

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I
Frères Mentouri Constantine I University
Université Frères Mentouri Constantine I

Université Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Ecologie végétale

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا و علم البيئة النباتية

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie et Physiologie Végétale

Spécialité : Biodiversité et Physiologie Végétale

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Evaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles des espèces *Achillea millefolium* L. et *Salvia officinalis* L.

Présenté par : BOUSSALEM Raounek

Le 26/06/2022

Jury d'évaluation :

Encadrant : CHIBANI Salih (MCA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 1 : GHEROUCHA Hocine (Pr - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 2 : ZOGHMAR Meriem (MCB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Année universitaire
2021 - 2022

Remerciements

Louage à Allah le tout puissant

Premièrement, je remercie le bon Dieu, tout puissant qui ne cesse de me protéger et m'avoir donné la force et le courage pour la réalisation de ce travail.

Merci, seigneur de m'accorder la bénédiction à travers mon soutenance.

J'exprime tout d'abord ma profonde gratitude et respectueuse reconnaissance à mon respectable superviseur Dr. CHIBANI Salih pour sa volonté d'accepter de m'encadrer, pour tout le temps qu'il m'a accordé, pour les conseils qu'il m'a prodigué et pour ses directives précieuse durant toute la période de mon travail.

Je tiens à exprimer mes remerciements aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer mon mémoire de fin d'études, Madame ZOGHMAR Meriem et Monsieur, GHEROUCHA Hocine le président du jury.

J'exprime mes vifs remerciements aux doctorantes, BOUKABACHE Meriem et NOUICHI Asma pour leur aide et leur collaboration.

À tous les enseignants de la faculté de biologie de l'université Des Frères Mentouri Constantine.

À tout personne m'a ayant aidé et soutenu tout au long de mon parcours universitaire, j'adresse mes plus sincères remerciements.

DEDICACE

À mes parents, pour leur amour, leur tendresse, leurs sacrifices, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études ;

A Mon très cher père ♥

Autant de mots de phrases et d'expression aussi éloquent soient-ils ne sauraient révéler ou extérioriser ma gratitude et ma reconnaissance, tu as toujours su m'imprégner de valeurs, m'inculquer le sens de la responsabilité, me graver les connaissances et m'imprimer l'optimisme et la confiance en soi face aux difficultés et obstacles de la vie.

Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite, ta patience infinie, ton indulgence et ton encouragement sont pour moi me support constant et le soutien indéfectible que tu as toujours veillé à m'apporter ; je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain, je ferai toujours de mon mieux pour te satisfaire et jamais te décevoir.

Que Dieu le tout puissant te protège, t'accorde santé, aisance, bonheur, sérénité de l'esprit et te préserve de tout mal.

A Ma très chère Mère ♥

Autant de locution aussi suggestives, de phrases aussi évocatrices ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que je ressens pour toi, tu m'as assouvi avec ta tendresse et comblé avec ton aménité tout au long de mon parcours ; tu n'as cessé de me soutenir et de m'aider durant les années de mes études.*

Tu as toujours été présente à mes côtés pour me reconforter quand il fallait.

En ce jour inoubliable pour moi ainsi que pour toi, accueilles ce travail en signe de mon vif aveu et ma profonde considération.

Que Dieu, le tout puissant te donne santé et bonheur, t'offre une longue vie pour que je puisse te combler de joie à mon tour.

A mes frères, Wassim, Raouf et Wail pour leur appui, leur aide et leurs encouragements.

A ma sœur, Soundous, pour ses incitations permanentes et son soutien constant durant tout mon parcours.

♥♥♥ Je vous aime ♥♥♥

Raounek ♥

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

A. millefolium L.: *Achillea Millefolium* L.

CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse

°C : degré Celsius

C : Concentration

cm : centimètre

D : Diamètre

d_t : la croissance diamétrale du témoin

d_T : la croissance diamétrale du champignon en présence d'une concentration d'HE

µl : microlitre

F. oxysporum: *Fusarium oxysporum* f.Sp. *albedinis*

g : gramme

h : heure

HE : Huile essentielle

I_A : Indice d'Acide

I_E : Indice d'Ester

I_S : Indice de Saponification

jr : jour

mm : millimètre

mg : milligramme

mm/h : millimètre par heure

P. glabrum : *Penicillium glabrum*

PDA : Potato Dextrose Agar

P.I.c : pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne

***S. officinalis* L.:** *Salvia officinalis* L.

T : temps

VCM : Vitesse de croissance mycélienne

% : Pourcentage

Liste des figures :

Figure 1 : Photo montrant la plante d'achillée millefeuille

Figure 2 : Les feuilles de l'achillée millefeuille.

Figure 3 : Les fleurs de l'achillée millefeuille.

Figure 4 : Le fruit de l'achillée millefeuille.

Figure 5 : La tige de l'achillée millefeuille.

Figure 6 : La racine de l'achillée millefeuille.

Figure 7 : Carte de répartition géographique mondiale d'*Achillea millefolium* L.

Figure 8 : Photo montrant la plante de sauge officinale

Figure 9 : Les feuilles de la sauge officinale

Figure 10 : Les fleurs de la sauge officinale

Figure 11 : Le fruit de la sauge officinale.

Figure 12 : La tige de la sauge officinale.

Figure 13 : La racine de la sauge officinale

Figure 14 : Carte de répartition géographique mondiale de *Salvia officinalis* L.

Figure 15 : Méthode d'extraction par distillation à la vapeur d'eau

Figure 16 : Méthode d'extraction par hydrodistillation

Figure 17 : Méthode d'extraction par expression à froid

Figure 18 : Méthode d'extraction par micro-onde

Figure 19 : Structure chimique de l'isoprène

Figure 20 : Exemple de structure chimique de mono-terpènes

Figure 21 : Exemple de structure chimique des composés aromatiques dérivés du phénylpropane

Figure 22 : Photo montrant les hyphes septées et les hyphes cœnocytiques

Figure 23 : Observation microscopique du *Fusarium oxysporum* f. Sp. *albedinis*

Figure 24 : Observation microscopique de *Penicillium glabrum*

Figure 25 : Flacons des deux huiles essentielles étudiées

Figure 26 : Photo montrant les deux souches fongiques *F.oxysporum* et *P.glabrum*

Figure 27 : Photos montrant la méthode de contact direct

Figure 28 : Taux d'inhibition des huiles essentielles d'*Achillea millefolium* L. et *Salvia officinalis* L. sur le *F.oxysporum*

Figure 29 : Activité inhibitrice in vitro d'huile essentielle d'*A. millefolium* L. sur la croissance radiale de *F.oxysporum* après 7jours d'incubation sur le milieu PDA

Figure 30 : Activité inhibitrice in vitro d'huile essentielle de *S. officinalis* L. sur la croissance radiale de *F.oxysporum* après 7jours d'incubation sur le milieu PDA

Figure 31 : Taux d'inhibition des huiles essentielles d'*Achillea millefolium* L. et *Salvia officinalis* L. sur le *P.glabrum*

Figure 32 : Activité inhibitrice in vitro d'huile essentielle d'*A. millefolium* L. sur la croissance radiale de *P.glabrum* après 7jours d'incubation sur le milieu PDA

Figure 33 : Activité inhibitrice in vitro d'huile essentielle de *S. officinalis* L. sur la croissance radiale de *P.glabrum* après 7jours d'incubation sur le milieu PDA

Figure 34 : La vitesse de la croissance mycélienne de *F.oxysporum* sous l'effet de différentes concentrations des deux huiles essentielles étudiées

Figure 35 : La vitesse de la croissance mycélienne de *P.glabrum* sous l'effet de différentes concentrations des deux huiles essentielles étudiées

Liste des tableaux

Tableau 1 : Croissance mycélienne du témoin *F.oxysporum* en fonction du temps

Tableau 2 : Croissance mycélienne du témoin *P. glabrum* en fonction du temps

Tableau 3 : Croissance mycélienne de *P. glabrum* le 7^{ème} jour en présence des HE

Tableau 4 : Croissance mycélienne de *F.oxysporum* le 7^{ème} jour en présence des HE

Tableau 5 : Taux d'inhibition et diamètre moyen des thalles exposés à l'HE d'*Achillea millefolium* L.

Tableau 6 : Taux d'inhibition et diamètre moyen des thalles exposés à l'HE de *Salvia officinalis* L.

Tableau 7 : Vitesse de croissance mycélienne du *F.oxysporum*

Tableau 8 : Vitesse de croissance mycélienne du *P. glabrum*

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace	
Liste des Abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	Pages n°
Introduction	01

1^{ère} Partie : Etude Bibliographique

CHAPITRE I : Etude botanique

I.1. Achillée Millefeuille	
I.1.1. Généralités sur la famille <i>Asteraceae</i>	02
I.1.2. Genre d'<i>Achillea</i>	02
I.1.3. Espèce d'<i>Achillea Millefolium</i> L.	03
I.1.4. Etymologie	03
I.1.5. Description botanique d'<i>Achillea Millefolium</i> L.	04
I.1.6. Classification Taxonomique	07
I.1.7. Répartition géographique	07
I.1.8. Principes actifs	08
I.1.9. Propriétés Médicinales	08
I.1.10. Toxicité	08
I.2. La sauge officinale	
I.2.1. Généralités sur la famille <i>Lamiaceae</i>	09
I.2.2. Genre de <i>Salvia</i>	09

I.2.3. Espèce de <i>Salvia officinalis</i> L.	10
I.2.4. Etymologie	10
I.2.5. Description botanique de <i>Salvia officinalis</i> L.	11
I.2.6. Classification Taxonomique	13
I.2.7. Répartition géographique	14
I.2.8. Principes actifs	14
I.2.9. Propriétés Médicinales	14
I.2.10. Toxicité	15

CHAPITRE II : Généralités sur les huiles essentielles

II.1. Historique des huiles essentielles	16
II.2. Définition des huiles essentielles	16
II.3. Localisation des HE dans la plante	17
II.4. Les procédés d'extraction des huiles essentielles	17
• Entraînement à la vapeur d'eau	17
• L'hydro-distillation	18
• Expression à froid	18
• Extraction assistée par micro-onde.....	19
• Autres méthodes	19
II.5. Composition chimique des huiles essentielles	19
a) Les composés terpéniques	20
b) Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane	21
c) Les composés d'origine diverse	21
II.6. Caractérisations des huiles essentielles	21
II. 6.1. Caractéristiques organoleptiques	22
a) L'odeur	22
b) La couleur	22

c) L'aspect	22
II.6.2. Caractéristiques physico-chimiques des HE	22
• Pouvoir rotatoire	22
• Densité relative	22
• Indice de réfraction	23
• Indice de saponification	23
• Indice d'ester	23
III.6.3. Caractéristiques chromatographiques des HE	23
• Chromatographie en phase gazeuse (CPG)	23
• Spectrométrie de masse (SM)	24
• Analyse par couplage CPG-SM	24
II.7. Méthodes d'utilisation des huiles essentielles	25
II.8. Précaution d'emploi des huiles essentielles	25

CHAPITRE III : Les champignons Phytopathogènes

III.1. Définition	26
III.2. Caractères généraux des champignons phytopathogènes	26
III.3. Les champignons phytopathogènes étudiés	27
III.3.1. <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Albidinis</i>.....	27
III.3.2. <i>Penicillium glabrum</i>	28

2^{ème} Partie : Etude Expérimentale

CHAPITRE I : Matériel et Méthodes

I.1. Matériel et Méthodes.....	29
I.1.1. Matériel végétal	29
I.1.2. Matériel fongique	29

I.2. Méthodes	30
I.2.1. Evaluation de la l'activité antifongique	30
I.2.1.1. Préparation de milieu de culture PDA	30
I.2.1.2. Protocole expérimentale	30
I.2.2. Lecture des résultats	31
➤ Détermination de pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne P.I.c	31
➤ Détermination de la vitesse de la croissance mycélienne (VCM)	31

CHAPITRE II : Résultats et discussion

II.1. Résultats et discussion	32
II.1.1. Evaluation de la croissance mycélienne	33
II.1.1.1. Effet d'huile essentielle <i>Achillea millefolium</i> L. sur la croissance mycélienne <i>F.oxysporum</i>.	35
II.1.1.2. Effet d'huile essentielle <i>Salvia officinalis</i> L. sur la croissance mycélienne <i>P. glabrum</i>.	37
II.1.2. Détermination de VCM	39
➤ La VCM du <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albdis</i>	39
➤ La VCM du <i>Penicillium glabrum</i>	40
II.2. Discussion	41
Conclusion et perspectives	42

Références Bibliographiques

Résumé

Introduction

Introduction :

Depuis les temps les plus reculés, nos lointains ancêtres ont cherché dans un monde végétal immense le remède convenable à leur souffrance.

Dès l'origine, l'homme a pu identifier les plantes susceptibles de guérir ou apaiser ses maux,

Dans cette optique primordiale la plante s'adapte à la nature, à son milieu, mais aussi aux maladies. L'homme, c'est en ce sens que la plante peut être médicinale et l'art thérapeutique, un échange du vivant au vivant.

Le traitement des maladies par les plantes médicinales ou phytothérapie, du grec '*Phyton*' qui signifie plante, et '*therapein*' qui signifie soigner, occupe une place importante dans l'art thérapeutique ou médical de notre époque. **(Chabrier, 2010)**

Bon nombre d'habitants de la planète se soignent toujours avec les remèdes naturels même ceux appartenant aux pays industrialisés occidentaux. L'objectif depuis longtemps en phytothérapie est de préserver le plus possible l'intégralité de la plante et de ses composants : racines, tiges, feuilles, fleurs, et consiste à utiliser les plantes médicinales sous diverses formes : tisane, infusion, décoction, poudre, teinture-mère, extrait standardisé, huile essentielle, hydrolat, etc... **(Jortie, 2015)**

Le pouvoir surprenant des plantes médicinales est la polyvalente et la synergie d'action ; par exemple l'huile essentielle de l'achillée millefeuille (*Achillea millefolium* L.) et l'huile essentielle de la sauge officinale (*Salvia officinalis* L.) qui présente notre thème aident toutes deux à réguler le cycle menstruel chez la femme. **(Foury, 2019)**

En conclusion, l'usage des plantes médicinales doit être raisonné puisque même si la plupart d'entre elles agissent en douceur sur l'organisme, la prise spontanée en automédication est très risquée car elle peut entraîner des effets toxiques irrémédiables au potentiel léthal. De ce fait, il faut toujours demander l'avis d'un praticien compétent, un phytothérapeute ou un herboriste averti.

Dans ce travail, j'ai essayé de mettre en évidence l'activité antifongique de deux huiles essentielles achillée millefeuille et la sauge officinale sur la croissance des deux Champignons Phytopathogènes ; *Fusarium oxysporum* f. Sp. *albedinis* et *Penicillium glabrum*.

Champignons Phytopathogènes ; *Fusarium oxysporum* f. Sp. *albedinis* et *Penicillium glabrum*.

Mes travaux de recherche sont subdivisés en deux parties :

- La première partie consiste à une étude bibliographique sur les plantes étudiées, les huiles essentielles et les champignons phytopathogènes.
- La deuxième partie représente l'étude expérimentale et les méthodes analytiques de mon travail, puis les résultats obtenus et leurs discussions.
- Enfin, mon travail est clôturé par une conclusion générale et perspective suivie des références bibliographiques et des annexes.

1^{ère} Partie :

Etude Bibliographique

Chapitre I : *Etude botanique*



I.1 Achillée Millefeuille

I.1.1. Généralités sur la famille *Asteraceae* :

Les Astéracées, (*Asteraceae*) en latin « aster » signifie « étoile », en référence à la forme de l'inflorescence, le mot a été créé par le botaniste MARTINOV en 1820, également appelées « *Compositae* » par GISEKE en 1972. **(kenoufi, 2018)**

Ils sont une famille appartenant aux dicotylédones, c'est l'une des plus importantes familles d'angiospermes et contient plus de 1500 genres et plus de 25000 espèces. **(Harkati, 2011)**

Cette famille se reconnaît par la forme de ses " fleurs " qui sont en réalité des ensembles de toutes petites fleurs formant des inflorescences que l'on nomme : capitule, cette famille présente des caractères morphologiques divers ; ces fleurs minuscules peuvent être en forme de tube (fleurs tubulées) ou de languette (fleurs ligulées) et ces deux formes peuvent cohabiter comme chez l'achillée millefeuille : fleurs tubulées au centre et fleurs ligulées à la périphérie du capitule.

Certaines espèces des Astéracées ont des vertus médicinales depuis l'Antiquité en raison de leurs grands avantages. **(Turkati, 2014)**

I.1.2. Genre d'*Achillea* :

Le genre *Achillea* comprend environ 90 espèces de plantes dicotylédones appartenant à la famille des Astéracées qui poussent généralement dans les régions tempérées d'Europe et d'Asie. Le nom « *Achillea* » vient du grec Akhileios.

Ce sont des plantes herbacées qui forment des rhizomes vivaces à feuilles caduques dont la hauteur varie de 50 cm à 1,20 m. elles sont très rustiques, coriaces et résistantes avec des feuilles principalement aromatiques. Leurs inflorescences sont des capitules composés d'une fleur centrale, d'un hermaphrodite tubulaire, et d'une fleur périphérique d'une ligature unisexuée femelle. Les couleurs vont du blanc, jaune et rose.

Dans la plupart des cas les ligules sont de couleur blanche, et les capitules de tant de fleurs sont reliés en une forme coronale et leurs fruits sont de petits akènes. **(Quelleestcetteplante.fr, 2021)**

I.1.3. Espèce de *Achillea Millefolium* L. :

Achillea millefolium L. (Achillée millefeuille) est une espèce du genre *Achillea* et appartient à la famille des *Asteraceae* (Astéracées), c'est une plante aromatique aux feuilles finement ciselées et aux petites fleurs blanches en ombelles, c'est une plante originaire d'Europe et ses propriétés médicinales sont connues depuis l'Antiquité. Autrefois, l'achillée millefeuille était utilisée pour arrêter les hémorragies causées par les blessures (la guerre de Troie.) L'achillée millefeuille était autrefois appelée " saigne-nez, herbe aux charpentiers, herbe aux couronnes, herbe aux militaires, sourcil de Vénus ... ". (Larouse, 2001)

C'est une jolie plante vivace, très appréciée pour son feuillage mais aussi pour ses propriétés médicinales ; tonique, stimulante, hémostatique, antispasmodique, et également efficace contre le rhume des foins et la grippe, elle a une palette de couleurs qui part du jaune en allant vers le rose ou le blanc ! (Jardiner Malin, 2022)



Fig. (1) : Photo montrant la plante d'achillée millefeuille (Christophe, 2019)

I.1.4. Etymologie :

L'achillée millefeuille connue depuis des temps très anciens comme une herbe sacrée, et c'est au héros grec Achille que revient pour la première fois l'usage de ses propriétés cicatrisantes pour soigner les blessures d'armes de ses compagnons, pendant la guerre de Troie. (Gilbert, 1999)

D'après Pline, le nom *Achillea* vient d'Achille qui se servait de la plante pour soigner les blessures connue depuis l'Antiquité en médecine grecque. Discorde (Ier siècle) la recommande contre les plaies saignantes et les ulcères récents ou anciens.

Au Moyen Age, Saine Hildegarde (XIIe siècle) vante ses effets contre les troubles de la menstruation et les saignements de nez, d'où son nom de « saigne-nez ».

Cazin (XIXe siècle) rapporte qu'on attribuait à l'achillée millefeuille des indications très diversifiées : dans les hémorragies, les hémorroïdes, les aménorrhées, les troubles nerveux et les fièvres intermittentes. C'est un remède tonique, astringent et sédatif. La médecine populaire lui reconnaît des effets cicatrisants et l'appelle l'herbe à la coupure ou l'herbe aux charpentiers. (Jacques, 2018)

I.1.5. Description botanique d'*Achillea Millefolium L.* :

C'est une plante vivace, et très aromatique qui peut atteindre une hauteur de 30 à 60 cm, ses feuilles sont très divisées et leur longueur varie entre 3 à 15 cm.

Les fleurs sont des capitules mesurant environ 5 mm de diamètre et a généralement des fleurons tubulaires au centre et des fleurons ligulés en périphérie.

Les capitules sont disposés en inflorescences aplaties, généralement blancs, mais ils peuvent aussi être roses, jaunes et dans certains cas, rouges. Les fleurs auto-incompatibles sont polonisées par les insectes. Les "graines" sont en fait des fruits secs fermés (akènes) d'environ 2 mm de long et mûrissent en août à septembre contrairement à de nombreux fruits composés, les fruits de l'achillée millefeuille n'ont pas de Pappus (poils qui agissent comme un parachute et favorisent la dispersion par le vent) comme de nombreux fruits et graines sans adaptations particulières. Les fruits de l'achillée se dispersent de diverses manières.

Dans les climats froids, les achillées hivernent sous forme de rosettes dormantes. La plante se multiplie également à travers ses rhizomes qui forment un système étendu et très ramifié. (Small & Catling, 2000)

- **Nomenclature et habitat :**

« Millefeuille, saigne-nez, herbe aux charpentiers, herbe aux militaires, herbe de Saint Jean... », Plante vivace qui pousse en colonies dans les champs, les lieux incultes et en bordure des chemins ; on peut la cultiver dans son jardin en terre légère en faisant un semis de printemps. (Gilbert, 1999)

- **Parfum de fleurs :** Odeur aromatique forte

- **Floraison :** Elle fleurit de juin à septembre.

- **Couleur :** Une fleur aux couleurs changeantes du jaune a blanc puis eu rose cerise.

- **Feuilles** : Les feuilles de l'achillée sont très caractéristiques et facilitent son identification. Elles sont alternes, étroites, sessiles et disséquées (divisées en multiples fins segments). L'ensemble du feuillage est soyeux, plumeux et aromatique. Les feuilles sont parfois recouvertes de poils fins. (**Fleurs sauvages du québec, 2022**)



Fig. (2) : Les feuilles de l'achillée millefeuille (**Christophe, 2019**)

- **Fleurs** : Les capitules (fleurs) d'Achillée millefeuille regroupés en ombelles plates de 5 à 10 cm de large. Chaque capitule a 4-6 rayons blancs ou légèrement rosés (fleurs ligulées) avec des encoches à ses extrémités créant trois points ronds. Les fleurs blanches ou crème (fleurs tubulaires) sont regroupées au centre de capitule. (**Fleurs sauvages du québec, 2022**)



Fig. (3) : Les fleurs de l'achillée millefeuille (**Christophe, 2019**)

- **Fruit** : Le fruit de l'*Achillea Millefolium* est un akène (fruit sec), sa longueur varie de 2 à mm. (**Fleurs sauvages du québec, 2022**)



Fig. (4) : Le fruit de l'achillée millefeuille (**Montain hedgewitch, 2019**)

- **Tige** : La tige de l'achillée millefeuille peut atteindre une hauteur jusqu'à 70 cm, et elle est couverte de fins poils laineux. (**Fleurs sauvages du québec, 2022**)



Fig. (5) : La tige de l'achillée millefeuille (**Christophe, 2019**)

- **Racines** : Elles possèdent un rhizome rampant brun-pale émettant des stolons. (**Viagallica, 2022**)



Fig. (6) : La racine de l'achillée millefeuille (**Christophe, 2019**)

I.1.6. Classification taxonomique :

Classification phylogénétique APG III		Classification de Cronquist	
Règne	Archéplastides	Règne	Plantae
Clade	Angiospermes	Sous-règne	Viridiplantae
Clade	Dicotylédones vraies	Division	Magnoliophyta
Clade	Noyau des Dicotylédones vraies	Classe	Magnoliopsida
Clade	Astéridées	Sous-classe	Astérides
Clade	Campanulidées	Ordre	Asterales
Ordre	Asterales	Famille	Astéracées
Famille	Astéracées	Genre	<i>Achillea</i>
Sous-famille	Astéroïdées	Espèce	<i>Achillea Millefolium L.</i>
Genre	<i>Achillea</i>		
Espèce	<i>Achillea Millefolium L.</i>		

I.1.7. Répartition géographique :

L'achillée est originaire non seulement d'Europe et dans le nord de l'Eurasie, mais aussi en Amérique du Nord. Récemment introduit dans l'hémisphère sud, elle est a priori inexistante dans la majeure partie de la péninsule arabique et très rare du continent africain.

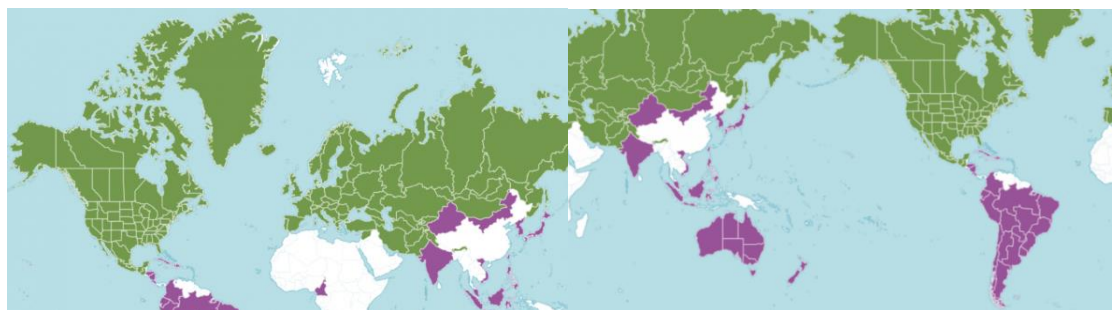


Fig. (7) : Carte de répartition géographique mondiale d'*Achillea millefolium L.*, (en vert : indigène, en violet, introduite). (Botanik, 2019)

I.1.8. Principes actifs :

La plante essentiellement contient du calcium, du phosphore, du potassium, des résines, des tanins, des acides organiques (réputés pour combattre l'angoisse), des alcaloïdes et une huile essentielle contenant entre autres 6 à 9 % d'azulène. (Chavanne, 2012)

I.1.9. Propriétés Médicinales :

C'est une plante très connue depuis l'Antiquité dotée de multiples propriétés thérapeutiques anti-inflammatoires (rôle des flavonoïdes), détoxifiantes (neutralise les toxines qui agressent l'organisme) antispasmodiques et décongestionnantes (agit contre les douleurs du tube digestif), hémostatiques (agit par la présence des tanins), cholagogues, eupeptiques et cholérétiques (stimule la sécrétion des sucs digestifs) et emménagogues (augmente le flux menstruel et lutte contre les irrégularités et douleurs des règles) (Verbois, 2015)

Il a été également démontré que l'achillée millefeuille soulage les douleurs de l'arthrite et des rhumatismes et favorise la circulation sanguine dans tout l'organisme. Elle peut se prendre par voie interne sous diverses formes : infusion, décoction, poudre, teinture-mère ou encore par voie externe en bain de siège. (Notamment en cas de douleurs menstruelles ou d'hémorroïde) et en cataplasme pour son effet antiprurigineux. (Fleurus, 2019)

I.1.10. Toxicité :

Son utilisation est contre-indiquée pendant la grossesse et l'allaitement, ainsi que chez les enfants. En application externe, elle peut également se révéler allergisante. (Fleurus, 2019)

I.2. Sauge officinale

I.2.1. Généralités sur la famille *Lamiaceae* :

Les lamiacées encore parfois appelées Labiées dérivent du nom latin « labium » qui signifie « lèvre », en raison de la forme particulière des corolles (**Mahfouf , 2018**)

C'est un mot créé par le botaniste français Antoine Laurent en 1748 actuellement nommée Lamiacées (*Lamiaceae*) d'après le botaniste russe Ivan Ivanovic Martinov en 1820. (**Adjoudj, 2019**)

Ce sont le plus souvent des plantes herbacées, annuelles ou vivaces aromatiques, des sous-arbrisseaux et rarement des arbres ou des lianes.

C'est une famille très homogène et facile à reconnaître, l'une des importantes familles des plantes angiospermes dicotylédones, elle contient près de 7000 espèces et 236 genres répartis sur tous les continents.

Ce sont des plantes odorantes et herbacées à tige quadrangulaire, des feuilles opposées deux à deux, des fleurs irrégulières et racine pivotante ramifiée. Cette famille est une source importante d'huiles essentielles pour l'aromathérapie, la parfumerie et l'industrie des cosmétiques (**Abedini, 2013**)

I.2.2. Genre de *Salvia* :

Le genre *Salvia* (Sauge), a été décrit pour la première fois en 1753 par Carl Von Linné, englobe plusieurs espèces de sauge qui sont connues pour leurs propriétés médicinales, spirituelles, et aromatisants depuis l'aube de l'humanité.

Le genre de *Salvia* fait partie des genres les plus importants de la famille des lamiacées, et comprend plus de 900 espèces végétales dicotylédones dont plusieurs sont utilisées en médecine traditionnelle à travers le monde originaires des zones tempérées, subtropicales et tropicales. On les trouve particulièrement sur les sols bien drainés et ensoleillés. (**Kerkoub, 2021**)

Le genre *Salvia* est très utilisé en pharmacopée traditionnelle, divers usages thérapeutiques sont connus depuis l'Antiquité et ont été validés par des tests biologiques appropriés. (**Hammoudi , 2015**)

I.2.3. Espèce de *Salvia officinalis* L. :

Salvia officinalis L., la sauge ou « herbe sacrée » c'est une plante vivace semi-arbustive, très connue depuis l'aube de l'humanité pour ses vertus médicales, elle prospère de manière spontanée dans tout le bassin méditerranéen et affectionne les coteaux rocailloux. (Jacques, 2018)

C'est un sous-arbrisseau de 20 à 70 cm de haut à feuilles persistantes de 5 à 8 cm de longueur, qui se présente sous la forme d'un petit buisson très touffu de couleur vert blanchâtre ; opposées, lancéolées, duveteuse. Les fleurs disposées en verticilles au bout des tiges qui donnent une très délicate corolle en bleu-violet. (Gilbert, 1999)

Avec une tige carrée, des racines brunâtres et fibreuses et les fruits sont des tetrakènes.



Fig. (8) : Photo montrant la plante de sauge officinale (Christophe, 2019)

I.2.4. Etymologie :

La sauge officinale, symbole du principe féminin, qui tire son nom du latin *Salvare*, qui signifie ; guérir.

Pline, Dioscoride et Galien, la décrivent sous le nom de *Salvia*, également connu sous le nom d'herbe sacrée, thé d'Europe, thé de France ou thé de Grèce.

Célébrée depuis l'Antiquité pour ses nombreuses vertus, la première mention de la sauge apparaît dans le papyrus Ebers où elle est indiquée comme remède aux démangeaisons, elle a été considérée comme une plante médicinale par excellence en phytothérapie, déjà en Egypte ancienne pour ses propriétés antiseptiques, puis chez les Romains pour devenir l'herbe sacrée, une véritable panacée ! (Gilbert, 1999)

I.2.5. Description botanique :

La sauge officinale est une plante très ramifiée, semi-arbuste qui atteint de 70 à 80 cm, très ramifié, à la souche et aux tiges ligneuses. La tige est quadrangulaire et les jeunes pousses velues.

Les feuilles sont opposées, ovales, aux dents arrondies, épaisses mais molles, avec de nombreuses nervures formant un réseau. De couleur vert gris pâle, elles sont couvertes d'un fin duvet qui leur donne un aspect velouté au toucher, surtout les jeunes pousses. Les feuilles sont persistantes, mais tombent si l'hiver est très froid. Les fleurs sont groupées par trois à six à l'extrémité des rameaux. L'ensemble forme de grands épis bleu-violet ou rosés. (Chavanne, 2012)

- **Nomenclature et habitat** : la sauge officinale, Grande sauge, Salé, Savé, herbe sacrée, thé de Grèce, thé de France, thé d'Europe, toute bonne, elle pousse en Provence sur les collines sèche et bien ensoleillées, dans la garrigue au milieu Des pierres et préfère les terrains calcaires. On la rencontre aussi dans les ruines et au pied des vieux murs, c'est là qu'il faut la cultiver au jardin. (Gilbert, 1999)
- **Parfum de fleurs** : Odeur aromatique assez forte
- **Floraison** : de mai à septembre
- **Couleur** : Les jolies fleurs de couleur bleu-violet, rosé ou bleu lilas.
- **Feuilles** : Les feuilles de la sauge sont épaisses, velues sur les deux faces, opposées et de couleur gris-vert. Elles ont un long pétiole en bas et sont presque sessiles dans le haut ; elles ont un limbe allongé, ovale, une base en coin pour les feuilles inférieures, arrondie pour les autres, une extrémité obtuse, un bord dentelé et une surface à la fois rugueuse et soyeuse. (Bio-enligne.com, 2017)



Fig. (9) : Les feuilles de La sauge officinale. (Florealpes, 2004)

- **Fleurs** : Les fleurs, réunies en verticilles, ont un calice tubuleux bilobé et une corolle de forme analogue. Elles sont longues de 20 à 25 cm et d'une couleur bleu violacé ou rose. (Bio-enligne.com, 2017)



Fig. (10) : Les fleurs de la sauge officinale. (Florealpes, 2004)

- **Fruit** : Le fruit est constitué de quatre akènes bruns, ovoïdes et globuleux. (Bio-enligne.com, 2017)



Fig. (11) : Le fruit de la sauge officinale. (<https://docplayer.fr>)

- **Tiges** : Les tiges sont lignifiées dans leurs parties inférieures et herbacées dans leurs parties supérieures. Elles sont dressées, duveteuses et à sections quadrangulaires.



Fig. (12) : La tige de la sauge officinale. (Bio-enligne.com, 2017)

- **Racines** : La racine de la sauge officinale est brunâtre et fibreuse.



Fig. (13) : La racine de la sauge officinale. (www.droguevegetale.fr, 2022)

I.2.6. Classification taxonomique :

Classification phylogénétique APG III		Classification de Cronquist	
Règne	Archéplastides	Règne	Plantae
Clade	Angiospermes	Sous-règne	Viridiplantae
Clade	Dicotylédones vraies	Division	Magnoliophyta
Clade	Noyau des Dicotylédones vraies	Classe	Magnoliopsida
Clade	Astéridées	Sous-classe	Astéridées
Clade	Lamiidées	Ordre	Lamiales
Ordre	Lamiales	Famille	Lamiacées
Famille	Lamiacées	Genre	<i>Salvia</i>
Sous-famille	Népétoïdées	Espèce	<i>Salvia officinalis</i> L.
Genre	<i>Salvia</i>		
Espèce	<i>Salvia officinalis</i> L.		

I.2.7. Répartition géographique :

La sauge officinale pousse en Europe (surtout l'Europe de l'Est, en Amérique du Nord, en Asie et en Afrique du Nord.

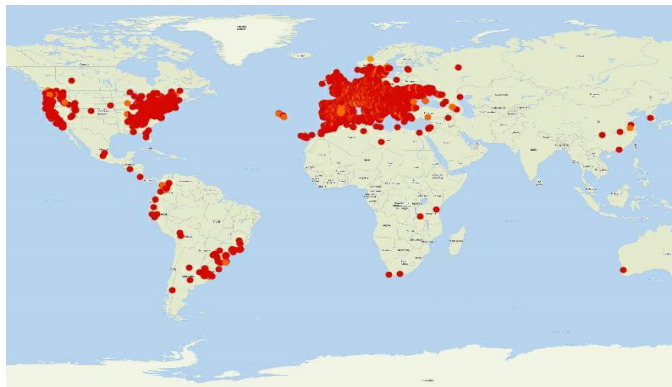


Fig. (14) : Carte de Répartition géographique de *Salvia officinalis* L. (INPN, 2022)

I.2.8. Principes actifs :

La sauge officinale contient des polyphénols : flavonoïdes (1 à 3%) et acides-phénols (acide caféique, acide chlorogénique, acide rosmarinique, etc.) Sont à l'origine de ses effets antispasmodique et cholérétique, un acide diterpénique qui lui donne ses propriétés bactéricides, un principe amer, une huile essentielle, ainsi qu'un tanin responsable de son action astringente. (Chavanne, 2012)

I.2.9. Propriétés médicinales :

« Qui a de la sauge dans son jardin n'a pas besoin de médecin » !

Au moins, c'est clair ; la sauge officinale appelée « toute bonne » c'est assurément l'une des plantes médicinales les plus importantes d'après son nom latin (*Salvia officinalis*) vient de *Salvare*, qui signifie « sauver » est celle qui « guérir tout ». Dotée de nombreuses propriétés médicinales et aromatiques ; Antiseptique, astringente et apaisante, elle peut par exemple être utilisée pour soigner les plaies et les démangeaisons, elle est également très efficace pour soulager les maux de gorge, les gingivites ou encore les aphtes, sous forme de gargarisme. En tisane, elle a des vertus digestives et antispasmodiques : idéale donc pour soulager les digestions lentes, les crampes d'estomac ou encore les douleurs intestinales.

En raison de ses propriétés tonifiantes, elle est aussi particulièrement recommandée en cas d'hypotension, de fatigue, d'asthénie, d'état dépressif ; d'ailleurs reconnue comme un remède aux blessures morales, elle apporte la paix et la tranquillité à l'esprit et purifie les pensées. La sauge est aussi bien connue pour son action hormonale : c'est la grande alliée des femmes.

Elle permet de réguler le cycle menstruel et de prévenir les désagréments liés au syndrome prémenstruel, et également un excellent remède lors de la ménopause : elle apaise les bouffées de chaleur et régule la transpiration, avant tout c'est une plante féminine !

Cette plante peut aussi être utilisée en cosmétique, notamment pour le soin des cheveux : elle prévient les pellicules et apporte de la brillance aux cheveux. (**Fleurus, 2019**)

I.2.10. Toxicité :

Ne pas utiliser pendant la grossesse car c'est un excellent tonique utérin. Les sels de fer sont Incompatibles avec la sauge. Elle peut être toxique à forte dose selon les personnes. (**Verbois, 2015**)

Chapitre II :
Généralités sur les huiles
essentielles



II.1. Historique des huiles essentielles :

Les plantes médicinales ont une histoire, la mention « Arômes » est présente, pour des usages religieux, cosmétiques, mais aussi thérapeutiques dans toutes les civilisations de l'antiquité (égyptienne, babylonienne, indienne, chinoise, grecque, romaine, aztèque... etc.), en témoignent les plus anciens formulaires pharmaceutiques des pharaons ; le papyrus égyptien, répertoriant des milliers de plantes pour leurs vertus thérapeutiques et cosmétiques ayant même servi à la conservation des momies. Les tablettes babyloniennes en Mésopotamie ainsi que la collection d'Hippocrate et ses disciples contenant plus de 24 volumes de manuscrit sur de nombreux végétaux Méditerranées et leurs utilisations pratiques. **(Lardry & Haberkorn, 2006)**

Après ces périodes très reculées, les Arabes découvrent la distillation des huiles essentielles à la vapeur d'eau grâce aux premiers travaux d'Avicenne (Ibn Sina) père de la médecine antique, médecin érudit, philosophe et auteur du monumental *Canon de la médecine*, il fut le premier à distiller à la vapeur d'eau et produit la première huile essentielle pure : *rosa centifolia*.

Et entré dans l'histoire comme l'inventeur de l'alambic et de la méthode d'extraction par distillation à la vapeur, base de l'obtention des huiles essentielles, et donc de l'aromathérapie. **(Alloun , 2013)**

Le pouvoir des huiles essentielles est connu depuis des siècles, et ont un avenir radieux dans la médecine, la pharmacie, la cosmétologie et le domaine de la parfumerie contemporaine.

II.2. Définition des huiles essentielles :

Ce sont des essences huileuses, volatiles, d'odeur et de saveurs généralement fortes, extraites à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, par différentes techniques d'extraction.

Selon La norme française AFNOR NF T75-006 définit l'huile essentielle comme : « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, et qui sont séparés de la phase aqueuse par procédés physiques » **(Lamamra , 2018)**

II.3. Localisation et structure histologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont produites par diverses structures spécialement différenciées, et sont localisées dans le cytoplasme de certaines cellules végétales sécrétrices qui se situent dans un ou plusieurs organes de la plante, à savoir :

- Les poils sécrétrices ou trichomes
- Les cellules épidermiques
- Les cellules sécrétrices internes
- Les poches sécrétrices. (Besombes, 2008)

II.4. Les procédés d'extraction des huiles essentielles :

Il y a plusieurs techniques d'extraction des HE, variables, selon la partie du végétal traitée (feuille, fleur, bois, graine ou fruit, racine ou rhizome), à l'état frais ou à l'état sec, selon sa fragilité de la plante utilisée, et selon ses caractéristiques botaniques :

II.4.1. Entraînement à la vapeur d'eau :

Cette méthode d'extraction est connue depuis le début de l'utilisation des huiles essentielles et c'est encore aujourd'hui la plus utilisée. Dans ce procédé, on fait passer de la vapeur d'eau à basse pression dans une cuve où sont placées les plantes aromatiques. La vapeur d'eau se charge alors des arômes contenus dans la plante, puis est envoyée dans un serpentin réfrigéré à l'eau froide pour que la vapeur se condense et devienne liquide. À la sortie, on sépare l'huile essentielle et l'huile florale dans un "Essencier" par différence de densité. (Séguart, 2016)

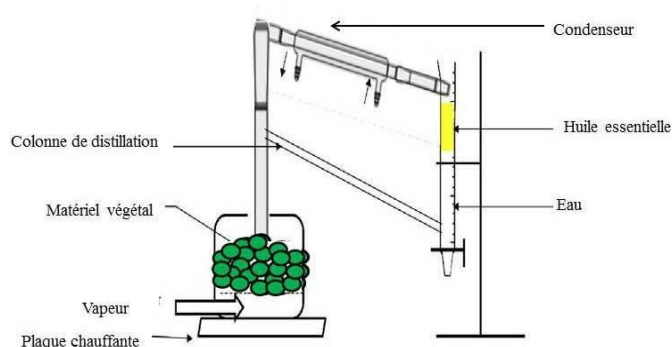


Fig. (15) : Méthode d'extraction par distillation à la vapeur d'eau (Mnayer, 2014)

II.4.2. Extraction par hydro-distillation :

Son principe généralement consiste à immerger la matière végétale dans un bain d'eau, ensuite l'ensemble est porté à ébullition sous pression atmosphérique. La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Durant l'hydro-distillation, l'eau bouillante pénètre dans les cellules végétales et solubilise une partie de l'huile essentielle contenue dans les cellules de la plante. La solution aqueuse chargée de composés volatils, diffuse ensuite à travers le tissu de l'organe végétale vers la surface extérieure où l'huile essentielle sera vaporisée. (Mnayer, 2014)

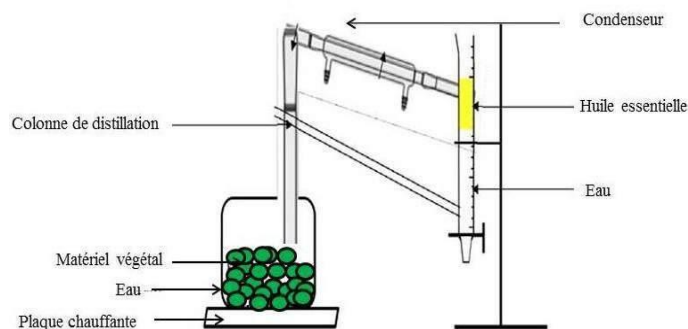


Fig. (16) : Méthode d'extraction par hydro-distillation (Mnayer, 2014)

II.4.3. Expression à froid :

Cette méthode, utilisée uniquement pour les agrumes, consiste à extraire les poches d'essences situées dans la peau des agrumes. On presse alors les grumes pour que les zestes libèrent leurs essences. Notez que pour cette méthode, le produit ainsi obtenu ne s'appelle pas huiles essentielles, mais tout simplement "essence". Cette nuance dans l'appellation s'explique par le fait qu'aucune modification biochimique n'a eu lieu pendant le processus d'extraction. (Séguart, 2016)

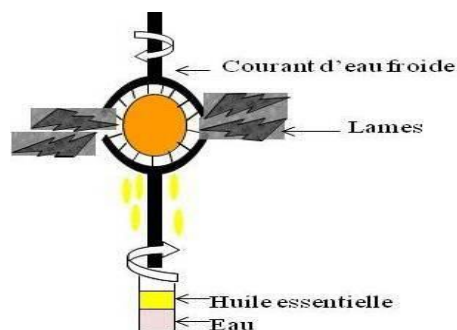


Fig. (17) : Extraction par expression à froid (Mnayer, 2014)

II.4.4. Extraction assistée par micro-onde :

Cette méthode est réalisée en introduisant le réacteur contenant la matière végétale (avec ou sans eau) est inséré dans un four à micro-ondes. L'avantage essentiel de ce procédé est de réduire considérablement la durée de distillation (ramenée à quelques minutes) et augmente le rendement d'extrait. (Duval, 2012)

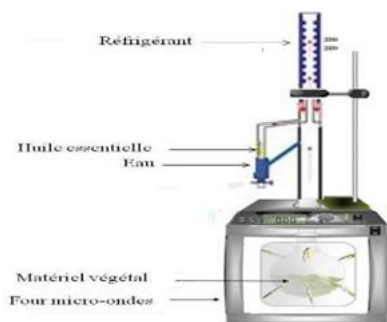


Fig. (18) : Extraction par micro-onde (Mnayer, 2014)

➤ Autres méthodes :

- Extraction par solvants
- Extraction par ultrasons
- Hydro-diffusion
- L'enfleurage
- Extraction par Co2 supercritique

II.5. Composition chimique des huiles essentielles :

La composition d'une huile essentielle est très variable et complexe de différents composés chimiques, formant des solutions homogènes.

Ce sont des différentes combinaisons de molécules qui donnent des propriétés si particulières aux huiles essentielles et qui sont responsables de leur odeur caractéristiques. (Séguart, 2016).

D'une façon générale les composants majoritaires des huiles essentielles appartiennent principalement à trois catégories de composés, on retrouve : terpéniques, aromatiques et diverses. (Samate, 2002)

II.5.1. 1 Les composés terpéniques :

Les composés terpéniques sont les molécules les plus fréquemment rencontrés dans les HE, les terpènes sont des hydrocarbures composés issus du couplage de plusieurs unités « isopréniques ». Ce sont des polymères de l'isoprène de formule brute (C_5H_8), de structures très diverses (acycliques, monocycliques, bicycliques,...), soit deux unités pour les monoterpènes ($C_{10}H_{16}$) et trois pour les sesquiterpènes ($C_{15}H_{24}$), exceptionnellement, quelques diterpènes ($C_{20}H_{32}$) peuvent se retrouver dans les huiles essentielles. (Piochon, 2008)

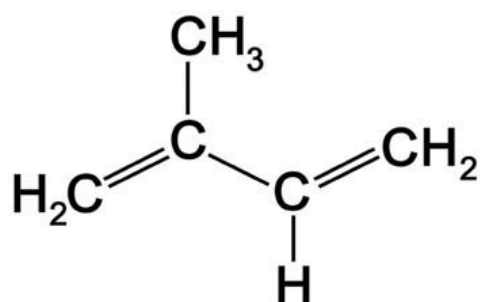


Fig. (19) : Structure chimique de l'isoprène (Laurent, 2017)

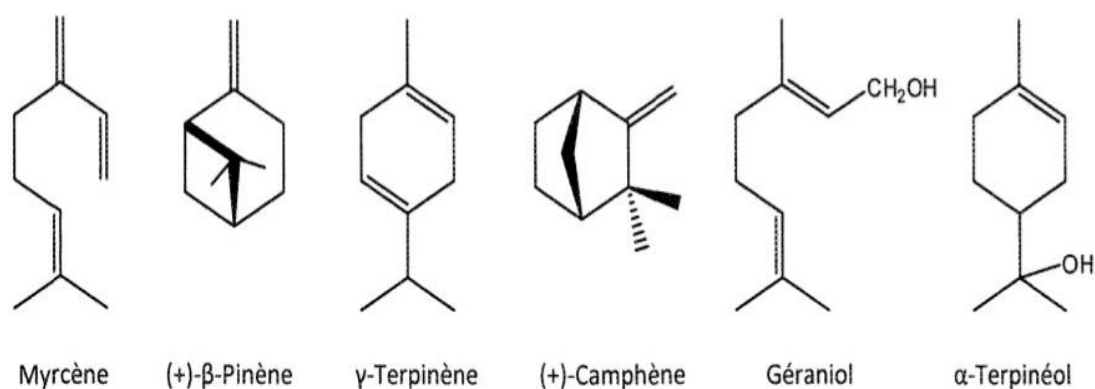


Fig. (20) : Exemples de structures de monoterpènes (Piochon, 2008)

II.5.2. Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane :

Les composés aromatiques des huiles essentielles sont principalement des dérivés du phénylpropane C₆ - C₃, ils sont moins fréquents que les terpènes.

Ce groupe comporte des composés odorants bien connus comme la vanilline, l'eugénole, l'anéthole et bien d'autres. Ils sont fréquemment rencontrés dans les huiles essentielles de famille des Apiaceae.

(Piochon, 2008)

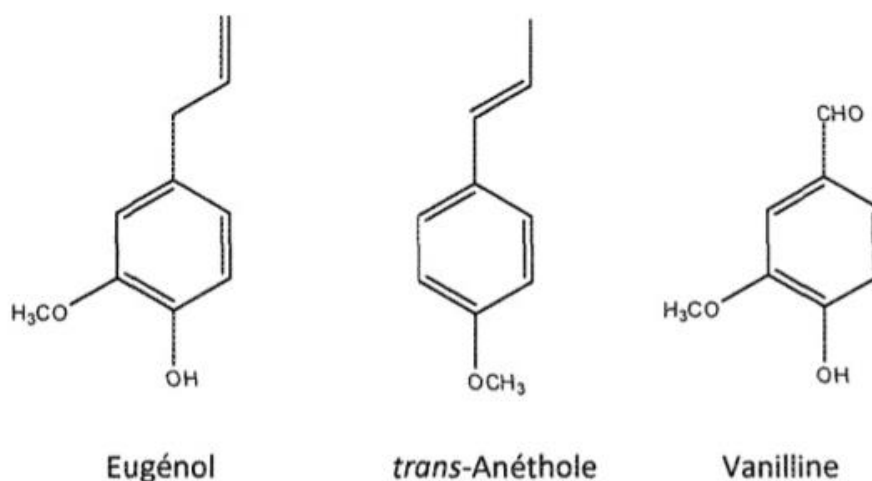


Fig. (21) : Exemples de structures des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Piochon, 2008)

II.5.3. Composés d'origine diverse :

En générale, ils sont de faibles poids moléculaire, entraînés lors de l'hydro-distillation, sont des hydrocarbures aliphatiques à chaîne linéaire ou ramifiée porteurs de différentes fonctions. (Hessas & Simoud, 2018)

II.6. Caractérisations des huiles essentielles :

L'utilisation des huiles essentielles dans divers domaines (Industrie agro-alimentaire, Industrie chimique, pharmacie, parfumerie et cosmétologie...) nous amène à vérifier leurs critères de qualité :

- Des origines géographiques

- De l'espèce botanique (la dénomination latine plus précise permet d'éviter les confusions) et de l'organe producteur (feuilles, fleurs, fruits, écorces...)
- Des caractéristiques organoleptiques (Aspect, odeur, couleur)
- Des caractéristiques physico-chimiques (densité, indice de réfraction, et indice d'acide)
- Du profil chromatographique, véritable « empreinte digitale » de l'huile essentielle permettant de connaître précisément sa composition et de vérifier sa spécificité biochimique ou hémotype

II.6.1. Caractéristiques organoleptiques :

Chaque HE est caractérisé par ces caractéristiques organoleptiques telles que l'odeur, la couleur et l'aspect

a) L'odeur :

L'odeur agréable, aromatique. Pour la saveur, elle peut être douce, piquante, caractéristique, fruité, fraîche. (Hessas & Simoud, 2018)

b) La couleur :

La plupart d'entre elles sont incolores ou jaune pâle lorsqu'elles viennent d'être préparées à l'exception des essences à azulènes qui sont bleues (ex : l'huile essentielle d'Achillée millefeuille). (Hessas & Simoud, 2018)

c) L'aspect :

L'aspect d'une huile essentielle lipophile volatiles et n'ont pas le toucher gras et onctueux, ce qui les différencie des huiles fixes. (Hessas & Simoud, 2018)

II.6.2. Caractéristiques physico-chimiques :

➤ Pouvoir rotatoire :

C'est une propriété des molécules chirales, celles-ci ont la propriété de dévier le vecteur d'un faisceau lumineux les traversant. Il est mesuré à l'aide d'un polarimètre. Les huiles essentielles sont le plus souvent optiquement actives. (Hessas & Simoud, 2018)

➤ Densité relative :

Elle représente le rapport de la masse d'un volume de liquide (HE pour notre cas) par la masse du même volume d'eau. Elle est sans unité et varie en fonction de la température. La densité relative est mesurée par deux appareils : le densimètre et le pycnomètre. La densité des HE est en général inférieure à celle de l'eau à l'exception des HE de saffran, de cannelle et de girofle (Hessas & Simoud, 2018)

➤ **Indice de réfraction :**

C'est une grandeur sans dimension, caractéristique d'un milieu, décrivant le comportement de la lumière dans celui-ci ; Il est mesuré couramment par le réfractomètre d'Abbe. La détermination de l'indice de réfraction pour une huile essentielle permet seulement de vérifier si elle est conforme aux normes établies.

Les HE ont souvent un indice de réfraction élevé (1,45-1,56) (**Hessas & Simoud, 2018**)

➤ **Indice d'acide :**

I_A est le nombre de milligramme (mg) de potasse nécessaire pour neutraliser les acides libres contenus dans 1 gramme (g) d'HE. (**Hessas & Simoud, 2018**)

➤ **Indice de saponification :**

I_s est le nombre de milligramme (mg) d'hydroxyde de potassium nécessaire pour neutraliser les acides libres et saponifier les acides estérifiés contenus dans un gramme d'HE. (**Hessas & Simoud, 2018**)

➤ **Indice d'ester :**

I_E est le nombre de milligramme de potasse nécessaire pour saponifier les esters présents dans 1 gramme d'HE. (**Hessas & Simoud, 2018**)

II.7. Caractérisation chromatographique des huiles essentielles :

Ces méthodes consistent en l'utilisation des techniques de séparation et d'analyse des structures chimiques :

II.7.1. Chromatographie en phase gazeuse (CPG) :

La chromatographie en phase gazeuse est une technique de séparation des produits volatils ou semi-volatils. Cependant certains produits non volatils peuvent être séparés par la CG en les transformant, par réactions chimiques, en dérivés volatils. La phase mobile de la CG est un gaz neutre (le gaz porteur ou gaz vecteur) et ne joue aucun rôle dans les mécanismes de la séparation.

Généralement l'hélium, l'hydrogène ou l'azote sont utilisés comme phase mobile (**Bouhajib, 1992**)

II.7.2. Spectrométrie de masse (SM) :

Cette technique permet l'identification de molécules d'intérêt par transformation des molécules en ions, pour analyser un composé par la spectrométrie de masse, il faut d'abord passer par une étape très importante : l'étape d'ionisation. Les molécules à étudier étant neutres en solution, elles doivent donc porter une charge positive ou négative. (Passer en phase gazeuse puis de les ioniser dans une source d'ionisation) **(Mejean, 2014)**

Cette technique se compose de divers éléments :

- La source d'ions
- Analyseur en masse
- Détection
- Traitement du signal ou l'enregistreur.

La source permet l'ionisation de l'échantillon à analyser et le transfert des ions vers l'analyseur de l'instrument, ce dernier va séparer ces ions en fonction de leur rapport m/z dont (m) représente la masse du composé et (z) son nombre de charge. Ensuite, le détecteur collecte les ions en sortie de l'analyseur pour une conversion du courant ionique en courant électrique

Enfin, l'enregistreur permet de traiter le signal et de convertir les informations en spectres de masse et/ou en chromatogrammes lors d'un couplage avec une technique chromatographique CG-MS. **(Elmrabet, 2008)**

II.7.3. Analyse par couplage CPG-SM :

Le premier couplage CG/SM fut réalisé en 1957 par HOLMES⁵⁰ en Suède ; En effet la CG et la SM sont deux techniques analytiques compatibles dans la mesure où elles analysent toutes deux des composés à l'état gazeux. **(Bouhajib, 1992).**

La technique consiste à injecter une solution d'huile essentielle dans une colonne, pour l'identification des informations sur la nature et la structure de la molécule qui les a produits. **(Samate, 2002)**

II.8. Méthodes d'utilisation des huiles essentielles :

Les modes d'utilisation des huiles essentielles sont très divers, chaque huile essentielle peut avoir un ou plusieurs modes d'utilisation plus adaptés selon sa composition et ses propriétés mais également selon nos besoins :

- **La voie cutanée :**



C'est la voie idéale d'utilisation des huiles essentielles qui agiront au niveau local mais également de manière plus profonde dans l'organisme, les principes actifs traversant facilement la peau avec une pénétration rapide et les muqueuses, tout en stimulant l'odorat. (Menard , 2020)

- **La voie orale :**



L'absorption par la bouche des huiles essentielles est sans doute la plus commode, mais c'est également la plus délicate du fait du risque de toxicité lors du dépassement des doses conseillées. Cette voie peut être autorisée à partir de 6 ans préalablement diluée. (Menard , 2020)

- **Les voies respiratoires :**



Les huiles essentielles sont composées d'un grand nombre de molécules volatiles qui pourront être libérées dans l'atmosphère à l'aide d'un diffuseur spécialement conçu pour cela ou transportées par la vapeur d'eau dégagée lors d'une inhalation afin de pénétrer dans l'organisme par les voies respiratoires et de stimuler l'odorat. (Menard , 2020)

II.9. Précaution d'emploi des huiles essentielles :

- Durant la grossesse et l'allaitement, les huiles essentielles sont en général contre indiquées, comme chez le nourrisson, sauf exceptions.
- Des précautions particulières doivent être prises chez certains malades : les épileptiques, les asthmatiques, les personnes ayant des antécédents de cancer hormono dépendant, d'hypo- ou hyperthyroïdie, d'ulcère à l'estomac, d'allergie, ou encore les patients sous anticoagulants. En conséquence, toute personne souhaitant se traiter par aromathérapie doit s'adresser au préalable à un professionnel de santé.
- Un risque de brûlure cutanée ou de brunissement irréversible de la peau.

- Chez une personne ayant un terrain allergique.
- Les huiles essentielles ne doivent jamais être utilisées pures.
- Les huiles essentielles ne s'injectent jamais par voie intramusculaire ou intraveineuse.
- Il ne faut jamais introduire d'huile essentielle (HE) dans les yeux car l'œil est un milieu aqueux et les HE ne sont pas solubles dans l'eau. **(Françoise , 2018)**

Chapitre III :
Les Champignons
Phytopathogènes



III.1. Définition :

Les champignons phytopathogènes sont des microorganismes eucaryotes unicellulaire ou pluricellulaire, hétérotrophes, ayant des structures somatiques appelées hyphes qui sont habituellement filamenteuses, ramifiées et typiquement sont dépourvus de chlorophylle et entourées d'une paroi chitineuse.

Peuvent être saprophytes ou parasites qui provoquent des maladies cryptogamiques chez les plantes et capable d'infecter n'importe quel tissu à n'importe quel stade de croissance de la plante, et sont responsables d'environ 70 % des maladies des plantes cultivée (**Petit & Lavigne, 2019**)

III.2. Caractères généraux des champignons phytopathogènes :

La plupart des champignons ont un thalle (thallophyte), son appareil végétatif constitué principalement de cellules allongées appelées hyphes, et l'union de ces dernières forment un réseau filamenteux appelé mycélium.

Le mycélium est dit septé lorsque des cloisons transversales s'y forment régulièrement et en l'absence de ces cloisons, le mycélium est dit coenocytique.

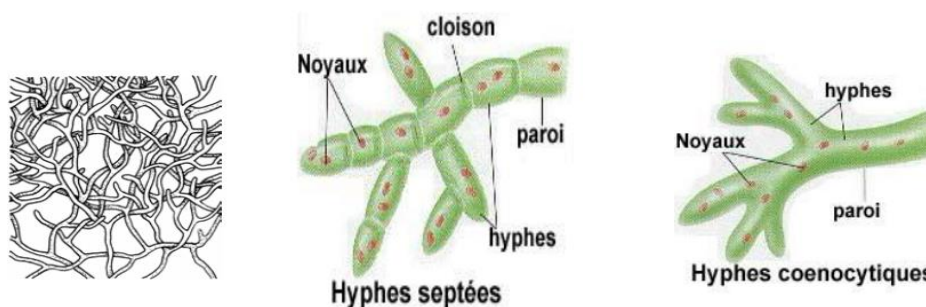


Fig. (22) : Photo montrant les hyphes septées et les hyphes coenocytiques (Fungi, 2022)

III.3. Les champignons phytopathogènes étudiés :

III. 3.1. *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*

III. 3.1.1. Définition :

Le champignon *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* possède un mycélium hyalin cloisonné, il est fin et frisé en culture jeune. Ce mycélium présente des cellules hypertrophiées en chaîne, il a une pigmentation variable (Blanchâtre, rosâtre, violette, mauve, orange ou beige) (Senoussi, 2017)



Fig. (23) : Observation microscopique du *Fusarium oxysporum* f. Sp. *albedinis*

III. 3.1.2. Position systématique :

Règne	Fungi
Division	Ascomycota
Classe	Sordariomycetes
Sous-classe	Hypocreomycetidae
Ordre	Hypocreales
Famille	Nectriaceae
Genre	Fusarium
Espèce	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i>

III. 3.1.3. Pathologie causée par *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* :

Le parasite responsable de la maladie des palmiers dattiers, appelé maladie du Bayouhd, ces agents pathogènes très commune dans les sols sous tous les climats. Par conséquent, des dégâts considérables et définitifs. (Mebarki, 2016)

III. 3. 2. *Penicillium glabrum*

III.3.2.1 Définition :

Le *Penicillium glabrum*, également connu sous le nom de *Penicillium fréquentants*, est un champignon filamenteux appartenant à la classe des champignons imparfaits en raison de leur mode de reproduction asexuée. La description macroscopique de ce champignon présente une texture de surface strictement veloutée, avec un mycélium aérien qui a une couleur vert foncé. (Le Madec, 2008)

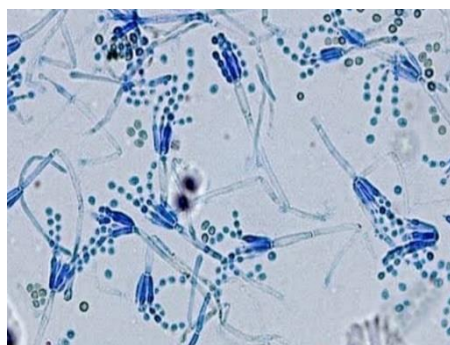


Fig. (24) : Observation microscopique de *Penicillium glabrum*,

III.3.2.2. Position systématique :

Règne	Fungi
Division	Ascomycota
Classe	Eurotiomycetes
Sous-classe	Eurotiomycetidae
Ordre	Eurotiales
Famille	Trichocomaceae
Genre	Penicillium
Espèce	<i>P. glabrum</i>

III.3.2.3. Pathologie causée par *Penicillium glabrum* :

Sa forte présence dans l'environnement et son importante sporulation font *P. glabrum* un contaminant général d'ambiance. Il est ainsi fréquemment retrouvé sur les nombreux produits agroalimentaires tels que le maïs, les cacahuètes, le riz, la viande séchée, la confiture, le fromage, la margarine, le chou frais, les boissons gazeuses. (Le Madec, 2008)

2^{ème} Partie :

Etude Expérimentale

Chapitre I :

Matériel et méthodes



I.1 Matériel :

I.1.1. Matériel végétal :

➤ Obtention des huiles essentielles :

J'ai obtenu les deux huiles essentielles d'Achillée millefeuille et de Sauge officinale en les ayant achetées de deux points de vente à PARIS (AROMA-ZONE store et pharmacie BADER) le 23 mai 2022.



Fig. (25) : Flacons des deux huiles essentielles étudiées

I.1.2. Matériel fongiques :

L'étude de l'activité antifongique des deux huiles essentielles d'*Achillea millefolium* et de *Salvia officinalis* a été évaluée sur deux espèces fongiques pures : *Fusarium oxysporum* f. Sp. *Albedinis* et *Penicillium glabrum*.



Fig. (26) : Photo montrant les deux souches fongiques *F.oxysprum* et *P. glabrum*

A: *Fusarium oxysporum* f. Sp. *albedinis*

B : *Penicillium glabrum*

I.2. Méthodes :

I.2.1. Evaluation de l'activité antifongique :

I.2.1.1. Préparation de milieux de culture PDA

La gélose glucosée à l'extrait de pomme de terre est recommandée pour le dénombrement des levures et moisissures dans denrées alimentaires ainsi que les produits cosmétiques et pharmaceutiques.

Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée : 200g de l'Extrait de pomme de terre, 20g de Glucose., 20g de l'Agar.

- Mettre en suspension 200 grammes dans 1 litre d'eau pure. Porter le milieu à ébullition sous agitation constante pendant au moins 1 minute.
- Répartir en tubes ou flacons.
- Autoclave à 121°C pendant 20 minutes.

La gélose stérile bouillie dans un bain-marie pendant environ 1h du temps pour devenir liquide, puis il sera coulé dans des boîtes de pétrie avec une épaisseur de 4 à 5mm dans une zone stérile par le Bec benzène puis laissées sécher à température ambiante près du bec benzène pour éviter leurs contaminations avec les bactéries de l'air. (A. S. A. Emanfo *et al*, 2013)

I.2.1.2. Protocole expérimentale

La méthode de contact direct a été appliquée pour tester la sensibilité des deux champignons *Fusarium oxysporum* f. Sp. *albedinis* et *Penicillium glabrum*. vis à vis des deux huiles essentielles achillée millefeuille et sauge officinale. La technique consiste à additionner l'huile à différentes concentrations (5µl, 10µl, 20µl) au milieu de culture encore liquide.

Pour chaque concentration, 3 répétitions sont préparées de la même façon afin de minimiser l'erreur expérimentale. Après solidification du milieu de culture, pour chaque champignon, un disque mycélien de 6 mm de diamètre est déposé aseptiquement à la surface du milieu gélosé au centre de la boîte de pétri de 9 cm de diamètre en verre.

Le volume du milieu utilisé est de 20ml/boîte de pétri. En parallèle des témoins composés de PDA « Potatoes dextrose agar » sans huile servent de contrôle.

L'incubation a été effectuée dans une étuve à la température de 25°C pendant 7 jours.

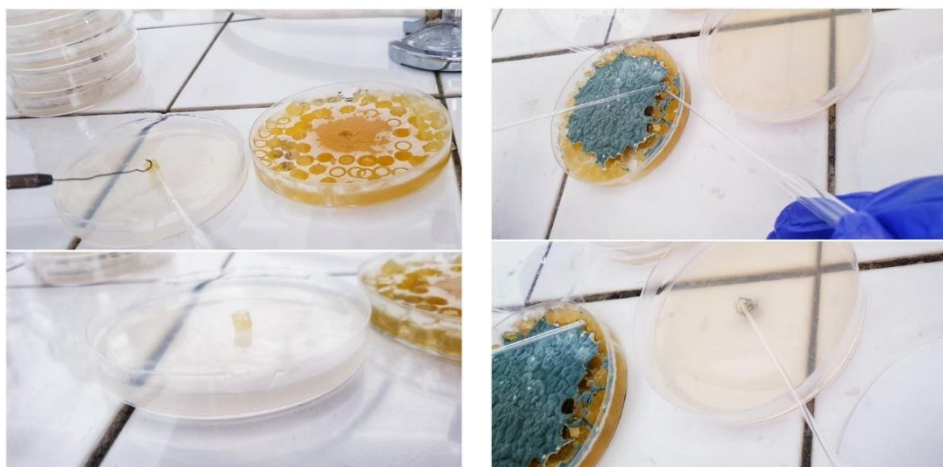


Fig. (27) : Photos montrant la méthode de contact direct

I.2.2. Lecture des résultats :

La lecture des résultats ou l'évaluation de la croissance mycélienne a été effectuée à partir du 3ème jour jusqu'au 7ème jour d'incubation à 25°C par la mesure du diamètre de la zone de croissance des thalles. Parallèlement, j'ai déterminé le diamètre des souches fongiques en absence d'huile essentielle (Témoin).

➤ Détermination du P.I.c :

Selon (**Boughendjioua, 2019**) l'effet antifongique est déterminé par la mesure du pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne en utilisant la formule suivante :

$$\text{P.I.c (\%)} = (d_t - d_T/d_t) \times 100$$

P.I.c : pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne (%)

d_t : la croissance diamétrale du témoin (mm).

d_T : la croissance diamétrale du champignon en présence d'une concentration (C) d'huile essentielle (mm).

L'activité antifongique des huiles essentielles étudiées a été évaluée selon le pourcentage de l'inhibition de la croissance diamétrale des talles (%) :

- 30 à 40 %: faible activité,
- 50 à 60 %: activité modérée,
- 60 à 70 %: bonne activité,

- >70 %: excellente activité

➤ **Détermination de la vitesse de croissance mycélienne (VCM)**

D'après (Salhi et al, 2015) la vitesse de la croissance mycélienne de chaque concentration est déterminée par la formule :

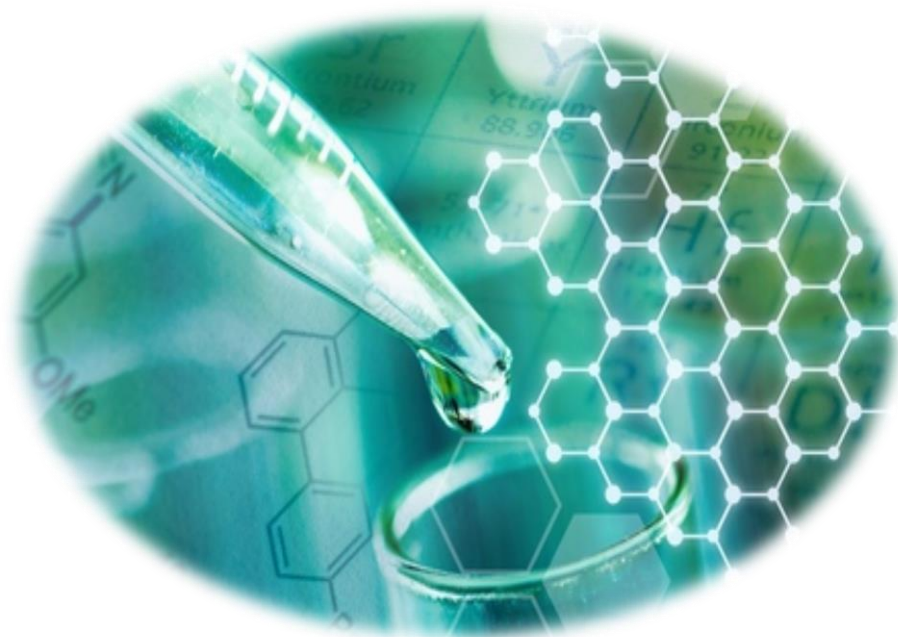
$$\text{VCM} = [D_1 / T_1] + [(D_2 - D_1) / T_2] + [(D_3 - D_2) / T_3] + \dots + [(D_n - D_{n-1}) / T_n]$$

VCM = Vitesse de croissance mycélienne (mm/h).

D = Diamètre de la zone de croissance chaque jour (mm).

T = Temps d'incubation (heur).

Chapitre II : *Résultats et discussion*



II.1. Résultats et discussion :

II.1.1. Évaluation de la croissance mycélienne :

Rappelons que l'activité antifongique est révélée par l'absence ou la présence de la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum f.Sp. albedinis* et *Penicillium glabrum* sur le milieu PDA additionné des trois différentes concentrations pour les deux huiles essentielles d'*Achillea millefolium* et *Salvia officinalis*.

En premier temps, la croissance mycélienne des souches fongiques (Témoin) était très normale, par contre pour les autres boîtes traitées par les différentes concentrations d'HE (5µl, 10µl, 20µl) des deux espèces étudiées *Achillea millefolium* et *Salvia officinalis*. La croissance varie en fonction de l'origine d'HE, de sa concentration et de la durée d'incubation.

➤ Témoin :

- ***Fusarium oxysporum f.Sp. albedinis***

La croissance mycélienne du témoin était normale, elle a débuté dès le premier jour, et elle a évolué progressivement jusqu'à atteindre 90 mm au 7^{ème} jour (168 h)

Tableau 1 : Croissance mycélienne du témoin *F. oxysporum* en fonction du temps

Temps (h)	72 h	96 h	120 h	144 h	168 h
Témoin (mm)	28 mm	40 mm	52 mm	60 mm	90 mm

- ***Penicillium glabrum***

La croissance mycélienne du témoin était normale, elle a débuté dès le premier jour, et elle a évolué progressivement jusqu'à atteindre 80 mm au 7^{ème} jour (168 h)

Tableau 2 : Croissance mycélienne du témoin *P. glabrum* en fonction du temps

Heures	72 h	96	120	144	168
Témoin (mm)	30 mm	46 mm	57 mm	64 mm	80 mm

Les résultats du test antifongique des huiles essentielles d'*Achillea millefolium* et *Salvia officinalis* sur le champignon *Fusarium oxysporum* f.Sp. *albedinis*. après le 7^{ème} jour sont résumés dans le tableau (3). Ce qui indique que les HE ont exercé une activité inhibitrice remarquable sur les champignons.

Tableau (3) : Croissance mycélienne de *P. glabrum* le 7^{ème} jour (168 h) en présence des HE

<i>Fusarium oxysporum</i> f.Sp. <i>albedinis</i>						
Les huiles essentielles	<i>Achillea millefolium</i> L.			<i>Salvia officinalis</i> L.		
Concentrations d'HE (µl)	5	10	20	5	10	20
Diamètres moyens des thalles le 7 ^{ème} jr (mm)	66	55	48	55	40	24

Les résultats du test antifongique des huiles essentielles d'*Achillea millefolium* et *Salvia officinalis* sur le champignon *Penicillium glabrum*. après le 7^{ème} jour sont résumés dans le tableau (4). Ce qui indique que les HE ont exercé une activité inhibitrice remarquable vis-à-vis des champignons.

Tableau (4) : Croissance mycélienne de *P. glabrum* le 7^{ème} jour (168 h) en présence des HE

<i>Penicillium glabrum</i>						
Les huiles essentielles	<i>Achillea millefolium</i> L.			<i>Salvia officinalis</i> L.		
Concentrations d'HE (µl)	5	10	20	5	10	20
Diamètres moyens des thalles le 7 ^{ème} jr (mm)	58	41	28	63	57	41

II.1.1.1. Effet d'huile essentielle d'*Achillea millefolium* L. et *Salvia officinalis* L. sur la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum* f.Sp *albedinis* :

L'évaluation du diamètre de croissance mycélienne et le pourcentage d'inhibition du *Fusarium oxysporum* f.Sp. *albedinis* sous l'effet des huiles essentielles d'*Achillea millefolium* L. et *Salvia officinalis* L. est représentée dans le tableau (5) et la figure (28).

Tableau (5) : Taux d'inhibition et diamètre moyen des thalles exposés à l'huile d'*Achillea millefolium* L.

<i>Fusarium oxysporum</i> f.Sp. <i>albedinis</i>						
Les huiles essentielles Concentrations d'HE (µl)	HE d' <i>Achillea millefolium</i> L.			HE de <i>Salvia officinalis</i> L.		
	5	10	20	5	10	20
Diamètres moyens des thalles le 7 ^{ème} jr (mm)	66	55	48	55	40	24
% d'inhibition	26,66%	38,88%	46,66%	38,88%	55,55%	73,33%

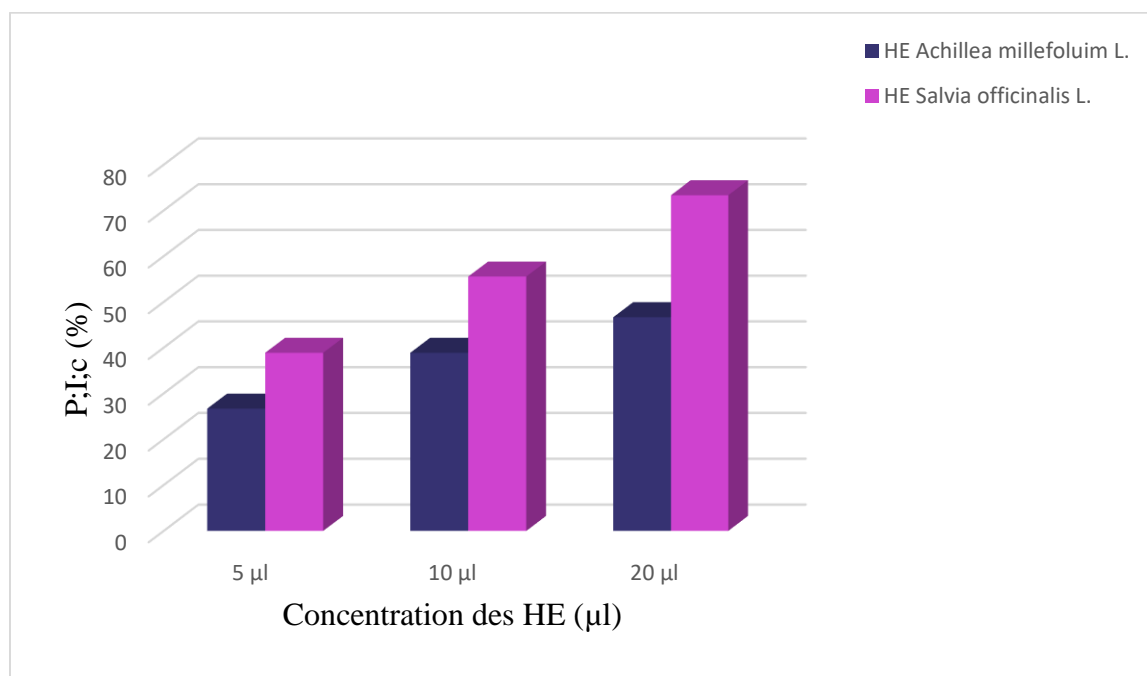


Fig. (28) : Taux d'inhibition des huiles essentielles d'*Achillea millefolium* L. et *Salvia officinalis* L. sur le *Fusarium oxysporum* f.Sp. *albedinis*.

D'après les données du tableau (5) et du Figure (28) on remarque que le P.I.c augmente par l'augmentation des concentrations d'HE (5 μ l, 10 μ l, 20 μ l) et respectivement (26,66%, 38,88%, 46,66%) pour l'achillée millefeuille et (38,88%, 55,55%, 73,33%) pour la sauge.

Les résultats obtenus indiquent que le L'huile essentielle de *Salvia officinalis* L. exercé une importante activité inhibitrice vis-à-vis de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. Que celle de l'achillée millefeuille.



Fig. (29) : Activité inhibitrice in vitro d'huile essentielle d'*Achillea millefolium* L sur la croissance radiale de : *F. oxysporum* après 7 jours d'incubation sur milieu PDA.



Fig. (30) : Activité inhibitrice in vitro d'huile essentielle de *Salvia officinalis* L., sur la croissance radiale de : *F. oxysporum* après 7 jours d'incubation sur milieu PDA

II.1.1.2. Effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* L. sur la croissance mycélienne du *Penicillium glabrum* :

L'évaluation du diamètre de croissance mycélienne et le pourcentage d'inhibition du *Penicillium glabrum* sous l'effet d'HE *Salvia officinalis* L. et *Achillea millefolium* L. est représentée dans le tableau (6) et la figure (31).

Tableau (6) : Taux d'inhibition et diamètre moyen des thalles exposés à l'huile essentielle de *Salvia officinalis* L.

<i>Penicillium glabrum</i>						
Les huiles essentielles Concentrations d'HE (µl)	HE d' <i>Achillea millefolium</i> L.			HE de <i>Salvia officinalis</i> L.		
	5	10	20	5	10	20
Diamètres moyens des thalles le 7 ^{ème} jr (mm)	58	41	28	63	57	41
% d'inhibition	27,50%	48,75%	65%	21,25%	28,75%	48,75%

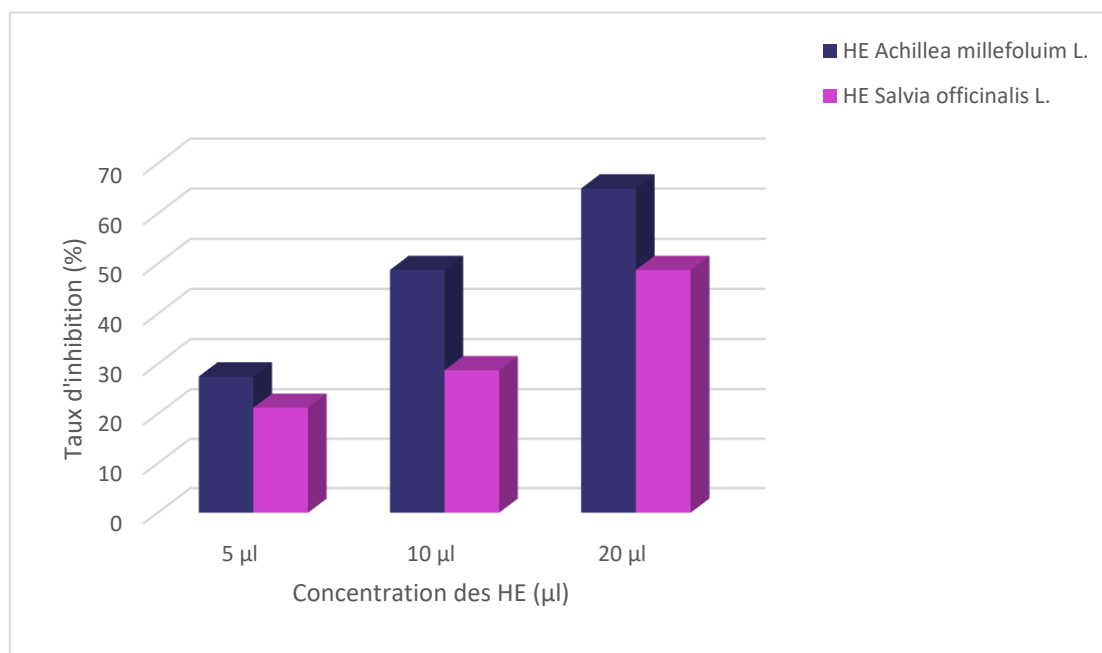


Fig. (31) : Taux d'inhibition des huiles essentielles d'*Achillea millefolium* L. et *Salvia officinalis* L. sur le *Penicillium glabrum*

D'après les données du tableau (6) et du Figure (31) on remarque que le P.I.c augmente par l'augmentation des concentrations d'HE (5 μ l, 10 μ l, 20 μ l) et respectivement (27,50%, 48,75%, 65%) pour l'achillée millefeuille et (21,25%, 28,75%, 48,75%) pour la sauge.

Les résultats obtenus indiquent que le L'huile essentielle d'*Achillea millefolium* L. exercé une Bonne activité inhibitrice vis-à-vis de *Penicillium glabrum* que celle de *Salvia officinalis* L.

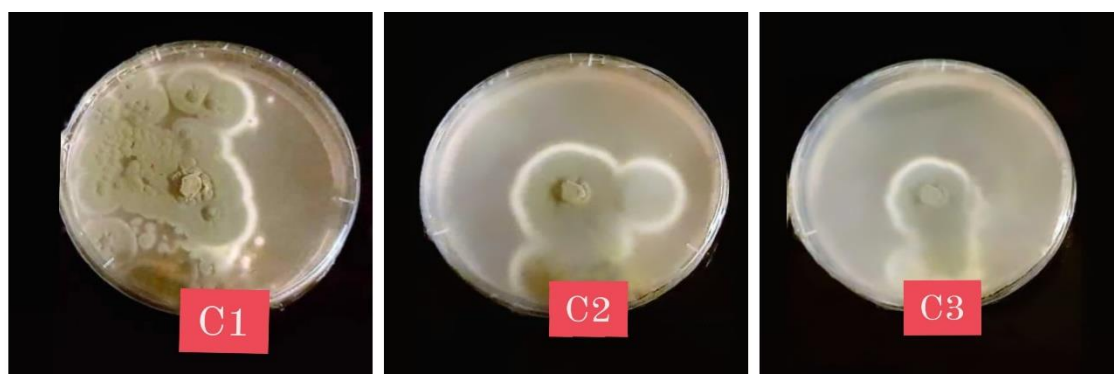


Fig. (32) : Activité inhibitrice in vitro d'huile essentielle *Achillea millefolium* L., sur la croissance radiale de *P. glabrum* après 7 jours d'incubation sur milieu PDA.



Fig. (33) : Activité inhibitrice in vitro d'huile essentielle *Salvia officinalis* L. sur la croissance radiale de *P. glabrum* après 7 jours d'incubation sur milieu PDA.

II.1.2. La vitesse de croissance mycélienne (VCM)

Les résultats sont vérifiés par le test statistique :

➤ La VCM du *Fusarium oxysporum* f.Sp. *albedinis*

Tableau (7) : Vitesse de croissance mycélienne du *F. oxysporum*.

<i>Fusarium oxysporum</i> f.Sp. <i>albedinis</i>						
Les huiles essentielles	<i>Achillea millefolium</i> L.			<i>Salvia officinalis</i> L.		
Concentrations d'HE (µl)	5	10	20	5	10	20
VCM (mm/h)	0,66	0,56	0,48	0,53	0,42	0,24

Les résultats de figure montrée que la vitesse de la croissance mycélienne du champignon *Fusarium oxysporum* f.Sp. *albedinis* est décroître par l'augmentation de la concentration des deux huiles essentielles étudiées. (Relation inversement proportionnelle)

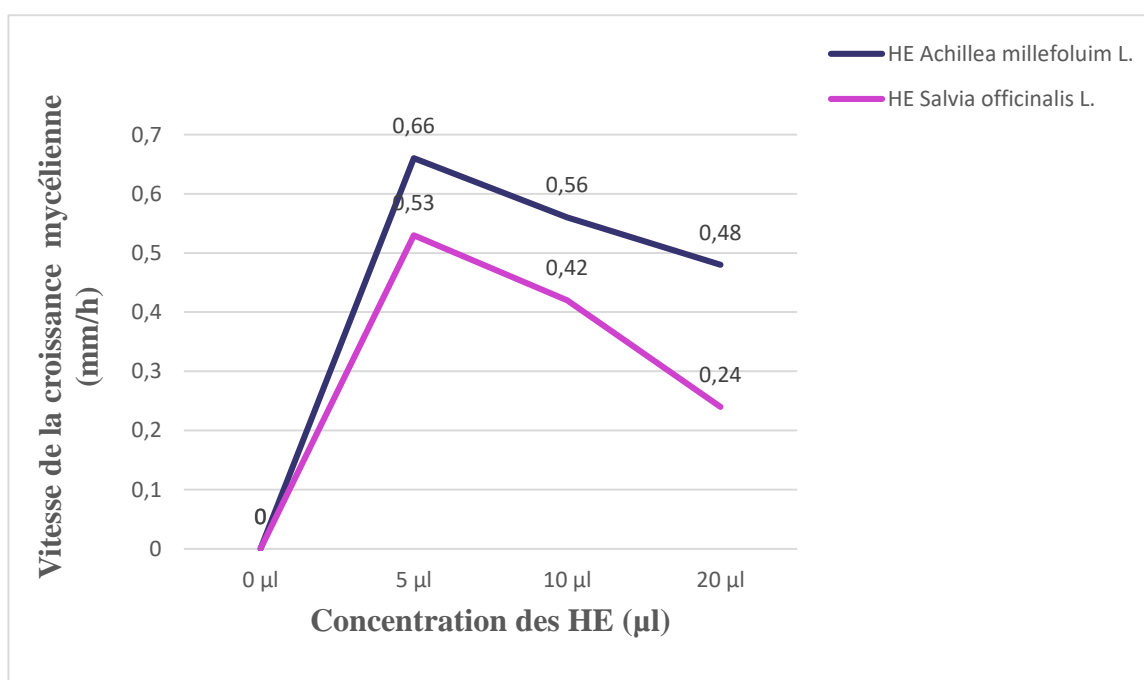


Fig. (34) : La vitesse de la croissance mycélienne du *F. oxysporum* sous l'effet de différentes concentrations des deux HE étudiées.

➤ La VCM du *F Pénicillium glabrum*

Tableau (8) : Vitesse de croissance mycélienne du *P. glabrum*.

<i>Pénicillium glabrum</i>						
Les huiles essentielles	<i>Achillea millefolium</i> L.			<i>Salvia officinalis</i> L.		
Concentrations d'HE (µl)	5	10	20	5	10	20
VCM (mm/h)	0,62	0,38	0,26	0,66	0,54	0,36

Les résultats de figure montrée que la vitesse de la croissance mycélienne du champignon *Pénicillium glabrum* est décroître par l'augmentation de la concentration des deux huiles essentielles étudiées. (Relation inversement proportionnelle)

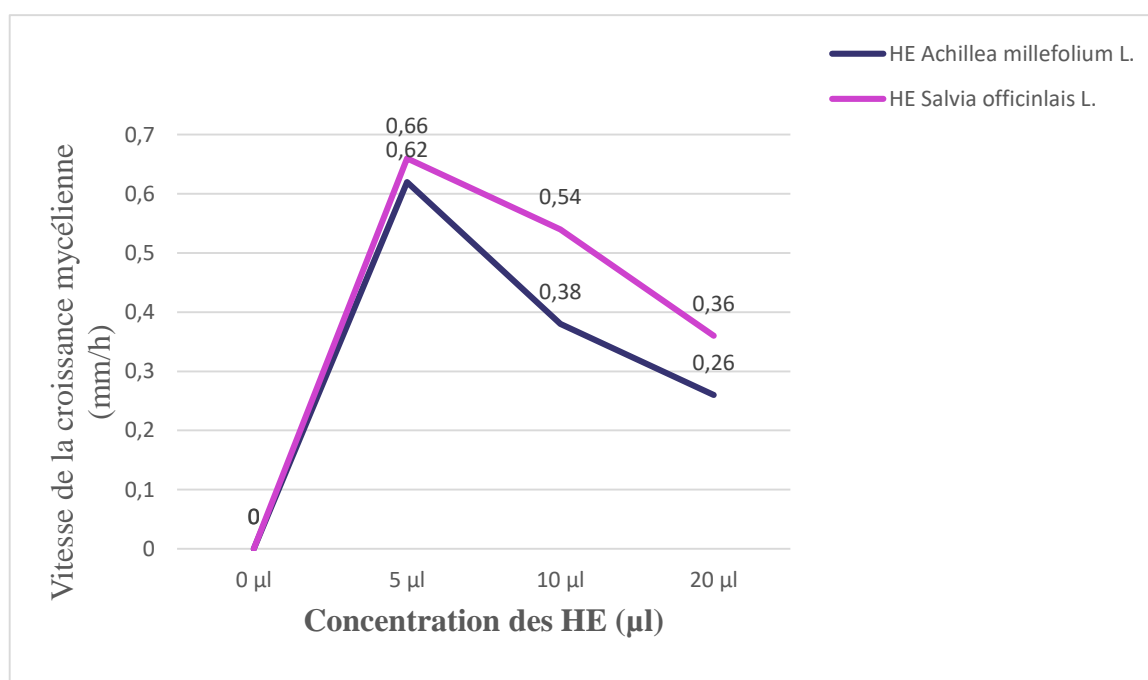


Fig. (35) : La vitesse de la croissance mycélienne du *P. glabrum* sous l'effet de différentes concentrations des deux HE étudiées.

Discussion :

L'évaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles des deux espèces *Achillea millefolium* L. et *Salvia officinalis* L. par la méthode de contact direct montre qu'il y a une efficacité commune aux deux huiles essentielles vis-à-vis des champignons phytopathogènes *Fusarium oxysporum* f.Sp. *albedinis* et *Penicillium glabrum*.

L'huile essentielle de la sauge officinale exerce le plus grand pouvoir inhibiteur (P.I.c = 73,33%) où le *F.oxysporum* a manifesté une grande sensibilité à la concentration 20 µl, et exerce une faible inhibition (P.I.c = 48,75%) contre le *P.glabrumn.* et par conséquent la vitesse de la croissance mycélienne de ce dernier était plus vite que celle du *Fusarium oxysporum* f.Sp. *albedinis*

Par contre l'huile essentielle d'achillée millefeuille à beaucoup plus agi contre le *P.glabrumn* (P.I.c = 65%) à une concentration de 20 µl que celle de la sauge, et exerce une faible inhibition (P.I.c = 46,66%) contre le *F.oxysporume.* et partant la vitesse de la croissance mycélienne de ce dernier était plus vite que celle du *Penicillium glabrum*.

Conclusion et Perspectives

Conclusion et perspectives :

Le recours aux plantes médicinales constitue une des plus intéressantes pistes à explorer, elles ont toujours été la solution la plus appropriée et la plus sûre face à l'émergence de microorganismes pathogènes qui posent un sérieux problème de la santé environnementale.

Deux types de plantes médicinales aromatiques ont été sélectionnés, l'Achillée millefeuille (appartient à la famille des astéracées) et la sauge officinale (appartient à la famille des lamiacées), toutes deux connues depuis l'Antiquité pour leurs propriétés médicinales.

Autrefois, l'*Achillea millefolium* L. était utilisée pour arrêter les hémorragies causées par des blessures de guerre, car elle contient des composés puissants qui lui confèrent des propriétés thérapeutiques (antiseptiques, antispasmodique, anti-inflammatoire, antimicrobien), son huile essentielle est un liquide vert sombre ou bleu-vert, légèrement camphré et composée de (mono et sesquiterpènes azulène, germacrane, camphre, chamazulène)

Salvia officinalis L., le nom scientifique de la sauge indique clairement l'importance de son rôle en phytothérapie, *Salvia* vient de *Salvare* qui en latin signifie guérir.

La sauge agit contre les maux de gorge et les troubles de la digestion ; elle est légèrement stimulante, et les principaux effets (antiseptique, astringent, facilite la digestion gastrique, ...), son huile essentielle est un liquide incolore ou jaune vert pâle et contient jusqu'à 50% de thuyone, substance en partie responsable de l'activité œstrogénique, antiseptique et digestive de la plante.

Les huiles essentielles des deux plantes qui présentent notre thème partagent certaines propriétés thérapeutiques communes.

C'est dans cette perspective que cette étude de recherche a été élaborée dans le but de révéler l'efficacité des huiles essentielles des deux espèces *Achillea millefolium* L. et *Salvia officinalis* L. sur les champignons phytopathogènes *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* et *Penicillium glabrum*.

A la lumière des résultats obtenus, il ressort que les huiles essentielles d'achillée millefeuille et de la sauge officinale possèdent un pouvoir antifongique important sur les champignons phytopathogènes étudiés, et l'activité inhibitrice sur la croissance mycélienne du champignon varie en fonction de l'espèce fongique et de l'huile essentielle testée et surtout de la concentration de cette dernière.

En conclusion, le pouvoir antifongique des huiles essentielles étudiées est relié aux différents composés chimiques qu'elles contiennent.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques :

- **Abedini, A. (2013).** *Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'Hiptis atrorubens Poit. (Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes.* Pharmacognoise: Université Lille 2 Droit et santé. p 46
- **Adjoudj, A. (2019).** *Auto Ecologie et Biologie de la Conservation de phlomis crinita (Lamiaceae) des Monts de Tessala,Algérie Occidentale.* Faculté Sciences de l'Environnement , Option : Biodiversité et Ecologies Végétales Méditerranéennes: Université de Sidi Bel Abbès. p 03 - 06
- **Alloun , K. (2013).** *Composition chimique et activités antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de l'aneth (Anethum graveolens L.), de la sauge (Salvia officinalis L.) et de la rue des montagnes (Ruta montana L.).* Technologie alimentaire - Alimentation et nutrition: Ecole Nationale Supérieure Agronomique. p 14
- **Besombes, C. (2008).** *Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo-mécanique d'herbes aromatiques. Application généralisées.* Génies des procédés industriels: Université DE LA ROCHELLE UFR des Sciences. p 05
- **Boughendjioua. (2019).** *Activité antifongique de l'huile essentielle extraite à partir des feuilles de Citrus reticulata.* pp. Nature & Technology Journal, Vol. B, Agronomic and Biological Sciences, 20 (2019) : p 54-57.
- **Bouhajib, M. (1992).** *Analyse des glycosides de Picea Mariana (Mill) B.S.P.* Université du Québec. p 41 - 42
- **Chabrier, J.-Y. (2010).** *Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie.* Faculté de Pharmacie, Paris: Université HENRI POINCARÉ - NANCY 1. p 22
- **Chavanne, P. (2012).** *Soigner les plantes par les plantes .* Artémis. p 23 - 77
- **Duval, L. (2012).** *Les huiles essentielles à l'officine.* UFR de medecine et de pharmacie de rouen. p 61
- **El mrabet, K. (2008).** *Développement d'une méthode d'analyse de résidus de pesticides par dilution isotopique associée à la chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem dans les matrices céréaliers après extraction en solvant chaud pressurisé.* Chimie analytique, Paris: Université Pierre et marie curie. p 30

- **Fleurus, S. (2019).** *Phytothérapie minute - Les 94 plantes incontournables pour soigner efficacement tous les maux du quotidien.* Contre-dires. p 34 - 36 et p 283 - 285
- **Foury, O. (2019).** *Phytothérapie, aromathérapie et gemmothérapie dans les périodes clés de la vie d'une femme.* Faculté de Pharmacie, Paris: Université CLERMONT AUVERGNE UFR DE PHARMACIE. p 27 - 34
- **Françoise , C.-M. (2018).** *Les huiles essentielles en pratique, administration et précaution d'emploi . Actualités pharmaceutiques.*
- **Gilbert, F. (1999).** *Les plantes au jardin de santé.* Equin.xe. p 22 - 23 et p 122-123
- **Hammoudi , R. (2015).** *Activités biologiques de quelques métabolites secondaires extraits de quelques plantes médicinales du Sahara méridional algérien.* Sciences biologiques: Université KASDI MERBAH.p 10
- **Harkati, B. (2011).** *Valorisation et identification structurale des principes actifs de la plante de la famille ASTERACEAE : Scorzonra undulata.* Spécialité : chimie organique , Faculté des sciences , Département de chimie: Université Menturi. p 04
- **Hessas, T., & Simoud, S. (2018).** *Contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de Thymus sp.* Faculté de médecine, Département de Pharmacie: Université MOULOU D MAMMARI. p 21 - 23
- **Jacques, F. (2018).** *Des plantes qui soignent.* Ouest-France. p 296 - 352
- **Jortie, S. (2015).** *La Phytothérapie, une discipline entre passé et futur : de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel.* Faculté de Pharmacie, Paris: Université BORDEAUX 2 U.F.R DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES. p 21
- **kenoufi, M. (2018).** *Caractérisation histologique , caryologique , phytochimique et activités biologiques de Snecio giganteus Desf et S.jacobaeal L.* Spécialités : Valorisation et protection de la biodiversité végétale . Faculté des sciences de la Nature et de la Vie - Département d'écologie et biologie végétale: Université Ferhat Abbas Setif 1. p 05
- **Kerkoub, N. (2021).** *Etude physico-chimique et ethnopharmacologique du genre Salvia.* Écotoxicologie, Environnement et Santé: Université Chadli Bendjedid- El Tarf. p 10

- **Lamamra , M. (2018).** *Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de Tinguarra sicula L. Parl. et de Filipendula hexapetala Gibb.* Université FERHAT ABBAS. p 08
- **Lardry , J.-M., & Haberkorn, V. (2006).** L'aromathérapie et les huiles essentielles.
- **Larouse. (2001).** *Larousse encyclopédie des plantes médicinales . Paris. p 56 - 131*
- **Laurent, J. (2017).** *Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine.* Faculté des sciences pharmaceutiques: Université Toulouse III Paul Sabatier. p 22
- **Le Madec, A. (2008). Rapport de Stage .** *Cractérisation de la croissance fongique de penicillium glabrum, moisissure contaminante de produit agroalimentaires, en fonction de l'activité de l'eau du milieu de culture .* Sciences du vivant : Université BRETAGNE OCCIDENTALE . p 01
- **Mahfouf , N. (2018, 07 19).** *Etude de l'espèce Origanum vulgare L.* Ecotoxicologie, Environnement et santé: Université CHADLI BENJEDID.
- **Mebarki, L. (2016).** *Recherche d'activité biologique des molécules végétales pour la lutte contre Fusarium oxysporum f.Sp. albedenis .* Biothechnologie: Université des Sciences de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf. p 15 - 16
- **Mejean, M. (2014).** *Développement d'un couplage de chromatographie en phase supercritique spectrométrie de masse pour l'analyse de substance naturelles.* Chimie analytique: Université de PARIS-SUD. p 37
- **Menard , C. (2020).** *Santé en voyage : Adapter la composition d'une trousse à pharmacie.* Pharmacie: Université CAEN Normande. p 50 -51
- **Mnayer, D. (2014).** *Eco-Extraction des huiles essentielles et des aromes alimentaires en vue d'une application comme agants antioxydants et antimicrobiens.* France: Université d'avignon et des pays de vaucluse. p 9 - 14
- **Piochon, M. (2008).** *Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse.* Ressources renouvelables, environnement et biologie: Université du Québec. p 10 - 13
- **Petit , S., & Lavigne, C. (2019).** Paysage, biodiversité fonctionnelle et santé des plantes. Educagri.
- **Salhi, N., Goumni, Z., Salhi, A., Mehani, M., & Terzi, V. (2015, 12).** Article scientifique. *Evaluation de l'activité antifongique in vitro des huiles essentielles de Laurus Nobilis L. sur la*

croissance mycélienne de Fusarium Sporotrichoide , pp. ELWahat pour les Recherches et les Etudes
Vol.8 n 2 (2015) : 33-34.

- **Samate, A. (2002).** *Compositions chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du BURKINA FASO : Valorisation.* Chimie organique: Université de Ouagadougou. p 32
- **Séguart, M. (2016).** *Mes Huiles Essentielles* . p 15
- **Senoussi, S. (2017).** *Caractérisation macro et micro morphologique de souches de Fusarium oxysporum f.Sp. albedinis isolées de différentes palmeraies.* Sciences agronomiques: Université de BLIDA 01. Récupéré sur Université de BLIDA 01 p 36 -37
- **Small, E., & Catling, P. (2000).** *Les cultures médicinales canadiennes.* p 07
- **Turkati, L. (2014).** *Les plantes en famille.* Paris: Natureparif. p 12 - 15
- **Verbois, S. (2015).** *La phytothérapie.* Eyrolles. p 109

Webographie :

- **Bio-enligne.com. (2017).** *Bio-enligne.com.* Récupéré sur Bio-enligne.com: <https://www.bio-enligne.com/produits/82-sauge.html>
- **Botanik. (2019).** *Achillée Millefeuille.* Récupéré sur Phytolog.legtux.org: http://phytolog.legtux.org/index.php?title=Achillea_millefolium
- **Christophe, B. (2019).** *L'Achillée Millefeuille.* Récupéré sur Althea Provence Christophe Bernard - Herbaliste: <https://www.altheaprovence.com/achillee-millefeuille-achillea-millefolium/#more-2224c>
- **data.abuledu.org. (2012, 10 07).** *Atlas des Plantes de France de Masclef.* Récupéré sur <http://data.abuledu.org/wp/?LOM=4201>
- **Fleurs sauvages du québec. (2022).** *Encyclopédie des fleurs - Achillée millefeuille.* Récupéré sur Fleurs sauvage du québec: <http://www.fleursduquebec.com/encyclopedie/1867-achillee-millefeuille.html>
- **Florealpes. (2004).** *florealpes.* Récupéré sur [www.florealpes.com: https://www.florealpes.com/comparaison.php?compar_code_1=salviagallica&compar_code_2=salviaofficinalis&zoomph2=4&zoomph1=8&PHPSESSID=007e613d5439c0b2945d31d8492e8918#visiga](https://www.florealpes.com/comparaison.php?compar_code_1=salviagallica&compar_code_2=salviaofficinalis&zoomph2=4&zoomph1=8&PHPSESSID=007e613d5439c0b2945d31d8492e8918#visiga)
- **https://docplayer.fr. (s.d.).** *https://docplayer.fr.* Récupéré sur [https://docplayer.fr: https://docplayer.fr/39384796-Sauge-officinale-classification-sauge-officinale-1-sauge-officinale-salvia-officinalis-nom-binominal-salvia-officinalis.html](https://docplayer.fr/39384796-Sauge-officinale-classification-sauge-officinale-1-sauge-officinale-salvia-officinalis-nom-binominal-salvia-officinalis.html)

- INPN. (2022). *INPN Inventaire National du patrimoine naturel*. Récupéré sur https://inpn.mnhn.fr: https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/120678/tab/fiche
- Jardiner Malin. (2022). *Achillée millefeuille : bienfaits et vertus*. Récupéré sur Jardiner malin - Nature et jardin: <https://www.jardiner-malin.fr/sante/achillee-millefeuille-bienfaits-vertus.html>
- Quelleestcetteplante.fr. (2021). *A la decouverte des végétaux*. Récupéré sur Quelle est cette plante.fr: <https://quelleestcetteplante.fr/genres.php?genre=Achillea>
- Viagallica. (2022). *Achillée millefeuille*. Récupéré sur Vagallica.com: https://viagallica.com/v/achillee_millefeuille.htm
- www.droguevegetale.fr. (2022). Récupéré sur /www.droguevegetale.fr: <http://www.droguevegetale.fr/photos.php?plante=Salvia%20officinalis&id=1538>
- www.Larousse.fr. (2022). *capitule - latin classique capitulum, petite tête*. Récupéré sur Larousse: <https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/capitule/30554>

Résumé :

L'objectif de cette étude est de révéler le pouvoir antifongique de deux huiles essentielles à savoir celle d'*Achillea millefolium* L. et de *Salvia officinalis* L.

L'expérimentation a concerné deux champignons phytopathogènes *Fusarium oxysporum* f.Sp. *albedinis* et *Penicillium glabrum*,

Ces deux agents pathogènes ont été très sensibles aux deux huiles essentielles suscitées qui ont exercé une action fongicide et ou fongistatique très nette, cet effet varie selon l'espèce fongique et les huiles essentielles qui ont été testés et surtout leur concentration.

Pouvant être une solution salvatrice dans le domaine phytosanitaire et agro-alimentaire.

Mots-clefs : Les plantes médicinales, *Achillea millefolium* L., *Salvia officinalis* L., Les huiles essentielles, Activité antifongique, Les champignons phytopathogènes.

Abstract:

The objective of this study is to reveal the antifungal power of two essential oils namely that of *Achillea millefolium* L. and *Salvia officinalis* L.

The experiment involved two plant pathogenic fungi *Fusarium oxysporum* f.Sp. *albedinis* and *Penicillium glabrum*,

These two pathogens were very sensitive to the two essential oils that were tested that exerted a very clear fungicidal and or fungi static action, this effect varies according to the fungal species and the essential oils that were tested and especially their concentration.

Can be a life-saving solution in the phytosanitary and agri-food field.

Keywords: Medicinal plants, *Achillea millefolium* L., *Salvia officinalis* L., essential oils, Antifungal activity, Phytopathogenic fungi.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو الكشف عن النشاط ضد الفطري لنوعين من الزيوت الأساسية هما:

Achillea Millefolium و *Salvia officinalis*

حيث تضمنت التجربة نوعين من الفطريات الممرضة للنبات وهما:

Fusarium oxysporum f.Sp. *albedinis* و *Penicillium glabrum*

فكان هذان العاملان الممرضان حساسين للغاية اتجاه الزيتين الأساسيين المذكورين أعلاه، ما يدل على ان لزيت نبات الأخيالية وزيت نبات الميرمية تأثير ضد فطري واضح جدا على الفطريات الممرضة للنبات ويختلف هذا التأثير وفقا لأنواع الفطرية والزيوت الأساسية التي تم اختبارها وخاصة تركيزها وعلى هذا الأساس فيمكن ان يكون حلا منقداً في مجال الصحة النباتية والأغذية الزراعية.

الكلمات المفتاحية: النباتات الطبية، *Achillea millefolium* L, *Salvia officinalis* L، الزيوت الأساسية،

النشاط ضد الفطري، الفطريات الممرضة للنبات.

Année universitaire : 2021-2022

Présenté par : BOUSSALEM Raounek

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en : Biodiversité et Physiologie Végétale

Intitulé : Evaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles des espèces *Achillea millefolium* L. et *Salvia officinalis* L.

❖ **Résumé :**

L'objectif de cette étude est de révéler le pouvoir antifongique de deux huiles essentielles à savoir celle d'*Achillea millefolium* L. et de *Salvia officinalis* L.

L'expérimentation a concerné deux champignons phytopathogènes *Fusarium oxysporum* f.Sp. *albedinis* et *Penicillium glabrum*.

Ces deux agents pathogènes ont été très sensibles aux deux huiles essentielles suscitées qui ont exercé une action fongicide et ou fongistatique très nette, cet effet varie selon l'espèce fongique et les huiles essentielles qui ont été testés et surtout leur concentration.

Pouvant être une solution salvatrice dans le domaine phytosanitaire et agro-alimentaire.

Mots-clefs : Les plantes médicinales, Les huiles essentielles, *Achillea millefolium* L., *Salvia officinalis* L., Activité antifongique, Les champignons phytopathogènes.

Laboratoires de recherche : Laboratoire de Biochimie Appliquée (Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Encadrant : CHIBANI Salih (MCA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 1 : GHEROUCHE Hocine (Pr - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 2 : ZOGHMAR Meriem (MCB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).