

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et sciences Agronomiques
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Parasitologie

Thème

Etude des effets des extraits végétaux sur les
dermatophytes et les champignons

Présenté par :

M^{elle} FERHANI Faiza

M^{elle} BACHA Siham

Devant le jury composé de :

Promotrice : M^{me} ABDELLAOUI K.

M.A. A à UMMTO

Président : M^r BOUKHEMZA M.

Professeur à UMMTO

Examinatrice : M^{me} BOUKHEMZA N.

Professeur à UMMTO

Soutenu le 11/07/2019

Promotion 2019

Remerciements

Nous tenons à remercier Dieu de nous avoir donné la force et la bonne santé, la volonté et le courage de mener à bon terme ce modeste travail.

Il nous est agréable d'exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à notre promotrice M^{lle} Abdellaoui ; M.A.A au département de Biologie à l'U.M.M.T. O, on la remercie de nous avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

Nous tenons à remercier également les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce mémoire ;

Au président Mr Boukhemza professeur à l'U. M.M.T.O.

A M^{me} Boukhemza professeur à l'U.M.M.T.O.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

A mes très chers parents

A mes sœurs et mes frères

A tous mes ami(e)s

A toute la promotion parasitologie

*A toutes personnes qui m'ont aidé de loin ou de près pour réaliser
ce modeste travail*

Faïza

Dédicaces

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma directrice de mémoire, Melle Abdellaoui . Je la remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants spécialement Madame et monsieur Boukhamza et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Je remercie mes très chers parents, Saliha et Ferhat , qui ont toujours été là pour moi. Je remercie mes sœurs Liza et Ferroudja et Sarah , et mon frère Billal, pour leurs encouragements.

Enfin, je remercie ma Binôme Faiza ferhani mes amis Fadila, Sarah, Samira qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.

Siham

Table des matières

Table des matières	I
Liste des figures	III
Liste des tableaux.....	IV
Liste des abréviations.....	V
Introduction générale	1
Chapitre I: SYNTHSE BIBLIOGRAPHIQUE	2
I. GENERALITES SUR LES DERMATOPHYTES	2
I.1 CHAMPIGNONS	2
I.2 CHAMPIGNONS PATHOGENES AGENTS DES MYCOSES.....	2
Les animaux de compagnie ou d'élevage peuvent contaminer l'homme soit par un contact direct ou indirect (Chabasse et al., 2010).	6
Chapitre II: MATERIELS ET METHODES	19
I. Objectif du travail	19
II. Matériel.....	19
II.1 Matériel de laboratoire	19
II.2 Produits chimiques utilisés.....	19
II.3 Matériel biologique.....	20
III. Méthodes :.....	23
III.1 Obtention des huiles essentielles et des extraits méthanoliques	23
Chapitre III: RESULTAT ET DISCUSSION	26
I. Activité antifongique	26
I.1 Sensibilité des champignons aux huiles essentielles et aux extraits végétaux	26
I.2 Activité fongicide, fongistatique et Concentration minimale inhibitrice	34
II. Discussion	35
CONCLUSION GENERALE	37

BIBLIOGRAPHIE.....	38
RESUME.....	43
ABSTRACT	44

Liste des figures

Figure 1. Aspect microscopique du genre <i>Epidermophyton</i> (Louaisil, 2008).....	3
Figure 2. Aspect microscopique du genre <i>Microsporum</i> (Louaisil, 2008)	4
Figure 3. Aspect microscopique du genre <i>Trichophyton</i> (Louaisil, 2008).....	5
Figure 4. Onychomycose due à <i>T. rubrum</i>	9
Figure 5. Mycose due à <i>A. niger</i>	12
Figure 6. Mycose due à <i>Candida albicans</i>	17
Figure 7. Partie aérienne de <i>Pistacia lentiscus</i>	21
Figure 8. Partie aérienne de <i>Ocinum basilicum</i>	21
Figure 9. Partie aérienne de <i>Myrtus communis</i>	22
Figure 10. Partie aérienne de <i>Eucalyptus globulus</i>	22
Figure 11. <i>Aspergillus niger</i> (témoin négatif).	29
Figure 12. <i>Trichophyton mentagrophytes</i> (témoin négatif).....	29
Figure 13. <i>Trichophyton rubrum</i> (témoin négatif).....	30
Figure 14. <i>Rhizopus sp.</i> (témoin négatif).	30
Figure 15. <i>Candida albicans</i> (témoin négatif).....	31
Figure 16. <i>Rhodotorula sp.</i> (témoin négatif).	31
Figure 17. Sensibilité d' <i>A niger</i> à l'huile essentielle d' <i>Ocinum basilicum</i>	32
Figure 18. Sensibilité de <i>Trichophyton mentagrophytes</i> à l'extrait d' <i>Eucalyptus globulus</i>	32
Figure 19. Sensibilité de <i>Trichophyton rubrum</i> à l'extrait d' <i>Eucalyptus globulus</i>	33
Figure 20. Sensibilité de <i>Candida albicans</i> à l'huile essentielle de <i>Pistacia lentiscus</i>	33
Figure 21. Sensibilité de <i>Rhodotorula sp.</i> à l'huile essentielle de <i>Pistacia lentiscus</i>	34

Liste des tableaux

Tableau 1. Les principaux dermatophytes et leur habitat d'origine préférentiel (Chabasse et al., 2010)	5
Tableau 2. Habitat, groupe et répartition et maladies causées par quelques dermatophytes (Hadria, 2014).....	9
Tableau 3. Caractéristiques macroscopique et microscopique d' <i>Aspergillus niger</i> (Moulinier, 2002)	12
Tableau 4. Habitat, groupe et répartition et maladies causées par <i>C. albicans</i> (El Jouhari, 2008 ; Hadria, 2014)	18
Tableau 5. Zone d'inhibition (ZI) en (mm) après 7 jours d'incubation des souches fongiques avec les extraits végétaux.....	27
Tableau 6. Zone d'inhibition (ZI) en (mm) après 7 jours d'incubation des souches fongiques avec les huiles essentielles.....	28
Tableau 7. Nature de l'activité des extraits végétaux sur les différentes souches.	34
Tableau 8. Nature de l'activité des huiles essentielles sur les différentes souches.....	35

Liste des abréviations

E : *Epidermophyton*

M : *Microsporum*

T : *Trichophyton*

A : *Aspergillus*

C : *Candida*

HE : Huiles essentielles

Extr : Extrait

AN : *Aspergillus niger*

TR : *Trichophyton rubrum*

TM : *Trichophyton mentagrophyte*

RI : *Rhizopus*

CA : *Candida albicans*

R : *Rhodotorula*

PDA : Pomme de terre Dextrose Agar

DMSO : Diméthylsulfoxyde

CMI : Concentration minimale inhibitrice

INTRODUCTION générale

Malgré les progrès réalisés en médecine au cours des dernières décennies, notamment la disponibilité d'une gamme large de produits de santé, les traitements médicamenteux actuels restent insuffisants face aux maladies.

L'émergence de nouvelles maladies qui affaiblissent le système immunitaire, ainsi que l'apparition de souches microbiennes (champignons), de plus en plus résistantes aux traitements actuels, soulignent l'urgence de la recherche de nouveaux agents thérapeutiques.

Une alternative efficace aux thérapeutiques chimiques est le développement de la phytothérapie. Le règne végétal constitue une source inépuisable de nouvelles molécules utilisables directement comme principe actif ou pouvant servir comme molécule guide pour le développement de nouveaux agents thérapeutiques.

La recherche de nouveaux médicaments d'origine naturelle à action antifongique constitue un axe important de recherche au niveau mondial.

L'usage des plantes en médecine traditionnelle a incité les chercheurs à purifier les molécules actives.

En Algérie, les maladies infectieuses d'origine fongique constituent l'une des pathologies couramment rencontrées.

Le présent travail concerne l'étude des effets de quelques produits végétaux sur la croissance des champignons et les dermatophytes.

L'objectif général de ce travail est de contribuer à l'étude de l'efficacité des extraits végétaux vis à vis d'une dermatophytose ou candidose.

Notre travail a été scindé en trois parties :

- la première partie concerne une synthèse bibliographique
- la deuxième partie décrit le matériel et les méthodes expérimentales utilisées.
- la troisième partie résume les résultats obtenus et leurs discussions et enfin une petite conclusion.

Chapitre I : SYNTHSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I: ***SYNTHE BIBLIOGRAPHIQUE***

I. GENERALITES SUR LES DERMATOPHYTES

I.1 CHAMPIGNONS

Les mycoses sont des maladies provoquées par des champignons microscopiques dénommés micromycètes.

Ce sont des organismes eucaryotes, hétérotrophes (Nekkache et al., 2015) immobiles, dépourvus de chlorophylle. Leur paroi est constituée de chitine (Le Calvez, 2009), ce qui leur assure une résistance vis-à-vis du milieu extérieur (Crabos, 2013).

Les champignons se nourrissent par absorption (Delorme and Robert, 1998) à l'aide de diverses enzymes (Ganne, 2012), ils dépendent de la matière organique présente dans leur environnement (Kamil, 2015 ; Ganne, 2012). Ils vivent en tant que saprophytes du milieu extérieur ou commensaux chez l'homme, parfois en symbioses mais aussi en tant que parasites obligatoires tirant profit de l'hôte en affaiblissant ce dernier (El Hassani, 2013).

Les champignons sont liés à leur substrat nutritif (Chabasse et al., 2002) qui est le thalle (Hadria, 2014) ; qui est caractérisé par une variété de structure (Chabaud, 2012) :

- Structure unicellulaire chez les levures (El Jouhari, 2008).
- Structure pluricellulaire (El Jouhari, 2008)
- Ou structure filamenteuse où l'ensemble des filaments forment le mycélium (Chabaud, 2012).

La reproduction se réalise selon deux modes : asexué et sexué (Smatel, 2013).

I.2 CHAMPIGNONS PATHOGENES AGENTS DES MYCOSES

On distingue trois (3) groupes : les champignons filamenteux, les champignons levuriformes et les champignons dimorphiques (Ganne, 2012).

I.2.1 LES CHAMPIGNONS FILAMENTEUX

Très répandus dans la nature (Lecellier, 2013). Il existe deux catégories : Les dermatophytes et les moisissures.

I.2.1.1. Les dermatophytes

I.2.1.1.1. Définition

Les dermatophytes (du grec derma = peau et phyton = plantes) (Hadria, 2014), champignons filamenteux aux thalles cloisonnés microscopiques adaptés à la kératine humaine et animale (poils, peau, ongles ou griffes) et causant chez leurs hôtes des infections cutanées superficielles appelées dermatophytoses (Chabasse et al., 2010 ; Weitzman and Summerbell, 1995). Habituellement, ils n'envahissent pas les tissus profonds sauf cas exceptionnels (Vanetti, 2009).

Les dermatophytes sont bien adaptés à la vie parasitaire en assimilant la kératine humaine et animale.

I.2.1.1.2. Classification

Les dermatophytes sont répartis en trois genres : *Epidermophyton*, *Microsporum* et *Trichophyton*

A. Genre *Epidermophyton*

Parasite uniquement la peau et n'attaque jamais les cheveux, les poils ou les ongles. Il est caractérisé par une seule espèce qui est *E. floccosum*, parasite de l'homme (Delorme and Robert, 1998).



Figure 1. Aspect microscopique du genre *Epidermophyton* (Louaisil, 2008)

B. Le genre *Microsporum*

Regroupe plusieurs espèces dont la plus fréquente est *M. canis*. Ce genre parasite la peau, les cheveux et rarement les ongles (Vanetti, 2009).



Figure 2. Aspect microscopique du genre *Microsporum* (Louaisil, 2008)

C. Le genre *Trichophyton*

C'est le genre dont est issue la majorité des dermatophytes. Ils parasitent la peau et les phanères (Crabos, 2013).

Ces microorganismes sont caractérisés par la production de spores diverses : macroconidies, microconidies, arthrospores et chlamydospores.

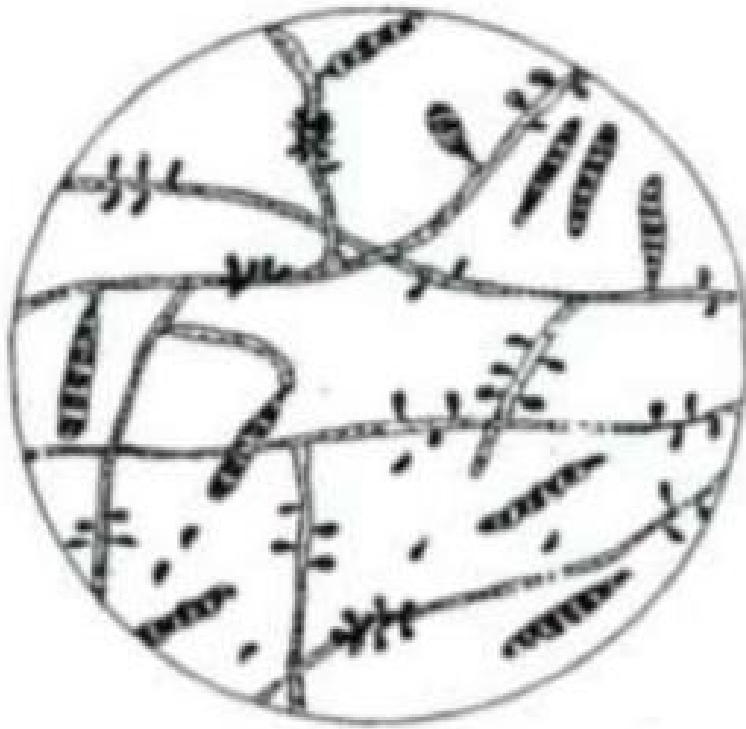


Figure 3. Aspect microscopique du genre *Trichophyton* (Louaisil, 2008)

Tableau 1. Les principaux dermatophytes et leur habitat d'origine préférentiel (Chabasse et al., 2010)

Espèces anthropophiles	
Genre <i>Microsporum</i>	<i>M. audouini</i> var. <i>langeranii</i>
Genre <i>Trichophyton</i>	<i>T. tansurans</i> <i>T. violaceux</i> <i>T. soudanense</i> <i>T. rubrum</i> <i>T. mentagrophytes</i> var. <i>interdigitale</i> <i>T. schoenleinii</i>
Genre <i>Epidermophyton</i>	<i>E. floccosum</i>
Espèces zoophiles	
Genre <i>Microsporum</i>	<i>M. canis</i> (chien, chat, etc.) <i>M. persicolor</i> (rongeurs sauvages) <i>M. praecox</i> (cheval)
Genre <i>Trichophyton</i>	<i>T. mentagrophytes</i> (lapin, hamster, cheval, etc.) <i>T. erinacei</i> (hérisson) <i>T. gallinae</i> (volailles) <i>T. verrucosum</i> (bovins)
Espèces telluriques	
Genre <i>Microsporum</i>	<i>M. gypseum</i>
Genre <i>Trichophyton</i>	<i>T. mentagrophytes</i> <i>T. terrestre</i>

I.2.1.1.3. Répartition géographique

La majorité des dermatophytes sont cosmopolites tels que *T. rubrum*, *T. mentagrophytes*, *M. canis* et *E. floccosum*, d'autres sont localisées à des régions particulières du globe (Causse, 2011) comme *T. Soudanense* en Afrique.

I.2.1.1.4. Épidémiologie et mode de contamination

Les filaments mycéliens pénètrent dans la kératine peuvent être classés superficielles (Niang, 2001). Selon l'habitat originel des dermatophytes, la contamination peut être d'origine humaine pour les espèces anthropophiles, animale pour les espèces zoophiles ou tellurique (espèces géophiles) (Biabiany, 2011).

L'Origine des contaminations peut être humaine, animale ou tellurique :

- **Origine humaine :** Il s'agit de l'origine la plus fréquente, la contamination se fait par contact interhumain ou par l'intermédiaire d'objets de toilette et la fréquentation des lieux publics (salle de sport, piscine, etc.), mais aussi par des objets divers (brosses, tendeuses, chaussettes...etc.) pouvant véhiculer les squames contenant les filaments infectants (Chabasse et al., 2010). Les plus fréquemment retrouvées sont *T. rubrum* et *T. mentagrophyte var. interdigitale* responsables de contamination des pieds (Crabos, 2013).
- **Origine animale :** Les espèces zoophiles sont peu ou pas adoptées à l'homme. Certaines espèces comme *M. canis* et *T. verrucosum* infectent l'homme très facilement (Hadria, 2014).
Les animaux de compagnie ou d'élevage peuvent contaminer l'homme soit par un contact direct ou indirect (Chabasse et al., 2010).
- **Origine tellurique :** La contamination reste rare et accidentelle (Crabos, 2013). Un certain nombre de dermatophytes (Ex : *M. gypseum*) peuvent être retrouvés dans le sol, surtout lorsque celui-ci est enrichi par de la kératine d'origine animale (poils, plumes...) (Chabasse and Pihet, 2008). Ils se transmettent au contact avec ces sols, les eaux stagnantes ou par l'intermédiaire d'animaux contaminés (Biabiany, 2011).

I.2.1.1.5. Les Facteurs favorisants

Ils sont nombreux (Coulibaly, 2014 ; Petinataud, 2014 ; Vanetti, 2009) :

- **Facteurs liés à l'hôte :** L'Age joue un rôle dans les teignes de cuir chevelu qui se rencontrent chez l'enfant à l'âge scolaire, et disparaissent à l'âge de la puberté car les cheveux d'un adulte sont plus riches en acide gras soufré.

- **Facteurs liés à la profession :** Agriculture, vétérinaires, éleveurs sont exposés à une contamination par les espèces zoophiles.
- **Facteurs hormonaux :** Les teignes surviennent chez l'enfant.
- **Facteurs locaux :** Les coiffures et les tresses serrées.
- **Facteurs généraux :** Chaleur et humidité
- **Pratique du sport :** Natation et sports en salles.

I.2.1.1.6. Propriétés des dermatophytes

- **Biologie et structure**

La paroi des dermatophytes est riche en polysaccharides et la chitine qui joue un rôle dans la rigidité de cette paroi (Lecellier, 2013). Les dermatophytes sont aérobies, ils nécessitent une source de carbone, d'azote et d'eau pour se développer, poussent à un pH qui varie entre 5 et 7 et une température de 20 à 30 °C (Berthe, 2006).

- **Survie et résistance :** Les dermatophytes peuvent vivre en difficulté quand ils sont isolés du sol, malgré ils peuvent vivre pour une longue durée (Berthe, 2006).
- **Enzymes et pigments dermatophytiques :** Les dermatophytes sont capables de dégrader la kératine humaine et animale par l'intermédiaire d'enzymes kératinolytiques. Une kératinase a été isolée chez certains dermatophytes comme *T. mentagrophytes* (Berthe, 2006).
- **Reproduction :** Les dermatophytes isolés à partir des lésions se reproduisent en culture selon le mode asexué suite à une mitose (Monod et al., 2014). La reproduction sexuée peut avoir lieu dans la nature ou dans un laboratoire mais dans des conditions particulières (Belarbi, 2017).

I.2.1.1.7. Diagnostic mycologique

Le prélèvement doit être fait à distance de tout traitement antifongique (Petinataud, 2014, p. 42) qu'il soit local ou général (Smatel, 2013, p. 55).

Un examen mycologique comprend plusieurs étapes (Petinataud, 2014, p. 42) :

- **L'interrogatoire du patient :** Il est nécessaire pour préciser : le mode de vie, la présence d'animaux, l'ancienneté des lésions
- **Prélèvement :** En dehors de tout traitement antifongique (une semaine pour la peau et le cuir chevelu, un mois pour les ongles) (Ripert, 2013).

Les lésions cutanées sont grattées à leur périphérie, sur le bourrelet inflammatoire avec une curette ou un vaccinostyle (Contet-Audonneau and Chabasse, 2015 ; Ripert, 2013 ; Smatel, 2013).

Les produits de grattage sont recueillis dans un récipient stérile (Kamil, 2015).

Pour le cuir chevelu il faut prélever les éléments fluorescents sous la lampe de Wood avec une pince à épiler en conservant le bulbe (Dufresne and St-Germain, 2014 ; Moulinier, 2002).

Pour les ongles on prélève le plus profondément possible et on jette le premier rang [identification champignon] en recueillant la poudre nécessaire pour la réalisation de l'examen direct (Contet-Audonneau and Chabasse, 2015 ; Dufresne and St-Germain, 2014 ; Moulinier, 2002)

- **Examen direct** : L'examen direct s'effectue à l'aide d'un microscope en utilisant une lame et des liquides comme hydroxyde de potassium KOH, Lactophénol, et coloration acide périodique Schiff (PAS) (Dufresne and St-Germain, 2014 ; Ripert, 2013 ; Smatel, 2013).
- **Culture et identification** : Les prélèvements sont mis en culture sur différents milieux (Ripert, 2013) additionnés d'un antibiotique et de cycloheximide (Actidione) (Contet-Audonneau and Chabasse, 2015).

Les cultures sont incubées à 25-30 °C et leur lecture se fait chaque semaine (Ripert, 2013).

L'identification repose sur le temps de pousse et sur les caractères morphologiques (macro-et microscopique) (Chabasse et *al.*, 2010 ; Smatel, 2013).

I.2.1.1.8. **Le traitement** : Le traitement des dermatophytes comprend :

- Antifongiques systémiques (Coulibaly, 2014 ; Ripert, 2013).
- Griséofulvine
- Dérivés azolés
- Allylamines
- Antifongique topique (Kamil, 2015 ; Ripert, 2013)
- Les dérivés de l'imidazole
- Cyclopiroxolamine
- Amorolfine

I.2.1.1.9. **Quelques champignons dermatophytes responsables de mycoses**

A. *Trichophyton rubrum*

Dermatophytes anthropophile le plus fréquent en pathologie humaine, il n'attaque pas les cheveux, sa croissance est lente et donne des infections des pieds (Peau et ongles) (Delorme and Robert, 1998 ; Hassikou et al., 2014 ; Ripert, 2013).



Figure 4. Onychomycose due à *T. rubrum*

B. Trichophyton mentagrophytes

Dermatophyte Zoophiles à croissance moyennement rapide, infecte les cheveux (Delorme and Robert, 1998).

Tableau 2. Habitat, groupe et répartition et maladies causées par quelques dermatophytes (Hadria, 2014)

Les souches fongiques	Habitat	Épidémiologie	Délais de pousse	Maladies causées
<i>T. rubrum</i>	Homme	Cosmopolite Anthropophile	Moyennement rapide 10 jours	Dermatophytose Lésions interdigito plantaires et des onyxis
<i>T. mentagrophytes</i>	Cheval, Souris, Chien, Chat et sol	Cosmopolite Zoophile	Rapide 5 jours à 6 jours	Dermatophytose Lésions inflammatoires de la peau glabre

I.2.1.2. Moisissures

I.2.1.2.1. Définition

Ce sont des filamenteux très répandus dans la nature inoffensive mais s'il existe des conditions générales (immunodéficience) ou locales (hypersensibilité) ils deviennent pathogènes (Hadria, 2014).

Les moisissures sont responsables d'onychomycoses et provoquent rarement les mycoses de la couche cornée (Kamil, 2015). Les moisissures qui causent le plus de dégâts appartiennent aux groupes : *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* (Cheilkh, 2011).

I.2.1.2.2. Contamination

La contamination se fait à partir du sol ou par la plage et les piscines (Kamil, 2015).

I.2.1.2.3. Nutrition

Les moisissures se nourrissent à partir de substrats azotés ou carbonées (Hadria, 2014).

I.2.1.2.4. Répartition géographique

Les moisissures sont cosmopolites et très répandues dans l'environnement.

I.2.1.2.5. Reproduction

Se reproduisent de façon (Contet-Audonneau and Chabasse, 2015) :

- Asexuée : par la formation des endospores dans des sporocytes.
- Sexuée : en formant un zygote.

I.2.1.2.6. Quelques champignons responsables de moisissures

A. *Rhizopus sp.*

Ce sont des saprophytes et contaminants fréquents (Moulinier, 2002) qui ont des filaments aseptés (Nekkache et al., 2015), se rencontre essentiellement sur les terrains fragilisés chez les sujets diabétiques et les patients atteints d'hémopathies (Chabasse et al., 2002 ; Contet-Audonneau and Chabasse, 2015).

Sa température de croissance varie entre 20-25 °C, sa croissance en culture est rapide, un développement important en envahissant les boîtes de culture en 5 à 7 jours (Chabasse et al., 2002)

- **Contamination** : La contamination se fait par l'air, les spores sur le sol, les fruits et les graines sont véhiculées par l'air (Moulinier, 2002).
- **Rôle pathogène** : Le diabète, les hémopathies, les corticoïdes et les greffes d'organes favorisent une activité pathogène. Le mycélium peut provoquer des thromboses mais aussi il se peut y avoir différents types de mycoses (cutanées, rhino-cérébrales...etc.) (Moulinier, 2002).

B. Aspergillus sp.

Ce sont des moisissures à filaments hyalins cloisonnés (Chabaud, 2012), ubiquitaire (Pierquin, 2010), ils sont pathogènes opportunistes (Savy, 2005), très utilisés dans l'industrie (production d'acide citrique) mais jouent un rôle important en pathologie humaine (Saadoun, 2015). Ils sont saprophytes de matières organiques en décomposition (Moulinier, 2002), sont cosmopolites très abondants dans l'environnement (El Jouhari, 2008).

Ils peuvent provoquer différentes formes de mycoses (El Hassani, 2013) regroupés sous le terme d'aspergillose (Savy, 2005). L'*Aspergillus* majoritairement retrouvé au cours des aspergilloses est *A. fumigatus* (Ripert, 2013). Les autres principales espèces sont : *A. flavus*, *A. niger*, *A. nidulans* (les plus fréquents), *A. terreus*, *A. versicolor*, *A. candidus* (rares) (Moulinier, 2002).

C. Aspergillus niger

Aspergillus niger est une espèce très commune dans le monde entier (El Jouhari, 2008). Elle peut provoquer chez le sujet non immunodéprimé des aspergilloses, otites, voire des sinusites et rarement rencontré chez l'immunodéprimé (Chabasse et al., 2002). Sa température de croissance peut se développer jusqu'à 40°C et pousse très rapidement (Ripert, 2013). Caractérisé par les têtes aspergillaires radiées, bisériées et deviennent noires à maturité (Chabasse et al., 2002), par de reproduction sexuée connue



Figure 5. Mycose due à *A. niger*

Tableau 3. Caractéristiques macroscopique et microscopique d'*Aspergillus niger* (Moulinier, 2002)

Espèce	Colonies	Microscopie		
		Conidiophore	Tête aspergillaire	Conidie
<i>Aspergillus niger</i>	Noires Aspect laineux et granuleux	Grande taille Lisse	Globuleuse Bisériée Radiée	Grande taille Echinulée

- **Facteurs favorisants** : Le développement des *Aspergillus* chez l'hôte nécessite des conditions favorables qui sont :

- Des facteurs locaux : perte d'intégrité des épithéliums cutanés ou muqueux, cavité tuberculeuse (Chabasse et al., 2010 ; El Jouhari, 2008)
- Des facteurs généraux : Diminution de la capacité de phagocytose des macrophages alvéolaires et des polynucléaires neutrophiles, hémopathie (*Ibid.*).
- Des facteurs environnementaux : l'abondance des spores aspergillaires dans l'air inhalé (Quatresous, 2011).
- Des facteurs liés au champignon : comme la taille des spores (Quatresous, 2011).

- **Réservoirs** : Ils sont omniprésents dans l'environnement et se développent en saprophytes dans la terre et sur les plantes ou débris végétaux (Pierquin, 2010). On les rencontre en milieu rural comme les fruits, et à l'extérieur et l'intérieur des habitations (les conduits d'aération) (Savy, 2005).

En milieu hospitalier, ils peuvent coloniser les faux plafonds et les systèmes de ventilation (Chabaud, 2012).

- **Mode de contamination** : La contamination se fait par inhalation de spores qui vont coloniser les poumons et les voies aériennes supérieures ou des sinus (Chabaud, 2012 ; Pierquin, 2010). La contamination se fait principalement par : voie respiratoire, voie hématogène (Saadoun, 2015).

- **Diagnostic mycologique**

- **Prélèvement** : Le prélèvement doit se faire dans un récipient stérile (Chabasse et al., 2010)
- **Examen direct** : Apparition de filaments épais, septés (Moulinier, 2002) et rarement les têtes aspergillaires (Chabasse et al., 2010).
- **Culture et identification** : Une croissance rapide sur le milieu de culture sans actidone (Moulinier, 2002) car ce dernier inhibe la pousse d'*Aspergillus*. La couleur de la culture permet l'orientation du diagnostic (Chabasse et al., 2002). L'identification (Moulinier, 2002, *loc. cit.*) se réalise par une observation macroscopique et microscopique.
- **Recherche des anticorps et des antigènes circulants.**
- **Recherche de l'ADN spécifique** : Par la PCR (Moulinier, 2002).
- **Traitement** : L'amphotéricine B est le traitement efficace sauf chez certains patients l'itraconazole est le mieux adapté pour leur cas (Spicer, 2002). Ce traitement est fait soit par injection de l'amphotéricine B directement dans la cavité colonisée soit par administrations par voie orale (Contet-Audonneau and Chabasse, 2015).

I.2.2 LES CHAMPIGNONS LEVURIFORMES

Ce sont des levures rondes (Hadria, 2014) ou ovoïdes (El Jouhari, 2008) entourées d'une capsule unicellulaire, ce sont opportunistes où le thalle présente une structure simplifiée et unicellulaire (Smatel, 2013).

Leur reproduction se fait par bourgeonnement auquel peut s'associer une reproduction sexuée (Hadria, 2014) selon les espèces par formation de spores (Cheilkh, 2011). Ces levures sont essentiellement représentées par le genre *Candida* avec *Candida albicans* (Pierquin, 2010). D'autres genres ont été identifiés sont : *Trichosporon*, *Sacharomyces*, *Rhodotorula* et *Malassezia* (El Jouhari, 2008).

Les levures du genre *Candida* sont les plus fréquentes en pathologie humaine (Nekkache et al., 2015).

I.2.2.1. Classification : Les levures font partie des Ascomycota (Ascomycètes) (Delorme and Robert, 1998) et à l'ordre des Saccharomycétales (Ganne, 2012).

I.2.2.2. Généralités sur les *Candida*

- **Définition**

Ces champignons sont des levures qui peuvent provoquer des infections superficielles et viscérales (Saadoun, 2015), donc sont les agents responsables de candidoses (El Hassani, 2013). Ils sont commensaux (*Ibid.*), endogènes ou exogènes (Vanetti, 2009).

- **Classification**

Les levures du genre *Candida* appartiennent au Phylum des Deutéromycètes, la classe des Blastomycètes (Saadoun, 2015) et à la famille des Cryptococcaceae. Elles présentent un seul bourgeon et produisent du pseudo-mycélium et du mycélium vrai (Ripert, 2013).

- **Répartition géographique**

Les *Candida* vivent à l'état commensal dans les voies digestives et génitales (Crabos, 2013), ils sont rares sur la peau sauf en cas de lésion (Spicer, 2002). Les *Candida* sont cosmopolites et se trouvent dans le monde entier et tous les milieux.

- **Mode de contamination**

La contamination peut se faire par voie endogène et exogène (Ganne, 2012).

i) Voie endogène

- Par contiguïté
- Par voie hématogène.

ii) Voie exogène

- Transmission par voie sexuelle ou bien par des sources extrahumaines : l'air, matériel médical souillé (Saadoun, 2015).
- Contamination du nouveau-né par la mère.
- Septicémie candidosique.

• Facteurs favorisants

Ces levures sont opportunistes et expriment leur pouvoir pathogène (Contet-Audonnet and Chabasse, 2015) en présence de facteurs favorisants (Vanetti, 2009). Elles peuvent passer de l'état saprophyte à l'état pathogène (Ganne, 2012).

i) Facteurs intrinsèques (liés à l'hôte)

Age extrêmes, diabète, grossesse, l'obésité, cancer, humidité, transpiration, pneumopathie et irritation (Chabasse et al., 2010 ; Contet-Audonnet and Chabasse, 2015 ; Crabos, 2013 ; Vanetti, 2009).

ii) Facteurs extrinsèques ou iatrogène

La prise des médicaments comme les antibiotiques, les corticoïdes, les immunosuppresseurs (chimiothérapie anticancéreuse) (Nekkache et al., 2015) et qui induisent une hyposialie (psychotropes, antihypertenseurs) (Ganne, 2012).

Chirurgie (Contet-Audonnet and Chabasse, 2015).

• Reproduction

Les *Candida* se reproduisent par bourgeonnement (Delorme and Robert, 1998) (formation de blastoconidies), en formant des pseudo-hyphes ou des hyphes septés (Spicer, 2002).

• Diagnostic

i) Prélèvement

Tous les prélèvements doivent être dans un récipient stérile et accompagné de renseignements.

Les lésions sont grattées avec une curette ou un vaccinostyle pour la peau et les ongles (Chabasse et al., 2010).

ii) Examen direct

Présence de levures et de pseudo-mycélium du genre *Candida* (Moulinier, 2002).

- **Examen direct des prélèvements superficiels :** Il s'effectue, soit directement dans un liquide non coloré (Ripert, 2013), soit en utilisant un colorant qui permet de voir les éléments fongiques (les levures rondes ou ovoïdes) (Chabasse et al., 2010).
- **Examen direct des prélèvements profonds :** Les frottis sont fixés à la chaleur ou l'alcool puis colorés (*Ibid.*)
- **Culture :** Les cultures sont incubées à 37°C, le milieu de culture sera additionné d'antibiotiques comme la gentamycine (Chabaud, 2012), pour limiter la croissance des bactéries (Contet-Audonneau and Chabasse, 2015) ou bien un milieu de culture qui comporte un substrat chromogène (Moulinier, 2002).
- **Identification :** L'identification des levures sur la morphologie macroscopique et microscopique et les caractères physiologiques et parfois immunologiques (Contet-Audonneau and Chabasse, 2015 ; Ripert, 2013)
- **Traitement :** Pour les infections locales le traitement conseillé est la nystatine ou les imidazolés (Spicer, 2002), l'amphotéricine B est le traitement spécialisé pour les infections profondes et systémiques. Comme il y'a le kétoconazole (*Ibid.*).

Dans ce genre de *Candida* le principal agent pathogène est *Candida albicans* (Kamil, 2015).

I.2.2.3. Quelques levures

A. *Candida albicans*

- **Définition**

Candida albicans est l'espèce la plus fréquemment incriminée en pathologie humaine (El Jouhari, 2008), c'est une levure non pigmentée, non capsulée, qui se reproduit de façon asexuée par bourgeonnement multiple, cette levure commensale des muqueuses digestives et vaginales appartient au Phylum des Deutéromycètes (Belarbi, 2017 ; Moulinier, 2002).



Figure 6. Mycose due à *Candida albicans*

- **Passage de la forme inoffensive à la forme pathogène du *Candida albicans***

Trois (3) stades peuvent être distingués :

- Le saprophytisme : *Candida albicans* est présent en faible abondance, dans les cavités buccales, les muqueuses génitales intestinales (Serres, 2011), en équilibre avec la flore locale (El Hassani, 2013), sa croissance est limitée par le système immunitaire (Serres, 2011).
- La colonisation : La levure se multiplie en quantité plus importante car des conditions locales le permettent (El Hassani, 2013). L'équilibre de la flore sera détruit une fois les levures arrivent au niveau intestinal, ce qui provoque des inflammations (Serres, 2011).
- L'infection proprement dite ou candidose : *Candida albicans* forme les pseudo-hyphes (*Ibid.*) et devient pathogène et capable d'adhérer et d'envahir les tissus (El Hassani, 2013).

Tableau 4. Habitat, groupe et répartition et maladies causées par *C. albicans* (El Jouhari, 2008 ; Hadria, 2014)

Souche fongique	Habitat	Groupe et répartition	État saprophyte	Maladies causées
<i>C. albicans</i>	Muqueuses de l'homme et des animaux	Endo-saprotrophe Cosmopolite	Tube digestif	Candidoses Onychomycoses

B. Rhodotorula

- **Définition :** C'est un micromycète appartenant au Phylum des Deutéromycètes et à la classe des Blastomycètes (Moulinier, 2002). Ce champignon est producteur de pigments caroténoïdes avec une couleur jaune ou rouge-orangé (Ripert, 2013). Les colonies sont crémeuses (Moulinier, 2002). Il survient chez des patients affaiblis ou immunodéprimés (Contet-Audonneau and Chabasse, 2015).
- **L'épidémiologie :** Les levures du genre *Rhodotorula* sont cosmopolites (Contet-Audonneau and Chabasse, 2015) et très répandues (Pierquin, 2010) dans le milieu extérieur (Moulinier, 2002). Elles vivent à l'état commensal dans l'intestin et la peau (Contet-Audonneau and Chabasse, 2015).
- **Traitement :** L'amphotéricine B, avec la flucytosine est le traitement des infections dues à *Rhodotorula* (Ripert, 2013).

1.2.3 LES CHAMPIGNONS DIMORPHIQUES

Ces champignons se présentent dans l'environnement sous une forme filamenteuse (Chabasse et *al.*, 2010) et sous forme de levure à l'état parasitaire (Causse, 2011).

Chapitre II : Matériels et méthodes

Chapitre II: *MATERIELS ET METHODES*

I. Objectif du travail

L'objectif de ce travail est de montrer l'efficacité des huiles essentielles et des extraits végétaux sur les dermatophytes.

Il a été réalisé au niveau du laboratoire de pédagogie de Physiologie Végétale du département d'Agronomie et au niveau du laboratoire commun du Département de Biologie, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.

II. Matériel

II.1 Matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire utilisé au cours de notre expérimentation se résume comme suite :

- Étuve
- Bain Marie
- Balance
- Plaque chauffante
- Agitateur
- Autoclave
- Bec benzène
- Anse
- Boîtes de Petri de diamètre de 90 mm et de 50 mm
- Pipette de Pasteur
- Micropipettes
- Embouts jaunes
- Erlènes
- Béchers
- Lames de bistouri
- Tubes en verre

II.2 Produits chimiques utilisés

- **Milieus de culture**

Gélose pomme de terre glucose (PDA : Potato Dextrose Agar)

- **Eau physiologique**
Sodium chloride
Eau distillée
- **DMSO (Diméthylsulfoxyde) : C₂H₆OS**
Utilisé comme témoin négatif
- **Antifongique de synthèse**
Le Pevaryl est un antifongique de la famille des imidazolés.
Ce traitement est utilisé dans cette étude comme témoin positif.

II.3 Matériel biologique

II.3.1 Matériel fongique

- Six souches de champignons qui se répartissent en trois types : les dermatophytes, les moisissures et les levures, comme suite :

L'activité antifongique des différentes huiles essentielles (HE) et différents extraits (Extr) de plantes a été évalué sur six (6) espèces fongiques qui sont : *Aspergillus niger*, *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Rhizopus sp*, *Candida albicans* et *Rhodotorula sp*. Notre choix a porté essentiellement sur ces fréquemment impliquées dans diverses infections et qui posent des problèmes de résistance aux antifongiques classiques.

Les souches ont été gracieusement isolées et fournies par Dr SEKLAOUI, Chef de service du Laboratoire de Parasitologie-Mycologie médicale de l'hôpital CHU NEDDIR Mohammed (Tizi-Ouzou).

II.3.2 Matériel végétal

Quatre plantes médicinales ont été utilisé au cours de notre experimentation, elles appartiennent à trois familles différentes :

Pistacia lentiscus (Anacardiacees)
Ocimum basilicum (Lamiacees)
Myrtus communis (Myrtacees)
Eucalyptus globulus (Myrtacees)

Les figures 7, 8, 9 et 10 montrent les photos des espèces végétales utilisées.



Figure 7. Partie aérienne de *Pistacia lentiscus*



Figure 8. Partie aérienne de *Ocimum basilicum*



Figure 9. Partie aérienne de *Myrtus communis*



Figure 10. Partie aérienne de *Eucalyptus globulus*

Les plantes ont été récoltées par notre promotrice, Melle Abdellaoui, dans la région d'Ibsekrienne dans la commune d'Aghribs, Daira d'Azeffoun, Wilaya de Tizi-Ouzou

La commune d'Aghribs se situe à 40 Km au nord-est du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou, elle est comprise entre Latitude 36° 48' 08" N et la longitude 4° 19' 22" E, qui couvre une superficie de 65, 12 km², délimitée dans son ensemble par les communes de :

- Au nord par la commune d'Azeffoun ;
- A l'est par la commune d'Akerrou ;
- Au sud est par la commune d'Azazga ;
- Au Sud-Ouest par la commune de Freha ;
- A l'ouest par la commune de Timizart ;
- Au Nord-ouest, par la commune d'Iflissen.

Le climat de cette région relève du régime méditerranéen, sec et chaud en été, humide et assez froid en hiver.

III. Méthodes :

III.1 Obtention des huiles essentielles et des extraits méthanoliques

Les extraits végétaux sont obtenus par extraction des substances naturelles à partir de la partie aérienne de *Myrtus communis* et *Eucalyptus globulus* en utilisant un appareil Soxhlet.

Les huiles essentielles étudiées sont extraites par hydrodistillation de type Clevenger à partir de la partie aérienne de deux espèces végétales *Pistacia lentiscus* et *Ocimum basilicum*.

Les extractions des huiles essentielles et les extraits méthanoliques ont été effectuées au laboratoire de Génie de la réaction de l'USTHB par hydrodistillation de type Clevenger par notre promotrice.

III.1.1 Préparation des suspensions fongiques

Les champignons à tester sontensemencés sur des boîtes de Pétri contenant le milieu PDA et incubés pendant sept (07) jours, afin d'obtenir une culture jeune des champignons. A partir de ces boîtes, à l'aide d'une anse stérile quelques colonies bien isolées sont prélevées et mises dans 9 ml d'eau physiologique stérile dans un tube à essai devant le bec-benzène pour obtenir les solutions de spores.

La suspension fongique est homogénéisée. A l'aide des cuves et d'un spectromètre, la densité optique obtenue est de 0.08 nm. L'inoculum est ajusté soit en ajoutant de la culture s'il est trop faible ou de l'eau physiologique stérile s'il est trop fort. L'ensemencement doit se faire en moins de 15mn après la préparation de l'inoculum.

III.1.2 Préparation du milieu de culture

On prend 400g de pomme de terre épluchée et coupée en petits carrés, on met tous dans un Erlenmeyer avec 200ml d'eau. On met tous sur une plaque chauffante jusqu'à 30mn, on pèse 40g d'Agar agar et 30g de Dextrose Agar et les mélanger avec l'eau physiologique jusqu'à obtention d'une solution.

Après 30mn, on passe la pomme de terre dans une passoire pour obtenir l'eau en écrasant la pomme de terre pour avoir l'eau restante dedans. Cette eau sera mélangée avec l'Agar agar et du Dextrose agar à l'aide d'une baguette.

Ensuite, on ajoute un barreau magnétique et on met dans un agitateur pour une demi-heure (30 mn). Après, on remplit les bouteilles en les fermant correctement, ces dernières vont être émises dans un autoclavage pour six heures (6h) du temps

III.1.3 Culture des souches fongiques

Dans des boîtes de Pétri, contenant 30 ml de PDA, 10 µl de la suspension fongique à tester ont été étalés en surface. Après la solidification du milieu et à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, on fait des puits au centre de chaque boîte de Pétri (2 puits/boîte) ou (1 puit/boîte), puis les imbibés par 10 µl d'huile essentielle ou d'extraits à l'aide d'une lame Bistouri et d'embouts jaunes. Ensuite, les boîtes sont recouvertes du papier alimentaire et du papier aluminium, incubées dans l'étuve à 27°C pendant 07 jours.

III.1.3.1. Contrôle positif

Le Pevaryl (10 µl/disque) a été utilisé comme contrôle positif, ce choix est dû à la sensibilité des souches fongiques pour cet antifongique.

III.1.3.2. Contrôle négatif

Le DMSO a été utilisé comme contrôle négatif, il n'a aucun pouvoir antifongique puissant.

III.1.3.3. Incubation

Les boîtes ont été incubées à 27°C pendant 07 jours.

III.1.4 Expression des résultats de la culture

A la sortie de l'étuve, les boîtes de Pétri ayant montré une absence totale de la croissance mycélienne ou une inhibition de la croissance ont été sélectionnées pour déterminer l'activité fongicide/fongistatique en réalisant un test. Les zones d'inhibitions ont été mesurées par une règle graduée.

III.1.5 Le test antifongique (activité fongicide/fongistatique)

Pour chaque souche fongique, un repiquage a été effectué en découpant trois (3) implants mycéliens de la zone d'inhibition du premier repiquage, ensuite on ajoute l'huile essentielle ou l'extrait qui a inhibé la croissance du champignon. Les bîtes ont été incubées à l'étuve à 27°C pendant 07 jours

III.1.6 Expression des résultats du test

Après 7 jours, les boîtes de Pétri qui ont montré une croissance partielle du champignon désigne que l'huile ou l'extrait utilisé a une activité fongistatique, les boîtes de Pétri qui ont montré une absence totale du champignon c'est-à-dire il n'y a pas de croissance désigne que l'activité de l'huile essentielle utilisé ou de l'extrait est fongicide. Pour les boîtes qui ont montré une croissance totale du champignon signifie que l'huile ou l'extrait utilisé n'a aucune activité.

Dans certain cas, les huiles essentielles peuvent exercer une activité fongicide et fongistatique à la fois.

III.1.7 Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI)

10 ml de milieu de culture PDA avec 10, 25 ou 35 µl d'huiles essentielles ont été coulé dans des boîtes de Pétri. Après le refroidissement et la solidification du milieu de culture 3 disques mycéliens ont été prélevés de la culture précédente à l'aide d'une pipette Pasteur et inoculés dans chaque boîte de Pétri. Chaque concentration est testée avec toutes les souches, sauf une seule concentration de 0.75 qui est faite seulement à l'*Aspergillus niger* avec H₄. Les boîtes sont incubées dans l'étuve à 27°C pendant 07 jours. Chaque concentration est testée avec toutes les souches. L'huile essentielle à tester est incorporée à des concentrations variables dans le milieu de culture.

Ces concentrations sont préparées de façon suivante :

- Milieu 1 : 10 ml PDA + 10 µl de chaque huile essentielle et de chaque extrait.
- Milieu 2 : 10 ml PDA + 25 µl de chaque huile essentielle et chaque extrait.
- Milieu 3 : 10 ml + 35 µl de chaque huile essentielle et de chaque extrait.
- Milieu 4 : 10 ml PDA + 75 µl de H₃ (pour l'*Aspergillus niger*)

Le témoin positif (Pevaryl) est réalisé dans les mêmes conditions sans huiles essentielles.

Les résultats donnent la CMI qui est définie comme la plus faible concentration d'huile essentielle inhibant toute croissance visible à l'œil nu.

Chapitre III : Résultats et discussion

Chapitre III: **RESULTAT ET DISCUSSION**

I. Activité antifongique

I.1 Sensibilité des champignons aux huiles essentielles et aux extraits végétaux

Les huiles essentielles et les extraits végétaux ont été évalués pour leur activité antifongique vis-à-vis de six champignons responsables de mycoses cutanées : *Aspergillus niger*, *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophyte*, *Rhizopus sp*, *Candida albicans* et *Rhodotorula sp*.

Le DMSO a servi de témoin négatif et le pyvaril comme control positif.

Les résultats obtenus nous ont permis de mettre en évidence le pouvoir antifongique des huiles essentielles et des extraits testés vis-à-vis de six souches fongiques. Les zones d'inhibition sont indiquées dans les tableaux 5 et 6.

La sensibilité à l'huile a été classée par le diamètre des halos d'inhibition (Ponce et *al.*, 2003):

- Non sensible (-) pour les diamètres moins de 8mm ;
- Sensible (+) pour des diamètres de 8 à 14mm ;
- Très sensible (++) pour des diamètres de 15 à 19mm ;
- Extrêmement sensible (+++) pour les diamètres plus de 20mm.

D'après les résultats consignés au niveau des tableaux 5 et 6, la majorité des souches sont sensibles aux huiles essentielles et extraits végétaux utilisés au cours de notre étude.

La majorité des souches se sont montrées extrêmement sensibles à nos huiles essentielles et extraits de plantes. De ce fait, dans certain cas, ils peuvent facilement remplacer le médicament de synthèse.

Au niveau des boîtes de Petri du contrôle négatif (DMSO), toutes les souches se développent normalement après la période d'incubation (figures 11,12, 13, 14, 15 et 16 ; page 29,30 et31).

Tableau 5. Zone d'inhibition (ZI) en (mm) après 7 jours d'incubation des souches fongiques avec les extraits végétaux

Souches	Traitement ou extraits végétaux	Moyenne du diamètre d'inhibition (mm)
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Eucalyptus globulus</i>	48,66
	<i>Myrtus communis</i>	5,00
	Controle positif	37,33
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Eucalyptus globulus</i>	54,33
	<i>Myrtus communis</i>	44,66
	Controle positif	54,66
<i>Trichophyton rubrum</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Eucalyptus globulus</i>	46
	<i>Myrtus communis</i>	31,33
	Controle positif	54
<i>Rhizopus sp.</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Eucalyptus globulus</i>	25,66
	<i>Myrtus communis</i>	15,33
	Controle positif	12,66
<i>Candida albicans</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Eucalyptus globulus</i>	41,66
	<i>Myrtus communis</i>	21,33
	Controle positif	30,66
<i>Rhodotorula sp.</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Eucalyptus globulus</i>	52
	<i>Myrtus communis</i>	7,33
	Controle positif	32

Tableau 6. Zone d'inhibition (ZI) en (mm) après 7 jours d'incubation des souches fongiques avec les huiles essentielles.

Souches	Traitement ou huiles essentielles	Moyenne du diamètre d'inhibition (mm)
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Ocinum basilicum</i>	46,33
	<i>Pistacia lentiscus</i>	55 ,66
	Controle positif	37,33
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Ocinum basilicum</i>	35,33
	<i>Pistacia lentiscus</i>	53,66
	Controle positif	54,66
<i>Trichophyton rubrum</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Ocinum basilicum</i>	67,00
	<i>Pistacia lentiscus</i>	45,33
	Controle positif	54
<i>Rhizopus sp.</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Ocinum basilicum</i>	10,66
	<i>Pistacia lentiscus</i>	28,33
	Controle positif	12,66
<i>Candida albicans</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Ocinum basilicum</i>	35,66
	<i>Pistacia lentiscus</i>	32,33
	Controle positif	30,66
<i>Rhodotorula sp.</i>	<i>Controle négatif</i>	0
	<i>Ocinum basilicum</i>	47,66
	<i>Pistacia lentiscus</i>	10,66
	Controle positif	32

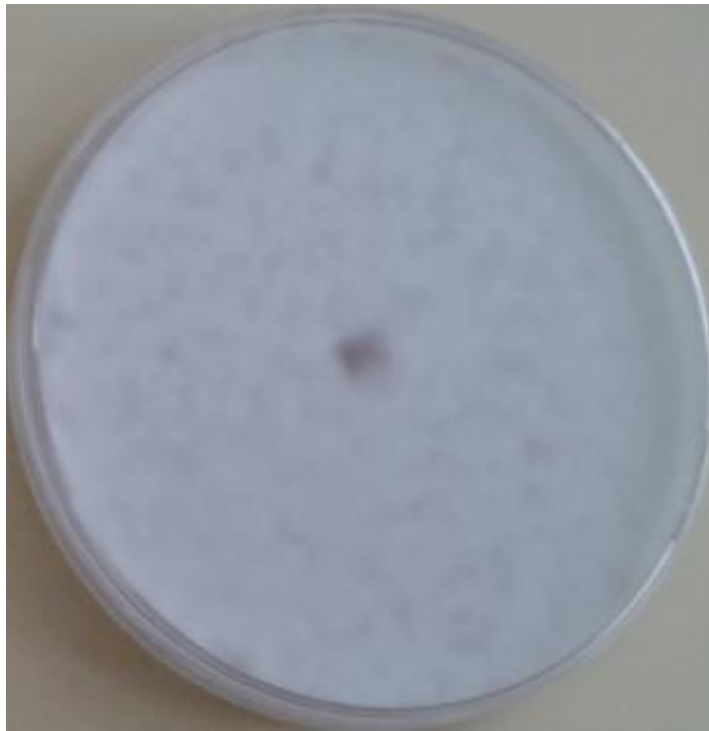


Figure 11. *Aspergillus niger* (témoin négatif).



Figure 12. *Trichophyton mentagrophytes* (témoin négatif)

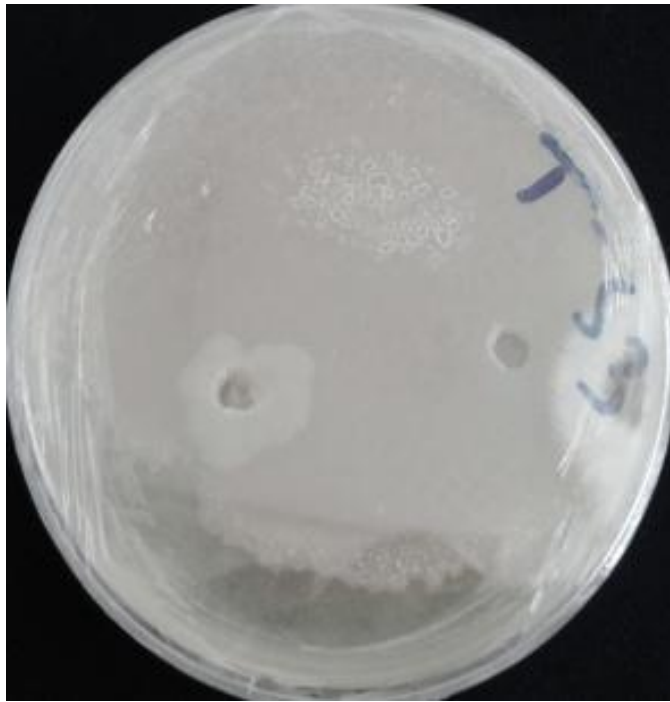


Figure 13. *Trichophyton rubrum* (témoin négatif).

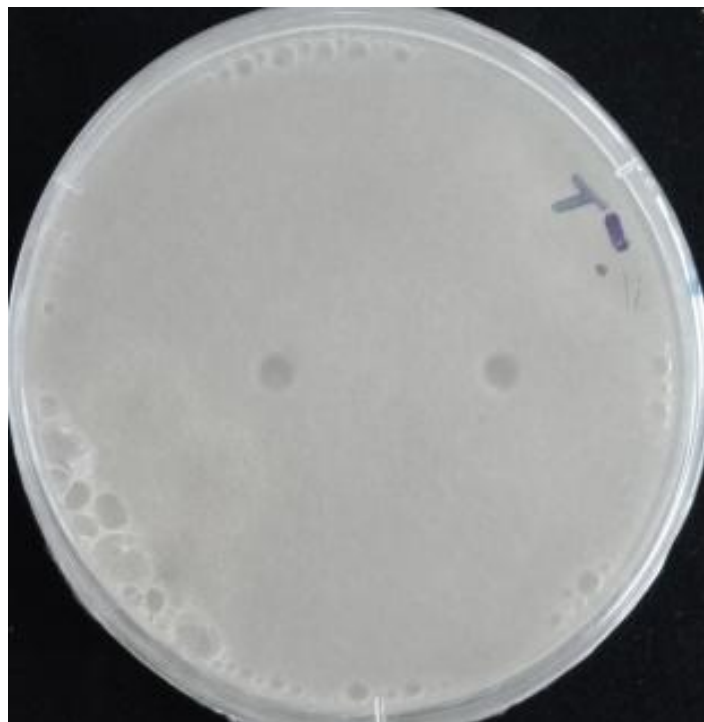


Figure 14. *Rhizopus sp.* (témoin négatif).

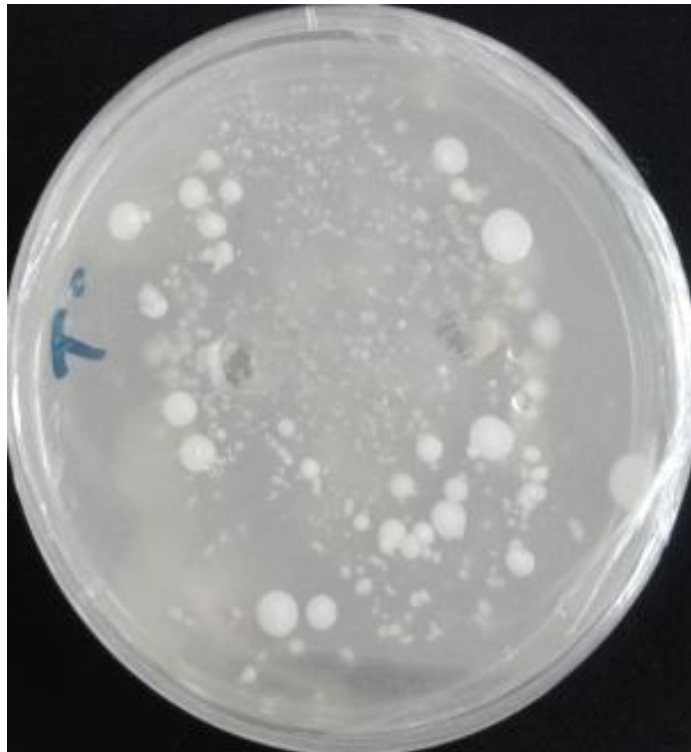


Figure 15. *Candida albicans* (témoin négatif).



Figure 16. *Rhodotorula* sp. (témoin négatif).

I.1.1 Sensibilité d'*Aspergillus niger* aux huiles essentielles et aux extraits végétaux

Al'instar du médicament de synthèse, l'extrait d'*Eucalyptus globulus* et les huiles essentielles d'*Ocinum basilicum* et *Pistacia lentistus* ont manifesté un grand effet sur la souche d'*Aspergillus niger*. Par contre, l'extrait de *Myrtus communis* n'a pas montré un effet inhibiteur de la souche étudiée.

Pour cette même souche, Toutah, 2017 a trouvé que les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Marrubium vulgare* un effet inhibiteur sur le développement de ce champignon.



Figure 17. Sensibilité d'*A. niger* à l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum*.

I.1.2 Sensibilité de *Trichophyton mentagrophytes* aux huiles essentielles et aux extraits végétaux

Al'instar du médicament de synthèse, l'extrait d'*Eucalyptus globulus* et l'huile essentielle de *Pistacia lentistus* ont manifesté un grand effet inhibiteur sur la souche de *Trichophyton mentagrophytes*.

Pour cette même souche, Toutah, 2017 a trouvé que les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Marrubium vulgare* un effet inhibiteur sur le développement de ce champignon.

Pour cette même souche, Toutah, 2017 a trouvé que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* avait un très bon effet inhibiteur sur le développement de ce champignon avec un diamètre moyen de la zone d'inhibition de 57,66 mm



Figure 18. Sensibilité de *Trichophyton mentagrophytes* à l'extrait d'*Eucalyptus globulus*

I.1.3 Sensibilité de *Trichophyton rubrum* aux huiles essentielles et aux extraits végétaux

Al'instar du médicament de synthèse, tous les extraits et les huiles essentielles de ont manifesté un grand effet inhibiteur sur la souche de *Trichophyton rubrum*. La plus grande sensibilité de cette souche a été obtenue par l'huile essentielle d'*Ocinum basilicum*.

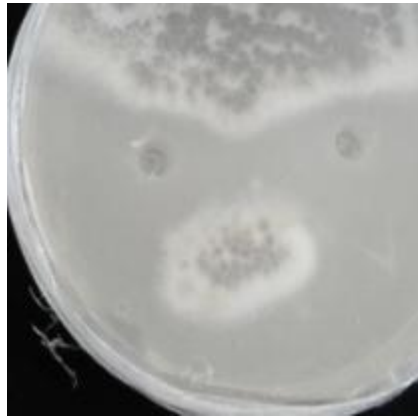


Figure 19. Sensibilité de *Trichophyton rubrum* à l'extrait d'*Eucalyptus globulus*

I.1.4 Sensibilité de *Rhizopus sp.* aux huiles essentielles et aux extraits végétaux

Rhizopus sp. A été moins sensible en comparaisant avec les autres souches étudiées, mais ces valeurs se rapprochent avec celles obtenues par le Pyvaril.

I.1.5 Sensibilité de *Candida albicans* aux huiles essentielles et aux extraits végétaux

Candida albicans s'est montrée sensible aux extraits et huiles essentielles utilisées. Les valeurs sont comparables à celles obtenues par le médicament de synthèse.



Figure 20. Sensibilité de *Candida albicans* à l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*

I.1.6 Sensibilité de *Rhodotorula sp.* aux huiles essentielles et aux extraits végétaux

L'extrait d'*Eucalyptus globulus* et l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* ont montré un effet inhibiteur sur *Rhodotorula sp.*



Figure 21. Sensibilité de *Rhodotorula sp.* à l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*

I.2 Activité fongicide, fongistatique et Concentration minimale inhibitrice

Après avoir évalué l'activité antifongique des huiles essentielles et des extraits, nous avons réalisé un test en faisant un repiquage pour la souche étudiée. Après incubation, nous avons déterminé si l'activité est fongicide (le champignon est tué) ou fongistatique (le champignon se développe mais sera inhibé par l'extrait ou l'huile essentielle) (tableaux 7 et 8).

Tableau 7. Nature de l'activité des extraits végétaux sur les différentes souches.

Souches	Extraits végétaux	Nature de l'activité
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Fongicide
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Fongistatique
	<i>Myrtus communis</i>	Fongistatique
<i>Trichophyton rubrum</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Fongistatique
	<i>Myrtus communis</i>	Fongistatique
<i>Rhizopus sp.</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Fongistatique
<i>Candida albicans</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Fongicide
	Controle positif	Fongicide
<i>Rhodotorula sp.</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Fongistatique

Tableau 8. Nature de l'activité des huiles essentielles sur les différentes souches.

Souches	Huiles essentielles	Nature de l'activité et CMI
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Ocinum basilicum</i>	Fongicide
	<i>Pistacia lentiscus</i>	Fongicide
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	<i>Ocinum basilicum</i>	Fongicide
	<i>Pistacia lentiscus</i>	Fongicide
<i>Trichophyton rubrum</i>	<i>Ocinum basilicum</i>	Fongistatique
	<i>Pistacia lentiscus</i>	Fongistatique
<i>Rhizopus sp.</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	Fongistatique
<i>Candida albicans</i>	<i>Ocinum basilicum</i>	Fongistatique
	<i>Pistacia lentiscus</i>	Fongistatique
<i>Rhodotorula sp.</i>	<i>Ocinum basilicum</i>	Fongicide

On peut définir la CMI par la concentration minimale inhibitrice ou bien la plus faible concentration d'un antibiotique capable d'inhiber dans un milieu (Soit milieu liquide ou solide), toute culture visible de la souche étudiée.

Le caractère Fongicide est recherché dans les études de recherches d'antifongiques naturels. Ce caractère a été obtenu avec :

1. L'extrait d'*Eucalyptus globulus* sur *Aspergillus niger* (CMI 5µl/ml) et *Candida albicans* (CMI 2,5µl/ml).
2. L'huile essentielle d'*Ocinum basilicum* sur *Aspergillus niger* (CMI 2,5µl/ml), *Tricophyton mentagrophytes* (CMI 2,5µl/ml) et *Candida albicans* (CMI 2,5µl/ml).
3. L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* sur *Aspergillus niger* (CMI plus de 5µl/ml), *Tricophyton mentagrophytes* (CMI 5µl/ml) et *Candida albicans* (CMI 1µl/ml).

II. Discussion

Les résultats obtenus confirment l'efficacité des huiles essentielles et des extraits végétaux issus de plantes médicinales et leur pouvoir antifongique. De nombreux travaux soulignent cet effet antifongique des principes actifs naturels.

Nos huiles essentielles et extraits ont montré une grande efficacité dans l'inhibition des six dermatophytes étudiés. Ceci est en accord avec les résultats obtenus sur d'autres espèces fongiques et d'autres extraits végétaux.

Tolba (2015) a constaté dans ces travaux, que chez les espèces fongiques du genre *Tricophyton* et *Mycosporum* ont été fortement inhibé par l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora*.

Adi et Ait Mimoun (2017) ont montré l'activité antidermatophyte de l'extrait d'*Eucalyptus astringens* vis à vis des mêmes souches sur lesquelles nous avons réalisé notre étude.

Les résultats obtenus d'Ismaili et al. ; ont montré une inhibition significative des huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, *Mentha spicata* et *Citrus limonum*) sur la croissance des dermatophytes.

Cette activité antifongique est liée à la substance active comme le thymol présent dans l'huile essentielle du thym en grande quantité ou à l'interaction de plusieurs composés mineurs.

De nombreux facteurs tels que la période de la récolte, la région, les plantes, le mode d'extraction des huiles et les composés de ces huiles essentielles peuvent influencer sur l'activité antifongique et sur l'effet inhibiteur, et cela a été constaté par Hussain (2009).

Pour les isolats fongiques, seulement six souches ont été retenues car ils présentent un caractère pathogène important.

Concernant le pouvoir antifongique, différentes concentrations des huiles essentielles et des extraits ont été étudiés vis-à-vis six champignons qui causent des mycoses.

Nous notons également que la concentration des huiles essentielles influence l'activité inhibitrice : plus la concentration de l'extrait augmente plus les diamètres des zones d'inhibition sont importants, et cela a été constaté par Karagoz et al. (2010).

En général, la variabilité des résultats est due à l'influence de plusieurs facteurs tels que les microorganismes testés et les huiles essentielles utilisées [Pattnaik et al., 1996], cela a été confirmé par Suhr et Nielsen, (2003), qu'ils mentionnent que les effets antifongiques des huiles essentielles dépendent de la méthode d'application.

L'extrait d'*Eucalyptus globulus* et les huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* et *Pistacia lentistus* peuvent faire l'objet de formulations médicamenteuses pour remplacer le médicament de synthèse.

Dans certains cas, les résultats obtenus avec nos extraits et nos huiles essentielles sont comparables à ceux obtenus avec le médicament de synthèse. De ce fait, nos extraits et huiles essentielles sont plus intéressants puisqu'ils ne présentent aucun effet secondaire sur la santé humaine tout en respectant les doses et le mode d'utilisation.

CONCLUSION GENERALE

Notre modeste travail a été consacré à l'étude de l'activité antifongique de deux huiles essentielles et extraits végétaux sur la croissance de six champignons responsables des mycoses.

Les résultats obtenus ont montré l'activité de nos huiles essentielles et extraits de plantes de la flore algérienne sur six dermatophytes isolés de patients de l'hôpital de Tizi Ouzou.

Ces résultats sont très intéressants pour la recherche de nouvelles molécules bioactives dans le traitement de mycoses cutanées.

Nos résultats ouvrent une voie pour essayer de remplacer les traitements synthétiques chimiques néfastes pour la santé humaine et pour l'environnement d'une part. Et d'autre part ont abouti à l'apparition de souches fongiques résistants aux traitements existants sur le marché.

A l'avenir, il serait souhaitable de faire des analyses chromatographiques CG/MS pour les huiles essentielles étudiées et l'HPLC pour les extraits végétaux pour identifier le ou les composés responsables de cette activité antidermatophyte. Ces composés seront isolés afin de les incorporer dans des bioformulations médicamenteuses.

BIBLIOGRAPHIE

- **Alilou, H., 2012.** Etude phytochimique et antifongique de deux plantes du Sud du Maroc : *Asteriscus graveolens* subsp. *odorus* (Schousb.) Greuter et *Asteriscus imbricatus* (Cav.) DC. (Doctorat en science). Ibn Zohr, Maroc.
- **Andrianne, P., 2008.** La gemmothérapie : passé, présent et avenir. *Phytothérapie*. Vol 6, N° 1, 29–32. <https://doi.org/10.1007/s10298-008-0282-6>
- **Andrianne, P., 1998.** La gemmothérapie, médecine des bourgeons, Amyris éd.
- **Belarbi, I., 2017.** Etude de l'activité antifongique des extraits de la plante d'ammis visnaga (Master en Microbiologie). Tlemcen.
- **Ben Cheikh, A., 2011.** Les champignons accompagnés de l'embryon du palmier dattier (Ingénieur d'état en phytotechnie). Kasdi Merbah, Ouargla.
- **Berthe, H.F., 2006.** Etude des dermatophytes isolées des teignes de l'enfant à Libreville de 1980 à 2003 (Doctorat en pharmacie). Bamako, Mali.
- **Bessedik, M.L., Khenfer, B., 2015.** Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Thymus algeriensis* contre quelques champignons phytopathogènes des palmes du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). (Master en biotechnologie végétale). Kasdi Merbah, Ouargla.
- **Biabiany, M., 2011.** Recherche et développement d'extraits antifongiques issus de la flore guadeloupéenne : Caractérisations phytochimiques, pharmacologiques et formulation. (Doctorat en pharmacognosie). Lille Nord, France.
- **Bouchama, S., Yezza, S., 2014.** Index des métabolites secondaires végétaux (Licence en Biochimie fondamentale et appliquée). Kasdi Merbah, Ouargla.
- **Brans, A., 2015.** Les mycoses superficielles : pharmacologie des antifongiques (Doctorat en pharmacie). Lille 2, France.
- **Brousse, C., 2017.** Ethnobotanique et herboristerie paysanne en France. *Anthropologie de la relation des hommes au végétal médicinal* (Doctorat en Ethnologie). Aix-Marseille, France.
- **Bruneton, J., 2009.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 4e éd., Lavoisier éd.
- **Caprasse, M., Angenot, L., 1981.** Les Alcaloïdes majoritaires du *Strychnos scheffleri* du Zaïre. *Planta Medica*. Vol 42, N°8, 364–370. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971656>
- **Causse, C., 2011.** Les dermatophyties d'origine zoonotique : aspects actuels et prise en charge à l'officine (Doctorat en pharmacie). Joseph Fourier De Grenoble, France.
- Chabasse, D., Bouchara, J.-P., De Gentile, L., Brun, S., Cimon, B., Penn, P., 2002. Les moisissures d'intérêt médical. *Cahier de formation BIOFORMA*. Vol 25, 159.
- **Chabasse, D., Danis, M., Guiguen, C., 2010.** Parasitoses et mycoses : des régions tempérées et tropicales, 2nd éd., Elsevier Masson.

- **Chabasse, D., Pihet, M., 2008.** Les dermatophytes : les difficultés du diagnostic mycologique. Vol 38, N° 46, 29–38.
- **Chabaud, A., 2012.** Etude sur le bon usage et le suivi thérapeutique pharmacologique de voriconazole dans deux établissements de santé de Rouen (Doctorat en pharmacie). UFR de médecine et de pharmacie de Rouen, France.
- **Christophe, A., 2014.** Limites et risques de la phytothérapie (Doctorat en pharmacie). Limoges, France.
- **Coffi, A., Philippe, R., Zannou Boukari, E.T., Glitho, I., 2012.** Efficacité des composés métabolites secondaires extraits des folioles du palmier à huile contre les larves de la mineuse des feuilles, *Coelaenomenodera lameensis* (Coleoptera : Chrysomelidae). Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. 10.
- **Contet-Audonneau, N., Chabasse, D., 2015.** Dermatophyties, dermatophytoses. Le manuel du résident, Parasitologie – Mycologie, Vol 10, 9.
- **Couic-Marinier, F., Lobstein, A., 2013a.** Les huiles essentielles en pratique à l’officine. Actualités Pharmaceutiques, Vol 52, N° 525, 31–33. <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2013.02.008>
- **Couic-Marinier, F., Lobstein, A., 2013b.** Composition chimique des huiles essentielles. Actualités Pharmaceutiques, Vol 52, N° 525, 22–25. <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2013.02.006>
- **Coulibaly, O., 2014.** Dermatophytoses En Milieu Scolaire Au Mali (Doctorat en maladies infectieuses). Aix-Marseille, France.
- **Crabos, J., 2013.** Mycoses cutanées à l’officine : étude sur des populations en milieu confiné. Limoges, France.
- **Delorme, J., Robert, A., 1998.** Mycologie Médicale. Décarie éd., Québec.
- **Desmares, C., Laurent, A., Delerme, C., 2008.** Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé. 18.
- **Dufresne, P., St-Germain, G., 2014.** Identification des champignons d’importance médicale (Stage de laboratoire). Institut national de santé publique, Québec.
- **El Hassani, N., 2013.** Les mycoses : Etude d’une série répertoriée au service de parasitologie-mycologie médicale de l’hôpital Ibn Sina de Rabat sur une période de 5 ans (2007-2011) (Doctorat en pharmacie). Mohammed V- Souissi, Rabat.
- **El Jouhari, F.-Z., 2008.** Particularisme des champignons dits « émergents » en pathologie humaine (Doctorat en pharmacie). Mohammed V, Rabat.
- **Festy, D., 2015.** Les huiles essentielles, ça marche ! Leduc.s, Paris.
- **Ganne, A., 2012.** Les mycoses superficielles à l’officine : description clinique, traitement et prévention. Limoges, France.
- **Giordani, R., Kaloustian, J., 2006.** Action anticandidosique des huiles essentielles : Leur utilisation concomitante avec des médicaments antifongiques. Phytothérapie, Vol 4, N° 3, 121–124.

<https://doi.org/10.1007/s10298-006-0165-7>

- **Hadria, M.-D., 2014.** Evaluation chimique et activité antidermatophyte de quelques plantes médicinales d’Algérie (Doctorat en science). Constantine 1, Constantine.

- **Hamimed, S., 2009.** Caractérisation chimique des principes à effet antidermatophyte des racines d'*Anacyclus pyrethrum* L. (Magister en chimie organique). Mentouri, Constantine.
- **Hassikou, R., Oulladi, H., Arahou, M., 2014.** Activité antimycosique des extraits du chêne-liège *Quercus suber* sur *Trichophyton rubrum* et *Candida albicans*. *Phytothérapie*, Vol 12, N° 4, 206–212.

<https://doi.org/10.1007/s10298-014-0874-2>

- **Houël, E., 2011.** Etude de substances bioactives issues de la flore amazonienne (Doctorat en chimie des substances naturelles). Université des Antilles et de la Guyane, France.
- **Hussain, A.I., 2009.** Characterization and biological activities of essential oils of some species of *lamiaceae* (Doctor of philosophy in chemistry). University of agriculture, Faisalabad, Pakistan.
- **Inouye, S., Abe, S., 2007.** Nouvelle approche de l'aromathérapie anti-infectieuse. *Phytothérapie*, Vol 5, N° 1, 2–4. <https://doi.org/10.1007/s10298-007-0200-3>
- **Jouault, S., 2012.** La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité (Doctorat en pharmacie). Lorraine, France.
- **Julien, P., 1977.** Phytothérapie et médecine chinoises : Ming Wong, La médecine chinoise par les plantes. *Revue d'histoire de la pharmacie*. 220–221.
- **Kaloustian, J., Hadji-Minaglou, F., 2013.** La connaissance des huiles essentielles : qualité et aromathérapie : Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée. Springer Science & Business Media.
- **Kamil, N., 2015.** Les mycoses superficielles selon une série de l'hôpital Ibn Sina de Rabat. Mohammed V, Rabat.
- **Karagöz, Z.E., Yemiş, G.P., Coşkun, B.K., Candoğan, K., 2010.** Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat Science*, Vol 86, N° 2, 283–288. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.016>
- **Kerharo, J., 1971.** L'aromathérapie et la gemmothérapie dans la pharmacopée sénégalaise traditionnelle. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*, Vol 18, N° 4-6, 109–141.

<https://doi.org/10.3406/jatba.1971.6847>

- **Khima, S., Merabti, C., 2015.** Evaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles de *Calamintha officinalis* et *Abies numidica* (Master en Sciences alimentaires). A. MIRA, Bejaia.
- **Laib, I., 2011.** Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* sur les moisissures des légumes secs (Magister en sciences alimentaires). Mentouri, Constantine.
- **Lardry, J.-M., Haberkorn, V., 2007.** L'aromathérapie et les huiles essentielles. *Kinésithérapie*, Vol 7, N° 61, 14–17. [https://doi.org/10.1016/S1779-0123\(07\)70308-X](https://doi.org/10.1016/S1779-0123(07)70308-X)
- **Le Calvez, T., 2009.** Diversité et fonctions écologiques des champignons en écosystème hydrothermal marin profond. Rennes 1, France.
- **Lecellier, A., 2013.** Caractérisation et identification des champignons filamenteux par spectroscopie vibrationnelle (Doctorat en biologie-biophysique). Reims, France.
- **Létard, J.-C., Costil, V., Dalbiès, P., 2015.** Phytothérapie - principes généraux. *Hegel - Hepato-GastroEntérologie Libérale*, Vol 5, N° 1, 29–35. <https://doi.org/10.4267/2042/56337>

- **Macheix, J.-J., Fleuriet, A., Jay-Allemand, C., 2005.** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ppur presses polytechniques.
- **Mayer, F., 2012.** Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles : Etude de cas en maison de retraite (Doctorat en pharmacie). Lorraine, France.
- **Monod, M., Fratti, M., Mignon, B., Baudraz-Rosselet, F., 2014.** Dermatophytes transmis par les animaux domestiques, Vol 10, 749–753.
- **Moulinier, C., 2002.** Parasitologie Et Mycologie Médicales, 4th éd. Tec & Doc Lavoisier.
- **Nekkache, S., Achouri, S., Reguig, F., 2015.** Les mycoses. Frères Mentouri, Constantine.
- **Niang, M., 2001.** Prévalence des mycoses chez les sujets vivant avec le VIH : Etude menée au CHU de Fann durant la période 1994-2000 (Doctorat en pharmacie). Cheikh Anta Diop De Dakar, Sénégal.
- **Ouhererre, A., Abidat, R., 2018.** Caractérisation et l'effet de l'époque de récolte sur la composition des huiles essentielles de *Schinus molle* L. (Master en Microbiologie). Khemis Miliana, Aïn Defla.
- **Pattnaik, S., Subramanyam, V. R., 1996.** Antibacterial and antifungal activity of ten essential oils in vitro. Microbios, Vol 86, 237-246.
- **Petinataud, D., 2014.** Optimisation de la stratégie diagnostique des onychomycoses : du prélèvement à l'identification fongique. (Doctorat en pharmacie). Lorraine, France.
- **Pierquin, A.-L., 2010.** Mycoses opportunistes et immunodépression (Doctorat en pharmacie). Henri Poincare, France.
- **Quatresous, N., 2011.** Aspergillose humaine : épidémiologie, diagnostic biologique, contrôle. Limoges, France.
- **Rahou, H., 2017.** Estimation quantitative des polyphénols totaux et évaluation de l'activité anti-oxydante de trois espèces de *Lavandula* de la région de Tlemcen. (Master en Biochimie). Abou-Bakr-Belkaïd, Tlemcen.
- **Randrianarivelo, R., 2010.** Etude de l'activité antimicrobienne d'une plante endémique de Madagascar « *cinnamosma fragrans* », alternative aux antibiotiques en crevetticulture. 179.
- **Ripert, C., 2013.** Mycologie médicale. Tec & Doc Lavoisier, Paris.
- **Saadoun, A., 2015.** Etude sur les maladies Dermatophytes du dromadaire dans la région d'Ouargla (cas de teigne de la peau) (Master en Microbiologie). Kasdi Merbah, Ouargla.
- **Savy, A., 2005.** Evaluation de la connaissance du risque fongique en milieu hospitalier (Ingénieur du Génie Sanitaire). Ecole nationale de santé publique, France.
- **Scimeca, D., Tétau, M., 2004.** Votre santé par les plantes : Le guide phyto utile pour toute la famille. Alpen Editions s.a.m.
- **Serres, M.-L., 2011.** Les candidoses (Mémoire de fin de formation). Pharmacie des Arcades, France.
- **Smatel, T., 2013.** Recherche bibliographique sur les mycoses cutanées (Diplôme études supérieures en biologie). Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.
- **Sofowora, A., 2010.** Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Karthala Editions.

- **Spicer, W.J., 2002.** Pratique clinique en bactériologie, mycologie et parasitologie, Monographies. Lavoisier.
- **Suhr, K.I., Nielsen, P. V., 2003.** Antifungal activity of essential oils evaluated by two different application techniques against rye bread spoilage fungi. *Journal of Applied Microbiology*, Vol 94, N° 4, 665-674. <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2672.2003.01896.x>
- **Sutour, S., 2010.** Etude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de menthe de Corse et de Kumquats (Doctorat en Chimie Organique et Analytique). Corse Pascal Paoli, France.
- **Vanetti, A., 2009.** Mycoses superficielles cutanéomuqueuses et enquête auprès de pharmaciens d'officine (Doctorat en pharmacie). Nantes, France.
- **Weitzman, I., Summerbell, R.C., 1995.** The dermatophytes. *Clinical Microbiology Reviews*, Vol 8, N° 2, 240–259. <https://doi.org/10.1128/CMR.8.2.240>
- **Winckle, R., 2006.** Astro Plantes : Se soigner par les plantes selon son signe astral, Alpen éd.

RESUME

Le présent travail a pour objectif d'étudier les effets des huiles essentielles extraites des plantes sur différents champignons responsables de mycoses et ouvrir une fenêtre à des nouveaux médicaments et traitements antifongiques.

Les résultats obtenus ont montré que dans certains cas les huiles essentielles ont inhibé la croissance du champignon, dans d'autres cas ces champignons sont devenus résistants aux huiles essentielles.

La question qui se pose : « est ce que les champignons ont fait une mutation et ont changé leur code génétique pour résister aux huiles ». Si c'est le cas, comment ce processus est-il fait ?

Cette étude et ces résultats mènent à des nouvelles recherches pour mieux connaître l'interaction entre le champignon avec un traitement.

Mot clés : Dermatophytes, huiles essentielles, extraits, *A. niger*, *T. rubrum*, *T. mentagrophyte*, *Rhizopus sp*, *C. albicans*, *Rhodotorula sp*, activité antifongique.

ABSTRACT

The present work aims to study the effects of essential oils extracted from plants on different fungi responsible for mycosis and open a window to new drugs and antifungal treatments.

The results obtained showed that in some cases the essential oils inhibited the growth of the fungus, in other cases these fungi became resistant to essential oils.

The question is: "Did the fungi mutate and change their genetic code to resist oils?" If so, how is this process done?

This study and these results lead to new research to better understand the interaction between the fungus with a treatment.

Keywords: Dermatophytes, essential oils, extracts, *A. niger*, *T. rubrum*, *T. mentagrophyte*, *Rhizopus sp*, *C. albicans*, *Rhodotorula sp*, antifungal activity.