plus diversifiée des terpènes puisqu'elle contient plus de 3000 molécules. Les variations structurales dans cette série sont de même nature que dans le cas précédent, carbures, alcools et cétones étant les plus fréquents.

IV-4- fonctions biologiques des huiles essentielles :

Les spécialistes considèrent les huiles essentielles comme des sources de signaux chimiques permettant à la plante de contrôler ou réguler son environnement. Par exemple, ces huiles confèrent un rôle défensif contre les champignons et microorganismes et attractif vis-à-vis des insectes pollinisateurs. Un feuillage renfermant une teneur élevée en essences végétales (ex : laurier) le protège contre les herbivores. Le rôle des huiles essentielles au niveau des racines, des écorces et du bois confère à la plante un effet antiseptique vis-à-vis des parasites telluriques (**Brand. A ; Richter et al, 1993**)

IV-5 -Procédés d'extraction des huiles essentielles :

A- La distillation :

Il existe deux méthodes de base de distillation pour l'obtention des huiles essentielles qui reposent sur le même principe : entraînement des constituants volatils du matériel végétal par la vapeur d'eau. La différence entre eux réside dans le degré de contact entre l'eau liquide et le matériel végétal (**Benjilali, 2004**).

Synthèse Bibliographique

A-a- L'hydrodistillation :

Selon **Bruneton(1999)**, l'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité.

A-b- La distillation à la vapeur :

- **Distillation à la vapeur saturée** : «vapo-hydrodistillation» : c'est le procédé le mieux adapté à l'extraction des essences, surtout si elles sont destinées à des fins thérapeutiques (**Bego, 2001**). Le matériel végétal, dans ce cas, n'est en contact avec l'eau, se trouve supporté par une grille ou une plaque perforée placée à une distance adéquate du fond de l'alambic, rempli d'eau. 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 (**Benjlali, 2004**).

- **Distillation à la vapeur directe** : c'est une variante de l'entraînement à la vapeur qui consiste à pulser de la vapeur d'eau à très faible pression (0.02-0.15 bar) à travers la masse végétale du haut vers le bas, en utilisant la pesanteur comme force de déplacement de la vapeur, la composition des produits obtenus est qualitativement différente de celle des produits obtenus par les méthodes classiques. Le procédé permet un gain de temps et d'énergie ; ce procédé est appelé distillation par hydro- diffusion (**Benjlali, 2004; Bruneton, 1999**).

B-Extraction par enfleurage :

Ce procédé met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Il consiste à déposer des pétales de fleurs fraîches sur des plaques de verre recouvertes de minces couches de graisse (graisse animale type saindoux). Les pétales sont éliminés et remplacés par des pétales fraîches 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**).

Synthèse Bibliographique

C-Extraction par les solvants volatils :

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» (**Belaiche, 1979 ;Duraffourd et al. 1990**).

D- Extraction par expression :

Cette méthode est abandonnée au bénéfice des machines utilisées pour permettre l'extraction des jus des fruits d'une part, et d'essence d'autre part (**Belaiche, 1979**).

E-Extraction par micro-ondes :

C'est un procédé utilisant les micro-ondes et les solvants transparents aux micro-ondes pour extraire de façon rapide et sélective des produits chimiques de diverses substances (**Paré, 1997**). Le matériel végétal est immergé dans un solvant transparent aux micro-ondes de manière à ce que seul le végétal soit chauffé. Les micro-ondes vont chauffer l'eau présente dans le système glandulaire et vasculaire de la plante, libérant ainsi les produits volatils qui passent dans le solvant (non chauffé). On filtre et on récupère ensuite l'extrait.

F-Extraction par ultrasons :

Les micro-cavitations, générées par ultrasons, désorganisent la structure des parois végétales, notamment les zones cristallines celluloses. Les ultrasons favorisent la diffusion et peuvent modifier l'ordre de distillation, des constituants des huiles essentielles. L'extraction par les ultrasons est une technique de choix, pour les solvants de faible point d'ébullition, à des températures d'extraction inférieures au point d'ébullition.

G Extraction au fluide supercritique :

Procédé relativement nouveau semblait à priori intéressant pour augmenter le rendement dans le cas de plantes peu riches en huiles essentielles. Il utilise les fluides à l'état supercritique pour extraire les composants contenus dans les végétaux.

Bruneton,1999 précise que cette méthode est utilisée maintenant pour préparer des extraits d'épices (gingembre, paprika, céleri), des aromes (thé noir, bois de chêne fumé) et des essences végétales pures (débarrassées des terpènes, dépourvues d'intérêts olfactifs et oxydables, ou privées de certains constituants) et que les produits obtenus par cette technique

Synthèse Bibliographique

ont une composition proche de celle des produits naturels et ne comportent aucune trace résiduelle de solvant, contrairement à ce que l'on peut obtenir avec des solvants ordinaires.

Partie Expérimentale

Partie expérimental

Matériel et méthode

I -Matériel et échantillonnage :

Ensemble des manipulations de ce présent travail ont été réalisées au niveau de l'université de Tlemcen « **Abou Bakr Belkaid** ». La partie extraction des huiles essentielles a été effectuée au niveau de laboratoire 1 'ASNABO sous la direction de monsieur **GHALEM Said** et **TABTI Boufeldja** (hommage à son âme) auxquels nous adressons nos vifs remerciements, et la partie activité biologique a été réalisée au niveau de laboratoire « gestion et pathologie des écosystèmes » sous la direction de monsieur **Merzouk Abdsamade**.

I-1 Matériel Végétal :

Dans cette étude, les échantillons du matériel végétal utilisés ont été récoltés au mois de Mars dans la région d'Ain Temouchent.

Cette wilaya est située dans l'ouest Algérien, elle est limitée au Nord par la mer méditerranéenne, à l'ouest par la wilaya de Tlemcen, à l'est par la wilaya de Sidi Bel Abbes et au Sud par la wilaya de Sidi Bel Abbes (**figure 7**), elle s'étend sur une superficie de 2 376,89 km² et une altitude moyenne de 296 m du niveau (+0.00) de la mer.



Figure7 : Zones d'échantillonnage

Partie expérimental

Le matériel végétal est constitué de feuilles et les fruits de *Ficus Macrophylla*, et *Lavandula multifida* L.

Les feuilles sont lavées puis laissées sécher à l'ombre et à une température ambiante dans un endroit aéré, pendant 21 jours

I-2 Matériel de laboratoire :

Au laboratoire de biologie à Tlemcen on a utilisé le matériel suivant :

Tableau 1 : Appareils de laboratoire utilisés :

Matériels	Utilisation
Réfrigérateur	Conservation des échantillons
Etuve réglée a 37/30C°	Incubation des souches fongiques
Appareil Cleveinger	Hydrodistillation
Spectrophotomètre	Lecture des absorbances
rota vapeur	Macération a froid

I-3 Matériel fongique :

Trois espèces fongiques ont fait l'objet de cette étude:

A -Définition de *Penicillium* :

Le genre *Penicillium* est un champignon (ou moisissure) qui fait partie des ascomycètes. Ce genre présente une grande importance dans le milieu naturel ainsi que dans la production de plusieurs médicaments. Certaines espèces de ce genre produisent la pénicilline, cette molécule est plus utilisée comme antibiotique, qui tue ou arrête le développement bactérien (**Harjunpaa, 1996**).

Partie expérimental



Figure8 : *Penicillium italicum*

B-Définition des *Candida* :

Candida est un genre de levures (dont l'espèce la plus importante est *Candida albicans* et *Candida parapsoriasis*)

- *Candida albicans* est un champignon levuriforme opportuniste qui est à l'origine de la plupart des candidoses cutanées, muqueuses, phanériennes, septicémiques ou viscérales. Ces infections sont souvent mortelles pour les sujets dont l'immunodéficience est très accentuée (Mayrer, A *et al*, 1978)
- *Candida parapsoriasis* est une espèce de champignons ascomycètes. Cette dernière est saprophyte de la peau, elle peut être résistante aux échinocandines.



Figure9 : *Candida albicans*



Figure10 : *Candida parapsoriasis*

Partie expérimental

Tableau2 : matériel biologique et milieu de culture :

matériel biologique	Espèces	Milieu de culture
Moisissures	<i>Penicillium italicum</i>	PDA(Potato Dextrose Agar)
Levures	<i>Candida parapsoriasis</i> <i>Candida albicans</i>	Sabouraud

II. Processus d'extraction des huiles essentielles :

Il y a plusieurs méthodes d'extractions des H.E citées dans la littérature .La méthode d'extraction utilisée est l'hydrodistillation à l'aide d'un dispositif de type Clevenger, la durée de distillation est comprise entre 04 et 06 heures (selon la matière végétale).



Figure 11. Appareil d'extraction des huiles essentielles par hydro distillation« Clevenger ».

II-1 -Mode opératoire :

Une masse de la matière végétale est placée dans un ballon de 6 litre (jusqu'à l'émergence de la matière végétale) et l'hydrodistillation se fait, en moyenne pendant quatre heures. L'eau est portée à ébullition, la vapeur d'eau entraîne les molécules volatiles qui se condensent dans un réfrigérant et le mélange eau-huile essentielles (HEs) est recueilli dans une burette, l'huile essentielle est récupérée dans un pilulier fermé hermétiquement et

Partie expérimental

conservées au réfrigérateur à 4°C dans des tubes bien bouchés à l'abri de la lumière et de la chaleur.

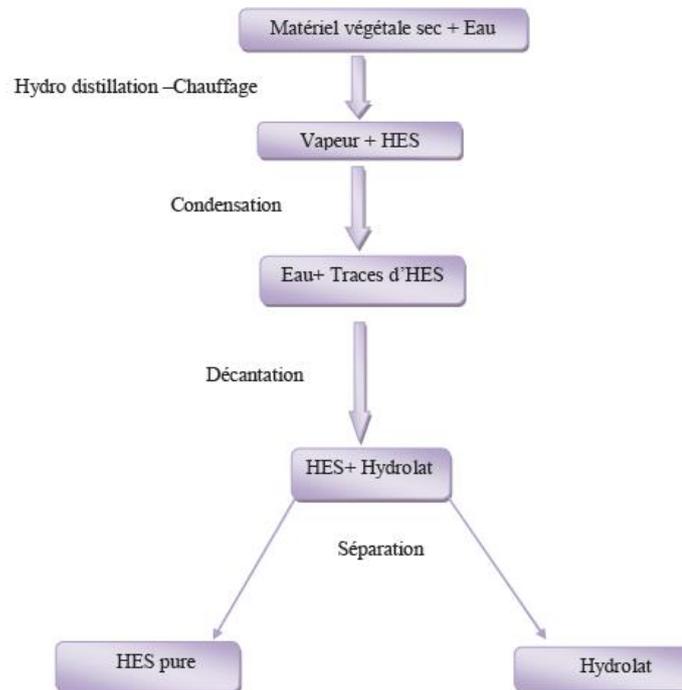


Figure 12: Procédé d'extraction des huiles essentielles

II-2 Détermination des rendements en huiles essentielles :

Le rendement est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal utilisé pour cent. Après récupération des huiles essentielles (Afnor, 2000), le rendement est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$\text{Rdt} = \frac{P_2}{P_1} \times 100$$

P1 : poids de la matière végétale ;

P2 : poids de l'huile essentielle

III- Extraction par macération « méthanol – eau » :

III-1 Le principe du rotavapeur :

LE Principe est basé sur la distillation du macérât sous vide. Le mode d'emploi de cet appareil est le suivant (Rihane et Benlahreche, 2013) :

- Placer le macérât à évaporer dans le ballon d'évaporation ;

Partie expérimental

- Mettre ensuite le ballon d'évaporation sous rotation ;
- Ouvrir le robinet d'eau froide reliait au réfrigérant ;
- Fermer ensuite la vanne reliant le montage à la pression extérieure (vanne de fermeture) et Faire le vide à l'intérieur de l'appareillage à l'aide d'une trompe à eau ;
- Si l'évaporation n'est pas assez rapide, plonger le ballon d'évaporation contenant le macérât à évaporer dans le bain marie d'eau chaude ;
- Procéder à l'évaporation jusqu'à disparition complète du solvant ;
- Ouvrir la vanne de fermeture pour remettre la pression atmosphérique à l'intérieur du dispositif ;
- Enfin, couper l'eau du réfrigérant et de la trompe à eau.



Figure 13 : Appareil évaporateur rotatif(Rotavapeur)

III-2 - Protocole de préparation d'extrait :

La macération (extraction solide-liquide) est une opération qui consiste à laisser séjourner la matière végétale (broyat) dans le méthanol aqueux pour extraire les principes actifs (composés phénoliques et flavonoïdes). Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par **Hamia et al, 2014**, avec quelques modifications. Le protocole de la macération de cette plante est le suivant :

- Peser 10 gramme de la matière végétale.
- Ajouter 30ml d eaux distillée et compléter a 100 ml par méthanol.
- Agiter de temps en temps;

Partie expérimental

- laisser macérer pendant 24 h, ensuite filtrer sur un papier filtre Wathman (n°:1)
- Récupérer le filtrat dans un flacon ;
- Répéter la procédure trois fois ;
- éliminer le solvant a l'aide d'un évaporateur rotatif.
- le macéra est divisé dans des cristallisoirs qui seront placés dans une étuve a 45 C. a fin d'éliminer l'eau.
- gratter l'extrait et le mettre dans des tubes pour conservation et utilisation ultérieure.

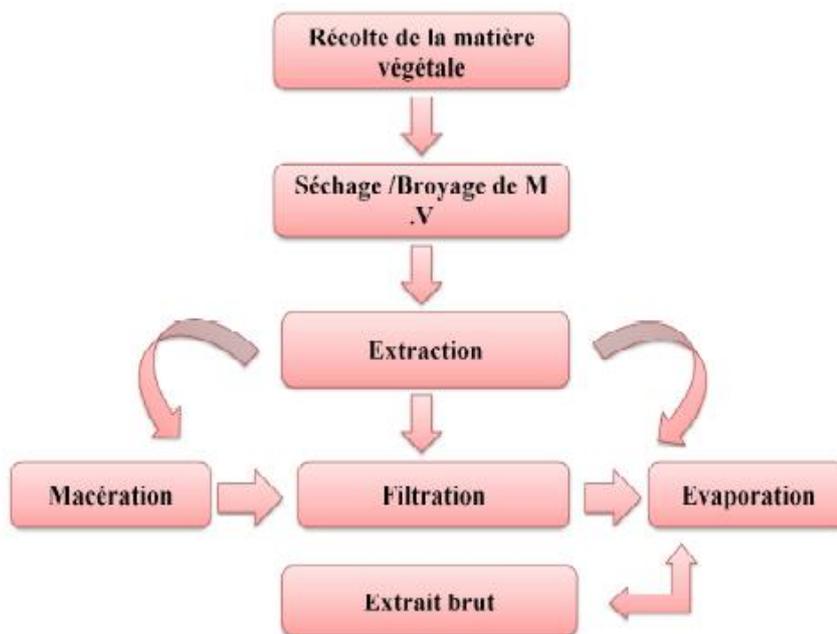


Figure14 : Protocole préparation de l'extrait

Partie expérimental



Figure 15 : (A) les extraits obtenus après l'évaporation (B) Filtration à l'aide d'un papier filtre,

IV-Tests antifongiques :

Les méthodes du laboratoire qui permettent d'estimer les propriétés d'un produit in vitro sont nombreuses, mais elles reposent toutes sur le même principe, celui de confronter la substance antimicrobienne (fongicide, bactéricide, insecticide,...) et l'agent pathogène (champignons, bactéries, insectes,...) sur un support artificiel.

- La méthodologie qu'on a suivie pour l'évaluation de l'effet antifongique de l'huile essentielle extraite de *Lavandula Multifida L.* et *Ficus Macrophylla*, est la méthode de contact direct qui permet la mise en évidence de l'activité antifongique (fongistatique ou fongicide) de ces extraits (Fandohan *et al*, 2004).

IV-1-Milieux de culture :

La culture a été réalisée sur le milieu PDA (Potato Dextrose Agar); Il a été préparé à base de la pomme de terre suivant les étapes suivantes: lavage des pommes de terre suivi du découpage et d'un pesage (100g ont été nécessaire) à la balance de marque OHAUS (d'une précision de 0,001g). Elles ont été cuites dans un bécher gradué de 1 L jusqu'au ramollissement, puis pressées à l'aide d'une cuillère de cuisine, filtrées dans un erlenmeyer gradué de 1 L et mélangées avec 10 g d'agar-agar et 10 g de dextrose. L'homogénéisation de la solution a été faite à partir d'un agitateur magnétique. Le milieu fraîchement préparé est mis dans des flacons hermétiquement fermé puis stérilisé à l'autoclave référant à (Mondo *et al*, 2016 ; Emanfo *et al*, 2013 ; Hassain *et al*, 2018).

Partie expérimental

IV-2 Activité antifongique vis-à-vis *Penicillium italicum* :

Afin de tester l'activité antifongique des extraits obtenus par la matière végétale ; nous avons utilisé la méthode du contact direct ou la croissance radiale.

Dans ce travail une quantité de l'extrait est solubilisée dans 2 ml de DMSO, et nos huiles essentielles sont solubilisées dans le Tween 80, des volumes de chaque concentration sont ajoutés à 10ml de PDA à 45°C dans un tube à essai ; après agitation, le contenu des tubes est versé dans une boîte de pétri de 9 cm de diamètre.

L'inoculation se fait par dépôt, au centre de la boîte, d'un disque du mycélium d'environ 0.5 cm de diamètre, d'une culture jeune de 5 à 7 jours. Pour chaque concentration, trois répétitions sont réalisées.

Une boîte de pétri contenant 10 ml de PDA sans solution des extraits est inoculée pour servir de témoin. Une autre boîte de pétri est inoculée de la même façon mais cette fois-ci avec les différents volumes du DMCO et Tween 80 , afin d'éviter la possibilité de son activité vis à vis la moisissure

Après incubation à 28°C + ou -2°C pendant 2 à 7 jours en tenant compte de la croissance du témoin

On calcule l'indice antifongique qui est déterminé par la formule suivante :

$$\text{Indice antifongique} = (Da - Db)/Db \times 100$$

Da : le diamètre de la zone de croissance de l'essai ;

Db : le diamètre de la zone de croissance du témoin.

Partie expérimental

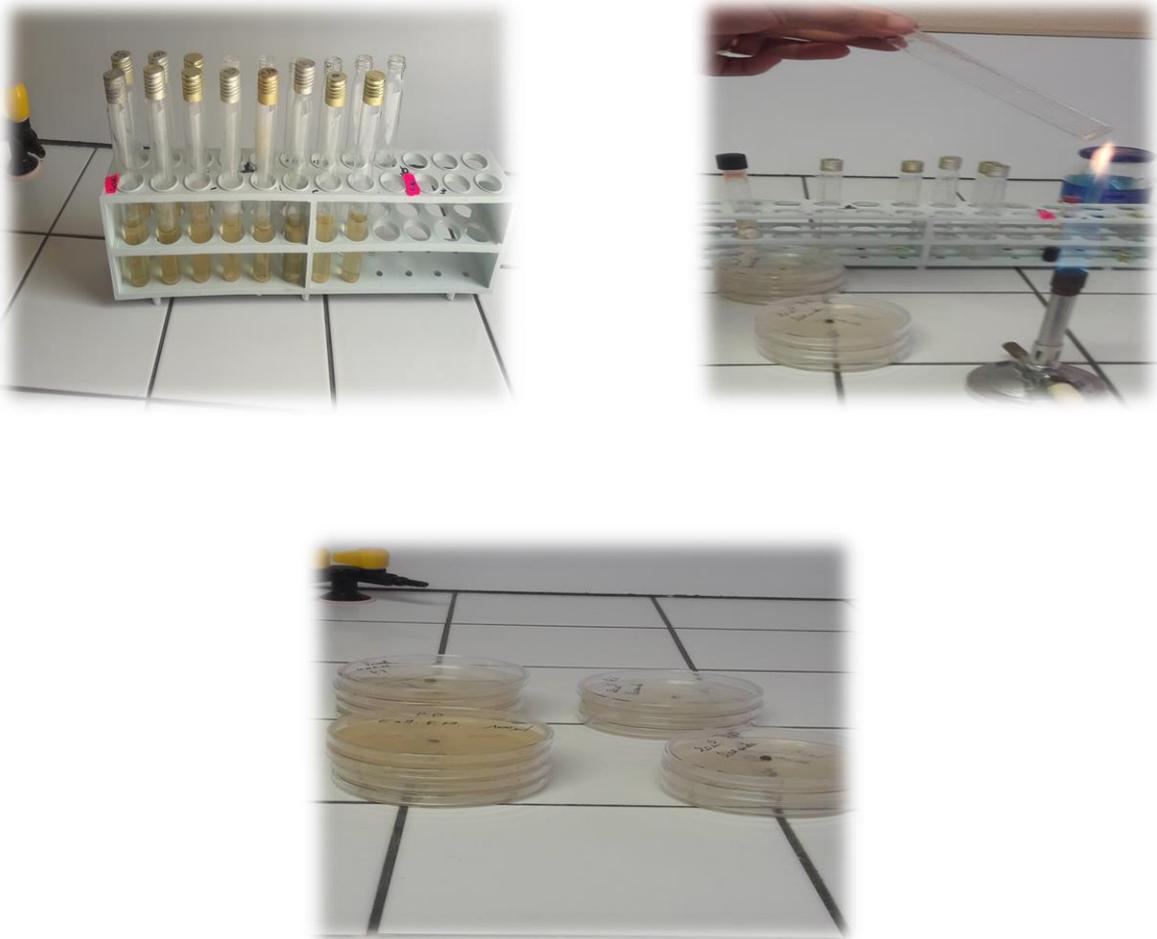


Figure16 : Travail au laboratoire (photos originales)

IV-3 Activité anti fongique vis-à-vis *Candida albicans* et *C parapsoriasis* :

Couler aseptiquement le milieu de culture Sabouraud dans les boites de pétri à raison de 30ml par boîte, puis on rajoute 10 μ l de l'inoculum fongique (concentration est ajustée à 10⁷-10⁸ germes /ml avec le spectrophotomètre à l'UV-visible) qu'on fait repartir sur le milieu de culture à l'aide d'une anse stérile afin d'avoir une croissance homogène de la levure, on laisse refroidir et solidifier.

Placer des disques de papier filtre stérile en le imprégnant avec nos solutions préalablement préparées à différentes concentrations. Les boites de Pétri sont ensuite fermées et mises dans une étuve a une température de 35°C pendant 48 heures.

A la sortie de l'étuve, l'absence de la croissance microbienne se traduit par un halo translucide autour du disque dont le diamètre est mesuré à l'aide d'une règle en mm.

Partie expérimental

IV-4 Expression des résultats :

L'absence de la croissance mycélienne se traduit par un halo translucide autour du disque du papier Wattman contenant la concentration en huile essentielle dont le diamètre est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (y compris le diamètre du disque de 6 mm). D'après **Djeddi *et al*, 2007**, la sensibilité des souches aux différents agents antimicrobiens a été classifiée selon le diamètre de la zone d'inhibition comme suit :

- a) Extrêmement sensible : $D \geq 20$ mm.
- b) Sensible : $15 \text{ mm} \leq D \leq 19$ mm.
- c) Moyennement sensible : $9 \text{ mm} \leq D \leq 14$ mm
- d) Non sensible (résistante) : $D \leq 8$ mm.

Les champignons montrant une sensibilité aux huiles essentielles sont sélectionnés pour déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI).

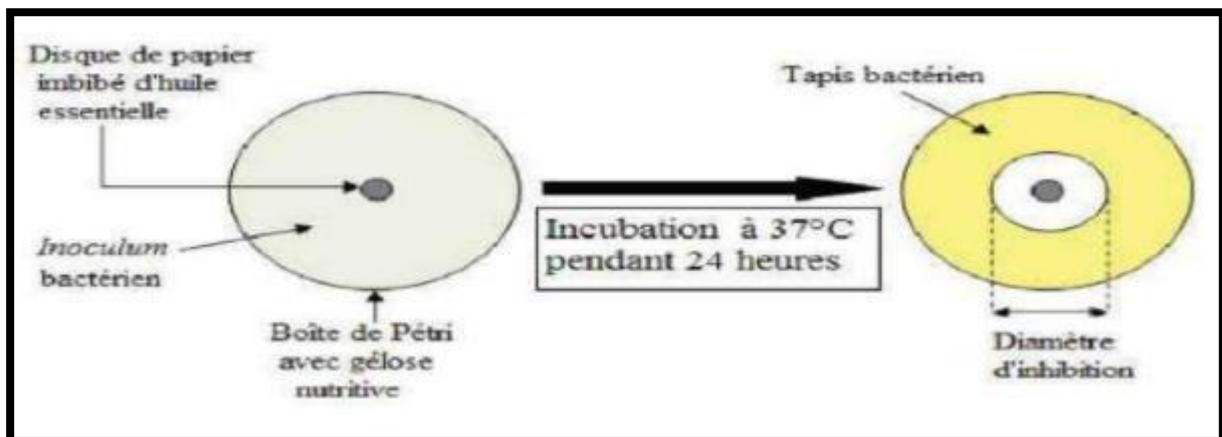


Figure 17 : Principe de l'aromatogramme

V-Activité anti oxydante :

La capacité antioxydante de l'extrait et des huiles essentielles étudiés a été mesurée dans cette l'étude présente par le test FRAP (Ferric reducing antioxydant power).

Solvants et solutions

- Eau distillée

Partie expérimental

- Ethanol (Alcool éthylique)
- Tampon Phosphate (0,2M, pH 6,6)
- Ferricyanure de potassium $K_3Fe(CN)_6$ à 1%
- Acide Trichloracétique (TCA) à 10%
- Chlorure Ferrique ($FeCl_3$) à 0,1%

V-1 Test FRAP :

La méthode FRAP est un dosage colorimétrique du transfert d'électrons, basée sur la capacité des produits testés à réduire le fer (le passage de la forme ferrique à ferreux) (**pellegrini et al, 2003**). Elle consiste à observer après quatre minutes le changement d'absorbance à 700 nm dû à la réduction du complexe Fe^{3+} -TPTZ (fer 2, 4,6-tripyridyls-triazine) et l'apparition d'une couleur bleue (Benzie et Strain, 1996;)De plus, elle est simple, rapide et peu coûteuse.

V-2 Mode opératoire :

Dans un premier temps, une solution mère de l'extrait est préparée avec de l'eau distillé ou de l'éthanol pour l'huiles essentielle (solution mère : 1mg/ml), qui subit a leur tour une dilution en cascade pour obtenir des concentrations de 0.2-0.4-0.6 et 0.8mg/ml.

La solution de travail FRAP est réalisé en mélangeant 0.2ml de solution diluée ,0.5ml de solution tampon et 0.5m de solution $K_3Fe(CN_6)$.

Laisser incuber cet homogène dans une étuve dans une température de 50C pendant 20mn.

Stabiliser la solution obtenue par 0.5ml d'une solution de TCAa 10%.

Un volume de 0.5 ml de ce mélange et additionné a 0.5ml d'eau distille et 0.1 ml de $FeCl_3$.

Le produit final est place dans une spectromètre pour une lecture a une longueur d'onde de 700nm.

Partie expérimental

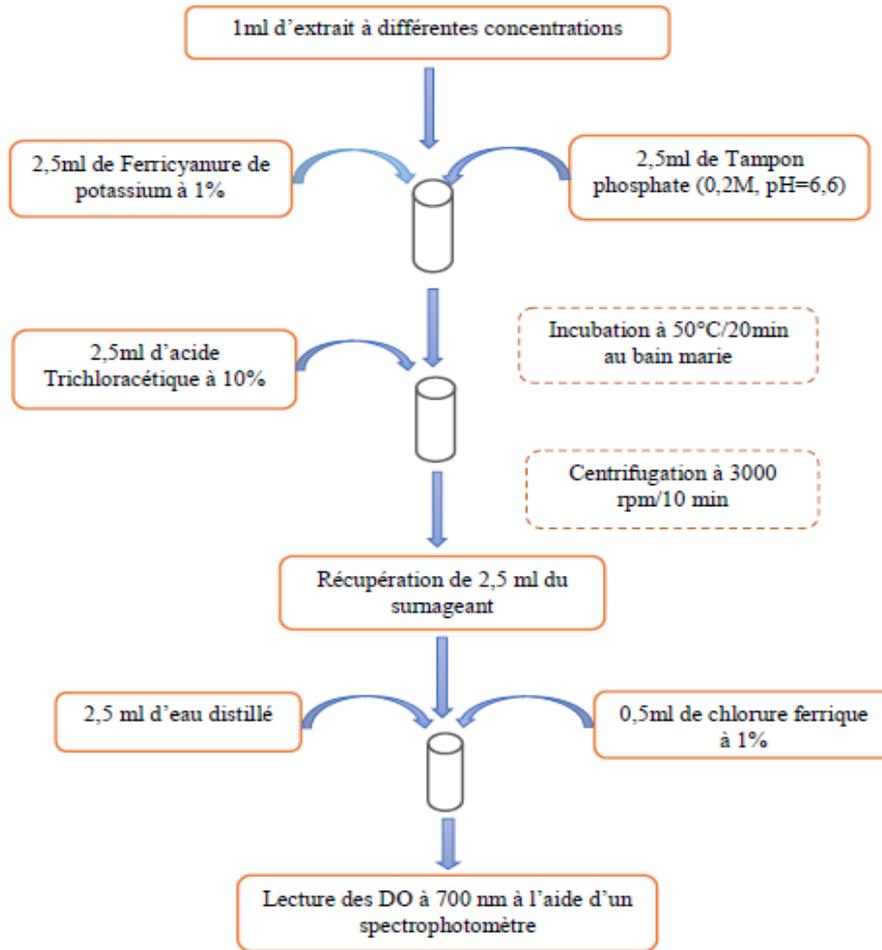


Figure 18: Schéma récapitulatif de méthode FRAP employée dans l'évaluation de l'activité antioxydante

Partie expérimental

Résultats

I-Rendements en huiles essentielles

Les rendements moyens obtenus en huiles essentielles varient d'une plante à une autre ; Les rendements en huiles essentielles en pourcentage (%) volume/poids (v/p) calculés par rapport au poids sec et la durée d'extraction faite pour chaque espèce végétale pendant 4 heures, sont récapitulés dans le (**Tableau3**).

Tableau3 : Rendement en huiles essentielles.

Espèces	<i>Ficus macrophylla</i>	<i>Lavandula multifida.L</i>
Rendement	0.054	0.7

Les résultats du (**Tableau 3**) montrent que les plantes étudiées avaient des teneurs relativement faibles notamment pour l'espèce *Ficus macrophylla* (0.054%), alors que l'espèce *Lavandula Multifida.L*, présente un rendement moyen de 0.7% par rapport au poids sec.

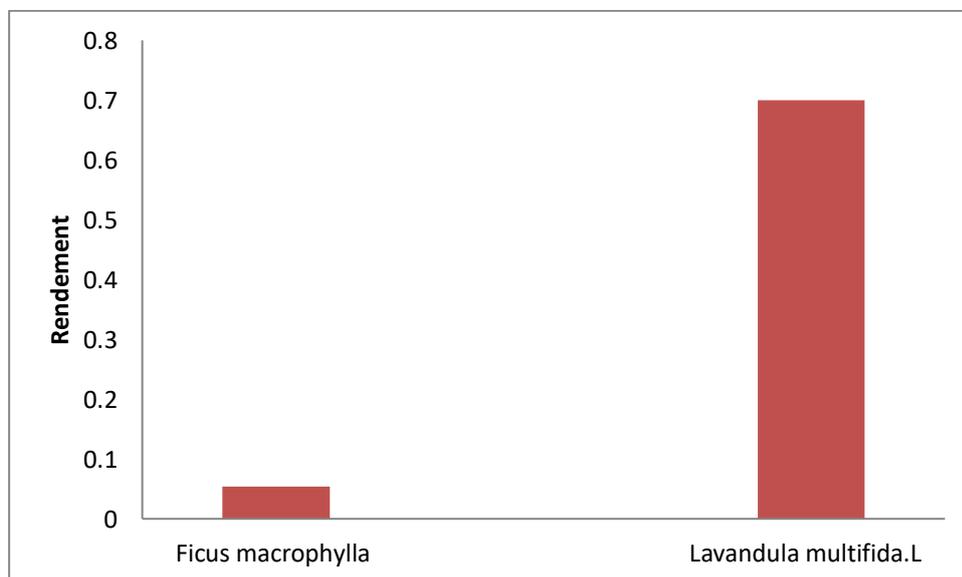


Figure19 : Représentation graphique des rendements des huiles essentielles étudiées

D'après la bibliographie, nous avons trouvé des études ayant rapporté les rendements en huiles essentielles des mêmes espèces étudiées (**Tableau4**). Concernant l'espèce *Ficus macrophylla*, on remarque que nos résultats d'extraction sont très faible avec l'étude concernant le *Ficus indica* dans l'étude de **Abderrahim Benkaddouri, 2011**. D'autre part

Partie expérimental

pour l'espèce *Lavandula multifida.L* les mêmes constats sont remarqués avec légère différence de rendement en HEs (**tableau 4**).

Tableau 4 : Comparaison des rendements en huiles essentielles des plantes étudiées avec d'autres travaux

Espèce	Rendement %	Références
<i>Ficus macrophylla</i>	0.054.	Notre travail.
	0.71	(Abderrahim Benkaddouri ,2011).
<i>Lavandula multifida.L</i>	0,7	Notre travail.
	0,7	(Sellam et al, 2013).
	0,4	(Benbelaïd et al., 2014).
	0,2	(Abdelmounaim et al, 2016)

Ces variations pourraient être expliquées par la provenance géographique des échantillons notamment le facteur climatique, la date de récolte, la durée et les conditions de conservation (**Belabid, 2014**).le rendement diffère aussi entre les plantes de la même espèce, un stade de développement a un autre et d'une saison a une autre (**Perry et al ,1999**).

II-Evaluation des activités anti fongiques :

II-1 Effets des huiles essentielles étudiées sur les souches isolées :

L'activité antifongique des HEs étudiées a été déterminée in vitro vis-à-vis trois germes pathogènes testés *P.italicum*, *C.parapsoriasis* et *C .albicans* par la méthode de contact direct en milieu gélosé, additionnés de différentes concentrations en HEs de *F. macrophylla* , *L. multifida L*.et l'extrait de *F. macrophylla*.

L'évaluation du pouvoir antifongique est révélée par la méthode de croissance radiale pour la moisissure *P.italicum* et le calcul de l'indice antifongique. La croissance mycélienne a été évaluée à la fin de l'expérience (7 jour d'incubation) en mesurant la moyenne de diamètre où trois répétitions ont été effectuées.

Partie expérimental

Cette lecture est réalisée en comparant les diamètres de cultures mycéliennes avec les cultures témoins qui sont effectuées le même jour et dans les mêmes conditions.

a-Effets antifongique vis a vis *P.italicum* :

Les résultats du pouvoir antifongique des HEs et l'extrait de *Ficus macrophylla* vis a vis *P.italicum* se présenté dans le tableau suivant :

-Tableau5 : Effets antifongique *Ficus macrophylla*(Extrait)

	<i>témoin</i>	<i>Ficus macrophylla</i> (Extrait)		<i>Ficus macrophylla</i> (HEs)
Concentrations (μ l/ml)		0.3	0.4	20
Diamètre (mm)	90	25	18	60
Indice anti fongique(IA)	00	27.7	80	33.4



Figure 19 : Effet antifongique de *F. macrophylla* vis-à-vis *P. italicum*.

Partie expérimental

Pour *Lavandula multifida* .L, nous avons testé les concentrations 10-20-30µl/ml, qui ont montré une forte activité, ce qui nous a incités à diminuer les concentrations comme suit 0.1-0.2-0.3-0.3 et 0.4µl/ml(**Tableau6**).

-Tableau6 : Effets antifongique *Lavandula multifida* .L

Concentration (ul/ml)	témoin	0.1	0.2	0.3	0.4
Diamètre (mm)	90	20	18	15	10
Indice anti fongique (IA %)	00	77.8	80	84	89



Figure 20 : Effets des HEs de *L. multifida* L. vis-à-vis *P.italicum*

Nous remarquons que l'indice antifongique est directement proportionnel avec l'augmentation de la concentration des HEs. Les huiles essentielles pour les deux plantes ont exercé une importante activité inhibitrice vis-à-vis la moisissure *P.italicum*, les diamètres et l'indice antifongique de la croissance de mycélium dépendent de la concentration d'huile essentielle.

Les huiles essentielles peuvent être utiles en tant qu'agents antifongiques parce qu'elles affectent plusieurs cibles simultanément et il n'y a aucun rapport de résistance ou d'adaptation des microorganismes à cause de la diversité des composés chimiques (**Bakkali et al , 2008**).

Partie expérimental

b -Effets antifongique vis a vis *C.parapsoriasis* et *C .albicans* :

La méthode utilisée pour les deux souches de levures est celle de calcul des zones d'inhibition (**tableau7**).

Tableau7 : Effets antifongique vis a vis *C.parapsoriasis* et *C .albicans*

souches Matière végétale	<i>C.parapsoriasis</i>	<i>C .albicans</i>
HEs - <i>Ficus macrophylla</i>	13mm	8.5mm
Extrait - <i>Ficus macrophylla</i>	00mm	00mm
<i>Lavandula multifida.L</i>	50mm	30mm

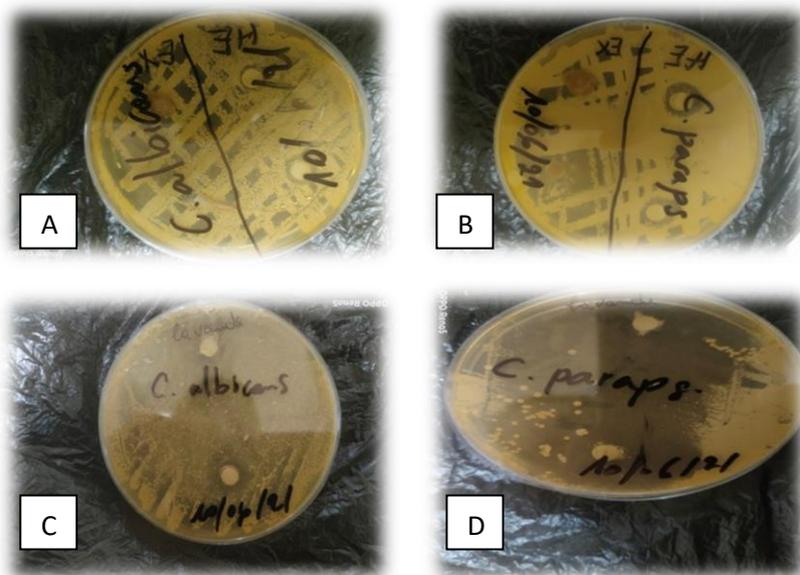


Figure 21 : A : Effets de *F. macrophylla* (HEs et extrait) sur *C .albicans*

B : Effets de *F. macrophylla* (HEs et extrait) sur *C. parapsoriasis*

C : Effets de *Lavandula multifida.L*.(HEs) sur *C .albicans*

D: Effets de *Lavandula multifida.L*.(HEs) sur *C .parapsoriasis*

Partie expérimental

Pour la zone d'inhibition : la souche fongique (les levures) est dite :

-Extrêmement sensible vis-à-vis les huiles de *Lavandula multifida.L.*

-Moyennement sensible vis à vis les huiles de *Ficus macrophylla.*

-Résistante vis-à-vis l'extrait de *Ficus macrophylla.*

III-Evaluation des activités anti oxydantes :

III-1-Effet de l'extrait acide gallique : L'acide gallique qui est un composé réducteur par excellence a été employé dans cette méthode comme témoin, nous constatons que ce dernier présente un pouvoir réducteur plus important (**figure 22**).

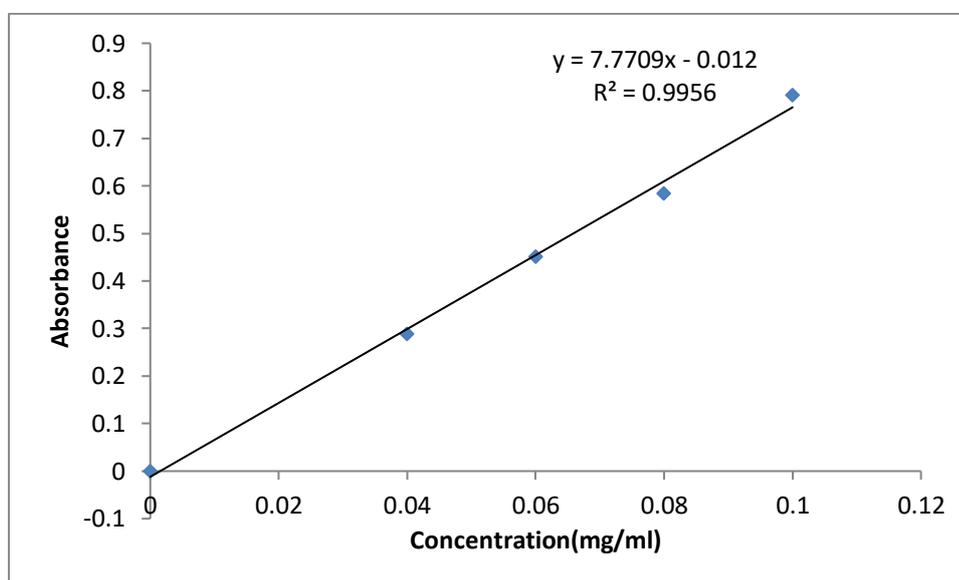


Figure 22 : Représentation graphique du pouvoir réducteur de l'acide gallique.

III-2-Effet de l'extrait hydroacétonique *F. macrophylla* :

L'activité antioxydant des extraits de *F. macrophylla* a été évaluée par la méthode FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power), basée sur le pouvoir réducteur de l'extrait hydroacétonique de la plante étudiée du fer par rapport à l'acide gallique.

La courbe présentée ci-dessous, représente la variation d'absorbance en fonction de la concentration de l'extrait hydroacétonique exprimée en mg/ml.

Partie expérimental

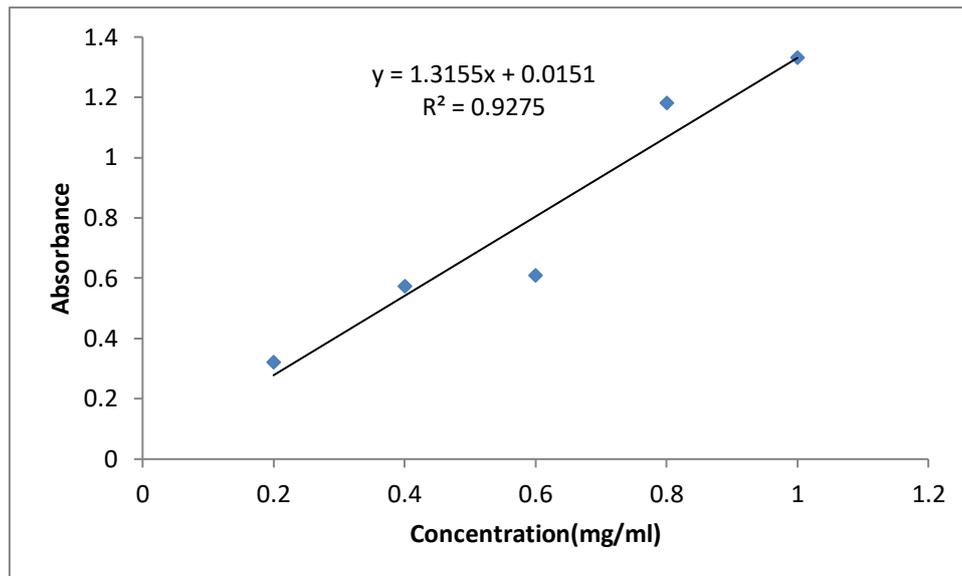


Figure 23: Représentation graphique du pouvoir réducteur de l'extrait hydroacétonique de la plante *F. macrophylla*

En traçant la courbe des absorbances obtenues de notre extrait hydroacétonique de la plante étudiée (**figure 23**), on a pu remarquer une augmentation de la capacité de réduction du fer corrélativement reliée avec l'augmentation de sa concentration.

III-3-Effet des HEs :

a- la plante *F. macrophylla* :

La courbe présentée ci-dessous, représente la variation d'absorbance en fonction de la concentration de l'huile essentielle exprimée en mg/ml.

Partie expérimental

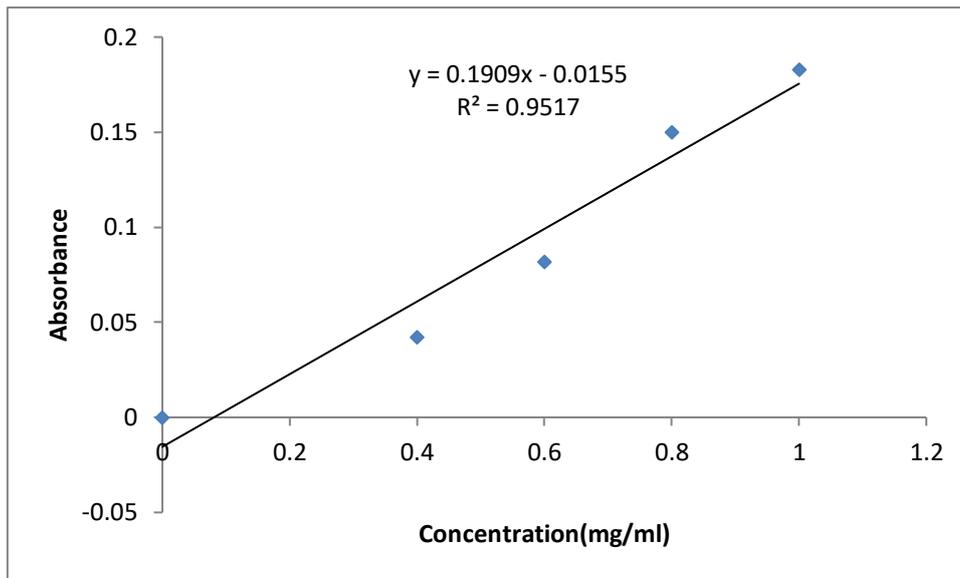


Figure 24 : Représentation graphique du pouvoir réducteur de l'huile de la plante *F. macrophylla*

b-La plante *L. multifida L* :

La courbe présentée ci-dessous, représente la variation d'absorbance en fonction de la concentration de l'huile essentielle exprimée en mg/ml.

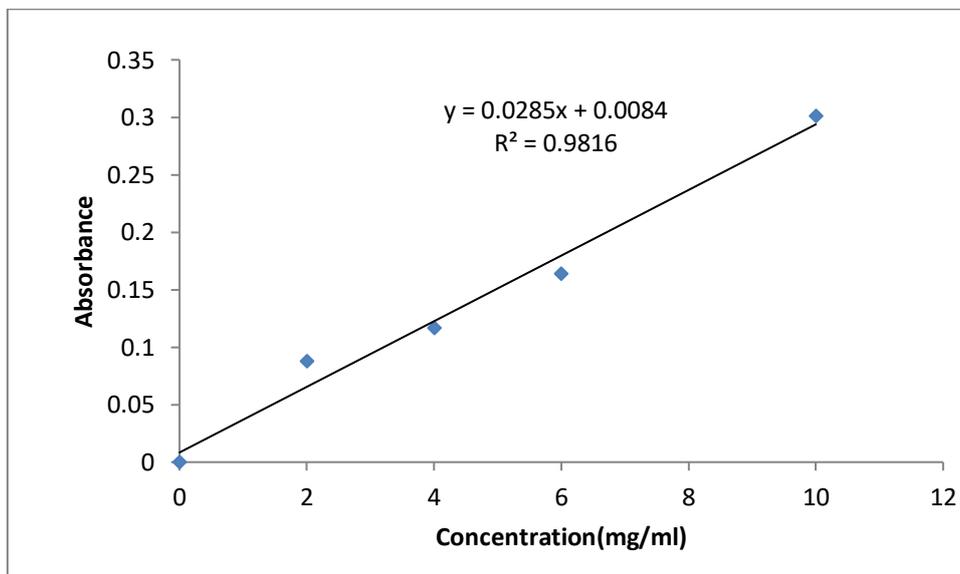


Figure 25: Représentation graphique du pouvoir réducteur de l'huile de la plante *L. multifida L*.

Partie expérimental

D'après les graphes, on remarque que le pouvoir réducteur du fer des deux plantes et du témoin (acide gallique) augmente avec l'augmentation de la concentration.

III-4- la concentration efficace (EC50) :

De plus, cette activité antioxydant est estimée par la concentration efficace (EC50) qui exprime la concentration de l'échantillon qui produit 50 % de l'activité réductrice du fer (FRAP) établie à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage linéaire.

Les valeurs EC50 calculées ont permis de comparer et de classer l'efficacité des extraits à l'égard de l'acide gallique qui est l'antioxydant de référence (**tableau 8**).

Tableau 8: Les valeurs des EC50 des extraits et les HEs des plantes étudiées et de l'acide gallique

Extrait/H.E	Ac. gallique	Ext. <i>F.macrophylla</i>	H.E <i>F.macrophylla</i>	H.E <i>L.multifida L.</i>
concentrations	0.1	1	1	10
EC50 (mg/ml)	0.06	0.48	2,71	17,26

Une faible valeur d'EC50 indique une bonne efficacité de l'activité antioxydant de l'extrait étudié (**Kusmardiyani et al ,2016**).

L'EC50 est inversement liée à la capacité antioxydante d'un composé. L'étude de l'activité réductrice du fer a montré que l'acide gallique a EC50 la plus faible (0.06mg/ml), suivi par l'extrait de *F macrophylla* (0.48mg/ml) et son huile essentielle (2.71mg/ml) et l'huile de *L. multifida L* qui a la valeur d'EC50 la plus élevée (17.26mg/ml).

Donc, nous pouvons déduire que la plante *F macrophylla* montre un pouvoir réducteur meilleur que la plante *L. multifida L*

Partie expérimental

Discussions :

Une plante médicinale est toute plante qui, dans un ou plusieurs de ses organes, contient des substances qui peuvent être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs pour la synthèse de médicaments utiles (Sofowora *et al*, 2013).

Recherche de composés biologiquement actifs nécessite une procédure d'essai biologique pour détecter un certain type de l'activité biologique dans les extraits correspondants (Hostettmann *et al*, 1997).

Dans le présent travail, on a tenté de contribuer à la valorisation des deux plantes aromatiques *Lavandula multifida* L et *Ficus macrophylla* ; utilisées en médecine traditionnelle pour son vertu thérapeutique.

L'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation a permis de montrer que la plante *Lavandula multifida* L. est riche en huiles essentielles avec un rendement estimé de 0.7%, ce rendement est important par rapport a la plante *Ficus macrophylla*.(0.054 %).

L'étude du pouvoir antifongique des huiles essentielles des deux plantes par la méthode de contact directe, démontre que ces huiles ont un pouvoir inhibiteur contre un échantillon d'une souche fongique phytopathogènes(*P.italicum*) , et d'autres d'une souche nosocomiale (*C.parapsoriasis* et *C.albicans*).

Le plus grand diamètre de croissance mycélienne a été enregistré à l'absence des HES (témoin) avec un diamètre de croissance de 90 mm pour les trois souches.

-**vis avis *P.italicum***, a la concentration 0.3 et 0.4µl/ml, les diamètres sont réduits avec un taux d'inhibition de 27.7% et 80% respectivement pour l'extrait de *F. macrophylla*; et 33.4% pour l'huile essentielle de cette dernière.

concernant HES de *L multifida* L ,a la concentration de 0.1,0.2,0.3 et 0.4µl/ml, les diamètres sont réduits avec un taux d'inhibition de 77.8%,80%,84% et 89% respectivement. La croissance mycélienne est diminuée par l'augmentation de la concentration de l'extrait et les HES des plantes étudiées par rapport au témoin.

-Vis a vis *C.parapsoriasis* et *C.albican*, on remarque que les HES de *Lavandula multifida*.L Présentent une zone inhibitrice très importante de 30 a 50mm, donc on parle d'une plante qui possède une meilleur activité antifongique

Partie expérimental

Cette résultats est similaire avec celle présentés dans le travail de **Laghchimi et al, 2014**, qui montre que l'huile essentielle de *L. multifida.L* présent une activité antifongique importante vis-à-vis les champignons.

D'autre part l'extrait de *Ficus macrophylla* ne possède aucune activité antifongique qui se traduit par l'absence de la zone d'inhibition, mais concernant son huile essentielle, il présente une activité antifongique moyenne (zone d'inhibition de 8.5 a13mm).

A partir des résultats enregistrés, on remarque que la plante *Ficus macrophylla* possède une activité anti fongique moyenne vis a vis *P.italicum* (souche phytopathogènes), par contre elle présente une faible activité antifongique vis-à-vis *C.parapsoriasis* et *C .albicans* (souches nosocomiales).

Nos résultats ne sont pas toute a fait semblable de celle de **Gbogbo Koffi et al ,2013** qui a publié une étude d'évaluation des activités antifongiques des extraits d'écorce de tige de *F. platyphylla* , ses résultats montrent que les extraits aqueux de cette plante ont une activité fongicide à de faibles concentrations sur des levures et des dermatophytes impliqués dans diverses affections humaines et animales.

-activité antioxydante :

L'activité antioxydant de *Ficus macrophylla* a été évaluée par la méthode du test FRAP. Cette dernière nous a permis d'apercevoir une augmentation proportionnelle du pouvoir réducteur avec l'augmentation de la concentration de l'extrait testé.

Suite à notre étude in vitro, nos échantillons ont démontré auparavant une capacité réductrice du fer, nous pouvons les classer comme suit : Extrait hydroacétonique (EC50 = 0.48 mg/ml), HEs (EC50 = 2.71 mg/ml).

Ceci est confirmé par **Çalışkan et al, 2011**, qui ont montré que le *Ficus Carica.L* comporte plusieurs composés phénoliques capables de jouer différents rôles physiologiques dans la plante. Ces polyphénols sont bénéfiques pour la santé humaine parce qu'ils exercent une activité antioxydant par différentes voies : agents réducteurs, donateurs d'hydrogène, extracteurs de radical libre, destructeur de l'oxygène singulier, et ainsi de suite.

L'activité antioxydant de *L. multifida.L* : nos échantillons ont démontré auparavant une très faible capacité réductrice du fer, avec un EC=17.26mg/ml.

Partie expérimental

Ce résultat est similaire avec celui de **Nicolai *et al.* 2016**, sur la plante *Lavandula angustifolia* qui présente une très faible activité inhibitrice du radical DPPH de l'ordre de 17,7mg/ml.

La capacité d'un antioxydant peut être attribué à la structure chimique du composé phénolique synthétisé par la plante en plus de l'effet synergétique ou antagoniste des composés présents dans l'extrait brute (**Cai *et al.*, 2004**).

En rassemblant toutes ces études avec les résultats obtenus, nous confirmons la présence d'une forte capacité antioxydant pour *Ficus macrophylla*.

Par conséquent ce travail mérite d'être rénové par d'autres approches plus instructives avec des analyses multiples pour évaluer le potentiel antioxydant et ainsi contribuant à la recherche d'autres composés bioactifs dont il faut tirer le maximum de profit afin de développer de nouvelles substances ayant des propriétés thérapeutiques.

Conclusion

Conclusion

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances bioactives telles que les HEs. Ces substances naturelles ont un grand intérêt dans la recherche pharmacologique pour trouver des alternatives aux antibiotiques.

Ce travail a été mené dans le cadre de l'étude des activités antifongiques et anti-oxydantes des HEs de deux plantes : *Ficus macrophylla* et *Lavandula multifida*.L.

Les HEs de *Lavandula multifida*.L ont exercé une activité antifongique importante par rapport aux HEs de *Ficus macrophylla*.

Nous avons constaté que la sensibilité de *P.italicum* ; *C.parapsoriasis* et *C.albicans* est accentuée avec les HEs de *Lavandula multifida*.

Les résultats de test antioxydant de FRAP montrent que les HEs de *Ficus macrophylla* sont plus actifs que les HEs de *Lavandula multifida*.L.

Après ces résultats nous avons conclu que les HEs de *Lavandula multifida*.L. Semble être plus approprié comme une substance naturelle antifongique alors que les HEs de *Ficus macrophylla* sont appropriés comme une substance naturelle anti-oxydative.

De nouvelles perspectives peuvent être envisagées par une étude poussée de l'activité antifongique et antioxydante non seulement sur les HEs utilisées et leurs composants majoritaires, mais également en mélange permettant ainsi l'étude quantitative de la synergie entre les deux HEs.

Références bibliographiques

Référence bibliographique

-A-

-Afnor. (2000). Huiles essentielles, Échantillonnage et méthodes d'analyse (tome 1)– Monographies relatives aux huiles essentielles (tome 2. volumes 1 et 2).

-Ang-Lee, M. K., Moss, J., & Yuan, C. S. (2001). Herbal medicines and perioperative care. *Jama*, 286(2), 208-216.

-Abdelmounaim, K., M. Bendahou, F. Benbelaid, M. A. Abdoune, C. Bellahcene, F. Zenati, A. Muselli, J. Paolini, and J. Costa. (2016). Chemical Composition and AntiMRSAActivity of Essential Oil and Ethanol Extract of *Lavandula multifida* L. from Algeria. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 19 (3):712-718.

-B-

- **Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M.** (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475.

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

--**Badiaga, M.** (2011). *Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de Nauclea latifolia Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali* (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II).

- **Bego, Ph.** (2001). *Connaître l'essentiel sur les huiles essentielles. Collection aromathérapiepratique et familiale*, Ed. MDB Paris, pp.2-3.

-**Belaiche, P.** (1979). *Traite' de phytothe'rapie et d'aromathe'rapie.Tome 1. L'Aromatogramme*. Paris: Ed. Maloine.

-**Benbelaid, F., Bendahou, M., Khadir, A., Abdoune, M. A., Bellahsene, C., Zenati, F., ... & Abdelouahid, D. E.** (2012). Antimicrobial activity of essential Oil of *lavandula multifida* l. *J Microbiol Biotech Res*, 2, 244-7.

-**Benbelaïd, F.,Khadir, A., Abdoune, M. A., Bendahou, M., Muselli, A., & Costa, J.** (2014). Antimicrobial activity of some essential oils against oral multidrug-resistant

Référence bibliographique

Enterococcus faecalis in both planktonic and biofilm state. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 4(6), 463-472

-Benkaddouri, A. (2011). *Etude des huiles essentielles de l'Opuntia ficus-indica Région de Mascara* (Doctoral dissertation, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella).

-Boissiere, M. (2018). Consommation des plantes médicinales par les patients suivis en cabinet de médecine générale à La Réunion: expériences, représentations et ressentis des patients dans le cadre de la communication médecin-patient. *Université de Bordeaux*,94 P.

-Bouaine, A. (2017). *Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles extraites des deux plantes aromatiques et médicinales: lentisque et myrte*. mémoire de fin d'études, université sidi mohammed ben abdellah ,Fès : 44 p

-Brand, A., Richter-Landsberg, C., & Leibfritz, D. (1993). Multinuclear NMR studies on the energy metabolism of glial and neuronal cells. *Developmental neuroscience*, 15(3-5), 289-298.

-Bruneton, J., & Pharmacognosie, P. (1999). *Plantes médicinales*. *Lavoisier Tec., Paris*, 1095.

-Belabid,H ;(2014).contribution a l étude physicochimique de l huile de nijella sativa (nigelle) et de son pouvoir antimicrobien (doctoral dissertation).

-C-

- Chase, M. W., & Reveal, J. L. (2009). A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of the linnean Society*, 161(2), 122-127.

--Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., & Corke, H. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life sciences*, 74(17), 2157-2184.

-Çalışkan, O., & Polat, A. A. (2011). Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 128(4), 473-478.

Référence bibliographique

-D-

-Dixon, D. J., Jackes, B. R., & Bielig, L. M. (2001). Figuring out the figs: the *Ficus obliqua*-*Ficus rubiginosa* complex (Moraceae: Urostigma sect. Malvanthera). *Australian Systematic Botany*, 14(1), 133-154.

- **Djeddi, S., Bouchenah, N., Settar, I., & Skaltsa, H. D.** (2007). Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* from Algeria. *Chemistry of Natural Compounds*, 43(4), 487-490.

- **Duraffourd, C., D'Hervicourt, L., Lappraz, J.C.** (1990). Cahiers de phytothérapie clinique. Examen de laboratoire galénique. Elements thérapeutiques synergiques. 2ème édition Masson (Paris), 87 pp.

-Dutertre, J. M. J. (2011). *Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion: à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste* (Doctoral dissertation).

- **Denier Van Der Gon, J. J., ter Haar Romeny, B. M., & Van Zuylen, E. J.** (1985). Behaviour of motor units of human arm muscles: differences between slow isometric contraction and relaxation. *The Journal of physiology*, 359(1), 107-118

-E-

ElAjouri, M., Satrani, B., Ghanmi, M., Aafi, A., Farah, A., Rahouti, M., ... & Aberchane, M. (2008). Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link contre les champignons de pourriture du bois d'œuvre. *Base*.

-Emanfo, A. S. A., Sekou, D., & Fantodji, A. (2013). Contamination fongique des fourrages consommés par les aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) d'élevage en zone périurbaine d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 25(1), 53-60.

-F-

-France-Ida, J. (1996). Bref survol de diverses méthodes d'extraction d'huiles essentielles. *Info-essence*, 3, 5-6.

Référence bibliographique

- **Fandohan, P., Gbenou, J. D., Gnonlonfin, B., Hell, K., Marasas, W. F., & Wingfield, M. J.** (2004). Effect of essential oils on the growth of *Fusarium verticillioides* and fumonisin contamination in corn. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(22), 6824-6829.

-G-

- **Gbogbo Koffi Apeti Dourma Marra Akpavi Semihinva Batawila Komlan Akpagana Koffi** (2013) Laboratoire de Botanique et Ecologie végétale, Faculté des Sciences, Université de Lomé (Togo)

-H-

- **Hamia, C., Guergab, A., Rennane, N. E., Birache, M., Haddad, M., Saidi, M., & Yousfi, M.** (2014). Influence des solvants sur le contenu en composés phénoliques et l'activité antioxydante des extraits du *Rhanterium adpressium*. *Annales des Sciences et Technologie*, 47, 33-38.

- **Harjunpää, V., Teleman, A., Koivula, A., Ruohonen, L., Teeri, T. T., Teleman, O., & Drakenberg, T.** (1996). Cello-Oligosaccharide Hydrolysis by Cellobiohydrolase II from *Trichoderma Reesei*: Association and Rate Constants Derived from an Analysis of Progress Curves. *European journal of biochemistry*, 240(3), 584-591.

- **Hassain, A.S., Ali, K.H., Abbood, H.N.** (2018). Evaluation of Antifungal Activity of Plant Extracts of (*Thymus vulgaris*) (*Cinnamomum*) against fungal. *Advances in Life Science and Technology*, Vol.67.

Hostettmann, K., & Wolfender, J. L. (1997). The search for biologically active secondary metabolites. *Pesticide science*, 51(4), 471-482.

-K-

- **Kalemba, D. A. A. K., & Kunicka, A.** (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current medicinal chemistry*, 10(10), 813-829.

- **Kanda, M., Akpavi, S., Wala, K., Djaneye-Boundjou, G., & Akpagana, K.** (2014). Diversité des espèces cultivées et contraintes à la production en agriculture maraîchère au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(1), 115-127.

Référence bibliographique

-Koudou, P. J. (2009). *Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de quelques plantes aromatiques et médicinales africaines* (Doctoral dissertation, Ph. D. Dissertation, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, Burkina Faso).

-Kusmardiyani, S., Novita, G., & Fidrianny, I. (2016). Antioxidant activities from various extracts of different parts of kelakai (*Stenochlaena palustris*) grown in central Kalimantan-Indonesia. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 215-219.

-L-

Laghchimi, A., Znini, M., Majidi, L., Renucci, F., El Harrak, A., & Costa, J. (2014). Composition chimique et effet des phases liquide et vapeur de l'huile essentielle de *Lavandula multifida* sur la croissance mycélienne des moisissures responsables de la pourriture de la pomme (Chemical composition and effect of liquid and vapor phase of *Lavandula multifida* essential oil on mycelial growth of fungi responsible for the rot of apple). *J. Mater. Environ. Sci*, 5(6), 1770-1780.

-Lis-Balchin, M. (Ed.). (2002). *Lavender: the genus Lavandula*. CRC press.

-M-

- Mondedji, A. D., Nyamador, W. S., Amevoin, K., Adéoti, R., Abbey, G. A., Ketoh, G. K., & Glitho, I. A. (2015). Analyse de quelques aspects du système de production légumière et perception des producteurs de l'utilisation d'extraits botaniques dans la gestion des insectes ravageurs des cultures maraîchères au Sud du Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(1), 98-107.

-Mayrer, A. R., Brawn, A., Weintraub, R., Ragni, M., & Postic, B. (1978). Successful medical therapy for endocarditis due to *Candida parapsilosis*: a clinical and epidemiologic study. *Chest*, 73(4), 546-549.

-Mondiale de la Santé, O. (2013). *Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023*. Organisation mondiale de la Santé.

-Mondo, J., Balezi, A., Mugomoka, V., Zigashane, L., Bagula, E., Kashosi, T., & Mushagalusa, G. (2016). Effets des milieux de culture (PDA, SDA, SPDA, blé et maïs) sur la productivité in vitro de la souche P969 du *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. *Afrique Science*, 12(4), 374-381.

Référence bibliographique

-N-

- **Nicolai, E., Catalano, O. A., Gee, M. S., Selvaggi, F., Pellino, G., Cuocolo, A., ... & Salvatore, M.** (2016). Evaluation of quantitative PET/MR enterography biomarkers for discrimination of inflammatory strictures from fibrotic strictures in Crohn disease. *Radiology*, 278(3), 792-800.

- **Nedjai, S., Adjebli, A. E., & Nedjai, I.** (2017). Activité antimicrobienne des huiles essentielles.

- **Perry Jr, W. G.** (1999). *Forms of Intellectual and Ethical Development in the College Years: A Scheme. Jossey-Bass Higher and Adult Education Series.* Jossey-Bass Publishers, 350 Sansome St., San Francisco, CA 94104.

-P-

- **Palomo Contreras, N.** (2011). La gestion des plantes médicinales chez les communautés autochtones Nahuas de la Huasteca Potosina, Mexique.

- **Paré, J.** (1997). Procédé assisté par micro-ondes. Info-essences. *Bulletin sur les huiles essentielles*, 4, 4.

- **Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., Del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., & Brighenti, F.** (2003). Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *The Journal of nutrition*, 133(9), 2812-2819.

- **Penso, G.** (1980). *WHO inventory of medicinal plants used in different countries.* WHO, Geneva, Switzerland.

- **Persoon, C. H.** (1807). *Didynamia Angiospermia.* *Synopsis plantarum*, 2, 138-182.

-Q-

- **Quezel, P., & Santa, S.** (1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* (No. 581.965 Q8).

Référence bibliographique

-R-

- **Rihane, K., & Benlaharche, R.** (2013). Activité antibactérienne des polyphénols et flavonoïdes d'extraits à partir deux plantes médicinales: artémisia herba alba et ocimum basilicum sur escherichia coli et staphylococcus aureus. *Mémoire de master*.

-S-

- **Sellam, K., Ramchoun, M., Khalouki, F., Alem, C., & El-Rhaffari, L.** (2013). Biological investigations of antioxidant, antimicrobial properties and chemical composition of essential oil from Warionia saharae. *Oxidants and Antioxidants in Medical Science*, 3(1), 73-78. –

- **Sofowora, A., Ogunbodede, E., & Onayade, A.** (2013). The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. *African journal of traditional, complementary and alternative medicines*, 10(5), 210-229.

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

-**Satrani, B., Farah, A., & Talbi, M.** (2006). Effet de la distillation fractionnée sur la composition chimique et l'activité antimicrobienne des huiles essentielles du Myrte (*Myrtus communis* L.) du Maroc. *Acta Botanica Gallica*, 153(2), 235-242.

-**Schippmann, U., Leaman, D. J., & Cunningham, A. B.** (2002). Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: global trends and issues. *Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries*.

-T-

Tabuti, J. R., Lye, K. A., & Dhillon, S. S. (2003). Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda: plants, use and administration. *Journal of ethnopharmacology*, 88(1), 19-44.

-**Trabut, L.** (1935). Flore du Nord de l'Afrique.

-U-

-**Upson, T., & Andrews, S.** (2004). *The genus lavandula*. Royal Botanic Gardens Kew.

Référence bibliographique

-W-

-Wiesenfeld, E. (1999). Aroma profiles of various *Lavandula* species. *SIS: Scientific*.

-Y-

-Yadav, R. K., Nandy, B. C., Maity, S., Sarkar, S., & Saha, S. (2015). Phytochemistry, pharmacology, toxicology, and clinical trial of *Ficus racemosa*. *Pharmacognosy reviews*, 9(17), 73.

-Yarou, B. B., Silvie, P., Assogba Komlan, F., Mensah, A., Alabi, T., Verheggen, F., & Francis, F. (2017). Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 21(4), 288-304.

-Z-

-Znini, M., Paolini, J., Majidi, L., Desjobert, J. M., Costa, J., Lahhit, N., & Bouyanzer, A. (2012). Evaluation of the inhibitive effect of essential oil of *Lavandula multifida* L., on the corrosion behavior of C38 steel in 0.5 MH 2 SO 4 medium. *Research on Chemical Intermediates*, 38(2), 669-683.

-Zuzarte, M., Vale-Silva, L., Gonçalves, M. J., Cavaleiro, C., Vaz, S., Canhoto, J., ... & Salgueiro, L. (2012). Antifungal activity of phenolic-rich *Lavandula multifida* L. essential oil. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 31(7), 1359-1366.