

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique

جامعة غرداية

Faculté des Sciences de
la Nature et de la Vie
et des Sciences de la
Terre



كلية علوم الطبيعة
والحياة وعلوم
الأرض

Département des
Sciences Agronomiques

قسم العلوم
الفلاحية

Université de Ghardaïa

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de

Master académique en Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection des végétaux

THEME

**Effet antifongique des composants
majoritaires d'huile essentielle de la plante
*Eucalyptus***

Présenté par :

- Lasgaa Asma
- Rezgui Cheima

Membres du jury

BAZZINE Meriem	M.C.B.	Présidente	Univ Ghardaïa
MEHANI Mouna	M.C.A	Encadreur	Univ Ghardaïa
SALHI Nesrine	Prf	Co-encadreur	Univ Ouargla
SIBOUKEUR ABDELLAH	M.A.A	Examineur	Univ Ghardaïa

Année universitaire : 2020/2021

تأثير المضاد الفطريات للمكونات الرئيسية للزيت العطري لنبات لأوكالبتوس *Eucalyptus*

ملخص

تهدف هذه الدراسة لنشاط المضاد الفطري للمركبات الرئيسية المستخلصة من اوراق الاوكالبتوس *Eucalyptus camaldulensis* و التي اجريت من خلال طريقة التقطير بالبخار و اختبار النشاط على ثلاثة انواع من الفطريات *Fusarium langsethiae* و *Fusarium sporotrichioide*, *Fusarium graminearum*.

أما بالنسبة للتركيبية الكيميائية للزيت الأساسي لأوراق الاوكالبتوس *Eucalyptus camaldulensis* فقد اثبتت انالزيت العطري لأوراق الاوكالبتوس *Eucalyptus camaldulensis* غني بعدة مركبات كيميائية من أهمها :
(Benzène 1-methyl-4-(1-methylethyl , Pinène, Cineol, Sabinène).

تم استخلاص الزيوت الأساسية عن طريق التقطير المائي, تم تجريب المستخلصات الزيتية لنبات الأوكالبتوس مختلفة التراكيز (2.5 ميكرو لتر , 5 ميكرو لتر , 10ميكرو لتر و 20 ميكرو لتر) و أظهرت النتائج ان المكونات الرئيسية للزيت الأساسي للاوكالبتوس *camaldulensis* لديه نشاط قوي ضد الفطريات. و إن النتائج المتحصل عليها خلال هذه الدراسة تسمح بفتح آفاق لإستثمار هذه الزيوت العطرية الطبيعية .

الكلمات الدالة : المكونات الرئيسية, *camaldulensis* الأوكالبتوس, الزيت الاساسي , النشاط المضاد و إستخلاص.

Effet antifongique des composants majoritaires d'huile essentielle de la plante *Eucalyptus*

Résumé

Cette étude vise l'activité antifongique des composants majoritaires extraits des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*, qui a été menée par une méthode de distillation à la vapeur et a testé l'activité antifongique sur trois types de souches fongiques : *Fusarium sporotrichioide*, *Fusarium graminearum* et *Fusarium langsethiae*.

Quant à la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*, il a été prouvé que l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* est riche en plusieurs composés chimiques dont les plus importants sont: (Benzène 1-méthyl-4- (1-méthyléthyl), Pinène, Cineol et Sabinène).

Les extraits d'huile d'*Eucalyptus* ont été testés à différentes concentrations (2,5 µl, 5 µl, 10 µl et 20 µl). Les résultats ont montré que les composants majoritaires de l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* ont une forte -activité fongique. Les résultats obtenus au cours de cette étude permettent d'ouvrir des horizons pour l'investissement de ces huiles aromatiques naturelles.

Mots clés: Composants majoritaire, *Eucalyptus camaldulensis*, huile essentielle, activité antifongique, extraction.

Antifungal effect of the major components essential oil of the *Eucalyptus* plant

Abstract

This study targets the antifungal activity of the major components extracted from the leaves of *Eucalyptus camaldulensis*, which was carried out by a steam distillation method and tested the antifungal activity on three types of fungal strains: *Fusarium sporotrichioid*, *Fusarium graminearum* and *Fusarium langsethiae*.

As for the chemical composition of the essential oil of the leaves of *Eucalyptus camaldulensis*, it has been proven that the essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* is rich in several chemical compounds, the most important of which are: (Benzène 1-methyl-4- (1-methylethyl), Pinene, Cineol and Sabinène).

The essential oils were extracted by water distillation. *Eucalyptus* oil extracts were tested at different concentrations (2.5 µl, 5 µl, 10 µl and 20 µl). The results showed that the major components of the essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* have a strong fungal activity. And the results obtained during this study open up horizons for investing in these natural aromatic oils.

Key words: Major components, *Eucalyptus camaldulensis*, essential oil, antagonist activity, extraction



Remerciement

*Avant tout, louange à dieu le tout puissant pour nous avoir donné le courage, et nous adressons nos sincères remerciements à notre mentor et à notre superviseur: nos félicitations à Dr **Mehani Mouna** et Prf **Salhi Nesrine**. Pour leur aide et leur compréhension inestimables lors de l'élaboration de cette étude.*

*Nous remercions également les membres de jury ; Dr **Bazzine Meriem** présidente de jury et M. **Siboukeur Abdallah** pour l'acceptation d'examiner ce mémoire*

Nous tenons à remercier nos professeurs de la Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie de l'Université de Ghardaïa pour leur soutien et leurs conseils.

Nous remercions également les techniciens de laboratoire et le personnel administratif du collège SNV. Enfin, Nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont aidés, de près ou de loin, dans la réalisation de notre travail.





Dédicace

Je dédie cette mémoire

*Aux êtres les plus chers : Mes parents A mon père,
Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller
Toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Pour son
Enseignement continu à m'inculquer les vraies valeurs de la vie et
Pour ses précieux conseils.*

*J'espère que cette mémoire sera à la hauteur de tes attentes et
qu'elle Soit l'accomplissement de tous tes efforts.*

*A ma mère, Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa
Disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égal dans
Les moments les plus difficiles de ma vie.*

*Là où je suis arrivée aujourd'hui c'est à vous MES CHÈRES
PARENTS que je le dois, que Dieu vous garde.*

*A mes chers frères : Aymen et Yahia pour vous
Exprimer toute mon affection et ma tendresse*

A mon fiancé Oussama Saïf Dinne et sa famille

A ma grande famille Lasgaa et Rehioui

Mes amis et collègues et tous ceux et toutes

Celles que j'ai involontairement omis de citer et qui n'en

Demeurent pas moins chers



Asma





Dédicace

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à mon encadreur **Dr Mehani Mouna**, pour la proposition du thème et le suivi de ce travail, pour ses conseils durant la période de la réalisation de ce travail ; je suis très honoré par son accompagnement et son aide. Pour tout cela, je tiens à lui exprimer toute ma gratitude.*

Je tiens également à remercier à tous mes professeurs

Je dédie ce travail

A mes chers parents

Vous avez été pour moi au long de mes études le plus grand symbole d'amour, de dévouement qui ont ni cessé ni diminué.

Votre bonté et votre générosité sont sans limite.

Vos prières m'ont été d'un grand soutien au cours de ce long parcours. J'espère de tout mon cœur qu'en ce jour vous êtes fières de moi, et que je réalise l'un de vos rêves.

A mes sœurs et mon frère, Fatima Zohra, Zineb, Djoumana

Et Mohammed Lamine qui j'adore

À mon adorable nièce Melina

A la famille Rezgui et Boudebouze

A tous mes amis et mes collègues.



Chéima



Liste des Figures

Figure N°	Titre	Pages
Figure n°01	Extraction par hydro distillation	08
Figure n°02	Entrainement à la vapeur d'eau	09
Figure n°03	Extraction par expression à froid	09
Figure n°04	limite administratives de la wilaya de Ghardaïa	12
Figure n°05	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	13
Figure n°06	feuilles d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	13
Figure n°07	Diagramme générale de la procédure expérimentale	15
Figure n°08	Effet du Benzène, 1-methyl-4-(1-methylethyl) Sur la Croissance mycélienne de <i>Fusarium sporotrichioide</i>	19
Figure n°09	Effet du Benzène, 1-methyl-4-(1-methylethyl) Sur la Croissance mycélienne de <i>Fusarium Graminearum</i>	20
Figure n°10	Effet du Benzène, 1-methyl-4-(1-methylethyl) Sur la Croissance mycélienne de <i>Fusarium langsethiae</i>	21
Figure n°11	Effet Pinène sur <i>Fusarium sporotrichioide</i>	21
Figure n°12	Effet Pinène sur <i>Fusarium Graminearum</i>	22
Figure n°13	Effet Pinène sur <i>Fusarium langsethiae</i>	23
Figure n°14	Effet du Cineol sur <i>Fusarium sporotrichioide</i>	23
Figure n°15	Effet du Cineol sur <i>Fusarium graminearum</i>	24
Figure n°16	Effet du Cineol sur <i>Fusarium langsethiae</i>	25
Figure n°17	Effet du Sabinène sur <i>Fusarium sporotrichioide</i>	26
Figure n°18	Effet du Sabinène sur <i>Fusarium graminearum</i>	27
Figure n°19	Effet du Sabinène sur <i>Fusarium langsethiae</i>	27
Figure n°20	Effet du Benzène, 1-methyl-4-(1-methylethyl) sur la croissance mycélienne de trois souches fongiques	28
Figure n°21	Effet du Pinène sur la croissance mycélienne de trois souches fongiques	29
Figure n°22	Effet du Cineol sur la croissance mycélienne de trois souches fongiques	30
Figure n°23	Effet du Sabinène sur la croissance mycélienne de trois souches fongiques	30
Figure n°24	Effet du Pinène sur la croissance mycélienne finale de trois souches fongiques	31
Figure n°25	Effet du Benzène, 1-methyl-4-(1-methylethyl) sur la croissance mycélienne finale de trois souches fongiques	32
Figure n°26	Effet du Cineol sur la croissance mycélienne finale de trois souches	32

	fongiques	
Figure n°29	Effet du Sabinène sur la croissance mycélienne finale de trois souches fongiques	33

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
Tableau n°01	Localisation d'huile essentielle dans certains organes de certaines plantes	06

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I: Présentation de la plante	3
1. <i>Eucalyptus</i>	3
1.1. Classification.....	3
1.2. Origine et répartition Géographique d'<i>Eucalyptus</i>	4
1.2. Intérêts Socioéconomiques d'<i>Eucalyptus</i>	4
2. Généralités sur les huiles essentielles.....	5
2.1. Définition des huiles essentielles	5
2.2 Localisation chez la plante	5
2.3. Composition chimique des huiles essentielles.....	6
2.4. Aromathérapie	6
2.5. Propriétés pharmacologiques d'huile essentielle d'<i>Eucalyptus</i>.....	6
2.6. Mode d'action des huiles essentielles sur les microorganismes pathogènes	7
2.7. Méthodes d'extraction	8
2.8. Effets indésirables des huiles essentielles	9
Chapitre II : Matériels et Méthodes	12
Objectifs de travail	12
1. Présentation de la région d'étude	12
2. Matériel végétal.....	12
2.1. Choix du matériel végétal.....	13
3. Matériel biologique.....	13
3.1. <i>Fusarium graminearum</i>	14

3.2. <i>Fusarium sporotrichioides</i>	14
3.3. <i>Fusarium langsethiae</i>	14
4. Méthodes	14
4.1. Extraction d'huile essentielle des feuilles d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	16
4.2. Activité antifongique.....	16
Chapitre III : Résultats et discussion	19
1. Résultats.....	19
2. Activité antifongique.....	19
2.1. Effet de Benzène, 1-methyl-4-(1-methylethyl) sur les souches fongiques étudiées..	19
2.2. Effet de Pinène sur les trois souches fongiques étudiées.....	21
2.3. Effet du Cineol avec les trois souches fongiques étudiées.....	23
2.4. Effet du Sabinène avec les trois souches fongiques étudiées	26
2.5. Détermination de la vitesse de croissance mycélienne (VC)	28
2.6. Détermination de la croissance finale.....	31
3. Discussion.....	34
Conclusion.....	37
Référence bibliographique	38

Introduction

Introduction

Les plantes ont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme, puisqu'il s'en sert pour se nourrir, se soigner et parfois dans ses rites religieux. L'histoire des plantes médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires. Les huiles essentielles sont très efficaces sur les germes résistants aux antibiotiques; ce qui leur donne une place parmi les moyens thérapeutiques pour guérir, atténuer ou prévenir les maladies et les infections (Chouitah, 2012).

L'utilisation des huiles essentielles remonte aux plus anciennes civilisations : tous d'abord dans l'orient et le moyen orient et par la suite au Nord d'Afrique et en l'Europe (Franchomme *et al.*, 1990). Les huiles essentielles représentent un groupe très intéressant de ces métabolites qui sont dotés de propriétés antimicrobiennes les rendant intéressants en raison de son efficacité et d'application facile et pratique, l'utilisation des produits chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les moisissures nuisibles (Magan et Olsen, 2004). Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré de ces produits a provoqué une contamination de la biosphère et de la chaîne alimentaire, une éradication des espèces non cibles telles que la faune auxiliaire et l'apparition des microorganismes résistants. Ces dangers ont conduit l'OMS à interdire l'usage de certains fongicides chimiques, d'autres vont être prohibés dans un futur proche (Khelil, 1977).

Les *Eucalyptus* représentent des arbres forestiers originaires d'Australie et plus de 700 espèces sont répertoriées à ce jour. Parmi ces espèces un grand nombre est originaire de l'île de Tasmanie et de l'île principale d'Australie et seulement quelques espèces ont pour origine l'Indonésie. Il est probable que l'*Eucalyptus* par ses qualités de repousse après incendies ait pu coloniser de grandes surfaces en Australie. Sur ce continent, tous les types de climats sont représentés sauf les gels extrêmes, l'*Eucalyptus* s'est donc adapté aux conditions défavorables comme la sécheresse, le froid et le sel et présente une diversité spécifique très forte pour une île continentale. Lorsque la partie aérienne est détruite par un incendie ou un gel ou par une coupe en production, des bourgeons dormants situés sous l'écorce peuvent rapidement donner de nouvelles tiges permettant d'occuper très rapidement l'espace libre. Par ailleurs, la croissance rapide et la qualité de son bois font de l'*Eucalyptus* le feuillu le plus planté au monde pour des usages industriels, principalement pour la pâte à papier (Gilles, 2008).

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la recherche de l'effet antifongique d'huile essentielle de la plante médicinale *Eucalyptus camaldulensis*. L'objectif est de déterminer le

pouvoir antifongique de différentes concentrations des composés majoritaires d'huile essentielle de la plante *Eucalyptus camaldulensis* sur quatre souches fongiques.

Dans la partie recherche bibliographique nous avons commencé par une étude bibliographique sur la plante d'*Eucalyptus camaldulensis*. Cette étude inclus: la présentation de la plante. Ensuite nous étudierons les généralités sur les composés majoritaires huiles essentielles (HE). Cette étude inclus : la définition, La composition chimique de ces derniers, localisation chez la plante, propriétés pharmacologiques d'huile essentielle d'*Eucalyptus*. En dernier, nous passerons en principale technique utilisée pour l'extraction à travers hydro distillation.

Dans la deuxième partie nous avons commencé par une étude expérimentale. Cette étude inclus : l'extraction d'huiles essentielles des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*, l'évaluation des activités antifongiques des composés majoritaires d'huile essentielle. Enfin une conclusion générale résume l'ensemble de résultats obtenus.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Chapitre I: Présentation de la plante

1. *Eucalyptus*

Eucalyptus appartiennent à la famille des Myrtacées grande famille de 72 genre et 300 espèces les *Eucalyptus* comportent environ 600 à 700 espèces et variétés (*Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus radiata*) (Oueld si Saïd, 2014).

Le mot <<*Eucalyptus*>> : « Eu » est un préfixe d'origine grecque et signifiant « bien » et « Kalyptos » veut dire « couvrir » donc le nom générique signifie bien couvert car les pétales et sépales sont soudés (Lemarchand, 2008).

Ce sont des arbres et des arbustes, souvent producteurs d'huiles aromatiques. Les *Eucalyptus* sont de grands espèces qui peuvent atteindre jusqu'à 100m de hauteur. Mais leur vraie moyenne varie entre 40 et 50 m. Le tronc comprend a la base une écorce foncée et rigoureuse laissant s'exfolier son épiderme.

L'*Eucalyptus* portent des feuilles persistantes, coriaces, glabres mais différentes en fonction de l'âge des rameaux : les rameaux les plus âgés (adultes) portent des feuilles aromatiques, sont simples et lancéolées verte et verte foncé, mesurent de 12 à 30 cm. Et les feuilles juvéniles sont ovales a légèrement lancéolées, vertes, opposées. Les fleurs naissent a l'aisselle des nouvelles feuilles sont de couleur blanche –crème. Le fruit ligneux est une grosse capsule glauque prenant une teinte marron lors de sa maturité. Les eucalyptus sont connus pour leurs capacités à une grande casserole papetière et de repousser sans manque de dormance à cause de leurs graines qu'elles sont d'une couleur noire (Ghedira *et al.*, 2008).

La croissance de cette espèce est continue du fait qu'ils n'ont pas d'endormance contrairement aux d'autres espèces ligneuses .Ils sont opportunistes, leur croissance dépend uniquement de la température moyenne. Elle est maximale en condition favorable et ralentie ou nulle en fonction du froid ou de la sécheresse (Stress abiotiques) par exemple, les *Eucalyptus* sont très réactifs après le stress et cette réactivité explique la compétitivité des *Eucalyptus* pour l'occupation de l'espaces (Marque, 2008).

1.1. Classification

Les *Eucalyptus* sont des angiospermes dicotylédones de la famille des Myrtacées. La principale classification est celle de Pryor et Johnson (Pryor et Johnson, 1971) qui définit sept sous-genres (*Corymbia*, *Blakella*, *Eudesmia*, *Gaubaea*, *Idiogenes*, *Monocalyptus* et *Symphyomyrtus*). Un huitième sous-genre (*Telocalyptus*) a été suggéré par (Johnson, 1976). Plus récemment, les sous-genres *Corymbia* et *Blakella* ont été formellement séparés du reste des *Eucalyptus* et placés dans un nouveau genre *Corymbia* (Hill et Johnson, 1995). Actuellement, les *Eucalyptus* sont répartis dans les genres *Eucalyptus*, *Corymbia* et *Angophora*. Le genre *Eucalyptus* comprend principalement les sous-genres des *Symphyomyrtus* et des *Monocalyptus*

qui contiennent la plupart des espèces cultivées. (Ghedira *et al.*, 2008) ont classé les *Eucalyptus* comme suit:

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae

Genre : *Eucalyptus*

Espèce : *Eucalyptus camaldulensis*

1.2. Origine et répartition Géographique d'*Eucalyptus*

L'*Eucalyptus* est originaire de l'Australie en 1863 son introduction en Algérie est faite et leur facilité d'adaptation permet une plantation massive, parmi les espèces les plus répandus dans la région méditerranéenne *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus gomphocephala*, le transfert génétique entre certaines espèces se fait rapidement et cela complique encore plus leur identification (Ghenaiet et Aouidet, 2016).

La répartition de la plante compose plus de 90% de forêts naturelles. On le trouve également en Tasmanie (île d'Océanie au Sud-est du continent australien) et dans les îles indonésiennes. Le genre est très vaste puisqu'on en dénombre plus de 600 espèces (Melunetal., 2011). Et cette répartition dans différents pays et régions transporte des caractérisations importantes sur son biotope et sa composition chimique (Koziol, 2015).

1.2. Intérêts Socioéconomiques d'*Eucalyptus*

L'effet socio-économique des plantations d'*Eucalyptus* ont des conséquences et des intérêts plus larges sur le plan social et économiques. En zone sahélienne, les *Eucalyptus* sont en plantation pures ou mixtes avec d'autres espèces exotique et/ou indigènes. Le bois d'*Eucalyptus* présente de bonnes qualités mécaniques, il est communément utilisé au sahel comme bois de chauffe et des matériaux de construction de maison, de hangars et dans plusieurs besoins. Une plantation d'*Eucalyptus* contribue à la fertilité du sol, donc elle va enrichi le milieu par différents espèces végétale et animale et elle fournit une association symbiotique entre la plante et les champignons ectomycorhiziens comestible qui constituent des nutriments et de revenus pour les populations locales (Abdoulaye, 2017).

A part la chauffe l'*Eucalyptus* offre d'autres avantages en phytothérapie. Dans certains pays d'Afrique est utilisé aux maux d'estomac, les feuilles sont utilisées pour le rhumatisme, les feuilles séchées puis brûlées sont utilisées pour calmer la toux, l'angine, la bronchite et l'asthme.

Les feuilles brûlées sont aussi utilisées pour chasser les moustiques. Et même pour le choléra, la peste, le paludisme (Soumare *et al.*, 2017).

2. Généralités sur les huiles essentielles

2.1. Définition des huiles essentielles

La définition des huiles essentielles précise leurs origines et leurs modalités d'obtention. Ainsi une huile essentielle est une « substance odorante, généralement de composition complexe, obtenue à partir de la matière première botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. Elle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition (Bourrain, 2013).

2.2 Localisation chez la plante

Les huiles essentielles sont présentes en très petite quantité : 1 à 2 % de la matière sèche au maximum, peuvent être stockées dans différents organes végétaux (feuilles, racines, écorces...). (Couderc, 2001).

Les huiles essentielles sont très répandues dans le règne végétal, on les rencontre surtout dans les phanérogames, mais quelques cryptogames en renferment également. Dans la plupart des cas, les essences se trouvent toutes formées dans les différents organes, elles sont alors localisées soit dans les glandes des poils sécréteurs, soit dans des réservoirs intracellulaires ayant la forme des canaux (Danielle Huard, 1999).

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : Feuilles, fleurs, écorces, bois, racines, des rhizomes, fruits et des graines. La synthèse et l'accumulation sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante : cellules à l'huile essentielles des Lauraceae ou des Zingiberaceae, poils sécréteurs des Lamiacées, des poches sécrétrices des Myrtaceae ou des Rutaceae, canaux sécréteurs des Apiaceae ou des Asteraceae (Bruneton, 1993).

Les trichomes glandulaires sont les sites primaires de la biosynthèse d'huile essentielle, et les plantes qui manquent de telles structures spécialisées synthétisent et amassent seulement des traces de monoterpènes. En conséquence, la dynamique du développement de ces structures ainsi que le processus(s) sécréteur d'huile et le mécanisme(s) ont une incidence directe avec la production de l'huile/ le potentiel du système producteur (Sharma *et al.*, 2003).

Tableau N°2: Localisation d'huile essentielle dans certaines organes de certaines plantes (Echchaoui, 2018).

Organe	Exemples
Feuilles d'angiospermes	Romarin, Sauge, Menthe
Fleurs	Jasmin, Rose
Fruits	Citron

2.3. Composition chimique des huiles essentielles

Quelques études ont été réalisées sur le genre *Eucalyptus* ont montré que son huile essentielle renferme une teneur de celle-ci comprise entre 0,5% à 3,5% cette huile est considérée comme médicinale parce que le 1-8 cineol ou l'*Eucalyptus* présente le composant majoritaire [70%- 80%] (Ghenaiet et Aouidet, 2016). 1-8 cineol est la principale constituant pour qu'une huile essentielle soit médicinale (Samate, 2002). *Eucalyptus globulus* est une espèce connue de la famille myrtaceae, l'analyse des feuilles et des fruits d'*Eucalyptus globulus* révèle que cet espèce renferme environ 30 composés majoritairement son : 1-8 cineol, camphène, alpha pinène, globule, beta pinène,..... (Ould si said, 2014). Grâce à cette richesse au niveau de la composition chimique, l'huile essentielle d'*Eucalyptus* peut se classer comme une essence qui contient à la fois des propriétés antibactériennes, antifongique et antivirales (Ghenaiet et Aouidet, 2016).

2.4. Aromathérapie

Se définit comme une thérapie naturelle utilise les huiles essentielles végétales par voie interne ou externe pour soigner ou prévenir les maladies (Deschepper, 2017), donc on peut définir cette thérapie comme le traitement des pathologies par les arômes, l'origine de cette photothérapie repose sur les propriétés pharmacologiques qui renferme l'huiles essentielles.

2.5. Propriétés pharmacologiques d'huile essentielle d'*Eucalyptus*

En plus des propriétés pharmacologiques des huiles essentielles la plante possède sa propre activité, donc il est important de ne pas confondre entre ces deux notions. D'une autre part il est très fréquent qu'on accorde aux huiles essentielles des propriétés qui ne sont pas prouvées scientifiquement soit sont spécifiques pour certaines plantes tel que l'activité l'impolitique ou l'action antihistaminique ; nous allons donc nous centrer sur les propriétés fondamentales (Nicolas, 2017).

2.5.1. Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne des huiles essentielles à une relation étroite avec sa composition chimique (Chemloul, 2014) par exemple grâce à la présence de 1-8 cineol, l'huile essentielle d'*eucalyptus* va être douée de propriété antibactérienne et cicatrisante.

2.5.2. Activité antifongique

Le pouvoir antiseptique de certaines l'huile essentielle est active également sur les champignons responsables de mycoses et les levures (*Candida albican*) (Benzeggouta, 2005), cette activité est due à la présence de certaines fonctions chimique principalement les phénols qui sont plus antifongique que les aldéhydes (Chemloul, 2014)

2.5.3. Activité antivirale

Les infections virales font parties des pathologies les plus dangereux et les plus variées qui peuvent être mortelles dans plusieurs cas, les huiles essentielles présentent une thérapie naturelle qui limitent leur propagations puisque les virus sont sensibles aux molécules aromatiques, donc les huiles essentielles constituent une opportunité pour traiter ces fléaux infectieux (Bessedik, 2015).

2.5.4. Activité antiparasitaire

Les groupements phénoliques sont les composés antiparasitaire les plus puissant suivi par les alcools monoterpéniques certains oxydes et cétones ont ainsi une activité antiparasitaire (Raymond, 2005).

2.6. Mode d'action des huiles essentielles sur les microorganismes pathogènes

Les huiles essentielles ou certains de leur composés ont un effet efficace contre une grande variété d'organismes (bactéries, champignons, virus et parasites) (Randrianarivelo, 2010), du fait de la variabilité des quantités des composants des huiles essentielles leur activité antimicrobienne est due à plusieurs mécanismes d'action au niveau cellulaire.

- Perturbation de la membrane cytoplasmique et la perturbation de la force motrice de proton (Toure, 2015) provoque un mauvais fonctionnement de la membrane cellulaire et perturbe le transport membranaire des substances nutritives (Boukerrouche, 2018).
- D'autres mécanismes sont liés à la coagulation des constituants cellulaire (Toure, 2015).
- Les huiles essentielles agissent ainsi sur une grande variété de moisissures et de levures par différent action en inhibant la croissance des levures, la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation ou la production des toxines chez les moisissures, ce pouvoir antifongique est attribué à la présence de certaines fonctions chimiques dans la composition des huiles essentielles (Boukerrouche, 2018).

- Au niveau génétique des études ont montrés que les huiles essentielles ou leur composés principaux n'ont pas induit une mutation nucléaire vis-à-vis les bactéries ou les levures (Randrianarivelo, 2010).

2.7. Méthodes d'extraction

De nombreux procédés sont utilisés pour l'extraction des substances aromatiques cet opération a pour but de capter les produits les plus subtils et les plus fragiles sans altérer la qualité, le choix de la technique dépend de la localisation histologique d'huile dans le végétal et de son utilisation (Nejia, 2013).

2.7.1. Hydro distillation

C'est la méthode d'extraction la plus simple son principe consiste à immerger la matière végétale dans un bain d'eau, ensuite l'ensemble est porté à ébullition, elle est généralement conduite à pression atmosphérique, le chauffage permet l'éclatement et la libération des molécules volatiles contenues dans la matière végétale, les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité. Le système utilise pour l'extraction des huiles essentielles au laboratoire c'est le Dean Starck (Haib, 2011).

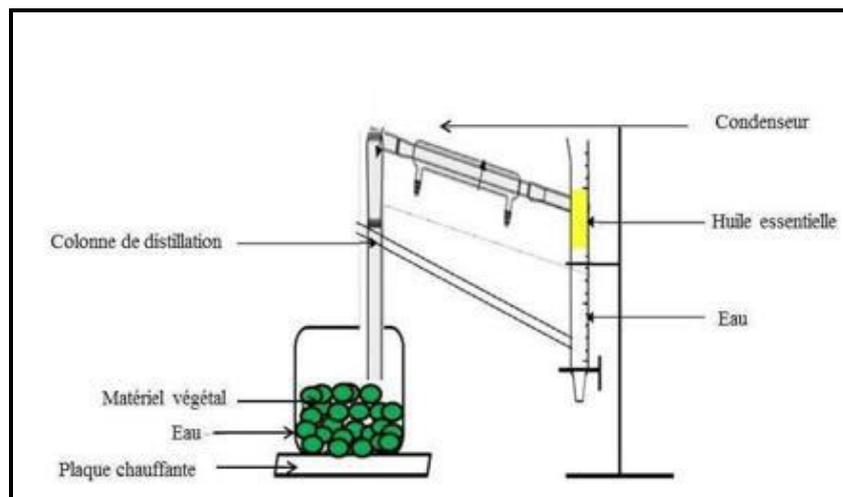


Figure N°1 : Extraction par hydrodistillation (Salemkour et Rahaoui, 2019)

2.7.2. Entraînement à la vapeur

Cette technique ne met pas en contact direct de l'eau et la matière végétale à traiter, de la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille entraine l'éclatement des cellules et libération de l'huile essentielle (Herzi, 2013)

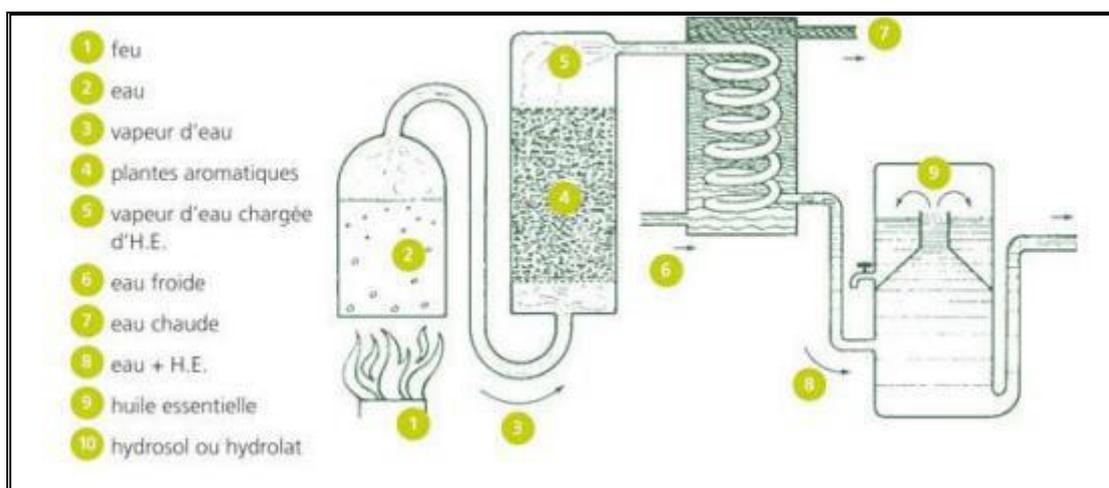


Figure N°2 : Entraînement à la vapeur d'eau (Herzi, 2013)

2.7.3. Expression à froid

L'expression à froid est une extraction sans chauffage réservée aux agrumes, le principe de ce procédé mécanique consiste à éclater les minuscules vésicules et les poches à essence, l'essence ainsi libérée est entraînée par un courant d'eau (Attou, 2017).

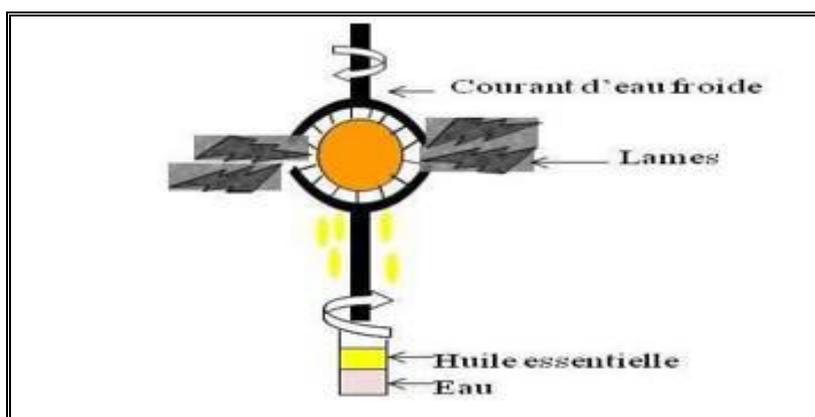


Figure N°3 : Extraction par expression à froid (Salemkour Rahaoui, 2019).

2.8. Effets indésirables des huiles essentielles

En plus des bienfaits des huiles essentielles leur mauvais usage par certaines voies contre indiquées tel que la voie oculaire, intraveineuse, intramusculaire (Poirot, 2016) ainsi que l'utilisation avec des doses extrêmes peut provoquer des effets secondaires ou indésirables chez la personne.

2.8.1. Photosensibilité

Furano coumarine est parmi les composés principaux des huiles essentielles l'utilisation d'une huiles essentielles contenant se composé par voie cutanée peut provoquer des réactions érythémateuses voire favoriser la carcinogénèse, donc il est recommandé de ne pas s'exposer au soleil pendant 6h suivant l'huiles essentielles par voie cutané ou orale (Meyer, 2016).

2.8.2. Réactions allergique

Avant utilisation il est conseillé de tester la sensibilité de la personne envers l'huiles essentielles d'intérêt en appliquant 1 à 2 gouttes au pli du coude, si aucune réaction allergique n'est observée après 10 mn l'huiles essentielles pourra être utilisé largement (Meyer, 2016).

2.8.3. Femme enceinte et allaitante

Par précaution l'utilisation d'huiles essentielles pendant la grossesse est fortement déconseiller pendant le 1er trimestre puisque à ce moment ce déroule l'organogenèse de l'embryon (Poirot, 2016), et pendant le trimestre suivant et l'allaitement est à limiter car certains constituants des huiles essentielles comme la cétone à des propriétés neurotoxiques à haute dose (Meyer, 2016).

2.8.4. Conservation des huiles essentielles

La conservation des huiles essentielles peut durer plusieurs années sous certaines conditions :

- Il faut fermer les flacons puisque les huiles essentielles sont volatiles
- Garder à l'abri de la lumière a une température ambiante jusqu'à 20°C (Mayer, 2012)

Chapitre II: Matériels et Méthodes

Chapitre II : Matériels et Méthodes

Objectifs de travail

Le but de cette étude est de démontrer «In vitro» l'effet antifongique de quelques composés chimiques majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus* sur différents souche fongique.

1. Présentation de la région d'étude

La wilaya de Ghardaïa à issue du dernier découpage administratif, est située à 600 km au Sud de la capitale d'Alger, (figure n 02) et s'intègre dans la partie septentrionale de la plateforme Saharienne aux portes du désert à 32° 30'de latitude Nord et à 3° 45'de longitude. (A.N. R. H, 2007).

Le territoire de la wilaya de Ghardaïa abrite 309.740 habitants répartis sur 86.560 Km de surface, elle compte 9 daïras et 13communes (ANRH, 2007). Ses principales agglomérations sont Berriane, Guerrara, Ghardaïa, Zelfana, Metlili, Hassi F'Hel et El-Goléa (Zergoun, 1994). La wilaya du Ghardaïa est appelée le rôle de jonction entre la zone des hauts plateaux et le grand Sud (Ben Semaoune, 2008).

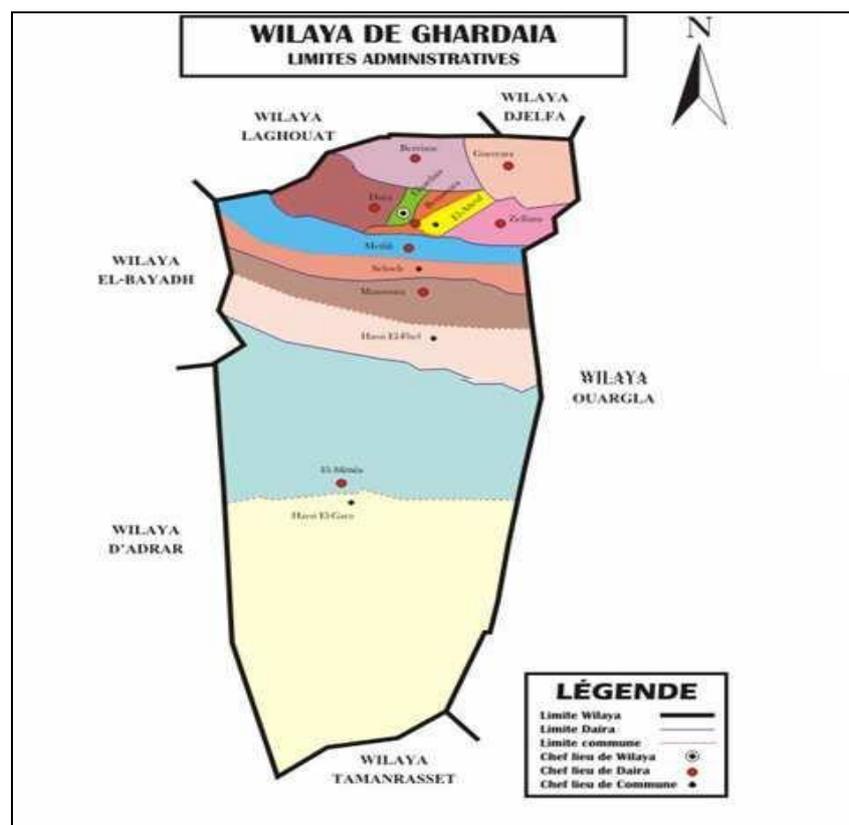


Figure N°4 : limite administratives de la wilaya de Ghardaïa (Guerrida, 2008).

2. Matériel végétal

Pour l'obtention des extraits végétaux huileux de la partie aérienne ; En 25/ 01/2021 nous avons prélevé des échantillons de la partie aérienne de l'espèce végétale *Eucalyptus camaldulensis* (choisis au hasard des feuilles d'un arbre adulte). Cette dernière existe dans

la région de Noumrate. L'identification de cette arbre a été réalisée par (Dr. Mehani M) université de Ghardaïa.



Figure N°5 : *Eucalyptus camaldulensis*

2.1. Choix du matériel végétal

Le matériel ou l'organe végétal choisi dans la présente étude est représenté par les feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis*. Parmi les critères de choix de cette plante figurent leur utilisation déjà dans l'assaisonnement de certains aliments et médicaments (donc non toxiques) d'une part et le manque de travaux de recherche sur les propriétés biologiques en particulier propriétés antifongiques de leurs huiles essentielles d'autre part.



Figure N°6: feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*

3. Matériel biologique

Les souches fongiques utilisées dans notre étude ont été choisies pour leurs fréquences élevées dans les contaminations, et proviennent du laboratoire de l'Institut de l'Entomologie et

Pathologie végétale, Université Cattolicadel Sacro Cuore di Piacenza, Italie. Dans notre travail nous avons retenu les souches suivantes : *Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichioides* et *Fusarium langsethiae*.

3.1. *Fusarium graminearum*

Le nom de *Fusarium* vient de *fusus* latin, qui signifie une broche, *Fusarium* est un grand genre de champignons filamenteux largement distribués dans le sol et en association avec des plantes. La plupart des espèces sont saprobes inoffensives, et sont membres relativement abondantes de la communauté microbienne du sol. Certaines espèces produisent des mycotoxines dans les cultures de céréales qui peuvent affecter la santé humaine et animale si elles entrent dans la chaîne alimentaire (Mehani, 2015).

Fusarium graminearum infecte couramment l'orge s'il y a une pluie en fin de saison. Qu'il est de l'impact économique de l'industrie de brassicole, ainsi que l'orge fourragère. La contamination de *Fusarium* dans l'orge peut se provoquer en épi, et les contaminations extrêmes, de l'orge peut apparaître rose (Mehani, 2015).

3.2. *Fusarium sporotrichioides*

Fusarium sporotrichioides se développe généralement dans les grains de céréales dans les conditions relativement fraîches d'une récolte tardive humide. Ce champignon se trouve généralement sur les grains hivernés sous la couverture de neige. L'espèce est faiblement pathogène pour les plantes céréalières, mais il est capable de produire des composés comparativement toxiques ayant une structure trichothécène caractéristique (Abramson, *et al.*, 2004).

3.3. *Fusarium langsethiae*

Fusarium langsethiae est une espèce de champignon de la famille des Nectriacées. C'est un agent phytopathogène. Cette espèce est isolée à partir de grains d'avoine, de blé et d'orge. Il se différencie de *Fusarium. poae* par une croissance plus lente, moins de mycélium aérien et une absence d'odeur. Ses conidies en forme de navet ou sphériques sont portées dans le mycélium aérien (Torp et Nirenberg, 2004).

4. Méthodes

Ce travail qui représente l'étude de l'activité antifongique des l'extrait huileux des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* a été réalisé au niveau du laboratoire de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Université de Ouargla.

4.1. Extraction d'huile essentielle des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*

Nous avons utilisé les composants majoritaires d'huile essentielle telle que : Pinène, Cineol, Sabinène et Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) qui ont été séparée par Dr Mehani au laboratoire de CREA en Italie.

L'extraction par la méthode d'hydrodistillation reste la technique d'extraction la plus utilisée et la plus simple pour l'obtention des meilleurs rendements, sans altération des huiles essentielles fragiles (Paris et Hurabiell, 1981 ; Khebizi et Khocheman, 2011). Cette méthode est simple dans son principe et ne nécessite pas un appareillage coûteux. Le schéma général adopté par MEHANI (2015) pour la réalisation de l'hydrodistillation et de séparation est résumé dans la figure suivante :

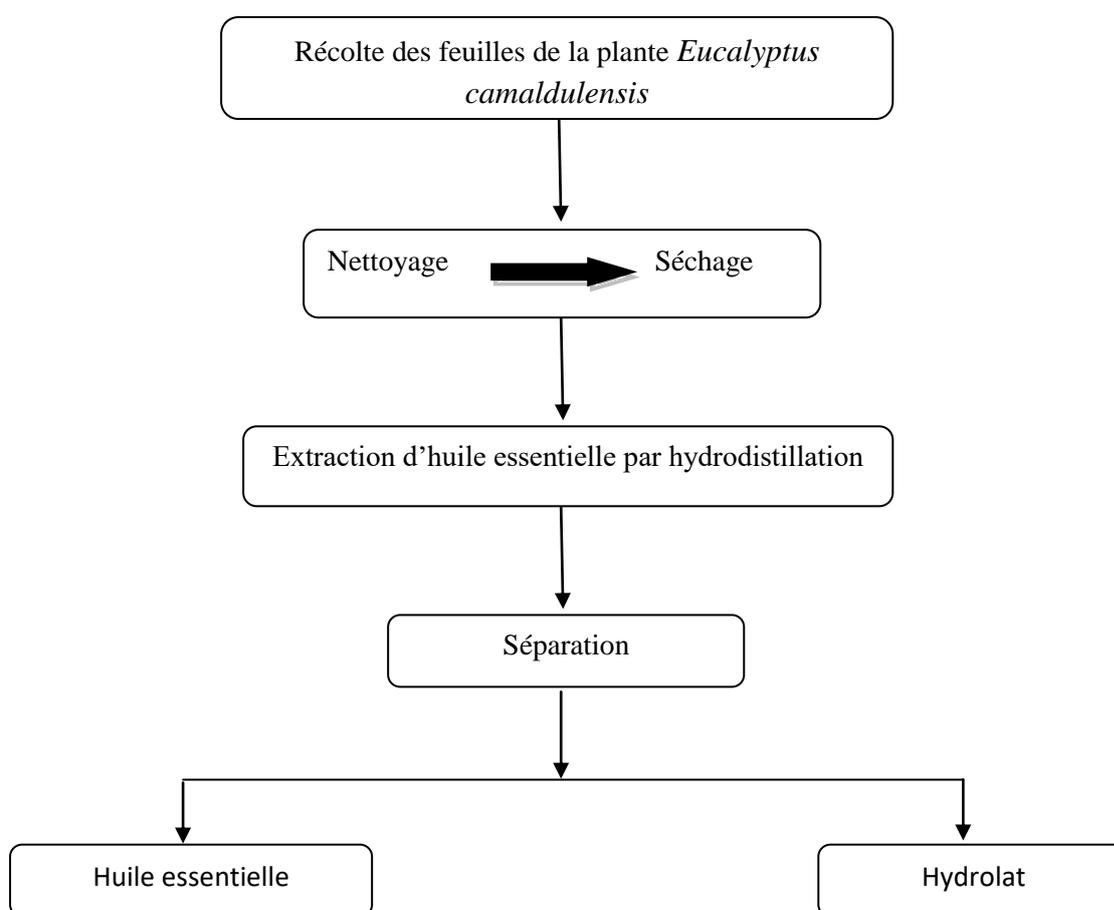


Figure N°7 : Diagramme générale de l'hydrodistillation et de la séparation des composants majoritaires d'huile essentielle d'eucalyptus (Mehani, 2015)

4.1.1. Dispositif proposé d'extraction par hydro distillation

Une masse des feuilles de la plante de 100 g et une quantité de l'eau de 500 ml sont immergées dans un ballon. Ce dernier est installé au dispositif de Dean Stark pendant 2h, les vapeurs chargées d'huile essentielle traversant un réfrigérant se condensent et chutent dans une ampoule à décanter, le mélange (huile essentielle + eau) se sépare par différence de densité. L'huile essentielle et l'hydrolat récupérée, est placée dans un petit flacon opaque et conservée au réfrigérateur (Salemkour et Rahaoui, 2019).

4.1.2. Conservation d'huile essentielle obtenue

La conservation de l'huile essentielle et l'hydrolat exige certaines précautions indispensables (Burt, 2004). C'est pour l'huile essentielle d'*Eucalyptus* est conditionnée dans un flacon en verre fumé, hermétiquement fermé pour éviter tout risque d'altération d'huile essentielle par la lumière et l'oxygène de l'air. Les flacons sont conservés à une température de 4°C jusqu'à l'utilisation de cette huile essentielle et hydrolat pour différentes analyses (Mehani, 2015).

4.2. Activité antifongique

4.2.1. Méthode fongique

Pour la réalisation de l'activité antifongique on a adopté la méthode de contact direct (Mehani, 2015).

Pour préparer les différentes concentrations on a prélevé des différentes concentrations des huile essentielle (HE) d'*Eucalyptus* à savoir (2,5, 5,10, 20 µl) et ajuster à 20 ml par PDA puis on agite pendant 5 minute pour homogénéiser le milieu de PDA avec l'huile essentielle .

5 ml de mélange (PDA + HE+ Tween à 0,5%) à été coulé dans des boites de Pétri, Après le refroidissement et la solidification de ce mélange sur la paillasse des disques mycélien de diamètre de 5mm de diamètre issue de la marge d'une culture âgée de *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium graminearum* et *Fusarium langsethiae* ont été prélevée avec un emporte-pièce et inoculé au centre de chaque boite (1 disque/boite). Chaque concentration est répéter trois fois. Les boites sont incubées dans l'obscurité à température de $20 \pm 2C^{\circ}$; Les témoins (PDA+ *Fusarium* et PDA+ Tween a 0,5%+*Fusarium*) sont réalisés dans les mêmes conditions sans huile essentielles et les mesures sont prélevées après 48 h d'incubation (Terzi *et al.*, 2014).

4.2.2. Evaluation de la croissance mycélienne

La croissance mycélienne a été évaluée toutes les 24 heures en mesurant la moyenne de trois diamètres perpendiculaires passant par le milieu de la rondelle. Cette lecture est toujours réalisée en comparaison avec les cultures témoins qu'ils ont démarrés le même jour et dans les mêmes conditions. Toute pousse même légère de champignon sera considéré comme action négative c'est à dire que l'huile essentielle en question n'est pas inhibitrice vis-à-vis de la croissance fongique (Terzi *et al.*, 2014).

4.2.3. Détermination de la vitesse de croissance mycélienne (VC)

$$VC = [D1/Te1] + [(D2-D1) / Te2] + [(D3-D2) / Te3] + \dots + [(Dn-Dn-1) / Ten]$$

D: Diamètre de la zone de croissance du chaque jour.

Te: Heur d'incubation. $\times 100$ (Mehani 2015)

Chapitre III : Résultats Et Discussions

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Résultats

Dans ce travail, nous avons effectué l'extraction d'huile essentielle de la partie aérienne d'*Eucalyptus camaldulensis* dont le rendement en huile essentielle est de bonne qualité qui dépend de plusieurs facteurs tels que : l'espèce, la géographie, la période de récolte, les pratiques culturales, la technique d'extraction....etc. Nous avons appliqué les composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les germes utilisées la méthode de contact direct pour les champignons.

2. Activité antifongique

L'activité antifongique est révélée par l'absence ou la présence de la croissance mycélienne pour les différentes concentrations des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les trois souches fongiques : *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium graminearum* et *Fusarium langsethiae*. Les résultats indiquent que la croissance mycélienne journalière pour le témoin est importante avec un diamètre différent qui dépend ce dernier du temps d'incubation.

2.1. Effet de Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) sur les souches fongiques étudiées

L'absence ou la présence de la croissance mycélienne révélée par l'activité antifongique, avec les différentes concentrations de Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) sur les trois souches fongiques ; *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium graminearum* et *Fusarium langsethiae*. Nous observons que la croissance mycélienne est remarquable et différentes après 48h.

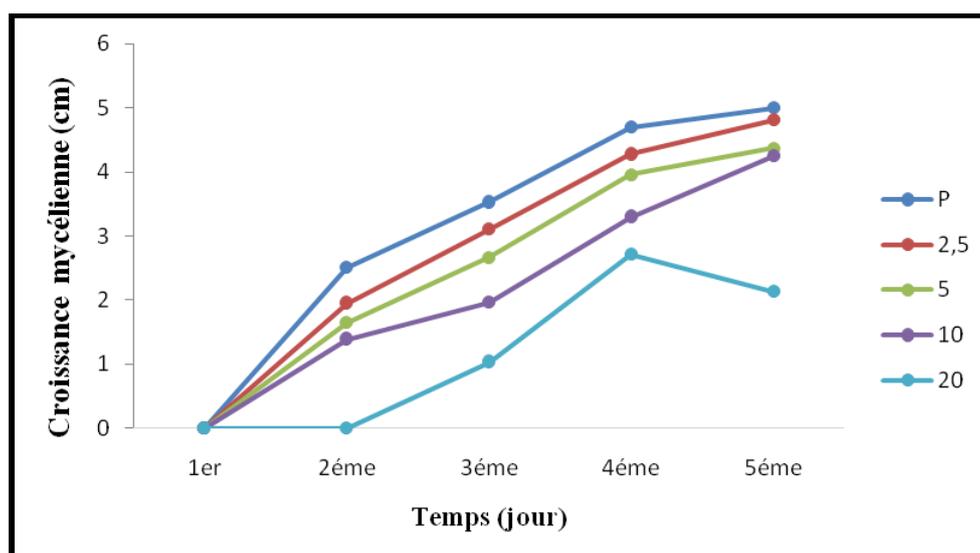


Figure N°08: Effet du Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) sur la croissance mycélienne de *Fusarium sporotrichioides*

P : Témoin, Concentration : 2.5, 5, 10 et 20 µl

La figure N°08 indique la croissance mycélienne (cm) de *Fusarium sporotrichioides* en fonction du temps d'incubation et la concentration de Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl). Avec les différentes concentrations de Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl), nous observons que la croissance mycélienne est remarquable après 48 h (2 jour) pour le témoin et les différentes concentrations de Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) à savoir le témoin, 2.5, 5 et 10 et 20 μl . Selon nos résultats nous remarquons qu'il y a une augmentation de la croissance mycélienne avec le temps d'incubation à l'exception la concentration 20 μl qu'elle ne présente aucune croissance mycélienne dans le 1^{er} jour.

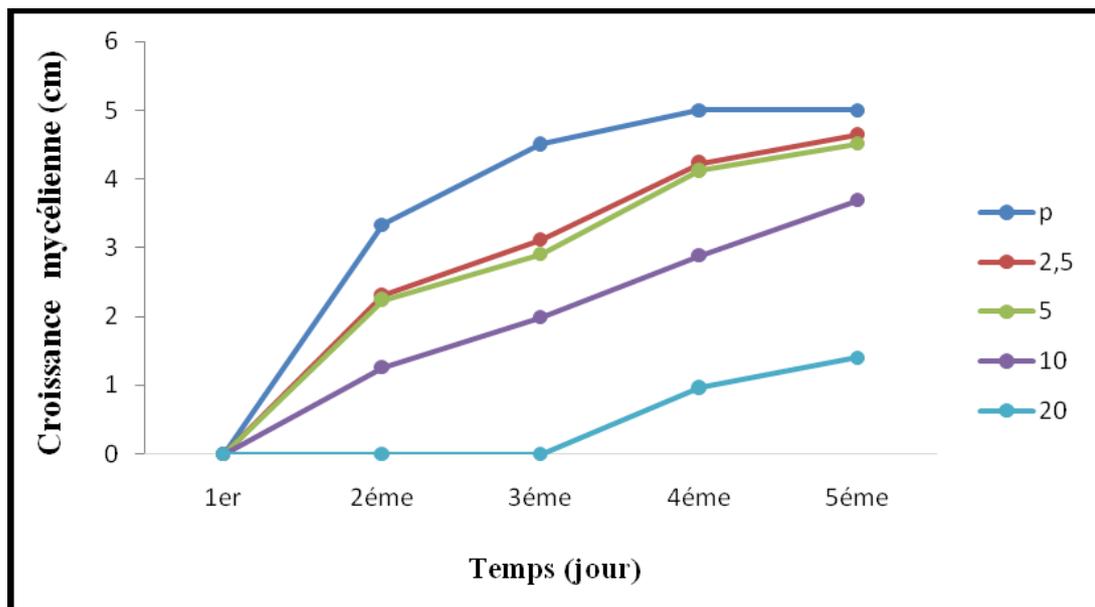


Figure N°09: Effet du Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) sur la croissance mycélienne de *Fusarium Graminearum*

P : Témoin, **Concentration :** 2.5, 5, 10 et 20 μl

Selon la figure N°09 nous observons que la croissance mycélienne de *Fusarium graminearum* dans les 48h enregistre une augmentation avec les concentrations suivantes de Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) : le témoin, 2.5, 5 et 10 μl , par contre une absence de la croissance mycélienne avec la concentration 20 μl du Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) au cours des trois premiers jours (72h) qui a été commencée pendant le quatrième jour avec une faible augmentation par rapport aux autres concentrations.

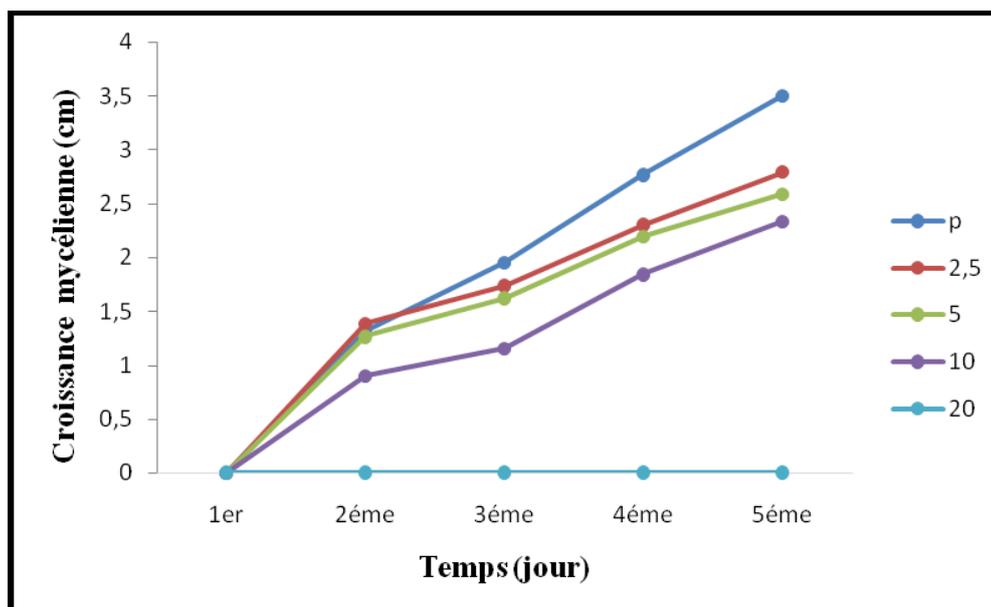


Figure N°10 : Effet du Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) sur la croissance mycélienne de *Fusarium langsethiae*

P : Témoin, **Concentration :** 2.5, 5, 10 et 20 µl

La figure N°10 représente l'effet du Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) sur la croissance mycélienne de *Fusarium langsethiae* nous observons que la croissance mycélienne est remarquable après 48 h pour le témoin et les différentes concentrations du Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) à savoir le témoin, 2.5, 5 et 10 µl. Mais avec la concentration 20 µl nous observons l'absence de croissance mycélienne de *Fusarium langsethiae* dans le 1^{er} jour jusqu'à le 5^{ème} jour.

2.2. Effet de Pinène sur les trois souches fongiques étudiées

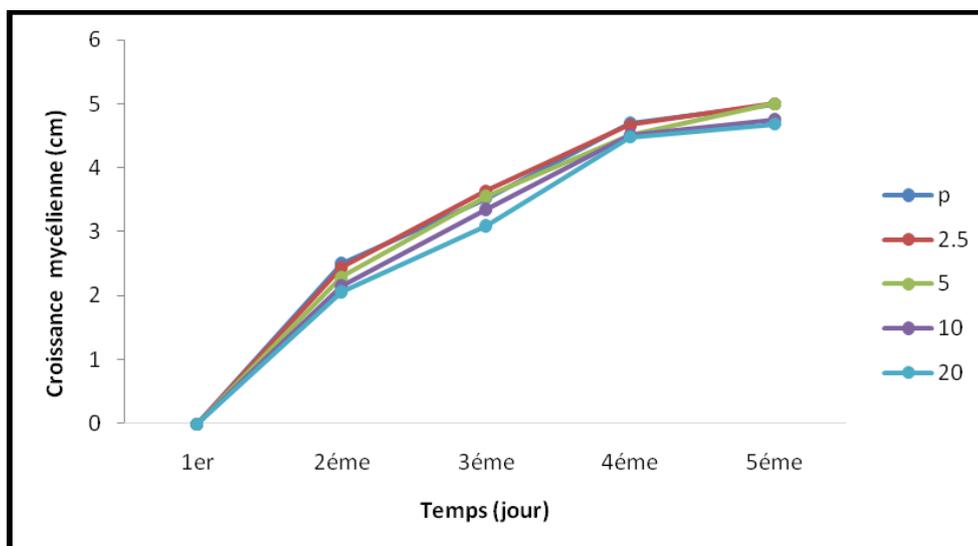


Figure N°11 : Effet du Pinène sur *Fusarium sporotrichioides*

P : Témoin, **Concentration** : 2.5, 5, 10 et 20 μl

La figure N°11 indique la croissance mycélienne (cm) de *Fusarium sporotrichioides* en fonction du temps d'incubation et la concentration du Pinène. Avec les différentes concentrations du Pinène nous observons une faible augmentation de la croissance mycélienne avec une petite variation d'augmentation dans le deuxième et le troisième jour, et nous remarquons une grande variation dans le quatrième et le cinquième jour.

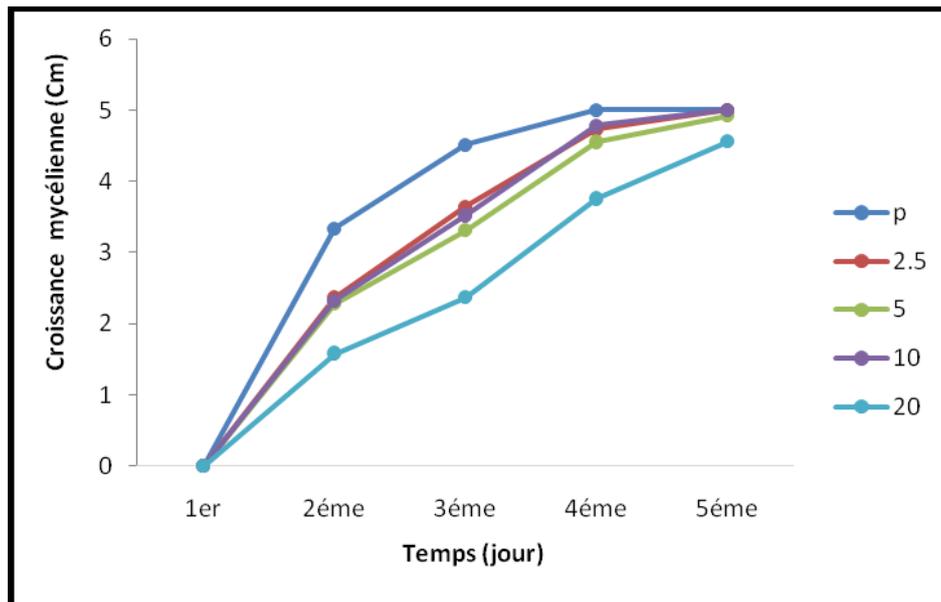


Figure N°12: Effet du Pinène sur *Fusarium Graminearum*

P : Témoin, **Concentration** : 2.5, 5, 10 et 20 μl

Selon la figure N°12 qui représente l'effet du Pinène sur *Fusarium graminearum* nous distinguons qu'il y a une augmentation remarquable de la croissance mycelienne dans les 48 h (2^{ème} jour) avec la concentration de témoin, et il y a une évolution importants avec les concentrations suivantes 2.5 , 5 et 10 μl quant à l'évolution de la concentration 20 μl , elle est faible par rapport au témoin .

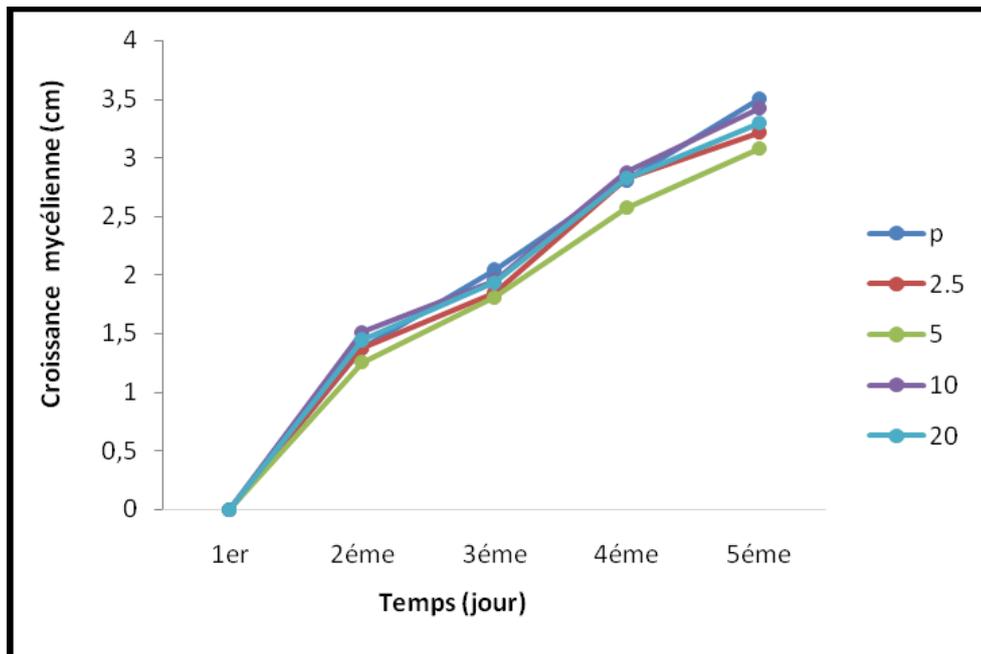


Figure N°13 : Effet du Pinène sur *Fusarium langsethiae*

P : Témoin, **Concentration** : 2.5, 5, 10 et 20 μ l

Nous distinguons d'après la figure N°13 qui représente l'effet du Pinene sur *Fusarium langsethiae*, qu'il y a une variation d'augmentation de la croissance mycélienne avec le temps d'incubation de *Fusarium langsethiae*, après 48 h (2^{ème} jour) avec les différentes concentrations.

2.3. Effet du Cineol avec les trois souches fongiques étudiées

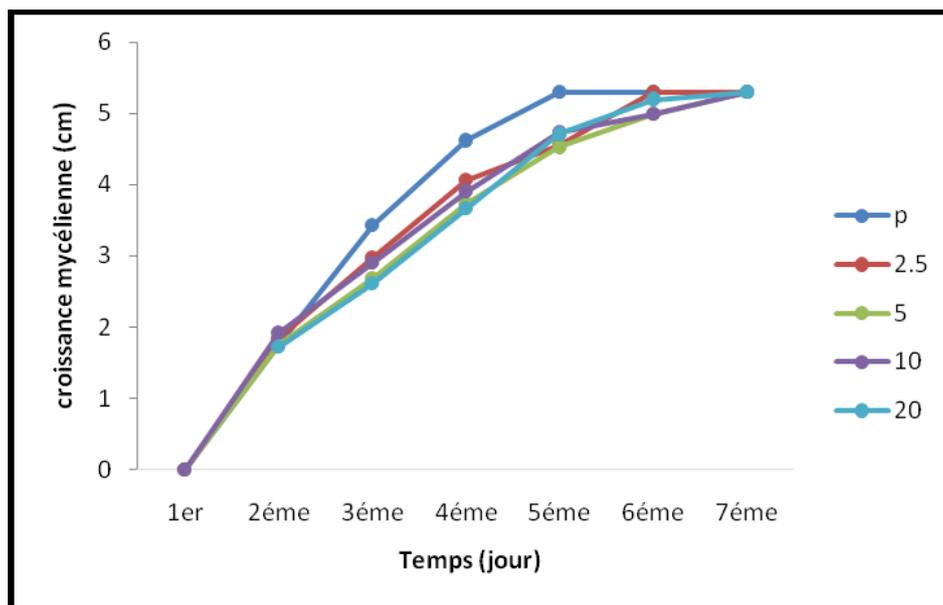


Figure N°14: Effet du Cineol sur *Fusarium sporotrichioides*

P : Témoin, **Concentration** : 2.5, 5, 10 et 20 μ l

D'après les résultats obtenus dans la figure N°14 qui représente l'effet du Cineol sur *Fusarium sporotrichioides*, nous remarquons que le diamètre de témoin après 48 h (2^{ème} jour) enregistre une valeur de 1.72 cm, après 7^{ème} jours d'incubation, il atteint un diamètre maximum de 5,3 cm, donc la croissance mycélienne est enregistré une augmentation bien remarquable, avec le temps pour toutes les concentrations du Cineol.

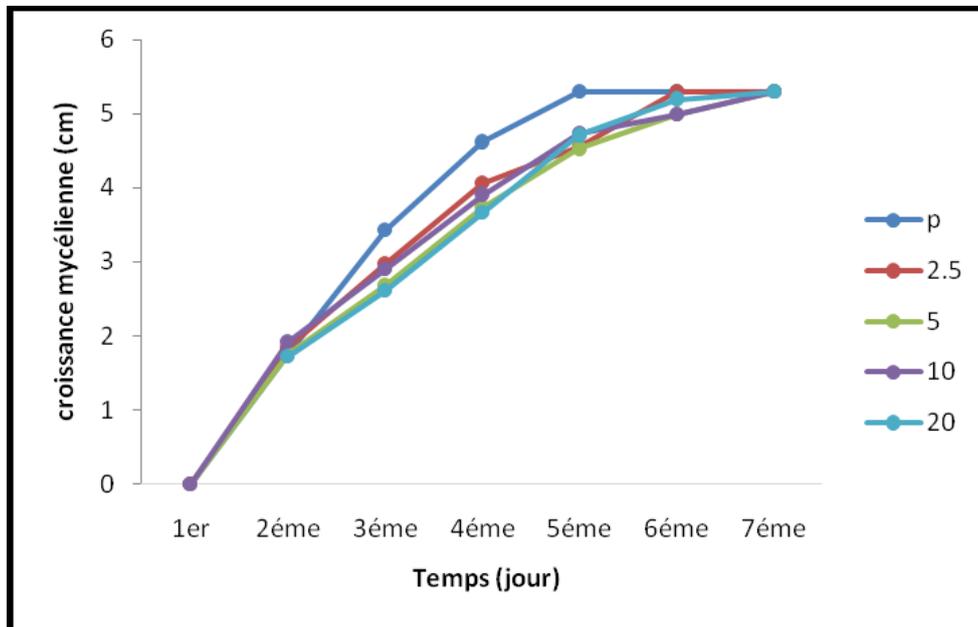


Figure N°15 : Effet du Cineol sur *Fusarium graminearum*

P : Témoin, **Concentration** : 2.5, 5, 10 et 20 µl

Selon la figure N°15 qui représente l'effet du Cineol sur *Fusarium graminearum*, nous remarquons que le diamètre du témoin après 48h (2^{ème} jour) est de 1.69 cm. En outre, la croissance mycélienne atteint un diamètre maximum de 5,3 cm avec les concentrations suivants témoin, 2.5, 5 et 10. Nous déduisons que la croissance mycélienne de *Fusarium graminearum* sous l'effet du Cineol enregistre une augmentation avec le temps avec toutes les concentrations du Cineol.

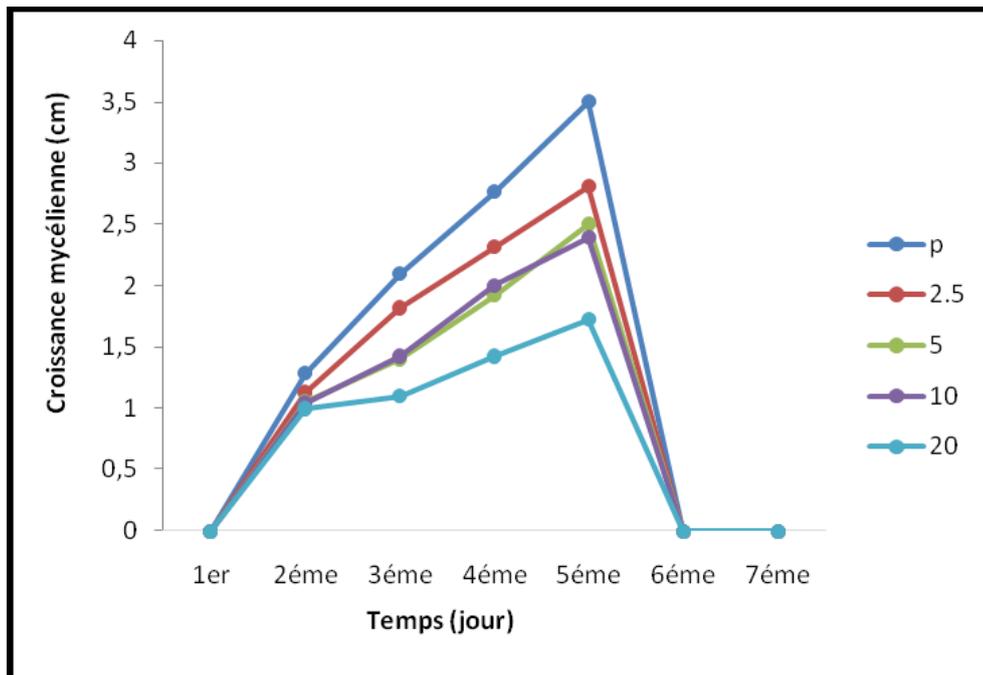


Figure N°16 : Effet du Cineol sur *Fusarium langsethiae*

P : Témoin, **Concentration :** 2.5, 5, 10 et 20 µl

Selon la figure N°16 qui représente l'effet du Cineol sur *Fusarium langsethiae*, nous observons que la croissance mycélienne de *Fusarium langsethiae* enregistre une augmentation bien remarquable après 48 h (2^{ème} jour) qu'est de 1cm jusqu'à 3,5 cm après le 5^{ème} jour d'incubation. Nous pouvons dire que la croissance mycélienne enregistre une augmentation en fonction de temps avec les différentes concentrations du Sabinène à savoir témoin, 2.5, 5, 10 et 20µl. Tandis que, à partir de 5^{ème} jour, aucune croissance mycélienne de *Fusarium Langsethiae* sous l'effet du Sabinène n'a été enregistrée.

2.4. Effet du Sabinène avec les trois souches fongiques étudiées

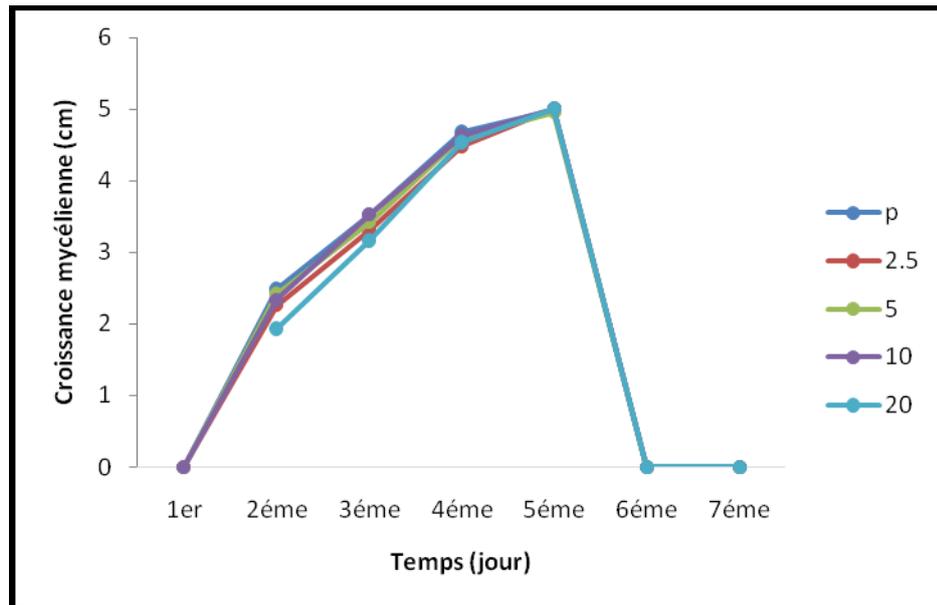


Figure N°17 : Effet du Sabinène sur *Fusarium sporotrichioides*

P : Témoin, **Concentration**: 2.5, 5, 10 et 20 µl

Les résultats de la figure N°17 montrent l'évolution de l'effet du Sabinène sur la croissance mycélienne du *Fusarium sporotrichioides*, nous constatons qu'il existe une variation de taux de croissance mycélienne et une augmentation de cette dernière dont la valeur du diamètre de mycélium est de 1,93 cm après 48 h (2^{ème} jour) va jusqu'à 5 cm après 120 h avec toutes les concentrations du Sabinène. En revanche nous distinguons une diminution de la croissance mycélienne sous l'effet du Sabinène avec la concentration 20 µl et une absence de cette dernière avec les autres concentrations après le 5^{ème} jour.

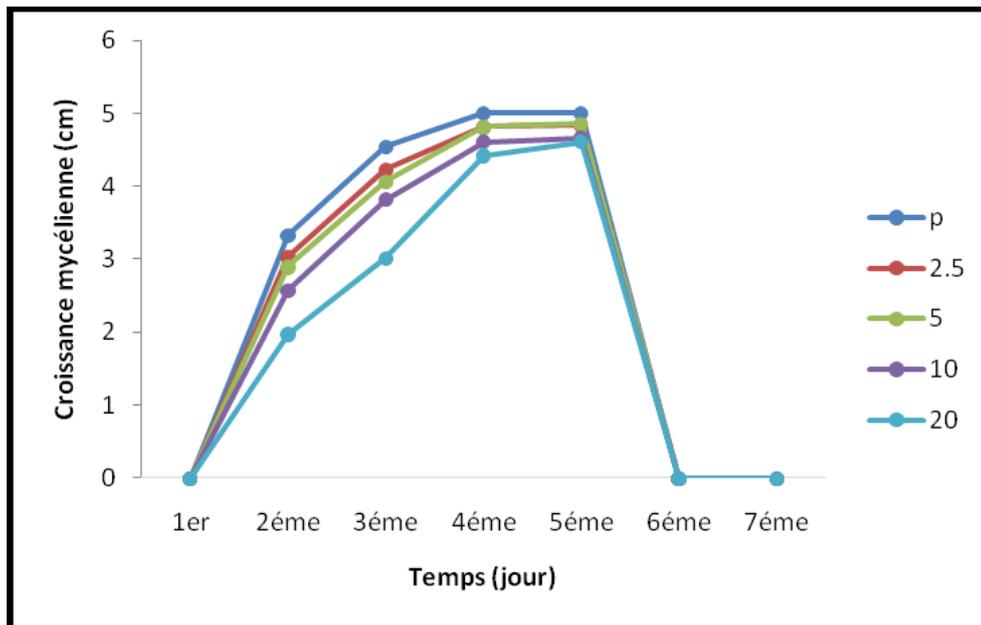


Figure N°18 : Effet du Sabinène sur *Fusarium graminearum*

P : Témoin, **Concentration** : 2.5, 5, 10 et 20 µl

La figure N°18 indique la croissance mycélienne de *Fusarium graminearum* en fonction du temps d'incubation et sous l'effet de la concentration du Sabinène. Avec les différentes concentrations du Sabinène nous remarquons que le diamètre mycélien de témoin et les autres concentrations enregistrent une augmentation après 48 h (2^{ème} jour) puis il atteint un diamètre maximal de 5 cm après 120 h (5^{ème} jour). Tandis que dans les deux derniers jours (Après 120h) une diminution de la croissance mycélienne a été enregistré avec l'augmentation de concentration du Sabinène respectivement : 2.5, 5, 10 et 20 µl.

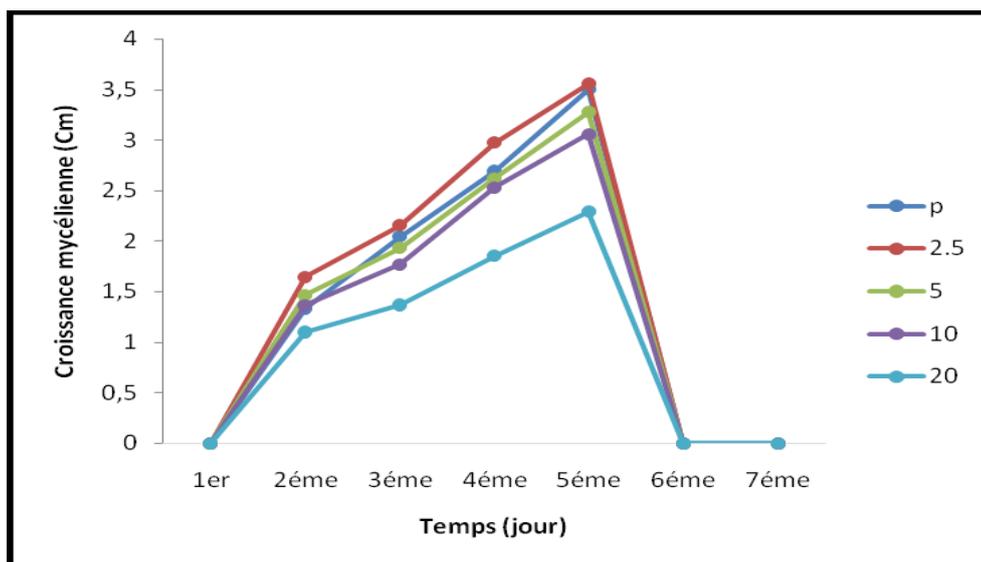


Figure N°19 : Effet du Sabinène sur *Fusarium langsethiae*

P : Témoin, **Concentration** : 2.5, 5, 10 et 20 µl

D'après les résultats obtenus dans la figure N°19 qui montre l'effet de Sabinène sur la croissance mycélienne du *Fusarium langsethiae*, nous constatons qu'il existe une variation de taux de croissance mycélienne avec une augmentation de cette dernière dont le diamètre mycélien enregistre une valeur de 1,10 cm après 48 h (2^{ème} jour) et une valeur de 3.56 cm après 120 h (5^{ème} jour). En outre, nous enregistrons une diminution de la croissance mycélienne après 120 h (5^{ème} jour) avec les concentrations suivantes : 2.5, 5, 10 et 20 µl du Sabinène et une stabilisation avec le témoin (P).

2.5. Détermination de la vitesse de croissance mycélienne (VC)

L'effet de différente concentration des composés majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus Camaldulensis* sur la vitesse de la croissance mycélienne de trois souches fongiques *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium graminearum* et *Fusarium langsethiae* sont représentés dans la figure 20 suivante :

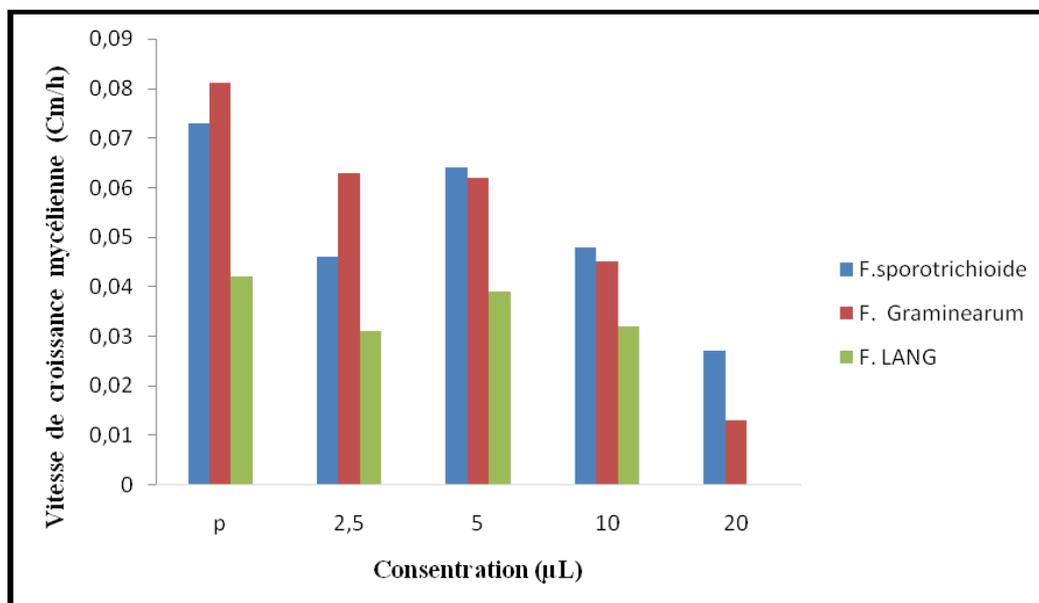


Figure N°20 : Effet du Benzène, 1-methyl-4-(1-methylethyl) sur la croissance mycélienne de trois souches fongiques

P : Témoin, **Concentration :** 2.5, 5, 10 et 20 µl

Selon la figure N°20 qui montre les résultats de la vitesse de la croissance mycélienne des souches fongiques *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium Graminearum* et *Fusarium langsethiae* sous l'effet du Benzène, 1-methyl-4-(1-methylethyl) nous observons une variation des valeurs d'une espèce à l'autre. Dont le témoin enregistre une vitesse de la croissance mycélienne plus importante avec les trois souches fongiques *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium Graminearum* et *Fusarium langsethiae*. Cette dernière diminue avec l'augmentation des concentrations du Benzène, 1-methyl-4-(1-methylethyl).

La vitesse de la croissance mycélienne avec les différentes concentrations du Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) est plus importante chez *Fusarium sporotrichioides* avec les valeurs suivantes: 0,073 cm/h , 0,071 cm/h , 0,064 cm/h , 0,048 cm /h 0,027 cm / h respectivement par rapport à la vitesse de la croissance mycélienne avec les différentes concentrations chez les deux autres souches fongiques à savoir : *Fusarium Graminearum* qui enregistre les valeurs suivantes : 0.081 cm/h , 0.063 cm/h , 0.062 cm/h , 0.045 cm/h 0.013 cm/h ainsi *Fusarium langsethiae* qui enregistre les résultats suivants avec les différentes concentrations : 0.042 cm/h , 0.039 cm/h , 0.032 cm/h , 0.031 cm/h. 0 cm/h. La plus grande vitesse de la croissance mycélienne sous l'effet du Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) est enregistrée chez la souche fongique *Fusarium sporotrichioides* par rapport aux deux autres souches fongiques *Fusarium Graminearum* et *Fusarium langsethiae* qui marquent une vitesse de croissance mycélienne moins importante.

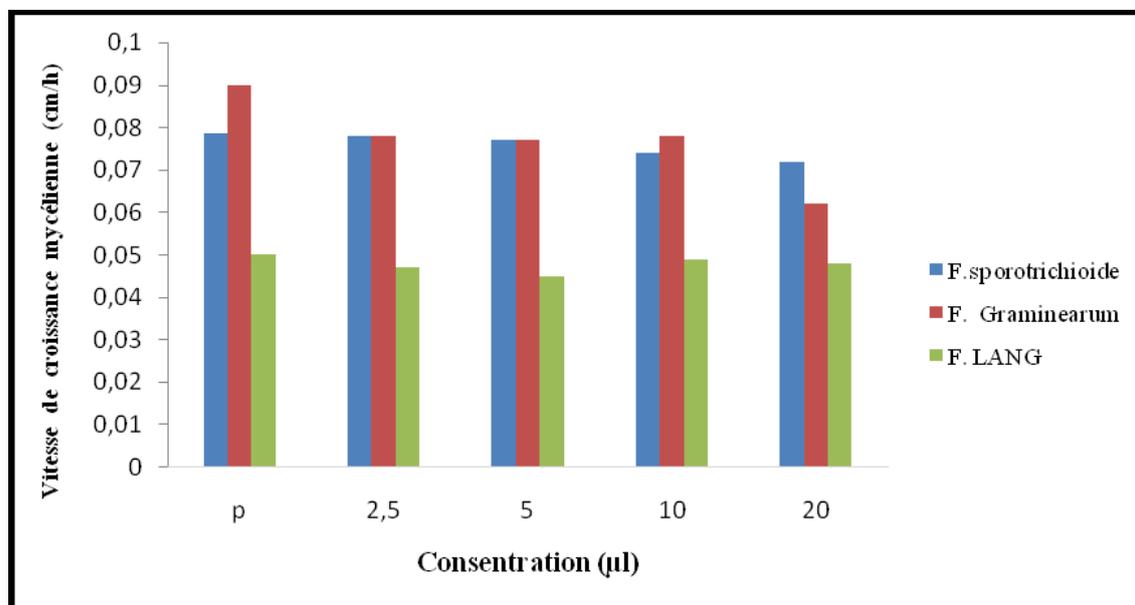


Figure N°21: Effet du Pinène sur la croissance mycélienne de trois souches fongiques

P : Témoin, Concentration : 2.5, 5, 10 et 20 µl

La figure N°21 présente la vitesse de la croissance mycélienne du *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium graminearum* et *Fusarium langsethiae* en fonction de la concentration Pinène, nous remarquons que la plus haute vitesse de croissance mycélienne est enregistrée chez le témoin en absence du Pinène pour les trois souches fongiques avec une vitesse de 0.0785 cm/h pour *Fusarium sporotrichioides* et 0.09 cm/h pour *Fusarium graminearum* et 0.05 cm/h pour *Fusarium langsethiae*. La vitesse de la croissance mycélienne décroît avec l'augmentation de la concentration du Pinène jusqu'à 0.072 cm/h pour *Fusarium sporotrichioides* et 0.062 cm/h pour *Fusarium graminearum* et 0.045 cm/h pour le *Fusarium langsethiae*.

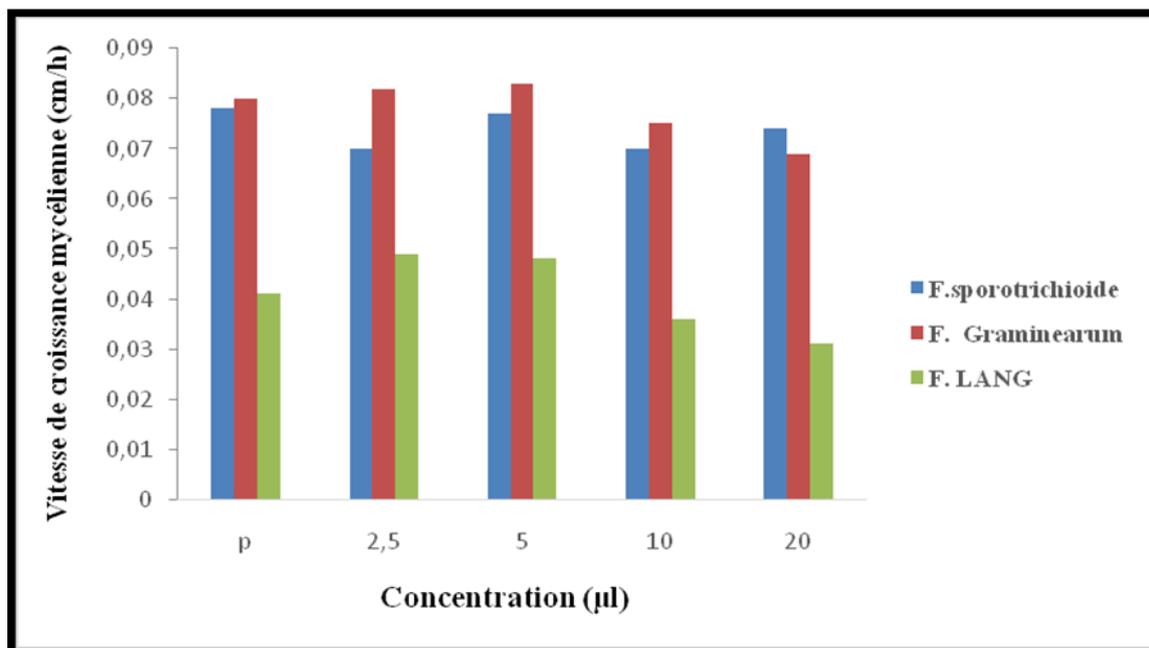


Figure N°22 : Effet du Cineol sur la croissance mycélienne de trois souches fongiques

P : Témoin, Concentration : 2.5, 5, 10 et 20 µl

La figure N°22 indique la croissance mycélienne des trois souches fongiques : *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium graminearum* et *Fusarium langsethiae* en fonction de concentration du Cineol et du temps d'incubation. Avec les différentes concentrations du Cineol nous observons que le plus grand diamètre de croissance mycélienne a été enregistré chez le témoin à 0.114 cm/h pour *Fusarium graminearum* et à 0.073 cm/h pour *Fusarium sporotrichioides* par rapport à la vitesse de la croissance mycélienne chez *Fusarium langsethiae* qui marque une vitesse de croissance mycélienne moins importante qui est de 0.043 cm/h.

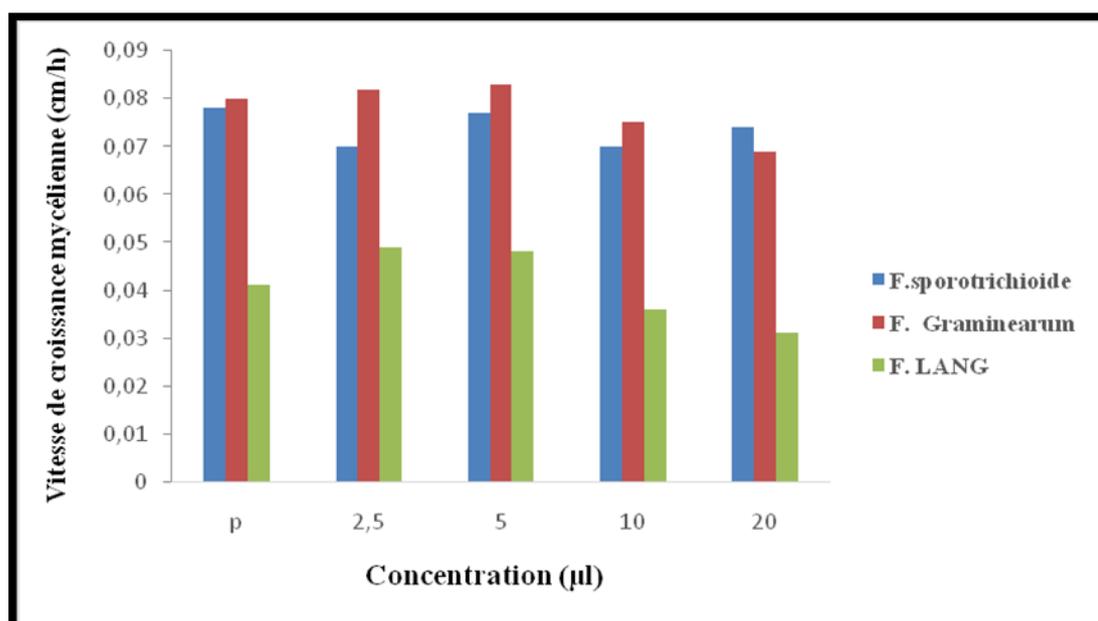


Figure N°23 : Effet du sabinène sur la croissance mycélienne de trois souches fongiques

P : Témoin, **Concentration** : 2.5, 5, 10 et 20 μ l

Selon la figure N°23 qui représente la croissance mycélienne de trois souches fongiques : *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium graminearum* et *Fusarium langsethiae*, sous l'effet de Sabinène en fonction de différente concentration. Nous notons que le plus grand diamètre atteint une valeur de 0.083 cm/h chez *Fusarium graminearum* et 0.078 cm/h chez *Fusarium sporotrichioides*, par contre la vitesse de croissance mycélienne est faible chez la souche fongique *Fusarium langsethiae* avec le témoin enregistre une valeur de vitesse de 0.049 cm/h.

2.6. Détermination de la croissance finale

La croissance mycélienne finale de trois souches fongiques *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium graminearum* et *Fusarium langsethiae* sous l'effet d'extrait des composés majoritaires de la plante *Eucalyptus camaldulensis* sont présentées dans la figure 24 suivante :

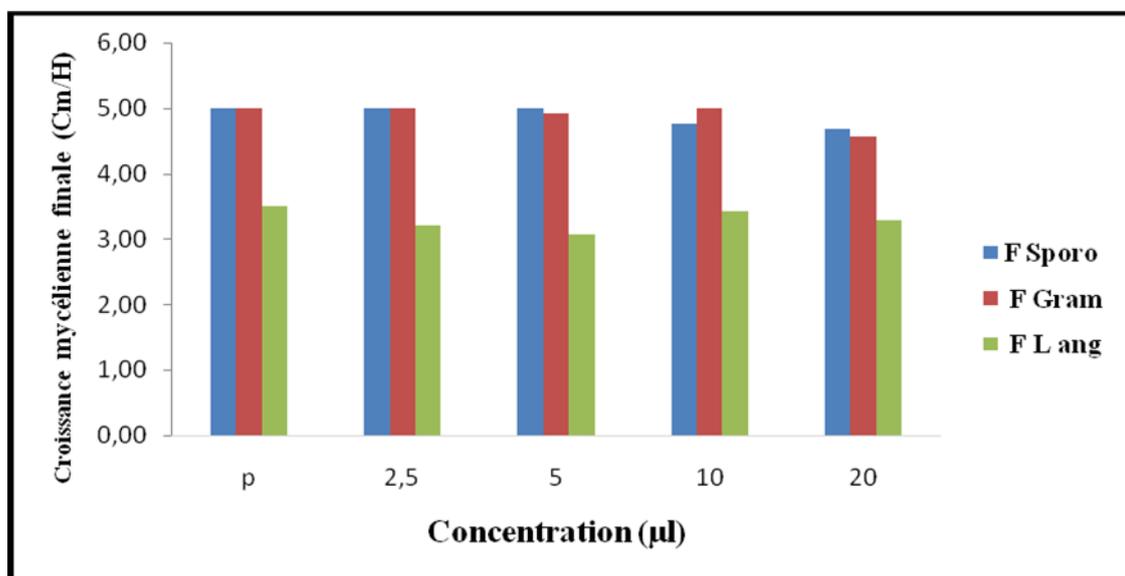


Figure N°24: Effet du Pinène sur la croissance mycélienne finale de trois souches fongiques

P : Témoin, **Concentration** : 2.5, 5, 10 et 20 μ l

Nous observons d'après la figure N°24 qui représente l'effet du Pinène sur la croissance mycélienne finale de trois souches fongiques, que la croissance mycélienne finale des trois souches fongiques varie d'une espèce à une autre, la plus importante est enregistrée avec le témoin chez *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium graminearum* et *Fusarium langsethiae*. Nous distinguons donc que, plus la concentration de Pinène est élevée, moins les trois souches fongiques se développent.

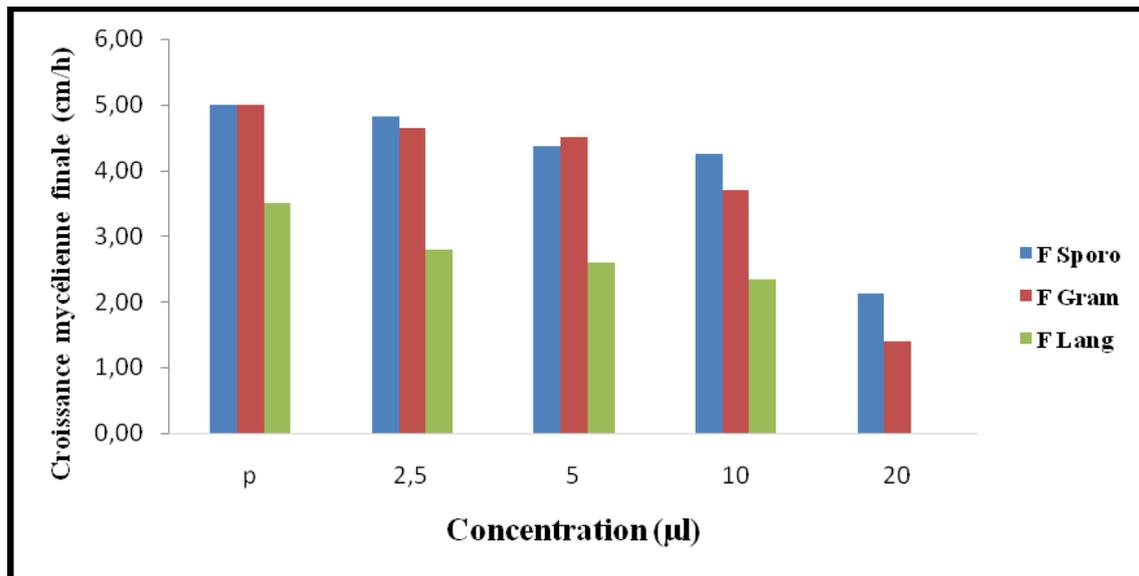


Figure N°25: Effet du Benzène, 1-methyl-4-(1-methylethyl) sur la croissance mycélienne finale de trois souches fongiques

P : Témoin, **Concentration :** 2.5, 5, 10 et 20 µl

D'après la figure N°25 qui représente l'effet du Benzène, 1-methyl-4-(1-methylethyl) sur la croissance mycélienne finale de trois souches fongiques. Nous notons qu'il y a une diminution de la croissance mycélienne finale par rapport au témoin et une disparition du *Fusarium langsethiae* avec la concentration 20 µl dans le dernier jour.

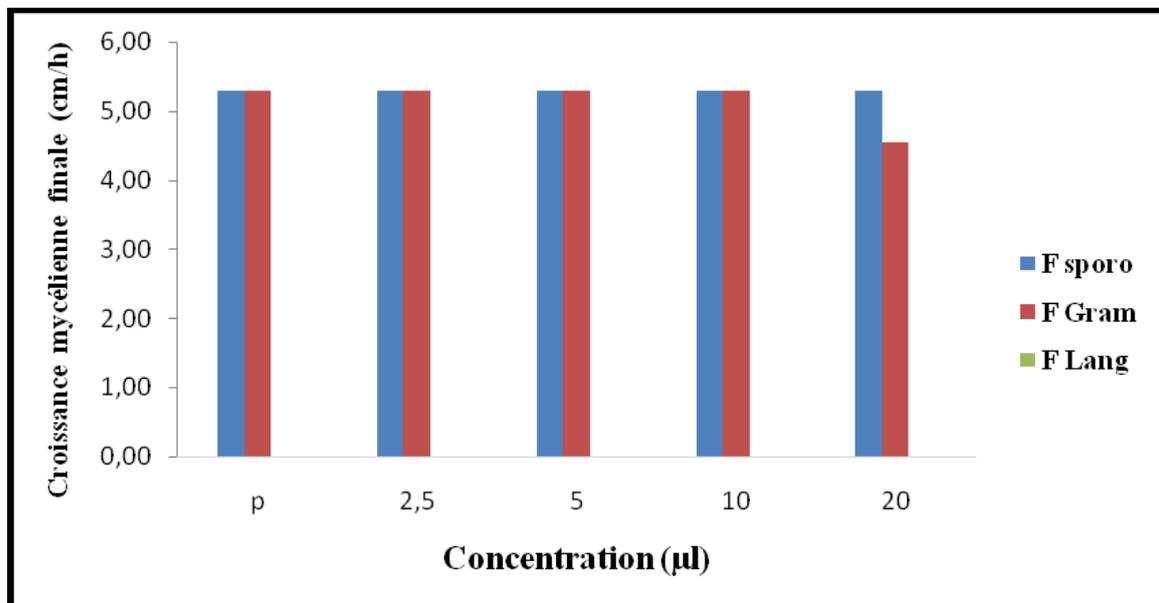


Figure N°26 : Effet du Cineol sur la croissance mycélienne finale de trois souches fongiques

P : Témoin, **Concentration :** 2.5, 5, 10 et 20 µl

D'après la figure N°26 qui représente l'effet du Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) sur la croissance mycélienne finale de trois souches fongiques que les résultats de l'effet du Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) sur la croissance mycélienne finale (après 168 h) présente le plus grand diamètre de croissance mycélienne qui a été enregistré chez *Fusarium sporotrichioides* et *Fusarium graminearum*. Par ailleurs nous remarquons que la croissance mycélienne finale du *Fusarium langsethiae* ne présente aucune croissance mycélienne.

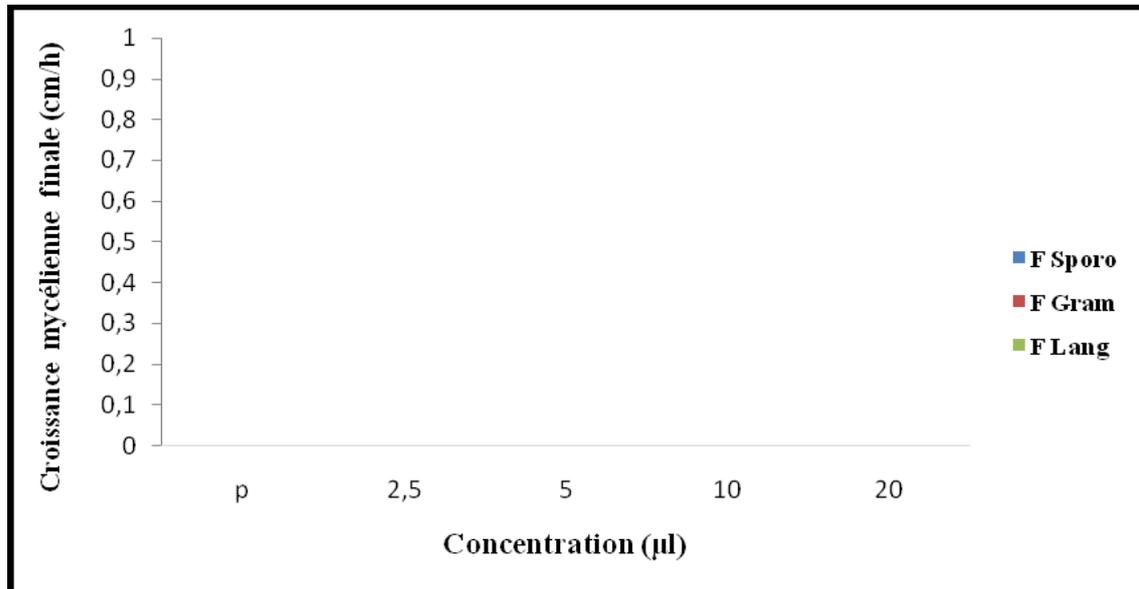


Figure N°27 : Effet du Sabinène sur la croissance mycélienne finale de trois souches fongiques

P : Témoin, **Concentration :** 2.5, 5, 10 et 20 µl

Selon la figure N°27 qui représente l'effet du Sabinène sur la croissance mycélienne finale de trois souches fongiques, nous remarquons que l'effet du Sabinène sur la croissance mycélienne finale (après 168h) avec toutes les concentrations ont empêché complètement la croissance des souches fongiques testées.

3. Discussion

Les produits naturels, sont de plus en plus recherchés pour une agriculture durable, du fait de l'utilisation sans discernement des pesticides conventionnels de synthèse ayant eu un impact écologique et sanitaire néfaste (contamination de l'environnement et des écosystèmes, perte de la biodiversité, acquisition de la résistance des souches aux produits de synthèse (Ahmad *et al.*, 2008). Le recours au monde végétal et aux biomolécules qui permettent aux cultures de se protéger contre les ennemis naturels, devient donc indispensable (Bezzar-Bendjazia, 2016).

Les résultats que nous avons obtenus montrent que la technique de contact direct consiste à mettre en contact des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* et les souches fongiques, puis à observer la croissance de ces dernières. Des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* a exercé une importante activité inhibitrice vis-à-vis des souches fongiques *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium graminearum* et *Fusarium langsethiae*. Les diamètres, la vitesse de la croissance de mycélium diminue à chaque fois qu'on augmente la concentration d'huile essentielle jusqu'à la non germination du disque mycélien cela est confirmé par les travaux de (Gacem, 2011) sur l'extraits méthanolique d'*Eucalyptus*.

L'étude de l'effet inhibiteur des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les trois souches fongiques de *Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichioides* et *Fusarium langsethiae* montre que l'activité antifongique est due uniquement aux substances renfermées dans les extrais des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis*.

L'activité antifongique d'huile essentielle, peut être expliquée par l'effet synergique entre les différents composés d'huile essentielle. En effet, les composants majoritaires sont souvent responsables de l'activité antifongique de cette huile essentielle (Giordani *et al.*, 2008).

Les concentrations des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* appliquées ont empêché, partiellement à la concentration (5 µl / 20 ml de PDA) ou complètement avec la concentration (20 µl/ 20 ml de PDA) la croissance des souches fongiques, ces résultats sont comparable à ceux de Uribe *et al.*, en (1985) qui ont énoncé que les faibles concentrations en huile essentielle de certains Citrus ont un effet inhibiteur partiel du fait que la respiration est inhibée et la perméabilité des cellules altérée tandis que des fortes concentrations en huile essentielle provoquent des dommages membranaires sévères et une perte d'homéostasie d'où la mort cellulaire ou l'inhibition totale.

La recherche des effets antifongiques sur les souches rencontrées dans les champs de céréales a révélé une efficacité des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* des plantes sur les souches fongiques testées, ce qui confirme que les substances

bioactives des plantes sont considérées comme des composés potentiellement efficaces contre les champignons pathogènes (Prabavathy *et al.*, 2006 ; Chang *et al.*, 2008).

Le pouvoir antifongique des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* pourrait être attribué à la présence de composants antifongique classé dans la liste des constituants à activité antifongique (Duke, 2009) tels que: le myristicine, le curcumène, le caryophyllène, l'élémicine, le pinène, le terpinène et le terpinolène à différentes proportions. De même Chu et Kemper (2001) signalent que le pouvoir antifongique d'huile essentielle du *Lavandula stoechas* est lié aux: β -pinène, pcimène, 1,8 Cineol et α -pinène. Les composants majoritaires ou mineurs peuvent augmenter l'activité antifongique.

(Goudjil *et al.*, 2016) montre que L'activité antifongique d'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* sur *Fusarium moniliforme*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* et *Stemphylium solani* est révélée par l'absence ou présence de croissance mycélienne.

En effet, les composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sont souvent responsables de l'activité antifongique de cette huile essentielle (Giordani *et al.*, 2008).

D'après les travaux précédents de (Rezag *et al.*, 2020), nous notons aussi que les composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* ont un effet insecticide très remarquable sur les adultes d'*Aphis fabae*, avec une concentration de 35% pour le Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) qui enregistre une valeur de 65%. Les résultats obtenus montrent un effet significatif de l'extrait huileux à induire des mortalités massives sur les adultes d'*Aphis fabae*. Nos résultats sur l'effet des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sont presque conforme avec les travaux de (Hedjazi Nabila et Tabti Ikram en 2019) qui ont travaillé sur l'activité insecticide des extraits végétaux (*Pistacia atlantica*, *Marrubium vulgare* et *Thymus algeriensis*) contre le puceron noire de la fève (*Aphis fabae*), leurs résultats montre un taux de mortalité le plus efficace est de 70% après 24h.

Cet effet toxique pourraient dépendre de la composition chimique des extraits testés et du niveau de sensibilité des insectes (Ndomo *et al.*, 2009).

Selon (Abed djalil *et al.*, 2015) ces tests démontrent l'efficacité de l'extrait de la sauge contre le puceron noir de la fève et sont très encourageants quant à la possibilité d'utiliser ces composants comme moyen de lutte biologique contre *Aphis fabae* afin d'éviter tout traitement par les insecticides conventionnel à effets néfastes pour l'homme et l'environnement.

Cette différence en termes de pourcentage de taux de mortalité peut être due à une différence de la substance chimique qui différé d'une plante a une autre, moment de la récolte des plantes ainsi la méthode d'extraction entre le plant elle-même ou comparativement avec autre extraits.

Selon (Kim *et al.*, 2003), les effets toxiques des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* dépendent de l'espèce d'insecte, de la plante et du temps d'exposition.

D'après (Rezag *et al.*, 2020) montrent que des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* extraite d'*Eucalyptus camaldulensis* est considérée comme un insecticide à double effet à savoir par mortalité et répulsion sur le puceron noir de la fève ainsi la molécule la plus efficace dans des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur l'effet de mortalité des pucerons noirs de la fève est le Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) dont le taux de répulsion est de 87% après 6h. En outre, le taux de mortalité à 35% de concentration du Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) après 24h est de 65%.

Les composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* s'est montrée très active sur toutes les souches fongiques. Cependant cette activité dépend de la concentration des composés majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* et de la souche fongique. Donc les composés majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* a manifesté un bon pouvoir antifongique. Les souches fongiques ont montré une sensibilité accrue à l'augmentation du volume des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* dans leur milieu de culture où le diamètre de la colonie se réduit à chaque fois qu'on augmente la dose des composés majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* jusqu'à une inhibition totale où aucune croissance est observée (Degryse *et al.*, 2008).

L'avantage des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* des plantes est donc leur bioactivité, une caractéristique qui les rend attrayants pour la protection des produits stockés tels que les grains de céréales contre l'attaque des champignons et même le blocage de leur écotoxigénèse (Tripathi *et al.*, 2004).

D'après notre étude qui traite l'effet de l'activité antifongique des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les trois souches fongiques du *Fusarium* (*Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichioides* et *Fusarium langsethia*) que la croissance mycélienne augmente avec la diminution de la concentration des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis*.

Conclusion

Conclusion

Plusieurs travaux de recherche ont été focalisés sur les composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* extraites de certaines plantes aromatiques et médicinales.

Les composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* et les aromes extraits à partir des herbes aromatiques et des épices sont le résultat d'un mélange complexe de substances volatiles. Ils peuvent être utilisés comme solutions alternatives sous forme de produits naturels par rapport aux produits de synthèses actuels.

Dans ce travail, nous avons extrait l'essence aromatique d'une plante à parfum, l'*Eucalyptus camaldulensis* qui a été consacré à l'évaluation des propriétés antifongiques des composants majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* extrait par hydrodistillation réalisée au niveau du laboratoire de recherche Génie des Procédés Université de Ouargla.

L'analyse de l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* par GC/MS nous a permis d'identifier 4 composés majoritaires telle que : Pinène, Cineol, Sabinène et Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl). Ce nous a encouragé à tester l'activité antifongiques de l'huile essentielle en insistant sur ses composés majoritaires, à notre avis, sont responsables de la grande part de cette activité.

Les composés majoritaires d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* : Pinène, Cineol, Sabinène et Benzène, 1-méthyl-4-(1-méthylethyl) ont montré des résultats assez probants en révélant son effet inhibiteur sur la croissance mycélienne des souches fongiques étudiés à savoir : *Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichioides* et *Fusarium langsethiae*.

Partout dans le monde, il y a une augmentation de l'incidence des infections fongiques, et en raison de la résistance aux médicaments associées au traitement avec des médicaments antifongiques, il est temps d'envisager de nouvelles alternatives de traitement naturelles avec un effet antifongique comme le cas des huiles essentielles «bio fongicide ».

Référence bibliographique

Référence bibliographique

1. **Abdellah, F., Satrani, B., Mohamed, F., Abdelaziz, C., et Mohamed, T., (2001).** Composition chimique et activités antibactérienne et antifongique des huiles essentielles extraites des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* et de son hybride naturel (clone 583), p 185.
2. **Abedjalil, H, et Abboudi, A., (2015).** Activité insecticide de l'extrait des feuilles de *Salvia officinalis* sur les adultes d'*Aphis fabae*, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
3. **Abramson, D., B. McCallum, A. Tekauz, et D.M. Smith., (2004).** HT-2 and T-2 toxins in barley inoculated with *Fusarium sporotrichioides*. Can. J. Plant Sci. 84 : 1189-1192.
4. **Ahmad, F., Ahmad, I., et Khan, M.S., (2008).** Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. Microbiological Research. 163 (2), p 173-181.
5. **Attou, A., (2017).**Détermination de la composition chimique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques de l'ouest algérien (région d'Ain Temouchent) étude de leurs activités antioxydant et antimicrobienne.
6. **Benzeggouta, N., (2005).** étude de l'activité antibactérienne de l'huile infusée de quatre plantes Médicinales connues comme aliments.
7. **Bessedik Majdeddin Elarbi, K.b., (2015).** Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *thymus algeriensis* contre quelques champignons photogènes des palmes du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*).
8. **Bezzar, B.R., (2016).** Effets d'un bio pesticide, l'azadirachtine, sur un modèle de référence, *Drosophila melanogaster* (Diptera): Toxicité, Développement et Digestion. Université Badji Mokhtar-Annaba, thèse.
9. **Boudjehem, W.H., (2019).** Etude de l'activité antimicrobienne de quelques huiles essentielles pour le contrôle des agents phytopathogènes, p 26.
10. **Boukerrouche, A., (2018).**Evaluation de l'activité antifongique des extraits de *thymusfontanessiiboiss* et *reut*.
11. **Bourrain, J.L., (2013).** "Allergies aux huiles essentielles: aspects pratiques." Revue Française d'Allergologie 53: 30-32.
12. **Bruneton, J., (1993).** Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. Tec. & Doc. Lavoisier, 2ème édition, Paris. 915p.
13. **Burt, S.A., (2004).** Essential oils: their antibacterial properties and potential

14. **Chang S.T., Wang S.Y., Wu C.L., Su Y.C., and Kuo Y.H., (1999).** Antifungal compounds in the ethyl acetate soluble fraction of the extractives of *Taiwania* (*Taiwania cryptomerioides* Hayata) heartwood. *Holzforschung*, pp: 53-487-490.
15. **Chang, H.T, Cheng, Y H., Wu, C.L., Chang, S.T., Chang, T.T., and Su, Y.C., (2008).** Antifungal activity of essential oil and its constituents from *Calocedrus macrolepis* var. *formosana* Florin leaf against plant pathogenic fungi. *Bioresource. Technol* 99, 6266–6270.
16. **Chiasson, H., et Beloin, N., (2007).** Les huiles essentielles, des biopesticides nouveaux». *Revue de littérature. Bulletin de la société d'entomologie du Québec. Antennae*, 14(1): 3-6.
17. **Chouitah, O., (2012).** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Glycyrrhiza glabra*. Université d'Oran, thèse
18. **Couderc, V., (2001).** Toxicité des huiles essentielles. Ecole nationale vétérinaire Toulouse, thèse.
19. **Chemloul, f., (2014).** Etude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *lavandula officinalis* de la région de Tlemcen.
20. **Chu, J., et Kemper, K.J., (2001).** Lavender (Lavan du l'assp). *Long wood Herbal Task. Force*, p32.
21. **Danielle, Huard., (1999).** Les huiles essentielles, l'aromathérapie. Canada : Québec:195p.
22. **Degryse, A.C., Delpla, I., et Voinier, M.A., (2008).** Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. *Atelier santé environnement -IGS- EHESP*, 87p.
23. **Deschepper, R., (2017).** "Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie."
24. **Duke, A.J., (2009).** Phytochemical and ethnobotanical database. *Usdaars-Ngri, Beltsville Agricultural research center*.
25. **Echchaoui, M., (2018).** Le pouvoir antibactérien des huiles essentielles.
26. **Franchomme, P., Jollois, R., et Penoël, D., (2001).** L'aromathérapie exactement. Edition Roger Jollois. calcitans à la réunion, Université Paul_Sabatier de Toulouse
27. **Ghedira, K., Goetz, P., et Jeune, R., (2008).** "*Eucalyptus globulus* Labill." *Phytothérapie* 6(3): 197-200.
28. **Ghenaiet et Aouidet, S.I., (2016).** Etude de l'impact des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* sur *Rhizopertha dominica* : Aspect toxicologique et biomarqueur.
29. **Giordani R., Hadeff Y., et Kaloustian J., (2008).** Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Fitoterapia*, 79: pp199-203.
30. **Gilles, M., (2008).** Isolement et caractérisation chez l'*Eucalyptus* de gènes codant les facteurs de transcription CBF impliqués dans la réponse au froid. Université de Toulouse, thèse, pp 2.

31. **Goudjil, M.B., Ladjel, S., Bencheikh, S.D., Hammoya, F., Bensasi, M.B., Zighmi, S., et Mehani, M., (2016).** Bioactivity of Artemisia Herba-alba essential oil against plant pathogenic fungi. CODEN (USA): PCHHAX. Der Pharma Chemica, 2016, 8(3):46-52.
32. **Haib, E.A., (2011).** Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques.
33. **Herzi, N., (2013).** Extraction et purification de substances naturelles: comparaison de l'extraction au co₂-supercritique et des techniques conventionnelles, INPT.
34. **Hill, KD et Johnson LAS (1995).** Systematic studies in *the Eucalyptus*. A revision of the blood woods, genus *Corymbia (Myrtaceae)*. Telopea 6,185-504
35. **Kemassi, R, et Azouzi, H., (2017).** Etude de la potentialité antifongique de l'extrait aqueux d'*Asphodelus tenuifolius* sur quelques champignons des céréales, Université kasdi merbah, Ouargla.
36. **Khelil, M.A., (1977)** Influence de la chaleur utilisée comme moyen de lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleopterae: Bruchidae) sur les différents états et stades de développement. Thèse Ing. Agr. INA
37. **Kim, S., Roh, J., Kim, D., Lee, H., et Ahn, Y., (2003).** Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. J. Stored Prod. Res. 39 : 293-303.
38. **Koziol, N., (2015).** Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus radiata* et de *Corymbia citriodora*: qualité, efficacité et toxicité, Université de Lorraine.
39. **Lemarchand, M.L., (2008).** Les marsupiaux arboricoles folivores et l'*Eucalyptus*: Un exemple d'adaptation aux défenses anti-herbivores des plantes.
40. **Marque, G., (2008).** Isolement et caractérisation chez l'*Eucalyptus* de gènes codant les Facteurs de transcription CBF impliqués dans la réponse au froid, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier.
41. **Magan, N., Olsen, M., (2004).** Mycotoxines in food: Detection and control, Woodhead Publishing in Food Science and Technology, 190-203.
42. **Mayer, F., (2012).** Utilisations Thérapeutiques Des Huiles Essentielles : Etude De Cas En Maison De Retraite.
43. **Mehani, M., (2015).** Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Eucalyptus camendulensis* dans la région d'Ouargla, pp 65, 70, 76, 9-92.
44. **Melun, F., (2011).** *Eucalyptus Gundal*, une espèce remarquable pour la production de biomasse (FCBA Info).
45. **Meyer, C., (2016).** Aromathérapie et prise en charge des effets secondaires des traitements anticancéreux.

46. **Mohammedi, Z., (2005).** Etude de pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoides de quelques plantes de la région de Tlemcen. Magistère. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. p: 105.
47. **Ndomo, A.F., Tapondjou, A.L., Tendonkeng, F, et Tchouanguép F. M., (2009).** Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say.) (Coleoptera : Bruchidae). *Tropicultura*. 27(3): 137-143.
48. **Nicolas, F., (2017).** Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine.
49. **Ould si Saïd, Z.B., (2014).** Activités biologiques des huiles essentielles des feuilles et du fruit d'une plante médicinale *Eucalyptus globulus*.
50. **Parbavathy, V.R., Mathivanan, N., Sagadevan, E., Murugesan, K., Lalithakuman, D.,(2006).** Self-fusion of protoplasts enhances chitinase production and biocontrol activity in *Trichoderma harzianum*. *Bioresource. Technol* 97, 2330-2334.
51. **Poirot, T., (2016).** Bon usage des huiles essentielles, effets indésirables et toxicologie.
52. **Pryor, LD., et Johnson, LAS., (1971).** A classification of the *Eucalyptus*, Australian National University, Canberra, Australia,
53. **Pryor, LD., (1976).** The biology of eucalypts, Arnold, London, p 82
54. **Randrianarivelo, R., (2010).** Etude de l'activité antimicrobienne d'une plante.
55. **Raymond, M., (2005).** L'aromathérapie chez le nourrisson et le petit enfant.
56. **Rezzag, A., et Chelgui, A., (2020).** Etude de l'activité insecticide des extraits végétaux d'*Eucalyptus* contre le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*), Université de Ghardaïa, pp 45, 46.
57. **Saadi, F., Adjir, H., Chikhoun, A., (2018).** "Evaluation in vitro de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de deux plantes médicinales locales: *Thymus munbyanus* *Bioss. & Reut.* & et *Rosmarinus officinalis* L."
58. **Salemkour, B., Rahaoui, R., (2019).** Etude De L'effet Antimicrobien Des Extraits Et De L'huile Essentielle D'une Plante Médicinale (*Eucalyptus camaldulensis*) De La Région de Ain-Temouchent, pp 27, 28,31, 39.
59. **Sharma, S., Sangwan, N.S., (2003).** Developmental process of essential oil glandular trichome collapsing in menthol mint. *Current Science*. 84 (4-25), 544-550
60. **Samate, A.D., (2002).** Composition chimique de l'huile essentielle extraite de la plante aromatique de la zone soudanienne de Burkina-Faso: valorisation.
53. **Soumare, A., Diedhiou, A. G., and Kane, A., (2017).** "Les plantations d'*Eucalyptus* au Sahel: distribution, importance socio-économique et inquiétude écologique." *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 11(6): 3005-3017.

61. **Tripathi, P., Dubey, N.K., Banarji, R., Chansouria, J.P.N., (2004).** Evaluation of some essential oils as botanical fungitoxicants in management of post-harvest rotting of citrus fruits. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 20, 317–321.
62. **Terzi, V., Tumino, G., Stanca, A.M., Morcia, C., (2014).** Reducing the incidence of cereal head infection and mycotoxins in small grain cereal species. *Journal of Cereal Science*, 59, 284-293.
63. **Toure, D., (2015).** Etudes chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de côte d'ivoire.
64. **Zahaf, H., (2016).** Activité insecticide de l'extrait méthanoïque de *Nicotiana Glauca* sur le puceron noir de la fève (*Aphis Fabae*), Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, pp 32.