



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة احمد بوقرة بومرداس
Université M'Hamed Bougera de Boumerdes
كلية العلوم

Faculté des Sciences
Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER ACADÉMIQUE

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie microbienne

Thème

**Etude des activités biologiques : insecticides et antifongiques
des huiles essentielles/extraits/ de la plante aromatique
Mentha pulegium L (Lamiaceae) récoltée de deux régions
différentes d'Algérie**

Présenté par :

Melle AMRANE Houria

Melle BOUHEDDI Sarra

Melle OUCHEFOUNE Fatma Zohra

Jury :

Présidente : Mme ALLOUANE Rabea

Examinatrice : Mme CHAHBAR Nora

Promotrice : Mme ACHEUK Fatma

Invité : Melle GRICHE Fatma

MCB

Professeur

Professeur

Doctorante

UMBB

UMBB

UMBB

UMBB

Promotion 2020-2021

Remerciements

Avant tout nous remercions Allah le tout puissant, de nous avoir guidé tout au long de nos années d'études et de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour achever ce travail.

Par ailleurs, nous tenons à remercier notre encadrant Pr. ACHEUK Fatma Professeur à l'université de M'hamed Bougara Boumerdes. Pour avoir proposé ce sujet de recherche et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, ses conseils et la confiance qui nous a accordée afin de réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier Mademoiselle la doctorante GRICHE Fatma Merci pour votre patience et votre aide. Nous vous souhaitons beaucoup de succès dans votre vie professionnelle et personnelle.

*Nous exprimons nos remerciements et notre profonde gratitude A :
Mme ALLOUANE Rabea d'avoir bien voulu présider le jury et juger ce travail.*

Mm Pr CHAHBAR Nora d'avoir acceptée d'évaluer (examiner) ce travail.

Didicaces Didicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mon très chers papa Allah yarahmou qui est toujours dans mon cœur.

A celle qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, à toi maman toutes mes joies, mon amour et ma reconnaissance que dieu vous bénisse toujours-

A mes chers frères Lila et Mohammed

Mon fiancé qu'il trouve ici toute ma gratitude pour leur soutien .

A ma famille, a la pensé de mes grand père mes grand-mère, oncles et tantes, mes cousins et cousines que j'aime trop. J'ai la chance d'avoir une famille pareille

A mes amis que je les remercie pour ces encouragement et ses compréhensions.

A tous mes collègues de la promotion BTM qui j'ai partagé les joies et les difficultés durant ces années

En définitive, a ceux et celle qui ont toujours cru de moi

HOURIA

Didicaces Didicaces

Avant tout, je tiens à remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné la santé, la volonté la patience et m'a guidé à réaliser ce modeste travail.

Je remercie mes très chers parents'' Mohammed et Oiuza '', qui ont toujours été là pour moi, qui m'ont soutenu depuis mon premier jour dans ce monde et qui m'ont encouragé durant toutes mes études.

Je remercie mes sœurs '' Salima, Naima, Lamia, Zakia et ma belle Lydia '' je remercie aussi mon cher frère ''Sofiane'', pour tous leurs conseils.

Je n'oublie pas mes neveux et mes nièces : Sabrina, Yasser, Maya...

*A Mon grand père et ma grand-mère, mes ancles et mes tantes,
Mes cousines et toute ma famille ''Bouheddi''*

Une grande dédicace à tous Mes amis et collègues sans préciser les noms, et toute la promotion de Master 2 Biotechnologie microbienne.

SARRA

Didicaces Didicaces

A mon Père « Mohammed »

« L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif Et la personne la plus Digne de mon estime et de mon respect.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments que Dieux Te Préserve et te procure santé et longue vie »

A ma Mère « Nassira »

« Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir.

Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la Reconnaissance que je te porte.

En témoignage, je t'offre ce modeste travaille pour te Remercier pour tes sacrifices, et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée »

A mes chers Frères :

Zakaria, Hamza, Amine, Amirouche et Ayoub qui mon toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A mes neveux et mes nièces :

Anfal, Rahef, Abd-Elraouf, et Israa

A toutes ma famille et toutes mes amies...

FATMA Zohra

Sommaire

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations et des symboles

Introduction générale1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

- I. Plantes aromatiques médicinales.....6
- II. Interprétation de tableau.....20

Chapitre II : Matériel et Méthodes

But de travail

- I. Matériel utilisé.....22
 - 1. Matériel de laboratoire.....22
 - 1.1. Appareillage.....22
 - 1.2. Verreries22
 - 1.3. Réactifs et produits22
 - 2. Matériel végétal22
 - 2.1. Présentation botanique de la plante étudiée.....22
 - 2.2. Origine et distribution.....23
 - 2.3. Propriétés et indications principales.....23
 - 2.4. Position systématique.....23
 - 2.5. Récolte et séchage.....24
 - 3. Présentation l'insecte ravageur.....25
 - 3.1. Description.....25
 - 3.2. Systématique25
 - 3.3. Biologie.....26
 - 3.4. Elevage de masse27
 - 4. Matériel antifongique28
 - 4.1. Systématique29
- II. Méthodes29
 - 1. Extraction des huiles essentielles.....29
 - 1.1. Technique d'hydrodistillation.....29
 - 2. Préparation des extraits végétaux31
 - 2.1. Technique de soxhlet.....31

Sommaire

| | | |
|--------|---|----|
| 3. | Evaluation de l'activité insecticide de l'extrait et de l'huile essentielle de <i>Mentha pulegium</i> sur les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> | 32 |
| 3.1. | Test par contact | 32 |
| 3.2. | Test de répulsion..... | 33 |
| 3.3. | Analyse statistique | 35 |
| 4. | Evaluation de l'activité fongicide de l'huile de <i>Mentha pulegium</i> du sud sur les espèces de <i>Cercospora beticola</i> | 36 |
| 4.1. | Méthode de contact direct sur milieu gélosé..... | 36 |
| 4.1.1. | But et principe de la méthode..... | 36 |
| 4.1.2. | Protocole expérimentale..... | 36 |

Chapitre III : Résultats et discussion

| | | |
|------|----------------------------------|-----------|
| I. | Résultats | 41 |
| 1. | Activité insecticide | 41 |
| 1.1. | Test par contact | 41 |
| 1.2. | Test de répulsion..... | 48 |
| 2. | Activité antifongique | 52 |
| II. | Discussion | 54 |
| | Conclusion générale | 58 |
| | Liste des références..... | 61 |
| | Annexes..... | 77 |
| | Résumés..... | 97 |

Liste des tableaux

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Les plantes aromatiques médicinales de la région de Boumerdes à usage thérapeutique et phytosanitaire | 7 |
| Tableau 2: Situation géographique des sites de récolte..... | 24 |
| Tableau 3 : Pourcentage de répulsion..... | 35 |
| Tableau 4 : La toxicité de contact (valeur de DL_{50}) de l'huile essentielle de <i>Mentha pulegium</i> du nord contre les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> 24h après le traitement..... | 42 |
| Tableau 5: Analyse par la méthode Logit pour les 4 doses (5%, 10%, 15% et 20%) de l'huile essentielle de <i>Mentha pulegium</i> du nord..... | 43 |
| Tableau 6: La toxicité de contact (valeur de DL_{50}) de l'huile essentielle de <i>Mentha pulegium</i> du sud contre les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> 24h après le traitement..... | 44 |
| Tableau 7: Analyse par la méthode Logit pour les 4 doses (5%, 10%, 15% et 20%) de l'huile essentielle de <i>Mentha pulegium</i> du sud..... | 44 |
| Tableau 8: La toxicité de contact (valeur de DL_{50}) de l'extrait végétal de <i>Mentha pulegium</i> du nord contre les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> 24h après le traitement..... | 46 |
| Tableau 9: Analyse par la méthode Probit pour les 4 doses (50µg, 100µg, 200µg et 300µg) de l'extrait végétal de <i>Mentha pulegium</i> du nord..... | 46 |
| Tableau 10: La toxicité de contact (valeur de DL_{50}) de l'extrait végétale de <i>Mentha pulegium</i> du sud contre les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> 24h après le traitement..... | 47 |
| Tableau 11 : Analyse par la méthode Probit pour les 4 doses (50µg, 100µg, 200µg et 300µg) de l'extrait végétal de <i>Mentha pulegium</i> du sud..... | 48 |
| Tableau 12: Activité répulsive de l'huile essentielle de <i>Mentha pulegium</i> contre les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> à différents temps d'exposition..... | 50 |
| Tableau 13 : Résultats de test student de dose 20% après 2 h d'exposition pour <i>M. pulegium</i> du nord..... | 51 |
| Tableau 14 : Résultats de test Mann-Whitney de taux répulsif pour la dose 20% après 2 h d'exposition pour <i>M.pulegium</i> du sud..... | 51 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 15 : Résultat de mesure de diamètre mycélien après 8 jours d'application de test fongique..... | 52 |
| Tableau 16 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>Cercospora beticola</i> par l'HE de <i>Mentha pulegium</i> du sud..... | 53 |

Liste des figures

Liste des figures

| | |
|---|-----------|
| Figure 1 : <i>Mentha pulegium</i> du nord (Photo originale)..... | 23 |
| Figure 2 : <i>Mentha pulegium</i> du sud (Photo originale)..... | 23 |
| Figure 3 : Carte géographique de la région d'Ammal station de récolte de <i>Mentha pulegium</i> du nord (Google Maps)..... | 24 |
| Figure 4 : Carte géographique de la région d'Ammal station de récolte de <i>Mentha pulegium</i> du sud (Google Maps)..... | 24 |
| Figure 5 : <i>Tribolium castaneum</i> adult (Photo originale)..... | 26 |
| Figure 6 : Œufs, larves et adulte de <i>Tribolium castaneum</i> L. (Camara, 2009)..... | 27 |
| Figure 7 : Elevage en masse de <i>Tribolium castaneum</i> (Photo originale)..... | 27 |
| Figure 8: Les colonies des espèces fongiques (Photo originale)..... | 28 |
| Figure 9 :(A) Les symptômes d'<i>Cercospora</i>, (B) image microscopique de d' <i>Cercospora beticola</i> sur la betterave sucrière (Bakhshi M et al, 2018)..... | 28 |
| Figure 10 : Dispositif d'hydro distillation (appareil de Clevenger) (Photo originale)..... | 30 |
| Figure 11 : Huile essentielles de <i>Mentha pulegium</i> du nord (Photo originale)..... | 30 |
| Figure 12 : Huile essentielles de <i>Mentha pulegium</i> du sud (Photo originale)..... | 30 |
| Figure 13 : Extracteur de soxhlet (Photo originale)..... | 31 |
| Figure 14 : Test par contact pour les huiles de <i>Mentha pulegium</i> (Photo originale)..... | 32 |
| Figure 15 : Test par contact pour les extraits végétaux (Photo originale)..... | 33 |
| Figure 16 : Test de répulsion (Photo originale)..... | 34 |
| Figure 17: Préparation de mélange (milieu Sabouraud + l'HE pure) (Photo originale)..... | 36 |
| Figure 18 : Homogénéisation et solidification de milieu (Photo original)..... | 37 |
| Figure 19: Inoculation de disque de culture fongique. (Photo originale)..... | 37 |
| Figure 20 : Incubation des boites à 28 °C (Photo originale)..... | 38 |

Liste des figures

- Figure 21:** Taux de mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* traités avec différentes doses d'huile essentielle de *Mentha pulegium* du nord en fonction du temps et des doses (test par contact).....42
- Figure 22:** Taux de mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* traités avec différentes doses d'huile essentielle de *Mentha pulegium* du sud en fonction du temps et des doses (test par contact).....43
- Figure 23:** Taux de mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* traités avec différentes doses d'extrait de *Mentha pulegium* du nord en fonction du temps et des doses (test par contact).....45
- Figure 24:** Taux de mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* traités avec différentes doses d'extrait de *Mentha pulegium* du sud en fonction du temps et des doses (test par contact).....47
- Figure 25:** Taux de répulsion des adultes de *Tribolium castaneum* traités avec différentes doses d'huile essentielle de *Mentha pulegium* (nord et sud) en fonction des doses et du temps (Test répulsif).....49
- Figure 26:** Effet des l'HE de *Mentha pulegium* du sud sur la croissance de *Cercospora beticola* après 8 jours d'application de test fongique (**Photo originale**).....52
- Figure 27:** Moyen de diamètre mycélien après 8 jours d'application de test fongique.....53

Liste des abréviations et des symboles

Liste des abréviations et des symboles

PAM : Plante aromatique médicinale

HE: Huile essentielle

M. pulegium: Mentha pulegium

T. castaneum: Tribolium castaneum

C. beticola : Cercospora beticola

% : Pourcentage

H : Heure

Min : Minute

µg : Microgramme

µl : Microlitre

ml : Millilitre

Cm : Centimètre

C° : Degré Celsius

PR : Pourcentage de réplétion

Sig : Significatif

DL₅₀ : Dose létale médiane

Introduction générale

Introduction générale

La société humaine améliore toujours ses besoins et à cet égard elle utilise ses propres expériences aléatoires pour améliorer sa vie individuelle et sociale. L'une de ces précieuses expériences est l'application des plantes aromatiques et médicinales (PAM) pour traiter des maladies (Ahvazi and *al.*, 2012).

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations dans toutes les régions du monde (Boukhatem et *al.*, 2011). L'histoire des peuples montre que les plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums, dans les préparations culinaires... etc.

De cette façon, les plantes pourraient être considérées comme une source utile pour fabriquer des analogues pharmaceutiques (Jafari-Sales and *al.*, 2015). Car actuellement, plusieurs questions se sont soulevées concernant la sécurité et l'efficacité des produits chimiques utilisés en médecine. En effet, durant les 20 dernières années, il a été prouvé que l'efficacité des antibiotiques a fortement diminué, et les bactéries en sont devenues de plus en plus résistantes (Matyar and *al.*, 2008 ; Iserin, 2001).

L'usage généralisé des antibiotiques et la prescription à grande échelle parfois inappropriée de ces agents ont entraîné la forte adaptabilité des souches bactériennes et la sélection des souches multi-résistantes (Hamilton-Miller and Shah, 2000).

En outre selon l'organisation mondiale de la santé (2002), ces médicaments à base de plantes sont plus populaires auprès des gens.

Ces raisons sont dues à la vague croissante d'études mondiales généralisées et à l'introduction d'effets antibactériens, anti oxydantes et antifongiques des substances naturelles figurent dans les extraits et les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques (Cowan, 1999), (Maihebiau, 1994).

Bien que la plupart des espèces végétales soient connues, il reste encore un long chemin à parcourir pour découvrir de nouvelles ressources végétales précieuses. (Digrak and *al.*, 2001).

L'immensité du territoire algérien (2.381.741 Km²) et la variété de son relief notamment l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud et la spécificité du climat de chaque région favorise un patrimoine floristique très diversifié et très riche (Bouzabata, 2015), environ de 3000 espèces appartiennent à plusieurs familles botaniques (Kheyar et *al.*, 2014).

Introduction générale

De plus, la population algérienne dispose d'un savoir-faire ancestral dans la médication par les plantes grâce à sa tradition riche dans le domaine de la phytothérapie. Avec tous ces privilèges, malheureusement l'Algérie est encore loin d'exploiter ces plantes.

Le blé constitue la principale culture céréalière dans le monde. Sa consommation évolue progressivement d'une année à une autre (Kellou, 2008). En Algérie, la consommation a atteint 201 Kg/tête d'habitant durant l'année 2003 (Djaouti, 2010).

Pour assurer un approvisionnement régulier en blé aux consommateurs, le stockage est devenu une nécessité et le seul moyen de régulation du marché durant toutes les saisons. Mais, malheureusement au cours du stockage, ce produit céréalier est le plus souvent soumis à des attaques par des rongeurs, des champignons, des acariens et des insectes.

Chez les insectes, les pertes les plus importantes sont infligées par différentes espèces de Coléoptères et de Lépidoptères (Delobel et Tran , 1993; Karahacane, 2015).

En effet, les pertes causées par les ravageurs des céréales stockées à l'échelle mondiale sont estimées à plus de 100 millions de tonnes dont 13 millions sont dus aux insectes. En Afrique, ces pertes se chiffrent à 30% par contre, elles restent très faibles dans les pays développés, dont elles avoisinent les 3 % (Karahacane, 2015).

En Algérie, les pertes du blé en post-récolte dues aux insectes sont estimées entre 10 à 12% dans les unités de stockage.

Pour éviter ces pertes aux niveaux des stocks, très souvent les responsables ont recours à la lutte chimique, alors que plusieurs auteurs ont associé l'application des pesticides à des problèmes de santé humaine et environnementales (Carlos, 2006 ; Isman, 2006). Face à ce problème, la nécessité de développer de nouvelles stratégies de lutte s'impose.

Actuellement, de nombreuses recherches s'orientent vers l'utilisation des moyens alternatifs avec l'utilisation des insecticides d'origine végétale considérés moins toxiques.

Dans la littérature, de nombreuses plantes spontanées sont sources de biopesticides (Regnault- Roger and *al.*, 1993 ; Rahim, 1998 ; Huang and *al.* , 1999 ; Lale and Mustapha, 2000 et Owusu, 2000) et même les plantes cultivées sont actuellement connues pour leur activité insecticide vis-à-vis des déprédateurs et peuvent, de ce fait, être une alternative pour diminuer progressivement l'utilisation des pesticides afin de protéger les denrées stockées.

Introduction générale

Dans cet objectif, plusieurs recherches s'orientent vers le test du pouvoir insecticide des plantes pour mieux contrôler les insectes de blé en post récolte en particulier les coléoptères qui appartiennent aux genres *Tribolium*, considérés comme étant de redoutables ravageurs d'après plusieurs auteurs au niveau mondial.

D'autre part dans le domaine phytosanitaire et agro-alimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire.

Les huiles essentielles agissent sur un large spectre de moisissure et de levure en inhibant la croissance des levures et la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation et la production de toxines chez les moisissures.

Le pouvoir antifongique est attribué à la présence de certaines fonctions chimiques dans la composition des huiles essentielles.

Pour ces raisons et dans le cadre de la valorisation de la flore Algérienne et dans le but de créer une banque de donnée nous nous sommes intéressés à une espèce de la famille Lamiaceae. C'est *Mentha pulegium* L une plante qui pousse à l'état spontané dans la région de Boumerdes et Touggourt connue localement sous le nom de "Fliou", pousse dans les zones humides, des plaines et des montagnes jusqu'à 2200 mètres d'altitude (Chraïbi et al., 2018).

Une plante abondante choisie de cette biomasse végétale en raison du bénéfice des propriétés thérapeutiques que lui a attribuées la médecine traditionnelle, à savoir: les industries de l'aromatisation, de la parfumerie, de la conservation, des cosmétiques et de la pharmacologie.

Mentha pulegium est une plante herbacée possédant des propriétés antibactérienne (Chraïbi and al., 2017), antifongique (Benabed and al., 2017), insecticide (Barros and al., 2015) et antimycobactérienne (Chraïbi and al., 2016).

Ce travail a pour objet de l'extraction et l'évaluation de l'activité insecticide et fongicide de l'huile essentielle de la plante *Mentha pulegium* L de la région de Boumerdes au nord et Touggourt au sud vis-à-vis du ravageur de blé *Tribolium castaneum* et du champignon phytopathogène de la betterave sucrière *Cercospora beticola*.

Introduction générale

Ainsi, ce manuscrit est divisé en trois chapitres :

- Le premier chapitre consiste en une recherche bibliographique sur les plantes aromatiques et médicinales de la région de Boumerdes récapitulé dans un tableau.
- Le deuxième chapitre met en évidence le matériel utilisé et les méthodes suivies lors de la réalisation de cette étude, tels que la méthode d'extraction de l'huile essentielle et l'évaluation de l'effet insecticide et l'effet fongicide.
- Le troisième chapitre présente et discute les résultats obtenus suivi par une conclusion qui fait une synthèse claire des principaux apports du mémoire en termes de méthodologie proposées et des résultats produits.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Plantes aromatiques et médicinales

De tout temps, le règne végétal a offert à l'homme des ressources essentielles à son alimentation, son hygiène et sa santé. Depuis les temps les plus anciens, les parfums de ces mêmes végétaux sont associés à des rites mystiques, esthétiques et thérapeutiques (Cherif et *al.*, 2015).

De nos jours, un certain nombre de plantes aromatiques et médicinales (PAM) ont été largement utilisées et constituent la base des traitements médicaux à travers le monde entier. En plus de leur utilisation dans le domaine médical, elles sont également utilisées comme des biopesticides pour lutter contre les insectes et les champignons phytopathogènes (Karahacane, 2015).

En raison de ces nombreux avantages et de ces nombreuses utilisations nous nous sommes chargés de mener des recherches sur les plantes aromatiques trouvées dans notre région.

Cette étude a permis de dresser une liste des plantes médicinales utilisées et les présentées dans le Tableau 1. Pour chaque plante recensée, nous indiquons le nom scientifique, la famille, la partie utilisée, la forme d'extraction, l'usage thérapeutique et l'espèce de ravageur ou maladie contre lequel est utilisée.

Tableau 1 : Les plantes aromatiques et médicinales de la région Boumerdes à usage thérapeutique et phytosanitaire :

| Famille | Plante | Partie utilisé | forme | Solvant | Usage | Espèce de ravageur ou maladie | Référence |
|------------|--|----------------------------|----------------------------------|--|--|--|--|
| Asteraceae | <i>Artemisia arborescens</i> L (Absinthe) | Les parties aériennes | • Huile essentielle | • Distillation à la vapeur d'eau | Antibactérienne Antifongique Insecticide |  <i>Listeria monocytogenes</i>  <i>Enterobacter spp</i>  <i>Salmonella enterica</i>  <i>Rhizoctonia solani</i>  <i>Rhysopertha dominica</i> | (Militello and al., 2011) (Bouzenna and Krichen, 2012) |
| | <i>Inula viscosa</i> L (Inule visqueuse) | Les feuilles Les fleurs | • Huile essentielle • Extrait | • Hydrodistillation • La distillation à la vapeur | Antibactérienne Antifongique Insecticide |  <i>Staphylococcus aureus</i>  <i>Listeria monocytogenes</i>  <i>Salmonella typhi</i>  <i>Fusarium culmorum</i>  <i>Fusarium graminearum</i>  <i>Callosobrochus maculatus</i> | (Bekkara and al., 2008) (Haoui and al., 2016) (Gueribis, 2020) |

| | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|--|
| <p><i>Artemisia herba alba</i> (Armoise)</p> | <p>Les feuilles Les fleurs Les tiges</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation | <p>Antibactérienne Antifongique Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Escherichia Coli</i> ✚ différents ✚ <i>Fusarium</i> ✚ <i>Tribolium castaneum</i> | <p>(Jaber and al .., 2021) (Mehani and al ., 2018) (Aljaiyash and al .., 2018)</p> |
| <p><i>Anthemis nobilis L</i> ou <i>Chamaemelum nobile</i> (Camomille romain)</p> | <p>Les fleurs</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation | <p>Antibactérienne Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Enterococcus</i> ✚ <i>Faecalis</i> ✚ <i>Escherichia Coli</i> ✚ <i>Trialeurodes Vaporarium</i> | <p>(Al-Snafi,2016) (Ferkas and al.,2003)</p> |
| <p><i>Calendula officinalis L</i> (Souci officinale)</p> | <p>Les fleurs</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huiles essentielles • Poudre | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation | <p>Antibactérienne Antifongique Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Bacillus subtilis</i> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Escherichia Coli</i> ✚ <i>Klebsiella Pneumonaria</i> ✚ <i>candida albicans</i> ✚ <i>Aspergillus niger</i> ✚ <i>Pyrausta Aurata</i> | <p>(Gazim and al., 2008) (Moreno-Mari et al.,1999) (Ashwlayan and al., 2018)</p> |

| | | | | | | | |
|-----------|---|-----------------------------------|---|---|---|--|--|
| Lamiaceae | <p><i>Ocimum basilicum</i> L (Basilic)</p> | <p>Les parties aériennes</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation | <p>Antibactérienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Escherichia coli</i> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Aspergillus flavus</i> ✚ <i>Culex tritaeniorhynchus</i> ✚ <i>Aedes pictus</i> ✚ <i>Anopheles subpictus</i> | <p>(Khalil, 2013)</p> <p>(Kumar and al., 2011)</p> <p>(Kathirvel and Ravi, 2012)</p> |
| | <p><i>Thymus serpyllum</i> (Thym serpolet)</p> | <p>Les feuilles Les tiges</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation | <p>Antibactérienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Pseudomonas aeruginosa (IBRP001)</i> ✚ <i>Lactobacillus acidophilus (IBR L001)</i> ✚ <i>Staphylococcus aureus (ATCC 25923)...</i> ✚ <i>Candida albicans ATCC 10231</i> ✚ <i>Candida tropicalis ATCC 750)</i> ✚ <i>Musca domestica L.</i> | <p>(Nikolic and al ., 2014)</p> <p>(Xie and al ., 2020)</p> |

| | | | | | | |
|---|--|--|---|---|---|--|
| <p><i>Mentha Rotundifolia</i> (Menthe à feuille ronde)</p> | <p>Les feuilles Les tiges</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation | <p>Antibactérienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Proteus mirabilis</i> ✚ <i>Acinetobacter Baumannii,</i> ✚ <i>Salmonella typhi,</i> ✚ <i>Escherichia coli</i> ✚ <i>Klebseilla pneumoniae</i> ✚ <i>Staphilococcus aureus</i> ✚ <i>Furasium culmorum</i> ✚ <i>Sitophius granaries</i> ✚ <i>Tribolium confusum</i> | <p>(Sbai and al ., 2020)</p> <p>(Yakhlef and al ., 2020)</p> |
| <p><i>Mentha pulegium L</i> (Menthe pouliot)</p> | <p>Les feuilles Les fleurs Les tiges</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle • Extrait | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation • Distillation à la vapeur | <p>Antibactérienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Bacillus subtilis</i> ✚ <i>Salmonella enteritidis</i> ✚ <i>Escherichia coli</i> ✚ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ✚ <i>Sitophilus granarius</i> | <p>(Chraïbi, 2018)</p> <p>(Ouraïni, 2007)</p> <p>(Abdelli, 2016)</p> |

| | | | | | | | |
|--|--|------------------------------------|---|--|---|---|--|
| | <p><i>Mentha spicata L</i> (Menthe verte)</p> | <p>Les Parties aériennes</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation | <p>Antibactérienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Bacillus subtilis</i> ✚ <i>Escherichia coli</i> ✚ <i>Pasteurella multocida</i> ✚ <i>Aspergillus niger</i> ✚ <i>Mucor mucedo</i> ✚ <i>Fusarium solani</i> ✚ <i>Botryodiplodia theobromae</i> ✚ <i>Rhizopus solani</i> ✚ <i>Emmelinamon odactyla</i> | <p>(Hussain and al.,2010)</p> <p>(Eddaya et al.,2018)</p> |
| | <p><i>Lavandula officinalis L</i> (Lavande)</p> | <p>Les feuilles Les fleurs</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation • Distillation à la vapeur d'eau • Extraction au CO2 supercritique | <p>Antibacterienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Escherichia coli</i> ✚ <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ✚ <i>Penicillium expansum</i> ✚ <i>Botrytis cinerea</i> ✚ <i>Tribolium castaneum</i> ✚ <i>Anopheles labranchiae</i> | <p>(Pugazhvendan et al., 2012)</p> <p>(Moussii and al., 2020)</p> <p>(Lopez-Reyes et al., 2010)</p> <p>(El Ouali Lalami, 2016)</p> <p>(Diass et al., 2021)</p> |

| | | | | | | |
|--|--|---|---|--|--|---|
| <p><i>Rosmarinus officinalis L</i> (Romarin)</p> | <p>Les feuilles Les fleurs Les tiges</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation • Extraction par solvant volatiles | <p>Antibacterienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Streptococcus pneumoniae</i> ✚ <i>Candida glabrata</i> ✚ <i>Candida tropicalis</i> ✚ <i>Tribolium confusum</i> | <p>(Diass et al., 2021)</p> <p>(Ainane and al., 2019)</p> <p>(Akroum, 2020)</p> |
| <p><i>Marrubium vulgare L</i> (Marrube blanc)</p> | <p>Les feuilles Les fleurs Les tiges</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydro-distillation | <p>Antibacterienne</p> <p>Insecticides</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Escherichia coli</i> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Culex pipiens</i> | <p>(Khaled Khodja and al., 2014)</p> <p>(Kadri and al., 2011)</p> <p>(Aouati and Berchi., 2015)</p> |
| <p><i>Origanum majorana L</i> (Marjolaine)</p> | <p>Les feuilles Les tiges</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation • Extraction par solvant | <p>Antibacterienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticides</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Bacillus cereus</i> ✚ <i>Escherichia coli</i> ✚ <i>Staphylococcus coagulase</i> ✚ <i>Enterobacter spp</i> ✚ <i>Proteus spp</i> ✚ <i>Klebsiella spp</i> ✚ <i>Pseudomonas spp</i> ✚ <i>Aspergillus niger</i> ✚ <i>Culex pipiens</i> | <p>(Prerna and vasodeva, 2015)</p> <p>(Ben Salha and al., 2017)</p> <p>(El-Akhal and al., 2014)</p> |

| | | | | | | | |
|------------------|---|---|--|---|---|--|---|
| | <i>Salvia officinalis</i> L (Sauge officinale) | Les parties aériennes | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation • par entraînement à la vapeur d'eau | <p>Antibactérienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ✚ <i>proteus mirabilis</i> ✚ <i>Escherichia coli</i> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Botrytis cinera</i> ✚ <i>Fusarium sambucinum</i> ✚ <i>Candida albicans</i> ✚ <i>Spodoptera littoralis</i> | <p>(Rguez et al., 2013)</p> <p>(Benkherara et al., 2015)</p> <p>(Alizadeh and Shaabani, 2012)</p> |
| Myrtaceae | <i>Myrtus communis</i> L (Myrte) | <p>Les feuilles</p> <p>Les fleurs</p> <p>Les Fruits</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle • Extrait | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation et distillation à la vapeur | <p>Antibactérienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Escherichia coli</i> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Bacillus subtilis</i> ✚ <i>Salmonella</i> sp ✚ <i>Listeria</i> sp ✚ <i>Microsporium canis</i> ✚ <i>Microsporium gypseum</i> ✚ <i>Trichophyton mentagrophytes</i> ✚ <i>Sitophilus zeamais</i> | <p>(Ben Ghnaya and al., 2013).</p> <p>(Anwar and al., 2016)</p> <p>(Bertoli and al., 2012)</p> |

| | | | | | | | |
|-----------|--|--------------------------------|---------------------|---------------------|--|--|---|
| | <i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalyptus) | Les feuilles | • Huile essentielle | • Hydrodistillation | Antibactérienne Antifongique Insecticide |  <i>Staphylococcus aureus</i>  <i>Escherichia coli</i>  <i>Proteus vulgaris</i>  <i>Candida albicans</i>  <i>Tribolium confusum</i> | (Mota and <i>al.</i> , 2014) (Ainane et <i>al.</i> , 2019) |
| Cistaceae | <i>Cistus monspeliensis</i> L (Ciste de montpellier) | Les feuilles Les fleurs | • Extrait | • Hydrodistillation | Antibactérienne Antifongique Insecticide |  <i>Bacillus subtilis</i>  <i>Escherichia coli...</i>  <i>Candida albicans</i>  <i>Plodia interpunctella</i> | (Rebaya and <i>al.</i> , 2016) (Bouayad and <i>al.</i> , 2013) |

| | | | | | | | |
|-------------|--|--------------------------------|---------------------|---------------------|--|--|--|
| Verbenaceae | <i>Aloysia triphylla</i> (verveine) | Les parties aériennes | • Huile essentielle | • Hydrodistillation | Antibactérienne Antifongique Insecticide | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Escherichia coli</i> (ATCC 35218) ✚ <i>Bacillus subtilis</i> (CIP 5265) ✚ <i>Candida albicans</i> (ATCC 2091) ✚ <i>Candida kefyr</i> ✚ <i>Candida parapsilosis</i> ✚ <i>Candida glabrata</i> (ATCC90030) ✚ <i>Tribolium confusum</i> ✚ <i>Callosobruchus maculatus</i> | (Rezig and al., 2019) (Khani and al., 2012) |
| Geraniaceae | <i>Pelargonium zonale L</i> (Géranium) | Les feuilles Les fleurs | • Huile essentielle | • Hydrodistillation | Antibactérienne Antifongique | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Bacillus subtilis</i> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Helicobacter pylori</i> ✚ <i>Aspergillus niger</i> | (Koheil and al., 2012) |
| Salicaceae | <i>Salix alba</i> (Saule) | Les feuilles Ecorce de tige | • Extrait | • Hydrodistillation | Antibactérienne Antifongique Insecticide | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Candida albicans</i> ✚ <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> | (Sulaiman and al., 2013) (Santhi and al., 2017) |

| | | | | | | | |
|---------------|--|-----------------------|--|---|---|---|--|
| Rutaceae | Ruta graveolens L (Rue des jardins) | Les parties aériennes | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation | <p>Antibactérienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Enterococcus Faecalis</i> ✚ <i>Bacillus cereus</i> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Proteus Mirabilis</i> <i>Mariniluteicoccus flavus</i> ✚ <i>Candida albicans</i> ✚ <i>Cladosporium herbarum</i> ✚ <i>Aspergillus flavus...</i> ✚ <i>Culiseta longiareolata</i> | <p>(Reddy and Al-Rajab, 2016)</p> <p>(Bouabida, and Dris, 2020)</p> |
| Zingiberaceae | Zingiber officinale (Gingembre) | Les frais rhizomes | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle • Extrait • Poudre | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation • Distillation à la vapeur, • L'extraction assistée par micro-ondes à base de liquide ionique | <p>Antibactérienne</p> <p>Antifongique</p> <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Escherichia coli</i> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Salmonella spp</i> ✚ <i>Aspergillus fumigatus</i> ✚ <i>Aspergillus niger</i> ✚ <i>Callosobruchus maculatus</i> | <p>(Imamović and al., 2021)</p> <p>(Bansod and al., 2008)</p> <p>(Fouad and al., 2020)</p> |
| Apocynaceae | Nerium Oleander (Laurier rose) | Les feuilles | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation | Insecticide | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Culex pipiens</i> | (El-Akhal, 2015) |

| | | | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|---|---|
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Apiaceae</p> | <p><i>Ammi visnaga L</i> (khella)</p> | <p>Les feuilles Les fleurs Les tiges Les graines</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle • Poudre | <ul style="list-style-type: none"> • macéré dans du méthanol | <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Toxoptera aurantii</i> ✚ <i>Culex pipiens</i> | <p>(Brahmi and al., 2016) (Es Zoubi and al., 2016)</p> |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Pinaceae</p> | <p><i>Pinus halpensis L</i> (Pin d'Alep)</p> | <p>Les grains</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation | <p>Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Eulachnus tuberculostemmatus</i> | <p>(Mitic and al., 2019) (Ben Halima et al., 2019)</p> |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Anacardiaceae</p> | <p><i>Pistacia lentiscus L</i> (pistachier lentisque)</p> | <p>Les feuilles</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Par entrainement à la vapeur d'eau | <p>Antibactérienne Antifongique Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ Les souches à gram(+) ✚ <i>Candida albicans</i> ✚ <i>Pythium ultimum</i> ✚ <i>Rhizoctonia solani</i> ✚ <i>Fusarium sambucinum</i> ✚ <i>Tribolium castaneum</i> | <p>(Benhammou et Bekkara, 2007) (Duru and al., 2002) (Bouchrouch and al., 2010)</p> |

| | | | | | | | |
|---|--|------------------------------------|--|---|---|---|--|
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Oleaceae</p> | <p><i>Olea europaea L</i> (olivie)</p> | <p>Les feuilles Les grains</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile d'olive • extrait • poudre | <ul style="list-style-type: none"> • Par extraction avec méthanol par homogénéisateur • (HAO) et par ultrasons(EAO) • (pour l'extrait) | <p>Antifongique Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Verticulium dahliae</i> ✚ <i>Bactrocera olea</i> | <p>(Himour et al.,2016) (Belgin and Sahin ,2013) (Gutierrez et al.,2008) (Benzina-Tihar et al.,2020) (Wu and al.,2004) (Qasim Hameed and al., 2019)</p> |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Lauraceae</p> | <p><i>Laurus nobilis L</i> (Laurier noble)</p> | <p>Les parties aériennes</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Huile essentielle | <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodistillation | <p>Antibactérienne Antifongique Insecticide</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✚ <i>Staphylococcus aureus</i> ✚ <i>Enterococcus hirae</i> ✚ <i>Escherichia coli</i> ✚ <i>Pseudomonas Aeruginosa</i> ✚ <i>Fusarium Sporotrichoide</i> ✚ <i>culex pipiens</i> | <p>(Salhi et al., 2015) (Mansour and al., 2018)</p> |

II. L'interprétation du tableau

Grâce à nos résultats d'enquête et de recherche qui sont inscrits dans le tableau ci-dessus. Les données obtenues ont été collectées en consultant la littérature scientifique (articles) faite sur les plantes spontanées de la région de Boumerdes ainsi qu'après avoir interrogé les seniors et les spécialistes activant dans le domaine des plantes médicinales et aromatiques (herboristes et pipiniéristes) de la région de Boumerdes. Nous avons remarqué que la région est très riche en plantes médicinales et aromatiques et les gens de cette région ont une longue tradition dans l'utilisation de ces plantes pour traiter diverses maladies.

D'ailleurs on a recensé (32) plantes aromatiques appartenant à plusieurs familles botaniques (18) parmi elles on a : **Lamiaceae, Myrtaceae, Cistaceae...**

Ces plantes occupent une place très importante grâce à leur usage thérapeutique d'une part et dans d'autre part grâce à leur utilisation comme des biopesticides pour lutter contre les différents ravageurs (insectes, champignons phytopathogène...) de l'autre part, car ayant un impact environnemental et sanitaire moins négatif que les pesticides synthétiques.

Parmi l'utilisation thérapeutiques de ces plantes on trouve essentiellement des plantes qui traitent des troubles gastro-intestinaux tels que: Romarin, Lavande, La marjolaine, khella, Absinthe, Marrube blanc...

D'autre plantes sont utilisées pour traiter les troubles respiratoires (la toux, le rhume et la grippe en général) tel que la Sauge officinal, le pin d'Alep, la Menthe verte, Menthe à feuille ronde, Basilic, Thym serpolet, Eucalyptus... D'autres sont utilisées pour soigner le diabète comme : Menthe pouliot et Inule.

L'usage comme biopesticides à la place des pesticides chimiques figure aussi parmi les utilisations fréquentes des plantes de cette région. Certaines plantes sont utilisées pour lutter contre les insectes ravageurs des cultures et les insectes d'intérêt médical particulièrement les moustiques et les insectes des denrées stockées comme : Absinthe, Inule visqueuse, Basilic... D'autres sont utilisées pour leur pouvoir antifongique et antimicrobien en général comme : Géranium, Gingembre...

Chapitre II : Matériel et méthodes

Notre travail est réalisé au niveau du laboratoire pédagogique : le laboratoire de microbiologie de la Faculté des Sciences de l'université de Boumerdes et le laboratoire de Valorisation et Conservation des Ressources Biologiques "VALCORE" de la Faculté des Sciences de l'université de Boumerdes.

But de travail

Le travail vise à mettre en évidence l'effet insecticide et fongicide de l'huile essentielle du *Mentha pulegium* récoltée de deux régions différentes, une au nord et l'autre au sud d'Algérie, vis-à-vis d'un des insectes ravageurs des céréales *Tribolium castaneum* et le champignon phytopathogène de la betterave sucrière : *Cercospora beticola*.

I. Matériel utilisé

1. Matériel de laboratoire

Durant l'essai au laboratoire, nous avons eu recours aux matériels suivant :

1.1. Appareillage

Etuve réglée, Autoclave, Bain marin, Balance de précision, bec benzène, Loupe binoculaire, Agitateur vortex

1.2. Verreries

Pipette de pasteur, Eprouvette, Tubes à essais, Micropipette, Papier buvard, Tubes Eppendorf, Boîtes de Pétri en plastique et en verre, Embouts jaunes et bleu, Parafilm, Outres accessoires

1.3. Réactifs et produit

Acétone, Sabouraud.

2. Matériel végétal

2.1. Présentation botanique de la plante étudiée

Mentha pulegium est une plante pluriannuelle robuste qui atteint 10 à 50 cm de hauteur (Fig.1 et 2). Elle fréquente les lieux humides et expire une odeur aromatique forte (Bencheikh, 2018). La tige est quadrangulaire. Les feuilles sont simples et opposées. Les fleurs sont très petites avec des corolles presque régulières à quatre lobes égaux et leurs quatre étamines également presque égaux (Jahandiez et Marie, 1934).

Fig 1 et Fig 2 représente *Mentha pulegium* L de deux régions différentes ; région nord et région sud d'Algérie.



Figure 1: *Mentha pulegium* du Nord (Photo originale) **Figure 2:** *Mentha pulegium* du Sud (Photo originale)

2.2. Origine et distribution

Mentha pulegium vit dans la totalité de l'Europe à l'état sauvage et dans les jardins. Elle est originaire de l'Asie. Elle est cultivée en Chypre, en Turkménistan, en Afrique du Nord (Maroc – Tunisie – Algérie et Egypte) (Bencheikh, 2018). Au 16ème siècle. Elle était utilisée dans des buts thérapeutiques (Karahacane, 2015).

2.3. Propriétés et indications principales

La Menthe est employée dans plusieurs domaines. En thérapeutique, elle est utilisée contre la fièvre, la faiblesse, la toux, les nausées, les maux de l'estomac, la mélancolie, les maladies de poitrines, l'hystérie, les troubles de la vue. Elle présente aussi des propriétés médicales, stimulantes du système nerveux, toniques, stomachiques, antiseptiques, analgésiques et vermifuge (Karahacane, 2015).

2.4. Position systématique

D'après Guignard et Dupont (2004), la systématique de *Mentha pulegium* est la suivante :

Règne : Végétal

Sous-règne : Cormophyte

Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Eudicots

Sous-classe : Astéridées

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Sous- famille: Satureinees

Genre : *Mentha*

Espèce : *Mentha pulegium*

2.5. Récolte et séchage :

La plante *Mentha pulegium* L. a été récoltée manuellement durant la période Avril-Mai-juin 2021, dans deux régions différentes : la région de Ammal –Boumerdes dans le nord algérien, et dans la région de Touggourt au sud d’Algérie.

La plante a été acheminée vers notre laboratoire de recherche, puis séchée à l’air libre, à l’abri de la lumière et dans un endroit sec pendant 7 jours.

Tableau 2: Situation géographique des sites de récolte.

| Nom Scientifique | Type | Région et station de récoltes | Latitude | Longitude | Date de récolte |
|------------------------|------|---------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| <i>Mentha Pulegium</i> | Nord | Wilaya de Boumerdes la région d’Ammal | 36° 38' 5" Nord | 3° 35' 26" Est | Avril-Mai 2021 |
| | Sud | Wilaya de Touggourt | 33°06'18" Nord | 6°03'28" Est | Juin 2021 |

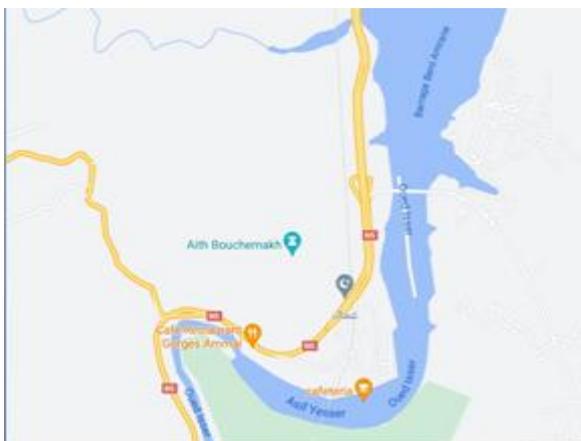


Figure 3 : Carte géographique de la région d’Ammal station de récolte de *Mentha pulegium* du nord (Google Maps)



Figure 4 : Carte géographique de la région de Touggourt station de récolte de *Mentha pulegium* du sud (Google Maps)

3. Présentation de l'insecte ravageur

3.1. Description

Tribolium est un genre de petits coléoptères ténébrionides, comprend deux espèces principale, *Tribolium castaneum* et *Tribolium confusum*, qui sont des ravageurs mondiaux importants des produits alimentaires stockés (Abd El-Aziz, 2011) et largement utilisés comme modèles expérimentaux. Cette espèce est répandue dans le monde grâce aux échanges commerciaux (Karahacane, 2015).

Tribolium castaneum L. est originaire de l'Inde. Appelé communément le Tribolium rouge de la farine ou petit ver de la farine est un Coléoptère appartenant au sous ordre des *Polyphaga*, à la famille des *Tenebrionidae* et au genre *Tribolium* (Karahacane, 2015)

L'adulte mesure 3 à 4 mm. Il est de couleur uniformément brun rougeâtre (Fig. 5). Son corps est étroit, allongé, à bords parallèles, à pronotum presque aussi large que les élytres et non rebordé antérieurement. Les trois derniers articles des antennes sont nettement plus gros que les suivants (Karahacane, 2015).

3.2. Systématique

Selon **Weidner et Rack (1984)** la classification de ce ravageur se résume comme suit:

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Coléoptera

Sous-ordre : Polyphaga

Famille : Tenebrionidae

Genre : *Tribolium*

Espèce : *Tribolium castaneum*

Nom commun : Tribolium rouge de la farine, red flour beetle, خنفساء الدقيق الصدمية



Figure 5 : *Tribolium castaneum* adulte (Photo originale).

3.3. Biologie

Les œufs sont ovulaires et mesurent en moyenne 0,6 mm de longueur. Au moment de la ponte, ils sont de couleur blanche, recouverts par une graisse visqueuse, qui leur permet de se coller aux particules de nourriture et d'autres débris (Karahacane, 2015).

La larve mesure 6 mm, environ 8 fois plus longue que large (Fig. 6), d'un jaune très pâle à maturité, avec quelques courtes soies jaunes. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement rougeâtres (Camara, 2009).

Dès l'âge de trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs. La fécondité moyenne est voisine de 500 œufs par femelle.

D'après Camara, (2009), c'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 et 33°C. Son développement cesse au-dessous de 22°C et qui résiste très bien aux basses températures. La durée du cycle dure un mois.

Le cycle se déroule sur une période de 27 à 35 jours sous une température allant de 27 à 29°C et une hygrométrie de 60 à 70 % (Karahacane, 2015).

T. castaneum, considéré comme ravageur secondaire, se nourrit des grains cassés et de leurs enveloppes et des débris que provoquent les ravageurs primaires (Arthur, 1996) ; (Karahacane, 2015).

Dans les grains infestés, l'activité métabolique de *T. castaneum* augmente le taux d'humidité, ce qui crée un environnement favorable au développement des moisissures.



Figure 6: Œufs, larves et adulte de *Tribolium castaneum* L (Camara, 2009).

3.4. L'élevage de masse

L'élevage de masse de *T. Castaneum* est réalisé dans des bocaux en verre. Chaque bocal contient des substrats alimentaires (semoule, les graines du blé et la farine), recouverte par un papier fixé par un bracelet élastique, Celui-ci se fait dans des conditions de laboratoire à une température ambiante (Fig.7). Ce dernier est placé dans un endroit chaud afin de produire un nombre suffisant d'adultes pour les différents essais biologiques.



Figure 7 : Elevage en masse de *Tribolium castaneum* (Photo originale).

4. Matériel fongique

Cercospora beticola est un champignon filamenteux ascomycète qui n'existe que dans un état anamorphique (Crous and *al.*, 2001; Groenewald and *al.*, 2013).

C'est un champignon hémibiotrophe responsable de la tache *Cercospora* (CLS) de la betterave sucrière (*Beta vulgaris* L.), (Bolton and *al.*, 2012). Le champignon est considéré comme le pathogène foliaire le plus destructeur de la betterave sucrière dans le monde, causant des pertes économiques importantes principalement dues à la réduction de la concentration de saccharose et du rendement racinaire (Shane and Teng 1992; Weiland and Koch 2004).



Figure 8: Les colonies de l'espèce fongique (Photo originale).

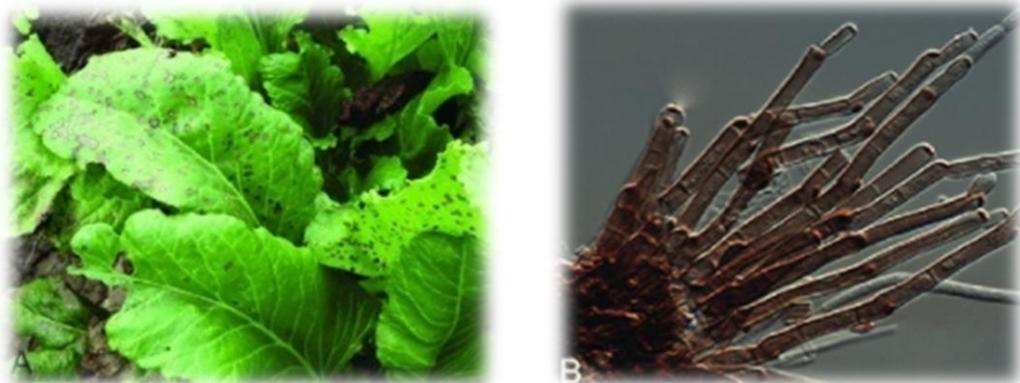


Figure 9 :(A) Les symptômes d'*Cercospora*, (B) image microscopique de d'*Cercospora beticola* sur la betterave sucrière (Bakhshi and *al.* , 2018).

4.1. Systématique

La classification de cette espèce de champignon se résume comme suit :(Rangel and *al.*, 2020).

Royaume : Champignon

Embranchement: Ascomycota

Classe : Dothidéomycète

Ordre : Capnodiale

Famille : Mycosphaerellaceae

Genre : *Cercospora*

Espèce : *Cercospora beticola*

II. Méthodes

1. Extraction des huiles essentielles

Le choix d'une technique d'extraction approprié à une plante donnée reste une étape très importante puisqu'elle peut avoir des répercussions sur le rendement et sur la qualité de l'huile produite. Il existe plusieurs techniques d'extraction, tel que : hydrodistillation, distillation, l'entraînement à la vapeur d'eau, extraction par solvant...etc.

La principale procédure d'isolation la plante de *Mentha pulegium* est l'hydrodistillation.

1.1. Technique d'hydrodistillation

L'extraction a été effectuée au niveau du laboratoire de Valorisation et Conservation des Ressources Biologiques "VALCORE" de la Faculté des Sciences de l'université de Boumerdes, par hydro distillation sur un appareil de type Clevenger (Fig.10).

Cette technique consiste à introduire 100 g de matériel végétal dans un ballon de 2 litres contenant de l'eau distillée. L'ensemble est porté à l'ébullition pendant 3H à l'aide d'une chauffe ballon. Les vapeurs chargées d'huile essentielle, traversent le réfrigérant et se condensent ainsi avant de chuter dans une ampoule de décantation, l'huile se sépare par la suite de l'eau par différence de densité. L'huile obtenue est conservée à 4°C dans des tubes en verre opaques, fermés hermétiquement pour la préserver de l'air et de la lumière jusqu'à son usage.

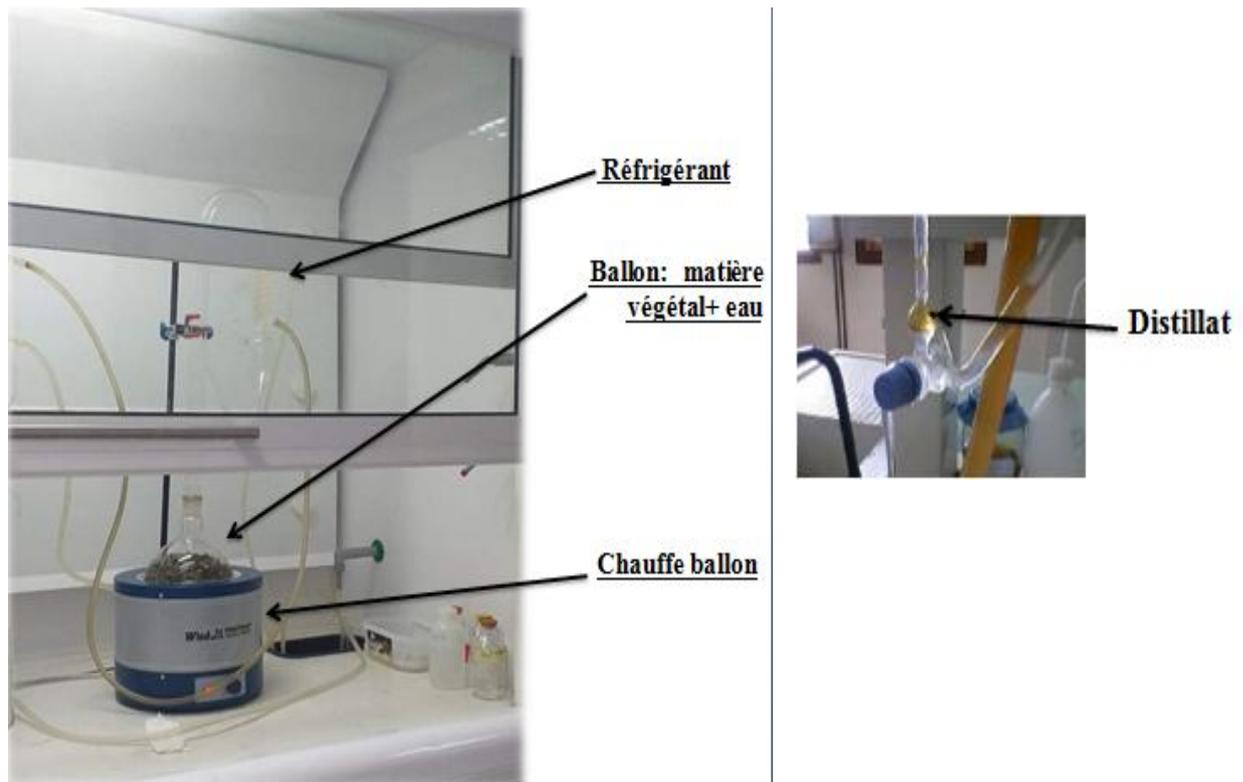


Figure 10: Dispositif d'hydro distillation (appareil de Clevenger)

(Photo originale).



Figure 11: Huile essentielle de *Mentha pulegium* du nord
(Photo originale)



Figure 12: Huile essentielle de *Mentha pulegium* du sud
(Photo originale)

2. Préparation des extraits végétaux

L'extraction végétale est un procédé visant à extraire certains constituants présents dans les plantes. C'est une opération de séparation solide/liquide : un corps solide (le végétal) est mis en contact d'un fluide (le solvant).

Dans notre travail, nous avons obtenu l'extrait végétal à l'aide de la méthode de Soxhlet en utilisant le méthanol comme solvant d'extraction.

2.1. Technique de soxhlet

Un extracteur de soxhlet est un appareil de laboratoire conçu en 1879 par FRANZ VON SOXHLET. L'extracteur Soxhlet est représenté par la figure 13. Le solide est placé dans une cartouche poreuse. Le solvant, contenu dans le ballon, est porté à ébullition, ce qui le transfère dans la partie supérieure. Là, il est condensé grâce à un réfrigérant situé en haut de l'installation et s'accumule autour et à l'intérieur de la cartouche. Lorsque le solvant atteint le niveau supérieur du siphon, le mélange est renvoyé dans le ballon par différence de pression, où il est à nouveau évaporé. Plusieurs cycles d'extraction sont ainsi effectués. Le temps d'extraction est respectivement 30min, 1h, 2h, 3h, 4h, 5h. (Fig.13).

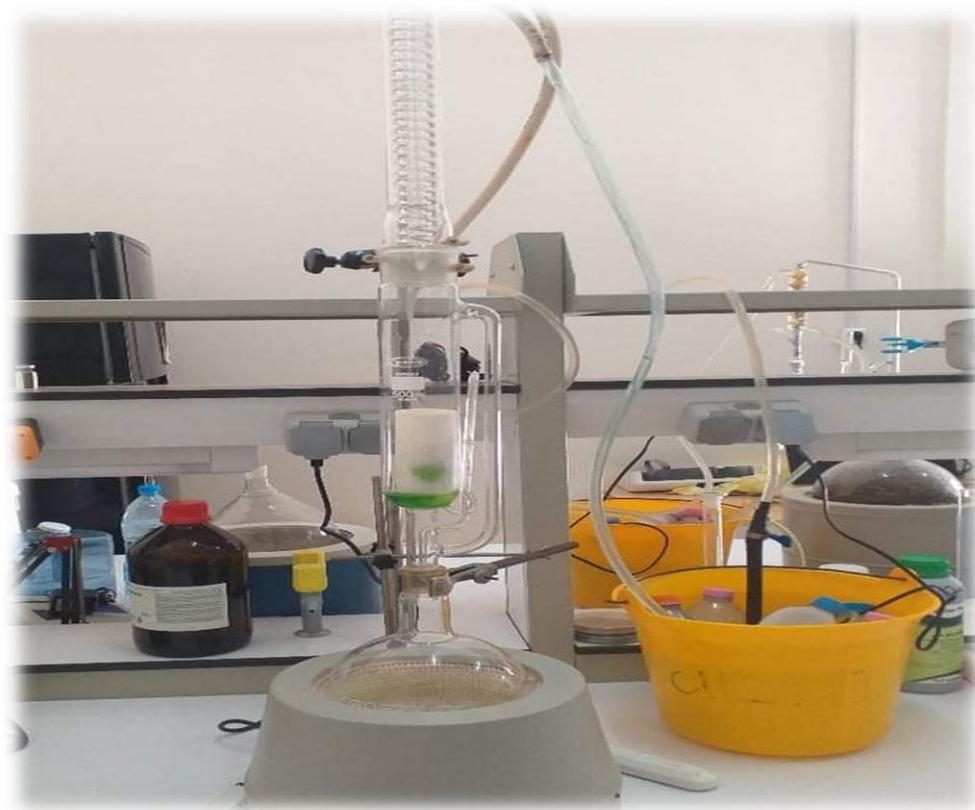


Figure 13: Extracteur de soxhlet (Photo originale).

3. Evaluation de l'activité insecticide de l'extrait et de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* sur les adultes de *Tribolium castaneum*

Deux tests sont réalisés avec l'extrait et l'huile essentielle de *Mentha pulegium* sur les adultes de *Tribolium castaneum* ; un test par contact et un test répulsif.

3.1. Test par contact

Ce test consiste à poser des individus de *Tribolium castaneum* dans une boîte de Pétri en verre et mettre de l'extrait et de l'huile essentielle du *Mentha pulegium* en contact avec les insectes et observer le comportement des insectes et le taux de mortalité. Toutes les boîtes ont été infestées par 20 insectes adultes.

Après des tests préliminaires quatre doses ont été préparés par les dilutions des huiles essentielles dans l'acétone (5%, 10%, 15%, 20% et le témoin sans l'huile) pour l'huile, et de l'extrait alcoolique (50µg, 100µg, 200µg, 300µg et le témoin) pour les extraits. Le témoin a été traité uniquement avec de l'acétone.

Le principe consiste à faire répartir d'une façon égale et homogène un volume de 2,5 µl de chaque solution insecticide prélevée par micropipette sur le pronotum de l'insecte. 20 insectes ont été utilisés pour chaque répétition.

Les essais ont été répétés trois fois pour les huiles et deux fois pour les extraits, pour chaque dose, les comptages des insectes morts ont été réalisés après 24 h /48 h/ 72 h /96 h à l'aide de la loupe binoculaire.

Les pourcentages des mortalités observées pour les deux huiles (Nord et sud) et les deux extraits (Nord et Sud) de *Mentha pulegium* des différentes doses sont présentés dans l'annexe.

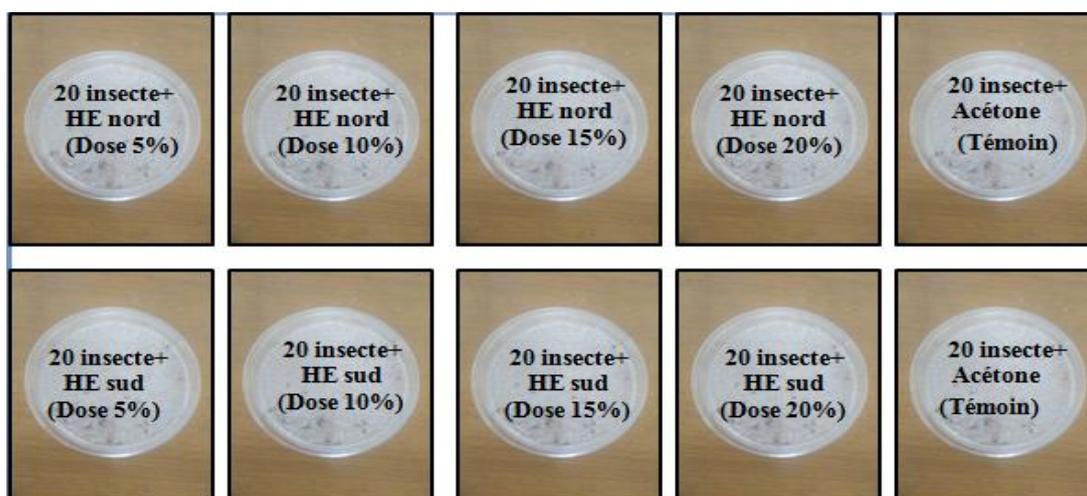


Figure 14: Dispositif expérimental du test de toxicité par contact pour les huiles de *Mentha pulegium* (Photo originale).

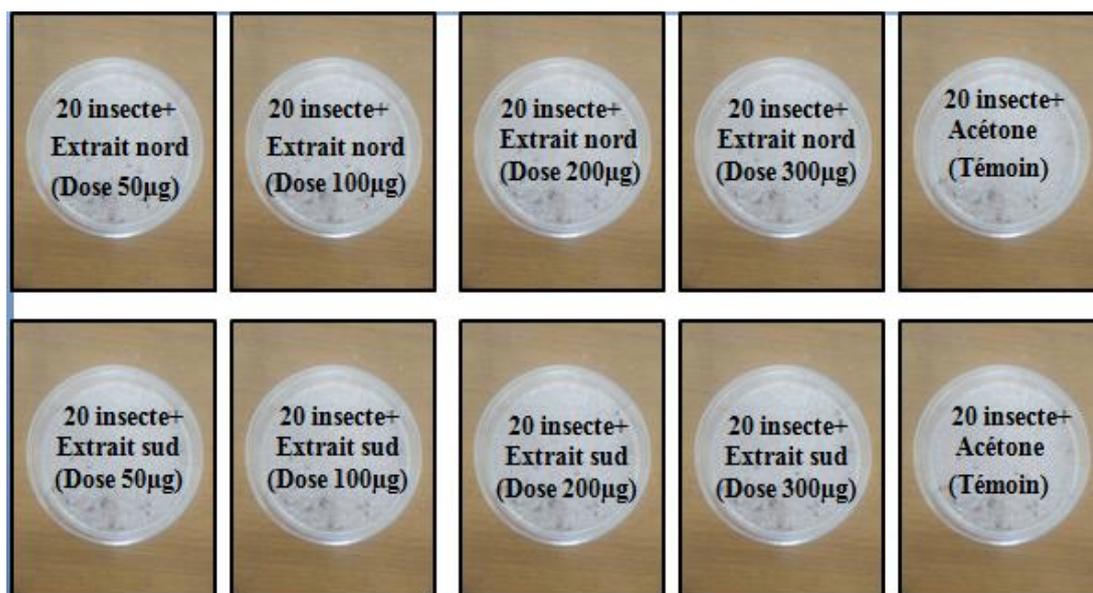


Figure 15: Dispositif expérimental du test de toxicité par contact pour les extraits végétaux
(Photo originale).

Le pourcentage de mortalité est calculé chez les adultes de *T. castaneum* par la formule suivante :

$$\% \text{ de mortalité} = \frac{\text{le nombre d'individus morts}}{\text{le nombre des individus totals}} \times 100$$

3.2. Test de répulsion

L'effet répulsif de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* à égard des adultes de *Tribolium castaneum* a été évalué en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre.

Deux doses d'huile ont été préparées par dilution des huiles essentielles dans l'acétone (5%, 20%,) pour *Mentha pulegium* du nord et une dose de 20% pour *Mentha pulegium* du sud.

Des disques de papier filtre de 8.5 cm de diamètre ont été découpés en deux parties égales. L'un des demi-disques est traité avec 500µl de dose de (5%) d'huile essentielle à l'aide d'une micropipette, l'autre partie est pulvérisée avec de l'acétone seulement, même opération a été refaite mais avec une dose de 20%. pour *Mentha pulegium* du nord.

Et pour les tests de *Mentha pulegium* du sud la même technique de traitement a été suivie mais seulement avec la dose de 20% d'huile essentielle. Par manque d'huile, le test pour la dose 5% n'a pas été réalisé.

Après évaporation complète du solvant, les deux demi disques de papier filtre sont ensuite réunis à l'aide d'un ruban adhésif et déposés sur le fond des boîtes de Pétri. 20 insectes de *Tribolium castaneum* sont déposés au centre des boîtes ainsi préparées, trois répétitions ont été effectuées pour chaque concentration.

Après deux observations successives 2h et 4h, les individus sont dénombrés sur chaque partie du disque.

Le pourcentage de répulsion (PR), induit par les huiles essentielles sur les *Tribolium* adultes, est calculé selon la formule de Mc Donald et *al.*, (1970)

$$PR (\%) = [(NC - NT)] / [(NC + NT)] \times 100$$

NC : Nombre d'individus présents dans la partie traitée avec l'acétone uniquement.

NT : Nombre d'individus présents dans la partie traitée avec l'huile essentielle diluée dans l'acétone.

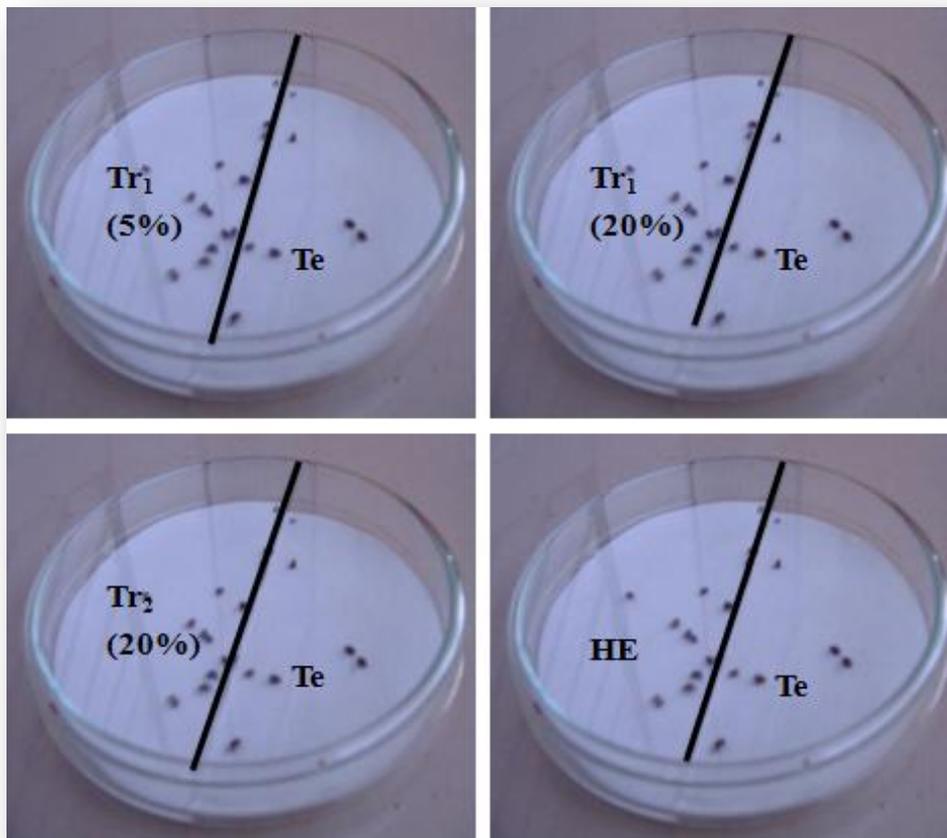


Figure 16: Test de répulsion (Photo originale).

Tr1 : Huile essentielle de *Mentha pulegium* du nord

Tr2 : Huile essentielle de *Mentha pulegium* du sud

HE : Huile essentielle pure de *Mentha pulegium* du sud

Te : Acétone

Le pourcentage moyen de répulsion pour l'huile essentielle a été calculé et attribué selon le classement de Mc Donald et *al.*, (1970) (Tab. 3).

Tableau 3 : Pourcentage de répulsion.

| Classes | Intervalle de répulsion | Propriétés |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|
| Classe 0 | $PR \leq 0,1\%$ | Pas de répulsion |
| Classe I | $0,1\% < PR \leq 20\%$ | Très faiblement répulsif |
| Classe II | $20\% < PR \leq 40\%$ | Faiblement répulsif |
| Classe III | $40\% < PR \leq 60\%$ | Modérément répulsif |
| Classe IV | $60\% < PR \leq 80\%$ | Répulsif |
| Classe V | $80\% < PR \leq 100\%$ | Très répulsif |

< : Inférieur, ≤ : inférieur ou égal.

3.3. Analyse statistiques

Les données des essais insecticides (contact et répulsion) ont été soumises à une analyse statistique par le du logiciel SPSS version 25. Les résultats avec $P < 0,05$ ont été considérés comme statistiquement significatifs.

4. Evaluation de l'activité fongicide de l'huile de *Mentha pulegium* du sud sur l'espèce fongique *Cercospora beticola*

4.1. Méthode de contact direct sur milieu gélosé

4.1.1. But et principe de la méthode

Cette méthode permet la mise en évidence de l'activité antifongique (Fandohan and *al* ., 2004). Par incorporation de la substance dans le milieu fluide à des concentrations variables, après solidification du milieu on procède à l'inoculation de champignon à étudier au centre de la boîte de Pétri (Uwineza et *al* ., 2018).

4.1.2. Protocole expérimentale

- En premier, la souche fongique a été sortie du réfrigérateur et déposée sur la paillasse pour revenir à la température ambiante.
- Ensuite dans un tube à essai stérile une dose de 5 µl de l'huile essentielle pure de *Mentha pulegium* du sud a été mélangée avec une quantité de 10 ml du milieu Sabouraud.



Figure 17: Préparation de mélange (milieu Sabouraud + l'HE pure)
(Photo originale).

A l'aide d'un vortex le mélange a été homogénéisé et coulé dans des boîtes de Pétri.



Figure 18 : Homogénéisation et solidification de milieu (**Photo originale**).

- Chaque essai est répété trois fois.
- En parallèle les témoins contenant: 10 ml de milieu Sabouraud seulement ont été préparés.
- Ensuite à l'aide d'une pipette pasteur ; un disque mycélien d'environ 0,5 cm de diamètre issue de la culture de *C.beticola* est prélevé et ensuite déposé au centre de chaque boîte de Pétri.

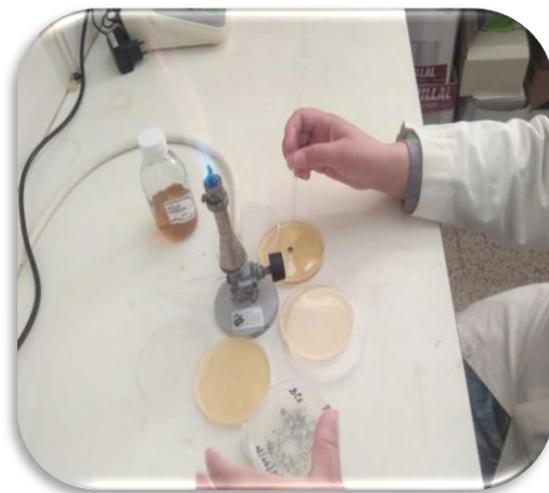
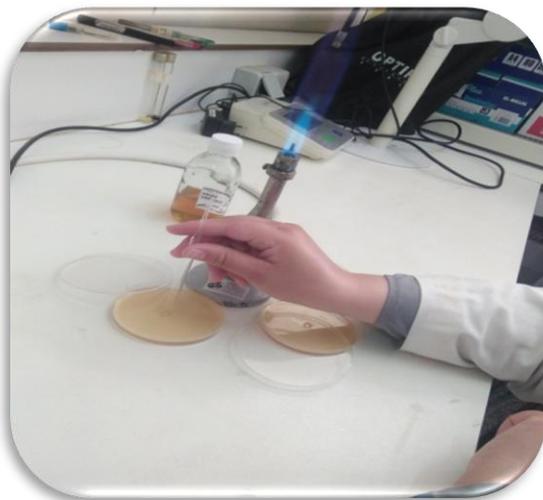


Figure 19: Inoculation de disque de culture fongique. (**Photo originale**).

- Trois répétitions sont préparées de la même façon, afin de minimiser l'erreur expérimentale.
- Même chose pour le témoin, un fragment mycélien de 0.5 cm a été déposé au centre des boîtes.
- Les boîtes de Pétri sont ensuite fermées hermétiquement par le Parafilm et incubées à 28°C, pendant 7 jours.

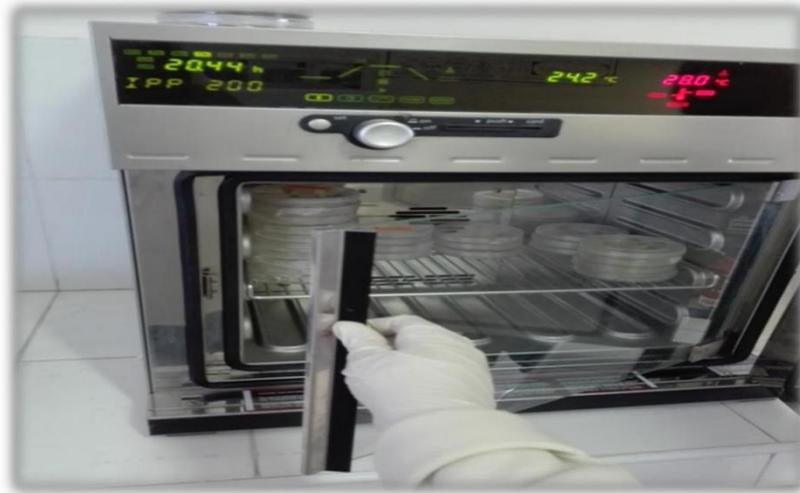


Figure 20 : incubation des boîtes à 28 °C (Photo originale).

- La croissance fongique a été suivie tous les deux jours jusqu'à la fin de la période d'incubation jusqu'à la fin de la période d'incubation.

Le pourcentage d'inhibition est calculé comme suite :

$$\% \text{ d'inhibition du mycélium} = \frac{MIc - MI_t}{MIc} \times 100$$

MIc : Diamètre du mycélium des colonies dans la boîte (control).

MI_t : Diamètre du mycélium des colonies dans des boîtes contenant les principes actifs (champignons traités).

Selon Laib (2011) :

- ✚ la concentration d'une huile essentielle est dite très active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 75 et 100 % et la souche fongique est dite très sensible.
- ✚ La concentration d'une huile essentielle active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 50 et 75 % ainsi la souche fongique est dite sensible.
- ✚ La concentration d'une huile essentielle moyennement active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 25 et 50% et la souche est dite limitée.
- ✚ La concentration d'une huile essentielle peu ou pas active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 0 et 25% ; la souche est dite peu sensible ou résistante.

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Résultats

1. Activité insecticide

L'activité insecticide contre *Tribolium castaneum* a été évaluée par deux tests de toxicité : test par contact et test de répulsion.

1.1. Test par contact

Les résultats de l'activité insecticide testée par contact de l'huile essentielle et l'extrait de *Mentha pulegium* du nord et sud contre les adultes de *Tribolium castaneum* sont présentés dans les figures (21, 22, 23 et 24).

➤ Huile essentielle

D'après la figure 21 et 22 on remarque que la toxicité augmente avec l'augmentation des doses et du temps d'exposition, de sorte que :

A faible dose (5%), le taux de mortalité a été estimé à 35 % après 24 h pour *Mentha pulegium* du nord et 31.66 % pour *Mentha pulegium* du sud.

Dans la même période nous avons enregistré un taux de mortalité égale à 86.66 % pour la quatrième dose (20%) de *Mentha pulegium* du nord et 80% pour *Mentha pulegium* du sud.

Ce pourcentage a continué d'augmenter de manière significative, jusqu'à ce qu'il atteigne un taux de mortalité égale à 50 % pour la première dose de l'huile du nord et 51.66% pour l'huile du sud.

Le taux est estimé à 95% pour la quatrième dose (20%) de *Mentha pulegium* du nord et 96.66% pour *Mentha pulegium* du sud et c'est dans les 96 heures.

La DL₅₀ calculée 24h après le traitement était de 1,290% (Tableau 4) pour *Mentha pulegium* du nord et 1,576% (Tableau 6) pour *Mentha pulegium* du sud.

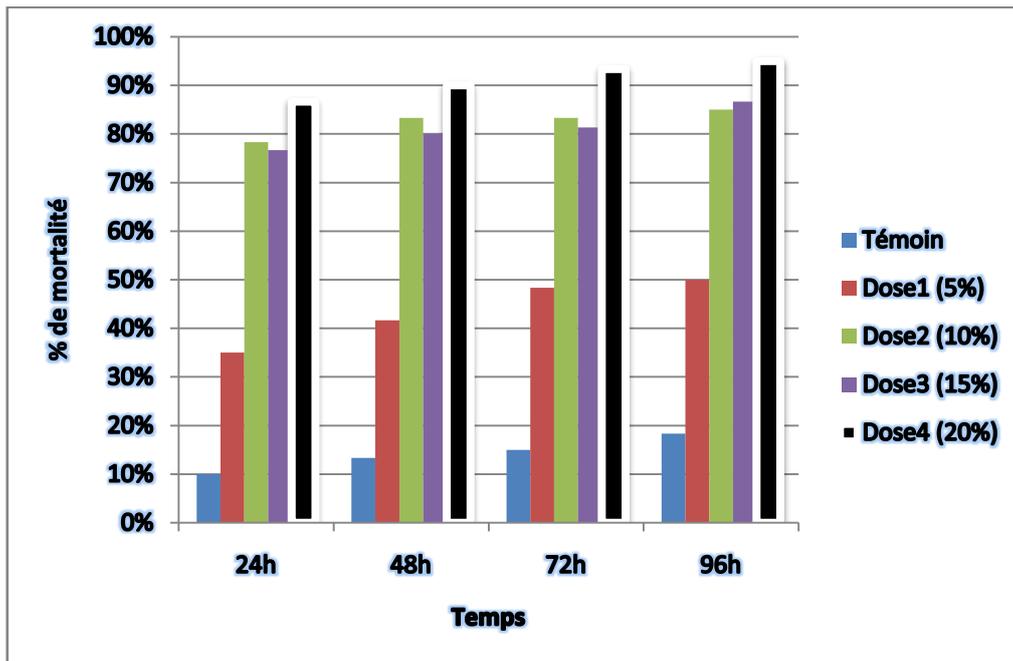


Figure 21 : Taux de mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* traités avec différentes doses d'huile essentielle de *Mentha pulegium* du nord en fonction du temps et des doses (test par contact)

Tableau 4 : La toxicité de contact (valeur de DL₅₀) de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du nord contre les adultes de *Tribolium castaneum* 24h après le traitement.

| Valeur de DL ₅₀ | Limite de confiance à 95% | Pente | Constante |
|----------------------------|---------------------------|-------|-----------|
| 1,290% | -0,012 - 0,191 | 4.035 | 0.446 |

L'analyse statistique par la méthode du Logit (Tableau 5) a montré que le test est hautement significatif ($P < 0.05$) après 24 h de traitement pour les 4 doses.

Tableau 5: Analyse par la méthode Logit pour les 4 doses (5%, 10%, 15% et 20%) de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du nord.

| Estimations des paramètres | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|------------|-----------------|--------|-------|-------------------------------|-----------------|
| | Paramètre | Estimation | Erreur standard | Z | Sig. | Intervalle de confiance à 95% | |
| | | | | | | Borne inférieur | Borne supérieur |
| LOGIT ^a | Dose | 4,035 | 0,684 | 5,901 | 0,000 | 2,695 | 5,375 |
| | Constante | -4,446 | 0,247 | -1,811 | 0,070 | -0,693 | 0,200 |

a : Modèle LOGIT : $\text{LOG}(p/(1-p)) = \text{Constante} + \text{BX}$ (Les covariables X sont transformées à l'aide de l'algorithme de base 10,000.)

Sig. = 0,0 < 0,05 = significatif à 24 h, ce qui implique que l'huile de *Mentha pulegium* du nord a un effet sur les adultes des *Tribolium castaneum*.

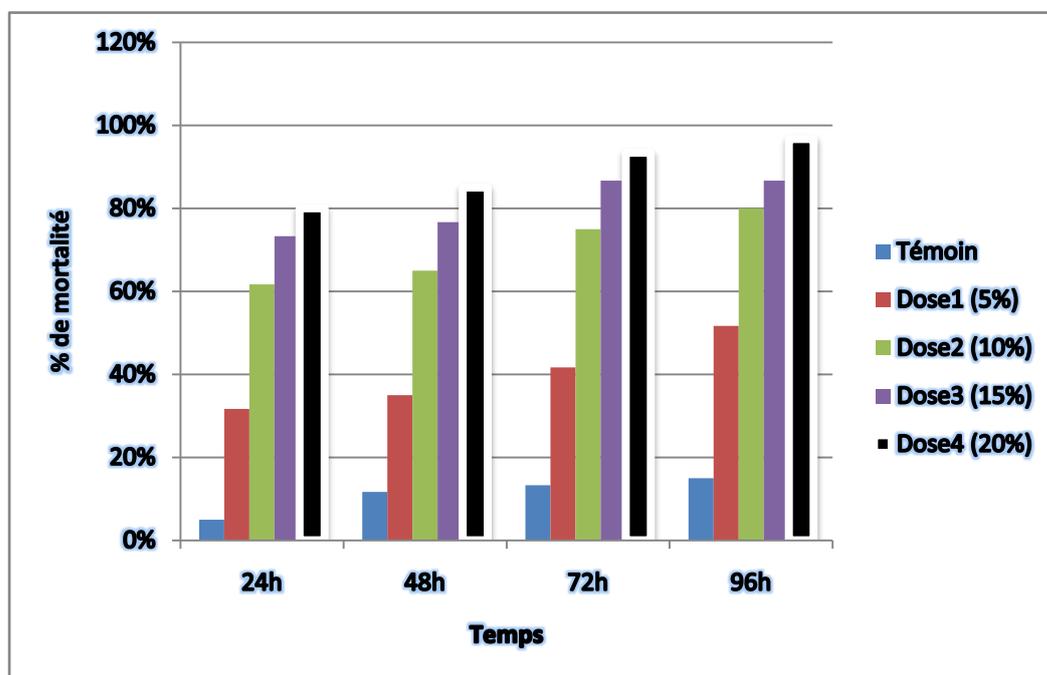


Figure 22: Taux de mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* traités avec différentes doses d'huile essentielle de *Mentha pulegium* du sud en fonction du temps et des doses (test par contact)

Tableau 6: La toxicité de contact (valeur de DL₅₀) de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du sud contre les adultes de *Tribolium castaneum* 24h après le traitement.

| Valeur de DL ₅₀ | Limite de confiance à 95% | Pente | Constante |
|----------------------------|---------------------------|-------|-----------|
| 1,576% | 0,084 -0,277 | 3,617 | 0,714 |

L'analyse statistique par la méthode du Logit (Tableau 7) a montré que le test est hautement significatif ($P < 0.05$) après 24 h de traitement pour les 4 doses.

Tableau 7: Analyse par la méthode Logit pour les 4 doses (5%, 10%, 15% et 20%) de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du sud.

| Estimations des paramètres | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|------------|-----------------|--------|-------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Intervalle de confiance à 95% | |
| | Paramètre | Estimation | Erreur standard | Z | Sig. | Borne inférieur | Borne supérieur |
| LOGIT ^a | Dose | 3,617 | 0,648 | 5,578 | 0,000 | 2,346 | 4,887 |
| | Constante | -0,714 | 0,251 | -2,842 | 0,004 | -,965 | -,463 |

a : Modèle LOGIT : $\text{LOG}(p/(1-p)) = \text{Constante} + \text{BX}$ (Les covariables X sont transformées à l'aide de l'algorithme de base 10,000.)

Sig. = 0,0 < 0,05 = significatif à 24 h, ce qui implique que l'huile de *Mentha pulegium* du sud a un effet sur les adultes des *Tribolium castaneum*.

➤ Extraits végétaux

Concernant l'extrait et d'après la figure 23 et 24 on remarque aussi que la toxicité augmente avec l'augmentation des doses et du temps d'exposition, de sorte que :

Pour la première dose (50 μ g), le taux de mortalité a été estimé à 7.5 % dans les 24 h pour *Mentha pulegium* du nord et 30 % pour *Mentha pulegium* du sud.

Dans la même période nous avons enregistré un taux de mortalité égale à 40% pour la quatrième dose (300 μ g) de *Mentha pulegium* du nord et 55% pour *Mentha pulegium* du sud.

Ce pourcentage a continué d'augmenter de manière significative, jusqu'à ce qu'il atteigne un taux de mortalité égale à 12.5 % pour la première dose pour l'extrait du nord et 52.5 % pour l'extrait du sud.

Le taux est estimé à 45% pour la quatrième dose de *Mentha pulegium* du nord et 65% pour *Mentha pulegium* du sud et c'est dans les 96 heures.

La DL₅₀ calculée 24h après le traitement était de 5,42 μ g (Tableau 8) pour l'extrait de *Mentha pulegium* du nord et 3,41 μ g (Tableau 10) pour l'extrait de *Mentha pulegium* du sud.

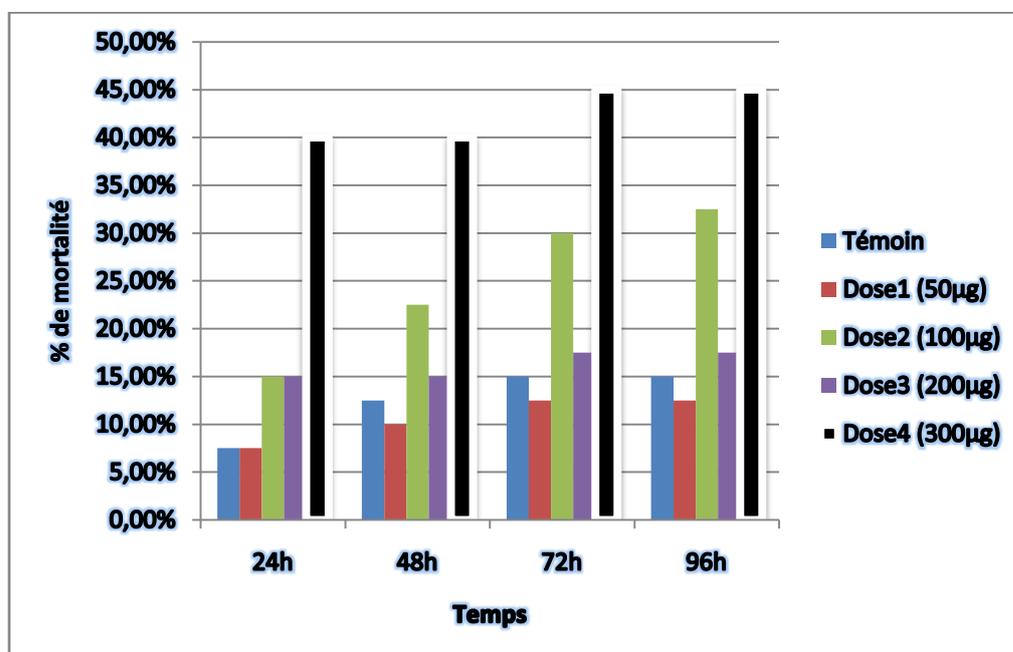


Figure 23: Taux de mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* traités avec différentes doses d'extrait de *Mentha pulegium* du nord en fonction du temps et des doses (test par contact).

Tableau 8: La toxicité de contact (valeur de DL₅₀) de l'extrait végétal de *Mentha pulegium* du nord contre les adultes de *Tribolium castaneum* 24h après le traitement.

| Valeur de DL ₅₀ | Limite de confiance à 95% | Pente | Constante |
|----------------------------|---------------------------|-------|-----------|
| 5,422µg | 4,243 - 8,851 | 0,304 | -1,649 |

L'analyse statistique par la méthode du Probit (Tableau 9) a montré que le test est hautement significatif (P<0.05) après 24 h de traitement pour les 4 doses.

Tableau 9: Analyse par la méthode Probit pour les 4 doses (50µg, 100µg, 200µg et 300µg) de l'extrait végétal de *Mentha pulegium* du nord.

| Estimations des paramètres | | | | | | | |
|----------------------------|------------------|------------|-----------------|--------|------|-------------------------------|-----------------|
| | Paramètre | Estimation | Erreur standard | Z | Sig. | Intervalle de confiance à 95% | |
| | | | | | | Borne inférieur | Borne supérieur |
| PROBIT^a | Dose | ,304 | ,081 | 3,745 | ,000 | ,145 | ,463 |
| | Constante | -1,649 | ,226 | -7,279 | ,000 | -1,875 | -1,422 |

a. Modèle PROBIT : PROBIT(p) = Constante + BX

Sig. = 0,000 < 0,05= hautement significatif a 24 h, ce qui implique que l'extrait végétal de *Mentha pulegium* du nord a un effet sur les adultes des *Tribolium castaneum*.

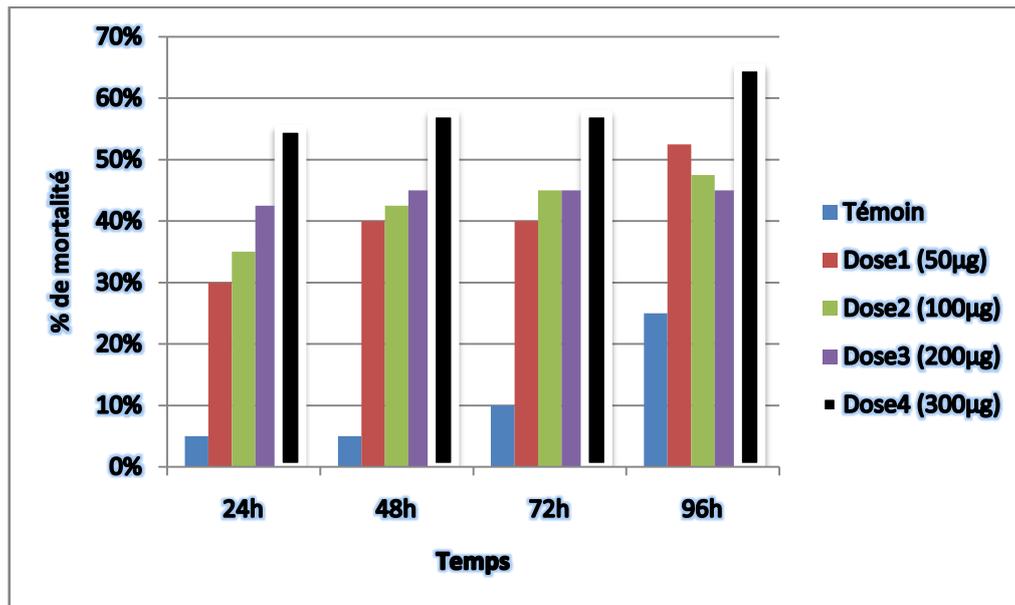


Figure 24: Taux de mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* traités avec différentes doses d'extrait de *Mentha pulegium* du sud en fonction du temps et des doses (test par contact).

Tableau 10: La toxicité de contact (valeur de DL₅₀) de l'extrait végétale de *Mentha pulegium* du sud contre les adultes de *Tribolium castaneum* 24h après le traitement.

| Valeur de DL ₅₀ | Limite de confiance à 95% | Pente | Constante |
|----------------------------|---------------------------|-------|-----------|
| 3,417 µg | 2,517 - 6,104 | 0,337 | - 1,152 |

L'analyse statistique par la méthode du Probit (Tableau 11) a montré que le test est hautement significatif ($P < 0.05$) après 24 h de traitement pour les 4 doses.

Tableau 11 : Analyse par la méthode Probit pour les 4 doses (50µg, 100µg, 200µg et 300µg) de l'extrait végétal de *Mentha pulegium* du sud.

| Estimations des paramètres | | | | | | | |
|----------------------------|------------------|------------|-----------------|--------|------|-------------------------------|-----------------|
| | Paramètre | Estimation | Erreur standard | Z | Sig. | Intervalle de confiance à 95% | |
| | | | | | | Borne inférieur | Borne supérieur |
| Probit^a | Dose | ,337 | ,071 | 4,732 | ,000 | ,198 | ,477 |
| | Constante | -1,152 | ,186 | -6,188 | ,000 | -1,338 | -,966 |

a. Modèle PROBIT : $\text{PROBIT}(p) = \text{Constante} + BX$

Sig. = 0,000 < 0,05 = hautement significatif à 24 h, ce qui implique que l'extrait végétal de *Mentha pulegium* a un effet sur les adultes des *Tribolium castaneum*.

A travers ces observations et ces analyses on conclue que l'huile essentielle et l'extrait testé de *Mentha pulegium* récoltée du sud et du nord du pays avaient une efficacité insecticide contre les adultes de *Tribolium castaneum*, avec un enregistrement plus efficace pour l'huile essentielle de *M. pulegium* du nord et une efficacité plus élevé pour l'extrait de *Mentha pulegium* du sud.

1.2. Test de répulsion

Les résultats de l'activité répulsive de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* contre les adultes de *Tribolium castaneum* sont présentés dans la figure 25. Le pourcentage de répulsion était variable en fonction des doses et du temps d'exposition (2 h et 4 h).

D'après cette figure, on remarque que les pourcentages de répulsion de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du nord et du sud ont augmentés successivement avec l'augmentation des doses et le temps d'exposition, de sorte que :

A faible dose (5%), le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du nord était respectivement 60% et 91% après 2h et 4h après l'exposition.

La plus forte activité répulsive 96.66% a été obtenue par la dose la plus élevée 20% après 4h d'exposition.

Pour *Mentha pulegium* du sud le pourcentage de répulsion pour l'huile essentielle pure était plus répulsif par rapport aux pourcentages de répulsion de la dose (20%).

C'est ce qui explique que l'huile pure a bloqué toute l'activité de l'insecte.

Après ces résultats on peut déduire que l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du nord et du sud présente un effet répulsif contre les adultes de *Tribolium castaneum* et aussi le pourcentage de répulsion qu'on a obtenu nous a permis de classer l'huile de *Mentha pulegium* dans la cinquième classe (très répulsive) selon le classement de (Mc Donald et al. 1970).

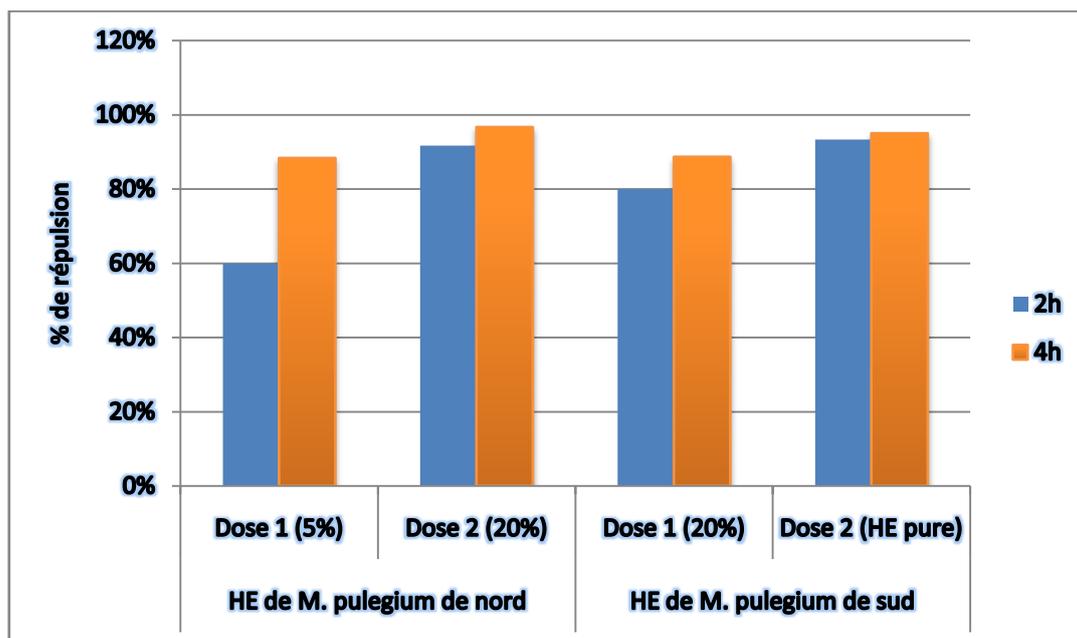


Figure 25: Taux de répulsion des adultes de *Tribolium castaneum* traités avec différentes doses de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* (nord et sud) en fonction des doses et du temps (test répulsif).

Tableau 12: Activité répulsive de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* contre les adultes de *Tribolium castaneum* à différents temps d'exposition.

| | | Dose 5% | | Dose 20% | |
|----------------------------|---------------|---------|-------|----------|-------|
| | | 2h | 4h | 2h | 4h |
| <i>M. pulegium</i> nord | Temps | | | | |
| | Répulsion (%) | 60 | 88,33 | 91,66 | 96,66 |
| | Classe | III | V | V | V |
| <i>M. pulegium</i> sud | Temps | | | | |
| | Répulsion (%) | 80 | 88,66 | 93,33 | 95 |
| | Classe | IV | V | V | V |

D'après tableau 13, le test de Student est significatif ($P < 0,05$) pour 20% après 2 h d'exposition, ce qui est impliqué que l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du nord possède un effet répulsif contre les adultes de *Tribolium castaneum* au plus haut dose testée 20%.

Tableau 13 : Résultats de test Student de dose 20% après 2 h d'exposition pour *M.pulegium* du nord.

| | Test des échantillons indépendants | | | | |
|---------------------------------|--|-------|---------------------------------------|-------|----------------|
| | Test de levene sur l'égalité des variances | | Test pour t pour égalité des moyennes | | |
| | F | Sig. | t | ddl | Sig. Bilatéral |
| Hypothèse de variances égales | ,000 | 1,000 | 9,806 | 4 | ,001 |
| Hypothèse de variances inégales | | | 9,806 | 4,000 | ,001 |

h. heure, Sig. Significatif

L'analyse statistique de la dose 20%, ont montré que le test de Mann Whitney (Tableau 14) est hautement significatifs ($P < 0,05$). Ce qui montre que l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du sud a un effet très répulsif vis-à-vis les adultes de *T.castaneum*.

Tableau 14 : Résultats de test Mann-Whitney de taux répulsif pour la dose 20% après 2 h d'exposition pour *M.pulegium* du sud.

| Après 2h d'exposition | | | | |
|-----------------------|---------------|--------|--------------------------------|------------------------------------|
| Tests statistiques | | | | |
| U de Mann-Whitney | W de Wilcoxon | Z | Sig. asymptotique (bilatérale) | Sig. exacte [2*(sig. unilatérale)] |
| ,000 | 6,000 | -2,023 | ,043 | ,100 ^b |

a. Variable de regroupement : T, b. Non corrigé pour les ex aequo

2. Activité antifongique

D'après la figure 26, on remarque que la croissance mycélienne varie en présence et en absence de l'huile essentielle.

De sorte qu'en absence de l'huile essentielle (Témoin) on observe une croissance bien déterminé alors qu'en présence de l'huile pure de *Mentha pulegium* du sud la croissance est diminuée.

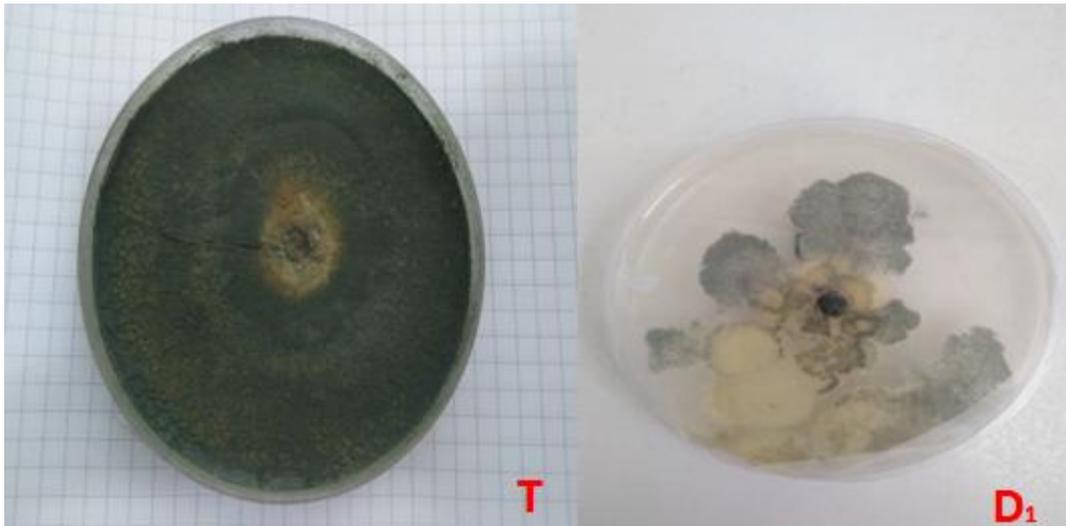


Figure 26: Effet des l'HE de *Mentha pulegium* du sud sur la croissance de *Cercospora beticola* après 8 jours d'application de test fongique (**Photo originale**).

Tableau 15 montre Les résultats de la croissance mycélienne en absence et en présence de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* sur la souche fongique *Cercospora beticola* de sorte que :

En absence d'HE de *Mentha pulegium* on note un diamètre de croissance varie de 6 à 5.8 cm pour les trois répétitions.

En présence de l'HE pure on note un diamètre varie entre 3.5 à 4.5cm pour les trois répétitions ce que explique une décroissance mycélienne.

Tableau 15 : Résultat de mesure de diamètre mycélien après 8 jours d'application de test fongique.

| | R1 | R2 | R3 | Moyenne |
|------------------|-------|-------|-------|---------|
| Témoin | 6cm | 5,8cm | 6cm | 5,9cm |
| Dose 1 (HE pure) | 4,5cm | 3,5cm | 3,5cm | 3,8cm |

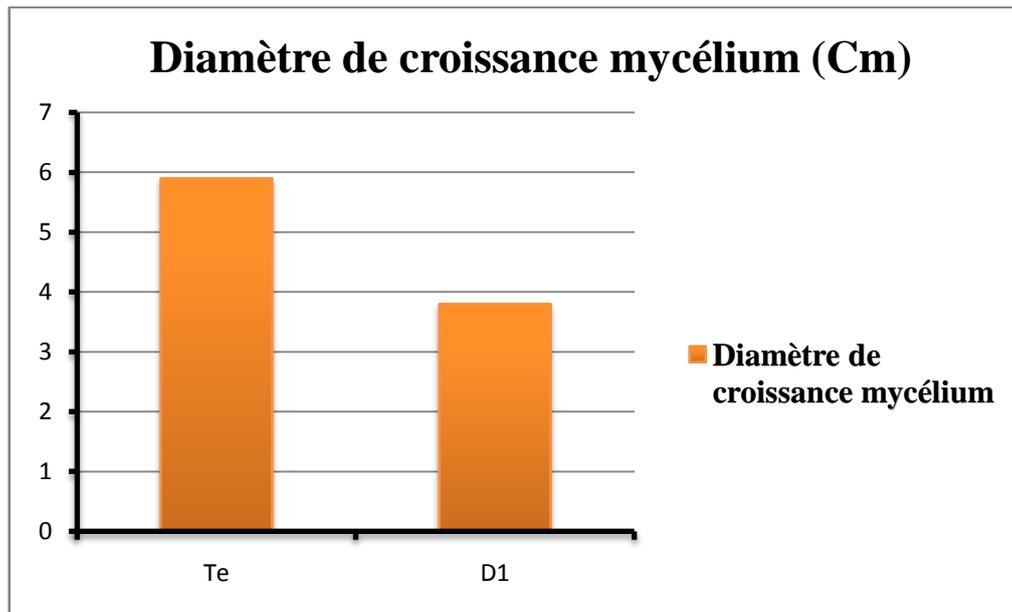


Figure 27: Moyen de diamètre mycélien après 8 jours d'application de test fongique

Tableau 16 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Cercospora beticola* par l'HE de *Mentha pulegium* du sud.

| Doses | Taux d'inhibition pour la R1 | Taux d'inhibition pour la R2 | Taux d'inhibition pour la R3 | Moyenne de taux d'inhibition |
|--------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Dose 1 | 25% | 39,65% | 41,66% | 35,44% |

Le tableau 16 illustre le taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Cercospora beticola*, par l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du sud où nous observons que le taux d'inhibition est égal à 35%.

Ce qui explique que l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du sud est moyennement active et donc la souche fongique *Cercospora beticola* est dite limite.

II. Discussion

Les plantes aromatiques possèdent de plus en plus un atout considérable grâce à la valorisation de leurs huiles essentielles et les extraits végétaux dans différentes applications notamment en tant que : antifongiques, bactéricides, insecticides...

Ce travail comporte l'étude comparative de l'activité insecticide et antifongique de l'huile essentielle et de l'extrait de *Mentha pulegium* de deux régions Algériennes différentes (au Nord et au Sud d'Algérie).

L'activité insecticide contre *Tribolium castaneum* a été évaluée par deux tests de toxicité : test par contact et test de répulsion.

D'après nos résultats, nous avons remarqué que l'huile essentielle et l'extrait de *Mentha pulegium* du nord et du sud possède des effets insecticides intéressantes contre les adultes de *Tribolium castaneum* de sorte que la mortalité augmente avec l'augmentation des doses et du temps d'exposition, où nous avons enregistré un taux de mortalité égale à 86.66% pour l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du nord et la valeur de DL₅₀ égale à 1,290 % Pour l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du sud, le taux de mortalité égale à 80% et la valeur de DL₅₀ égale à 1,576 %.

Concernant l'extrait alcoolique, on a enregistré un taux de mortalité égal à 40% pour l'extrait du nord et la valeur de DL₅₀ égale à 5,422µg/insecte, et pour l'extrait du sud le taux est estimé à 55% et la DL₅₀ égale à 3,417µg/insecte.

Tous ces résultats décrits précédemment ont été enregistrés après 24h du traitement par contact direct et avec la dose la plus élevée (20%) pour les HEs et 300µg : insecte pour les extraits.

Dans les essais biologiques de répulsion, l'huile essentielle de *Mentha pulegium* testée a donné d'excellents résultats contre *Tribolium castaneum* avec une efficacité répulsive très remarquable de sorte qu'on a enregistré un taux de répulsion estimée à 96,66% par la dose la plus élevée 20% de huile de *Mentha pulegium* du nord après 4 h d'exposition.

Plusieurs recherches sont menées sur l'utilisation d'huile essentielle et l'extrait des plantes aromatiques, y compris l'étude d'huile et l'extrait de *Mentha pulegium* contre les insectes des denrées stockées *Tribolium castaneum*. Et pour cela pas mal des chercheurs sont dépensés leurs efforts avec plusieurs essais pour atteindre leurs buts.

Les résultats auxquels nous sommes arrivés dans les traitements par contact corroborent ceux de Lougraimzi and *al.*(2018), qui ont évaluées la toxicité par contact de l'huile essentielle des feuilles de *Mentha pulegium* contre *Tribolium castaneum*, Le taux de

mortalité a été augmenté lorsque les doses d'essai ont été augmentées. La mortalité a atteint un taux de 100 % avec deux doses (10 μ l et 20 μ l).

De même, Idouaaramé and *al.* (2018), ont démontré l'effet insecticide par contact de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* contre le ravageur de *Tribolium castaneum* avec une mortalité de 100% après le premier jour du traitement par toutes les doses utilisées.

Karahacane (2015), a confirmé les études précédentes, il a étudié l'effet insecticide de l'huile essentielle et l'extrait de trois plantes : *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris* et *Mentha pulegium* vis-à-vis le *Tribolium castaneum*, et les résultats obtenus ont indiqué que les huiles et les extraits de trois plantes ont été très efficaces après 16 h d'exposition. Noté que l'huile de *Mentha pulegium* a provoqué une mortalité de 100%.

Salem and *al.* (2017), ont évalué la toxicité et l'activité répulsive de l'huile essentielle de *Ricinus communis* et *Mentha pulegium*. Le pourcentage de mortalité des insectes augmentait avec l'augmentation des doses et des durées d'expositions. La concentration de 0,078 μ L/cm² de l'huile essentielle de *Ricinus communis* et *Mentha pulegium* ont montré une répulsion de 80% et 60% respectivement contre les adultes de *Tribolium castaneum* après 24h d'exposition.

D'après Esmaili and *al.* (2013), la toxicité par fumigation de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* été évaluée contre les adultes le *Tribolium castaneum*. Les résultats obtenus ont révélé que la mortalité augmente en fonction d'augmentation des concentrations et du temps d'exposition, de sorte que la mortalité a atteint un taux égal à 82 % après 24h d'exposition, et la valeur de DL₅₀ égale à 165,5 μ l/l.

Même résultats a été confirmé par Aljaiyash and *al.* (2018) après avoir testé l'huile essentielle de *Mentha pulegium* vis-à-vis le *Tribolium castaneum* par test de fumigation. L'étude de ce dernier à marqué une valeur de DL₅₀ comprise entre 0,047 et 0,054 μ l/cm² dans les essais de contact ainsi que de 24,44 à 25,93 μ l/ l d'air dans les essais de fumigation.

A la lumière de l'ensemble des résultats intéressants obtenus, et confrontés à ceux d'autres chercheurs à travers le monde, nous pouvons dire que l'huile essentielle et l'extrait de *Mentha pulegium* ont un effet insecticide potentiellement intéressant pour lutter contre le *Tribolium castaneum*.

L'activité antifongique de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* a été évaluée contre la souche fongique *Cercospora beticola* par la méthode de contact direct sur milieu gélosé.

Les résultats ont montré que l'huile essentielle de *Mentha pulegium* exerce un effet antifongique sur la souche étudiée mais elle est moyennement active avec un taux d'inhibition égale à 35% et donc la souche est limitée.

Il est rapporté que la souche n'a pas été étudiée sur son activité antifongique avant mais plusieurs travaux ont étudié le pouvoir antifongique d'HE de *Mentha pulegium* vis-à-vis d'autres souches.

Uwineza et al., (2018) ont mis en évidence le pouvoir antifongique de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* vis-à-vis de deux espèces fongiques *Fusarium culmorum* et *Bipolaris sorokiniana*. Les résultats indiquent que *Fusarium culmorum* est très sensible aux concentrations 1,25 ml/L et 0,650 ml/L de l'HE de *Mentha pulegium*. Par contre *Bipolaris sorokiniana* est résistant à 0,156ml/L mais est limité par la concentration 0,312ml/L.

Hmiri et al., (2011) ont testé aussi le pouvoir antifongique de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* contre les champignons responsables de la pourriture des pommes en conservation. En effet, elle a provoqué une activité inhibitrice sur les trois agents pathogènes. *Alternaria alternata* a été le plus sensible, il a été inhibé à partir d'une concentration de 156 µl/l. La concentration de 300 µl/l a été suffisante pour provoquer une inhibition totale de la croissance de *Botrytis cinerea* et *Penicillium expansum*.

Ouraini et al. (2007) ont étudié l'effet antifongique de l'huile essentielle de *M. pulegium* sur 15 souches de différentes espèces de dermatophytes. Ils ont indiqué que l'huile essentielle de la *Menthe pouliot* testée présente une activité antifongique sur les souches qui ont testé avec une concentration minimale d'inhibition correspondant à 10 % qui affecte tous les dermatophytes.

Par ailleurs, Hajlaoui and al ., (2009) ont découvert que *Botrytis cinerea*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium oxysporum* et *Trichoderma* sp. Sont tous sensibles à l'huile essentielle de la *Mentha pulegium* de sorte qu'elle est plus significative pour la concentration 100 µl/ml.

Nos résultats et ceux résultats des autre chercheurs qu'on a déjà cité, nous a permet de confirmer que l'huile essentielle de *Mentha pulegium* a un effet antifongique remarquable, son degré varie d'une souche fongique a un autre.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'usage des pesticides constitué un progrès pour la santé publique et pour l'environnement, l'usage de pesticides a doublé tous les dix ans.

Cet usage excessif est aujourd'hui remis en cause, avec le développement de résistances aux pesticides chez les maladies ou les organismes que l'on souhaitait combattre. Plus préoccupant : ses atteintes aux écosystèmes et à la santé de l'homme. Pour cela, la recherche d'autres méthodes alternatives en prenant en considération la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles insecticides et antifongiques s'avère plus qu'une nécessité, Parmi ces substances naturelles, figurent les extraits et les huiles essentielles extraite de plante aromatique.

L'objectif de notre travail est d'étudier le pouvoir insecticide et fongicide des huiles essentielles et de l'extrait alcoolique de *Mentha pulegium*. L'huile a été obtenue par hydrodistillation de la partie aérienne de la plante, tandis que l'extrait a été obtenu par extraction au soxhlet. Des tests de toxicité par contact et de répulsion ont été réalisés sur des adultes de *Tribolium castaneum*, le ravageur des céréales stockées.

Les tests insecticides *in vitro* ont révélés que l'huile essentielle et l'extrait de *Mentha pulegium* possède des propriétés insecticides intéressantes (test par contact et répulsif) contre les adultes de *Tribolium castaneum*. Les résultats montrent que après 24 h de traitement par contact direct nous avons enregistré une mortalité de 86.66% avec l'huile de *Mentha pulegium* du nord et 80% avec l'huile de sud et tout ça avec la dose testée la plus élevée 20%, et la valeur de $DL_{50}=1,290\%$ et $1,576\%$ pour l'huile du nord et sud respectivement, ce qui montre que l'huile essentielle s'est avérée toxique par contact.

Pour l'extrait les résultats ont montré une mortalité égale à 40% pour l'extrait du nord et la valeur de DL_{50} égale à $5,422\mu\text{g}/\text{insecte}$ et pour l'extrait de sud le taux est estimé à 55% et la DL_{50} égale à $3,417\mu\text{g}/\text{insecte}$.

L'activité répulsive la plus élevée est obtenue avec l'huile de *Mentha pulegium* du nord et elle est égale à 96.66% elle a été obtenue par la dose la plus élevée 20% après 4 h d'exposition.

Aussi, les résultats ont montré que l'huile essentielle de *Mentha pulegium* du sud exerce un effet antifongique sur la souche étudiée, mais elle est moyennement active avec un taux d'inhibition égale à 35% et donc la souche est limitée.

Conclusion générale

Cela nous amène à une conclusion finale que *Mentha pulegium* possède des activités insecticides et fongicides significatives et importantes contre *Tribolium castaneum* et *Cercospora beticola* qui pourraient être attribuées à l'existence de différents composés chimiques dans l'huile essentielle

Certains de ces composants pourraient être la base matérielle de l'effet actif et peuvent être utilisées comme matière première active dans la formulation des produits phytosanitaires propres sans effets secondaires.

Ce travail et à la lumière de l'ensemble des résultats intéressants obtenus, il a permis d'espérer au moins une réduction de l'usage des pesticides, en particulier dans les entrepôts de stockage des grains avec l'alternative que représente les substances naturelles dont nous venons de démontrer la polyvalence de leur activité biologique.

Et aussi ce travail aide les chercheurs pour poursuivre leurs efforts de recherche pour synthétiser des substances miraculeuses, qui servent pour combattre les maladies phytopathogènes, et qui nous servent à donc protéger notre environnement.

A l'avenir, il serait très intéressant de faire des analyses phytochimiques par GC-MS et HPLC de ces huiles essentielles et de ces extraits afin de déterminer les composants majoritaires responsables de ces activités insecticides et antifongiques. Il serait important aussi d'approfondir les études et de mener des études sur les mécanismes d'action toxiques de ces huiles pour mieux comprendre et bien cibler les activités pesticides de cette plante spontanée.

Liste des références

Liste des références

1. Abdalla W. E. and Abdallah E. M., 2018. Antibacterial activity of ginger (*Zingiber Officinale* Rosc.) rhizome: A mini review. *International Journal of Pharmacognosy and Chinese Medicine*, 2(4), 1-8.
2. Abd El-Aziz S. E., 2011. Control strategies of stored product pests. *Journal of Entomology*, 8(2), 101-122.
3. Abdelli M., Moghrani H., Aboun A. and Maachi R., 2016. Algerian *Mentha pulegium* L. leaves essential oil: chemical composition, antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities. *Industrial Crops and Products*, 94, 197-205.
4. Ahvazi M., Akbarzadeh M., Khalighi-Sigaroodi F. and Kohandel, A., 2012. Introduce some of the medicinal plants species with the most traditional usage in East Mazandaran Region. *Journal of Medicinal Plants*, 11(44), 164-175.
5. Ainane A., Khammour F., Charaf S., Elabboubi M., Elkouali M., Talbi M., Benhima R., Cherroud S. and Ainane T., 2019. Chemical composition and insecticidal activity of five essential oils: *Cedrus atlantica*, *Citrus limonum*, *Rosmarinus officinalis*, *Syzygium aromaticum* and *Eucalyptus globules*. *Materials Today: Proceedings*, 13(3), 474-485.
6. Ainane A., Khammour F., Charaf S., Elabboubi M., Elkouali M., Talbi M., Benhima R., Cherroud S. and Ainane T., 2019. Chemical composition and insecticidal activity of five essential oils: *Cedrus atlantica*, *Citrus limonum*, *Rosmarinus officinalis*, *Syzygium aromaticum* and *Eucalyptus globules*. *Materials Today: Proceedings*, 13(3), 474-485.
7. Akroum S., 2020. Activité antimicrobienne des extraits de *Rosmarinus officinalis* et *Zingiber officinale* sur les espèces du genre *Candida* et sur *Streptococcus pneumoniae*. In *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 79(1), 62-69.
8. Alizadeh A. and Shaabani M., 2012. Essential oil composition, phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity in *Salvia officinalis* L. cultivated in Iran. *Advances in Environmental Biology*, 6(1), 221-226.
9. Aljaiyash A., Kasrati A., Alaoui Jamali Ch., Labiad H and Chaouch A., 2018. Effect of drying methods on yield, chemical composition and bioactivities of essential oil obtained from Moroccan *Mentha pulegium* L. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 16, 638-643.
10. Aljaiyash A., Kasrati A., Alaoui Jamali Ch. and Chaouch A., 2018. Effect of cultivation on chemical composition and bioactivities of essential oils from *Artemisia herba-alba* Asso grown in Morocco. *Biochemical Systematics and Ecology*, 81, 74-79.

Liste des références

11. Al-Snafi A. E., 2016. Medical importance of *Anthemis nobilis* (*Chamaemelum Nobile*)-a review. *Asian Journal of Pharmacee and Technology*, 6(2), 89-95.
12. Anwar S., Ahmed N., Al Awwad N., Ansari S. Y. and Wagih M. E., 2016. Myrtle (*Myrtus communis* L.) oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, 581-592.
13. Aouati A. and Berchi S., 2015. Larvicidal effect of *Marrubium vulgare* on *Culex pipiens* in eastern Algeria. *Energy Procedia*, 74, 1026-1031.
14. Aouinty B., Oufara S., Mellouki F. and Mahari S., 2006. Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés: *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 10 (2), 67 – 71.
15. Arthur F.H., 1996. Grains protectants: current status and prospects for the future. *Journal of Stored Product Research*, 32, 203-293.
16. Asgarpanah J. and Khoshkam R., 2012. Phytochemistry and pharmacological properties of *Ruta graveolens* L. *Journal of medicinal plants research*, 6(23), 3942-3949.
17. Ashwlayan V. D., Kumar A., Verma M., Kumar Garg V. and Gupta S.K. 2018. Therapeutic potential of *Calendula officinalis*. *Pharmacy and Pharmacology International Journal*, 6(2), 149-155.
18. Bachrouch O., Mediouni-Ben Jemâa J., Chaieb I., Talou T., Marzouk B. and Abderraba M., 2010. Insecticidal activity of *Pistacia lentiscus* essential oil on *Tribolium castaneum* as alternative to chemical control in storage. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 5(1), 63-70.
19. Bakhshi M., Arzanlou M., Babai-ahari A ., Groenewald J.Z. and Crous P. W., 2018. Novel primers improve species delimitation in *Cercospora*. *IMA FUNGUS*, 9(2), 299-332.
20. Bansod S. and Rai M., 2008. Antifungal activity of essential oils from Indian medicinal plants against human pathogenic *Aspergillus fumigatus* and *A. niger*. *World Journal of Medical Sciences*, 3(2), 81-88.
21. Barros G., Magro A., Conceição C., Matos O., Barbosa A., Bastos M. M. S. M. and Mexia A., 2015. The use of *Laurus nobilis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) on stored maize. *Revista de Ciências Agrárias*, 38(2), 191-195.

Liste des références

22. Bekkara F. A., Benhammou N. and Panovska T. K., 2008. Biological activities of the essential oil and ethanolic extract of *Inula viscosa* from the Tlemcen region of Algeria. *Advances in Food Sciences*, 30(3), 132-139.
23. Benabed K.H., Gourine N., Ouinten M., Bombarda I., Yousfi M., 2017. Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Essential Oils of Three Algerian *Lamiaceae* Species. *Current Nutrition & Food Science*, 13, 97-109.
24. Bencheikh D., 2018. Polyphenols and antioxidant properties of extracts from *Mentha pulegium* L. and *Matricaria camomilla* L. Thèse de magister en biochimie et physiologie expérimentale, Université Ferhat Abbas de Sétif, 62p.
25. Ben Ghnaya A., Chograni H., Messoud C. and Boussaid M., 2013. Comparative chemical composition and antibacterial activities of *Myrtus communis* L. essential oils isolated from Tunisian and Algerian population. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 4(7), 1-5.
26. Ben Halima K.M., Zouari S., Mdellel L. et Rekik A., 2019. *Eulachnus tuberculostemmatum* (Lachninae: Eulachnini) sur pin d'Alep: premier signalement en Tunisie. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 49(2), 1-2, 336-337.
27. Benhammou N., et Bekkara F., 2007. Activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. de deux stations de la région de Tlemcen (Algérie). Ed. *Recherches sur les plantes aromatiques et médicinales*. Actes du congrès international des 22-24 mars 2007, Mezraoua (Taounate) & Fès, Maroc, 281-285.
28. Benkherara S., Bordjiba O. et Djahra A. B., 2015. Évaluation in vitro de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Salvia officinalis*. *Phytothérapie*, 13, 14-18.
29. Ben Salha G., Díaz R. H., Labidi J. and Abderrabba M., 2017. Deterpenation of *Origanum majorana* L. essential oil by reduced pressure steam distillation. *Industrial Crops and Products*, 109, 116-122.
30. Benzina-Tihar F., Reghmit A., Oulebsir-Mohandkaci H. et Sahir-Halouane F., 2020. Les champignons endophytes de l'olivier (*Olea europaea* cv. *europaea*) du Nord algérien et criblage de leurs activités antagonistes contre le *Verticillium dahliae*. *Commission for IP and Biocontrol in North-African Countries IOBC-WPRS Bulletin*, 151, 7-15.
31. Bertoli A., Conti B., Mazzoni V., Meini L. and Pistelli L., 2012. Volatile chemical composition and bioactivity of six essential oils against the stored food insect *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera Dryophthoridae). *Natural product research*, 26(22), 2063-2071.

Liste des références

32. Bilgin M and Şahin S., 2013. Effects of geographical origin and extraction methods on total phenolic yield of olive tree (*Olea europaea*) leaves. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 44(1), 8–12.
33. Bolton M. D., Secor G. A., Rivera V., Weiland J. J., Rudolph K., Birla K., Rengifo J., and Campbell L. G., 2012. Evaluation of the potential for sexual reproduction in field populations of *Cercospora beticola* from USA. *Fungal Biology*, 116(4), 511-521.
34. Bouabida H. and Dris D., 2020. Effect of rue (*Ruta graveolens*) essential oil on mortality, development, biochemical and biomarkers of *Culiseta longiareolata*. *South African Journal of Botany*, 133, 139-143.
35. Bouayad N., Rharrabe K., Ghailani N. N., Jbilou R., Castañera P. and Ortego F., 2013. Insecticidal effects of Moroccan plant extracts on development, energy reserves and enzymatic activities of *Plodia interpunctella*. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(1), 189-198.
36. Boukhatem M.N., Saidi F., Hamaidi M.S., Hakim Y. et Mekarnia M., 2011. Culture et exploitation industrielle du géranium rosat (*Pelargonium graveolens*) en Algérie: état des lieux et perspectives. *Phytothérapie* 9, 304-309.
37. Bouzabata A., 2015. Contribution a l'étude d'une plante médicinale et aromatique *Myrtus communis* L. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba, 175p.
38. Bouzenna H. and Krichen L., 2012. *Pelargonium graveolens* L'Her. And *Artemisia arborescens* L. essential oils: chemical composition, antifungal activity against *Rhizoctonia solani* and insecticidal activity against *Rhysopertha dominica*. *Natural product research*, 27(9), 841-846.
39. Brahmi F., Chahbar N. and Kebbouche Gana S ., 2016. Insecticidal effect of *Ammi visnaga* L. (Apiaceae: Apial) methanolic extract against a citrus pest, *Toxoptera aurantii* (Aphididae: Homoptera) under controlled conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(2): 230-235.
40. Briot C., 2016. Le laurier noble, plante des héros: aspects historiques, botaniques et thérapeutiques. Le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université de LORAINNE. 98p.
41. Camara A., 2009. Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la

Liste des références

technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse de doctorat, université du Québec à Montréal, 154p.

42. Carlos J.S. P., 2006. Exposition humaine aux pesticides : Un facteur de risque pour le suicide au Brésil?. *Vertigo*, 7(1), 1-18.
43. Cherif H.S., Chaouia C., Hamaidi M.S., Rouibi A., Boukhatem M.N., Benouaklil F., Chabane D., Feknous S., Boulaghmen F., Miliani A et Said F., 2015. Les sites sécréteurs de quelques plantes aromatiques et médicinales d'Algérie. *Agrobiologia*, 5(1), 38-42
44. Chraïbi M., Fikri-Benbrahim K., Amrani M., Farah A., Bari A. et Benziane Ouaritini Z., 2018. Etude ethnobotanique sur l'utilisation de *Mentha pulegium*, *Mentha piperita* et *Pelargonium graveolens* au nord du Maroc (Taounate) et évaluation de leur pouvoir antimicrobien. *European Scientific Journal*, 14(24), 113-133.
45. Chraïbi M., Abdellah F., Fikri-Benbrahim K., Amrani M., Farah A., Bari A. et Benziane Ouaritini Z. 2018. Etude Ethnobotanique Sur L'utilisation De *Mentha Pulegium*, *Mentha Piperita* et *Pelargonium Graveolens* au Nord Du Maroc (Taounate) Et Évaluation De Leur Pouvoir Antimicrobien. *European Scientific Journal*, 14(24), 113-133.
46. Chraïbi M., Fikri-Benbrahim K., Elmsellem H., Farah A., Abdel-Rahman I., El Mahi B., Filali Baba Y., Kandri Rodi Y. and Hlimi F., 2017. Antibacterial activity and corrosion inhibition of mild steel in 1.0 M hydrochloric acid solution by *M. piperita* and *M. pulegium* essential oils. *Journal of Materials and Environmental Sciences* 8(3), 972-981.
47. Chraïbi M., Farah A., Lebrazi S., El Amine O., Iraqui Houssaini M. and Fikri-Benbrahim K., 2016. Antimycobacterial natural products from Moroccan medicinal plants: Chemical composition, bacteriostatic and bactericidal profile of *Thymus satureioides* and *Mentha pulegium* essential oils. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(10), 836-840.
48. Cowan M. M., 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.
49. Crous P.W., Kang J.-C. and Braun U., 2001. A phylogenetic redefinition of anamorph genera in *Mycosphaerella* based on ITS rDNA sequence and morphology. *Mycologia*, 93(6), 1081-1101.
50. Delobel A. et Tran M., 1993. Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. ORSTOMICTA, Paris, 425 p.

Liste des références

51. Diass K., Brahmi F., Mokhtari O., Abdellaoui S. and Hammouti B., 2021. Biological and pharmaceutical properties of essential oils of *Rosmarinus officinalis L.* and *Lavandula officinalis L.* *Materials Today: Proceedings*, 45(8), 7768-7773.
52. Digrak M., Hakki Alma M. and İlçim A., 2001. Antibacterial and antifungal activities of Turkish medicinal plants. *Pharmaceutical Biology*, 39(5), 346-350.
53. Djaouti M., 2010. Renforcement des capacités des acteurs de la filière céréale en Algérie dans le cadre d'un partenariat Nord-Sud. Cas de la wilaya de Sétif. Thèse de Master, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier - Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes, 120 P.
54. Duru M. E., Cakir A., Kordali S., Zengin H., Harmandar M., Izumi S. and Hirata T., 2002. Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three Pistacia species. *Fitoterapia*, 74 (2003), 170-176.
55. Eddaya T., EL Anbri C., Boughdad A. et Zaïd A., 2018. *Emmelinamonodactyla*, un papillon agent potential Lutte biologique contre *Convolvulus arvensis* infestant la menthe verte (*Mentha spicata L.*) dans le Saïss. 303-314
56. El-Akhal F., El Ouali Lalami A., Ez Zoubi Y., Greche H. and Guemmouh R., 2014. Chemical composition and larvicidal activity of essential oil of *Origanum majorana* (Lamiaceae) cultivated in Morocco against *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(9), 746-750.
57. El-Akhal F., Guemmouh R., Ez Zoubi Y. and El Ouali Lalami A., 2015. Larvicidal activity of *Nerium oleander* against larvae West Nile vector mosquito *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Journal of parasitology research*, 2015, 1-5.
58. El Ouali Lalami A., El Akhal F., Maniar S., Zoubi Y. and Taghzouti K., 2016. Chemical constituents and Larvicidal activity of essential oil of *Lavandula stoechas* (Lamiaceae) from Morocco against the malaria vector *Anopheles Labranchiae* (Diptera: Culicidae). *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(3), 505-511.
59. Esmaili M., Vojoudi S. and Parsaeyan E., 2013. Fumigant toxicity of essential oils of *Mentha pulegium L.* on adults of *Callosobruchus maculatus*, *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne* and *Sitophilus oryzae* in laboratory conditions. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3(9), 732-735.

Liste des références

60. Ez Zoubi Y., El-Akhal F., Farah A. and El Ouali L. A ., 2016. Phytochemical Screening and Larvicidal Activity of Moroccan *Ammi visnaga* Against Larvae West Nile Vector Mosquito *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(10), 1684-1688.
61. Fandohan P., Gbenou J. D., Gnonlonfin B., Hell K., Mrasaas W.F.O. and Wingfiel M.J., 2004. Effect of Essential Oils on the Growth of *Fusarium verticillioides* and Fumonisin Contamination in Corn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(22), 6824–6829.
62. Farkas P., Hollá M., Vaverková S., Stahlová B., Tekel J. and Havránek E., 2003. Composition of the essential oil from the flower heads of *Chamaemelum Nobile* (L.) All. (Asteraceae) cultivated in Slovak Republic. *Journal of Essential Oil Research*, 15(2), 83-85.
63. Fouad H. A., Abdelmeged H. B. and Salman A. M. A., 2020. Insecticidal Activity of Six Botanical Powders against the Cowpea Seed Beetle *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Plant Protection and Pathology*, 11(4), 237-240.
64. Gazim Z. C., Rezende C. M., Fraga S. R., Dias Filho B. P., Nakamura C. V. and Cortez D. A. G., 2008. Analysis of the essential oils from *Calendula officinalis* growing in Brazil using three different extraction procedures. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 44(3), 391-395.
65. Ghalem B. R., Talia B. and Omar H., 2020. Antifungal Activities of Five Commercial Extracts Against *Alternaria alternate*. *Journal of Biotechnology Research*, 6(8), 98-103.
66. Groenewald J.Z., Nakashima C., Nishikawa J., Shin H.D., Park J.H., Jama A.N., Groenewald M , Braun U. and Crous P.W., 2013. Species concepts in *Cercospora*: spotting the weeds among the roses. *Studies in Mycology*, 75, 115–170.
67. Gueribis F., 2020. Extraction et purification de métabolites purs de *Dittrichia(Inula) viscosa* (L.)Greuter et Evaluation de leur activité biologique à l'égard de quelques bio-agresseurs des cultures. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El Harrach- Alger, 96p.
68. Guignard J.L. et Dupont F., 2004. Botanique : Systématique moléculaire. Ed Masson, Paris, 237 p.
69. Gutierrez A. P., Ponti L., and Cossu Q. A., 2009. Effects of climate warming on Olive and olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and Italy. *Climatic Change*, 95, 195–217.

Liste des références

70. Hajlaoui H., Trabelsi N., Noumi E., Snoussi M., Fallah H., Ksouri R. and Bakhrouf A., 2009. Biological activities of the essential oils and methanol extract of two cultivated mint species (*Mentha longifolia* and *Mentha pulegium*) used in the Tunisian folkloric medicine. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25, 2227-2238.
71. Hamilton-Miller J. M. T. and Shah S., 2000. Activity of the tea component epicatechin gallate and analogues against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of antimicrobial chemotherapy*, 46(5), 852-853.
72. Haoui I. E., Derriche R., Madani L. and Oukali Z., 2016. Extraction of essential oil from *Inula viscosa* (L.) leaves: composition, antifungal activity and kinetic data. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 19(1), 108-118.
73. Hashemi S. M. and Rostaefar A., 2014. Insecticidal Activity of Essential Oil from *Juniperus communis* L. subsp. *hemisphaerica* (Presl) Nyman against Two Stored Product Beetles. *Ecologia Balkanica*, 6(1). 87-93.
74. Himour S., Yahia A., Belattar H. et Bellebcir L., 2016. Etude phytochimique de feuilles d'*Olea europaea* L. var Chemlel d'Algérie. *Journal of Bioresources Valorization*, 1(1), 34-38.
75. Hmiri S., Amrani N. et Rahouti M., 2011. Détermination in vitro de l'activité antifongique des vapeurs d'eugénol et d'huiles essentielles de *Mentha pulegium* L. et de *Tanacetum annuum* L. vis-à-vis de trois champignons responsables de la pourriture des pommes en post-récolte. *Acta botanica gallica*, 158(4), 609-616.
76. Huang Y., Ho S.H. and Kini R.M., 1999. Bioactivities of Safrole and Isosafrole on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*, 92(3), 676-683.
77. Hussain A. I., Anwar F., Shahid M., Ashraf M. and Przybylski R., 2010. Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of spearmint (*Mentha spicata* L.) from Pakistan. *Journal of Essential Oil Research*, 22(1), 78-84.
78. Idouarame S., Filali O. A., Elfarnini M. and Blaghen M., 2018. Insecticidal activity of essential oils from six Moroccan plants against insect pests *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* and *Tribolium castaneum*. *Journal of Biopesticides*, 11(2), 121-127.

Liste des références

- 79.** Imamović B., Komlen V., Gavrić T., Sunulahpašić A., Lalević B. and Hamidović S., 2021. Antimicrobial activity of ginger (*Zingiber officinale*) and rosemary (*rosmarinus officinalis*) essential oils. *Agriculture and Forestry*, 67(1), 231-238.
- 80.** Iserin, P. (2001). Encyclopédie des plantes médicinales. Edition VUEF. 8-50.
- 81.** Isman M. B., 2006. Botanical insecticides deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45-66.
- 82.** Jaber H., Oubihi A., Ouryemchi I., Boulamtat R., Oubayoucef A., Bourkhiss B. and Ouhssine M., 2021. Chemical Composition and Antibacterial Activities of Eight Plant Essential Oils from Morocco against *Escherichia coli* Strains Isolated from Different Turkey Organs. *Biochemistry Research International*, 2021, 1-9.
- 83.** Jafari-Sales A., Jafari B., Sayyahi J. and Zohoori-Bonab T., 2015. Evaluation of antibacterial activity of ethanolic extract of *Malva neglecta* and *althaea officinalis* L. On antibiotic-resistant strains of *staphylococcus aureus*. *J Biol Today World*, 4(2), 58-62.
- 84.** Jahandiez E. et Maire R., 1934. Catalogues des plantes du Maroc, spermaphytes et ptéridophytes. Ed. Imprimerie Minerva, Alger, 87 p.
- 85.** Jarić S., Mitrović M and Pavlović P., 2015. Review of ethnobotanical, phytochemical, and pharmacological study of *Thymus serpyllum* L. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2015, 1-10.
- 86.** Jerković I., Gašo-Sokač D., Pavlović H., Marijanović Z., Gugić M., Petrović I. and Kovač S., 2012. Volatile organic compound from *Centaurium erythraea* Rafn (Croatia) and the antimicrobial potential of its essential oil. *Molecules*, 17(2), 2058-2072.
- 87.** Kadri A., Zarai Z., Békir A., Gharsallah N., Damak M. and Gdoura R., 2011. Chemical composition and antioxidant activity of *Marrubium vulgare* L. essential oil from Tunisia. *African journal of biotechnology*, 10(19), 3908-3914.
- 88.** Karahacane T., 2015. Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. Thèse de doctorant, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Algérie, 146p.
- 89.** Kathirvel P. and Ravi S., 2012. Chemical composition of the essential oil from basil (*Ocimum basilicum* Linn.) and its in vitro cytotoxicity against HeLa and HEp-2 human cancer cell lines and NIH 3T3 mouse embryonic fibroblasts. *Natural Product Research*, 26(12), 1112-1118.

Liste des références

90. Kellou R., 2008. Analyse du marché algérien du blé dur et des opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives Sud céréales, Groupe coopératif occitan et Audecoop Thèse de Master. Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, France, 167p.
91. Kerbouche L., 2010. Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de labiacées et de cupressacées. Mémoire de Magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Algérie, 133 p.
92. Khaled-Khodja N., Boulekbache-Makhlouf L. and Madani K., 2014. Phytochemical screening of antioxidant and antibacterial activities of methanolic extracts of some Lamiaceae. *Industrial Crops and Products*, 61, 41-48.
93. Khalil A., 2013. Antimicrobial activity of ethanolic extracts of *Ocimum basilicum* leaf from Saudi Arabia. *Biotechnology*, 12(1), 61-64.
94. Khani A., Basavand F. and Rakhshani E., 2012. Chemical composition and insecticide activity of lemon verbena essential oil. *Journal of Crop Protection*, 1(4), 313-320.
95. Kheyar N., Meridja D. et Belhamel k., 2014. Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Laurus nobilis* de la région de Bejaia. *Algerian Journal of Natural Products* 2(1), 18-26.
96. Koheil M., Khalek S. A., El-Hefnawy H., El-Deen A. S. and Haleem M. A., 2012. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Pelargonium zonale L.* from Egypt. *Journal of Biologically Active Products from Nature*, 2(3), 178-185.
97. Kumar A., Shukla R., Singh P., Prakash B. and Dubey N. K., 2011. Chemical composition of *Ocimum basilicum L.* essential oil and its efficacy as a preservative against fungal and aflatoxin contamination of dry fruits. *International journal of food science and technology*, 46(9), 1840-1846.
98. Laib I., 2011. Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* sur les moisissures des légumes secs. Thèse de Magister, Université Mentouri Constantine Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires, 100p.
99. Lale N.E.S. and Mustapha A., 2000. Potential of combining neem (*Azadirachta indica A. Juss*) seed oil with varietal resistance for the management of the cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Journal of Stored Products Research*, 36(3), 215-222.

Liste des références

- 100.** Lopez-Reyes J. G., Spadaro D., Gullino M. L. and Garibaldi A., 2010. Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples in vivo. *Flavour and Fragrance Journal*, 25(3), 171-177.
- 101.** Lougraimzi H., El Iraqui S., Bouaichi A., Gouit S., Achbani E.H. and Fadli M., 2018. Insecticidal effect of essential oil and powder of *Mentha pulegium* L. leaves against *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) and *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Curculionidae, Tenebrionidae), the main pests of stored wheat in Morocco. *Polish Journal of Entomology*, 87(3), 263-278.
- 102.** Maihebiau. P., 1994 : La nouvelle aromathérapie: biochimie aromatique et influence psychosensorielle des odeurs. Ed. Lausanne. 640p.
- 103.** Mansouri N., Satrani B., Ghanmi M., El Ghadraoui L., Guedira A. et Aafi, A., 2011. Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle de *Juniperus communis* du Maroc. *Bulletin de la Société royale des sciences de Liège*, 80, 791-805.
- 104.** Mansour O., Darwish M., Ismail G., Douba Z. A., Ismaeel A. et Eldair K. S., 2018. Review Study on the Physiological Properties and Chemical Composition of the *Laurus nobilis*. *The Pharmaceutical and Chemical Journal*, 5(1), 225-231.
- 105.** Matyar F., Kaya, A. and Dinçer, S., 2008. Antibacterial agents and heavy metal resistance in Gramnegative bacteria isolated from seawater, shrimp and sediment in Iskenderun Bay, Turkey *Science of The Total Environment*, 407, 279-285.
- 106.** Mehani M., Segni L., Terzi V., Morcia C., Ghizzoni R., Goudgil B. and Benchikh S., 2018. Antifungal activity of *Artemisia herba-alba* on various *fusarium*. *Phytothérapie*, 16(2), 87-90.
- 107.** Militello M., Settanni L., Aleo A., Mammaia C., Moschetti G., Giammanco G. M., Blázquez M.A. and Carrubba A., 2011. Chemical composition and antibacterial potential of *Artemisia arborescens* L. essential oil. *Current Microbiology*, 62(4), 1274-1281.
- 108.** Mitić Z. S., Jovanović B., Jovanović S. Č., Stojanović-Radić Z. Z., Mihajilov-Krstev T., Jovanović N. M., Nikolić B.M., Marin P.D., Zlatković B.K. and Stojanović G. S., 2019. Essential oils of *Pinus halepensis* and *P. heldreichii*: Chemical composition, antimicrobial and insect larvicidal activity. *Industrial Crops and Products*, 140, 1-8.
- 109.** Moreno-Mari J., Dominguez-Romero., Oltra-Moscardo M. T. et Jimenez-peydro R.,

Liste des références

1999. Phytophages et faune auxiliaire associées aux plantes aromatiques en serre. *Annales-Société Entomologique de France*, 35, 521-524.
110. Mota V. D. S., Turrini R. N. T. and Poveda V. D. B., 2014. Antimicrobial activity of *Eucalyptus globulus* oil, xylitol and papain: a pilot study. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 49(2), 215-219.
111. Moussi I. M., Nayme K., Timinouni M., Jamaledine J., Filali H. and Hakkou F., 2019. Synergistic antibacterial effects of Moroccan *Artemisia herba-alba*, *Lavandula angustifolia* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Synergy*, 10, 1-21.
112. Nasrollahzadeh M., Sajadi S. M. and Rostami-Vartooni A., 2015. Green synthesis of CuO nanoparticles by aqueous extract of *Anthemis nobilis* flowers and their catalytic activity for the A3 coupling reaction. *Journal of Colloid and Interface Science*, 459, 183-188.
113. Nikolić M., Glamočlija J., Ferreira I. C. F. R., Calhella R. C., Fernandes Â., Marković T., Marković D., Giweli A and Soković M., 2014. Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. And Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Industrial Crops and Products*, 52, 183-190.
114. Ouraïni D., Agoumi A., Ismaili-Alaoui M., Alaoui, K., Cherrah Y., Alaoui M. A. et Belabbas M. A., 2007. Activité antifongique de l'acide oléique et des huiles essentielles de *Thymus saturejoides* L. et de *Mentha pulegium* L., comparée aux antifongiques dans les dermatoses mycosiques. *Phytothérapie*, 5(1), 6-14.
115. Owusu E. O., 2000. Effect of some Ghanaian plant components on control of two stored Product insect pests of cereals. *Journal of Stored Products Research*, 37(1), 85-91.
116. Prerna and Vasodeva N., 2015. *Origanum majorana* L-phyto-pharmacological review. *Indian journal of natural products and resource*, 6(4), 261-267.
117. Pugazhvendan S. R., Ross P. R. and Elumalai K., 2012. Insecticidal and repellent activities of plants oil against stored grain pest, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2(1), 412-415.
118. Qasim Hameed H., Abdulqader Hasan A., Mujahid Abdullah R., 2019. Effect of *Olea europea* L Extraction and TiO₂ Nanoparticles against *Pseudomonas aeruginosa*. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 10(6). 1218-1223.
119. Rahim M., 1998. Biological activity of azadirachtin-enriched neem kernel extract against *Rhyzopertha dominica* (F) (Coleoptera: Bostrychidae) in stored wheat. *Journal of Stored Products Research*, 34(2/3), 123-128.

Liste des références

- 120.** Rangel L. I., Spanner R. E., Ebert M. K., Pethybridge S. J., Stukenbrock E. H., de Jonge R., Secor G.A and Bolton M. D., 2020. *Cercospora beticola*: The intoxicating lifestyle of the leaf spot pathogen of sugar beet. *Molecular Plant Pathology*, 21(8), 1020-1041.
- 121.** Rebaya A., Igueld Belghith S., Hammrouni S., Maaroufi A., Trabelsi Ayadi M. and Chérif J. K., 2016. Antibacterial and antifungal activities of ethanol extracts of *Halimium halimifolium*, *Cistus salviifolius* and *Cistus monspeliensis*. *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 8(4), 243-247.
- 122.** Reddy D. N. and Al-Rajab A. J., 2016. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of *Ruta graveolens* L. volatile oils. *Cogent Chemistry*, 2(1), 1220055.
- 123.** Regnault-Roger C., Hamraoui A., Holeman M., Theron E. and Pinel R., 1993. Insecticidal effect of essential oils from mediterranean plants up on *Aconthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae), a pest of Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L). *Journal of Chemical Ecology*, 19, 1233-1244.
- 124.** Rezig L., Sadaa M., Trabelsi N., Tammar S., Limam H., Bettaieb Rebey I., Smaoui A., Sghaier G., Del Re G., Ksouri K. and Msaada K. 2019. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of *Aloysia Triphylla* L. essential oils and methanolic extract. *Italian Journal of Food Science*, 31(3).556-572.
- 125.** Rguez S. Daami-Remadi M., Cheib I., Laarif A. et Hamrouni I., 2013. Composition Chimique, Activité Antifongique et Activité Insecticide de l’Huile Essentielle de *Salvia officinalis*. *Tunisian Journal of Medicinal Plants and Natural Products (TJMPNP)*, 9(2), 65-76.
- 126.** Safdar W., Majeed H., Naveed I., Kayani W. K., Ahmed H., Hussain S. and Kamal A., 2010. Pharmacognostical study of the medicinal plant *Calendula officinalis* L. (family Compositae). *International Journal of Cell & Molecular Biology*, 1(2), 108-116.
- 127.** Salem N., Bachrouch O., Sriti J., Msaada K., Khammassi S., Hammami M., Selmi S., Boushah E., Koorani S., Abderraba M., Marzouk B., Limam F. and Mediouni Ben Jemaa J., 2017. Fumigant and repellent potentials of *Ricinus communis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricorne*. *International journal of food properties*, 20(53), 2899-2913.

Liste des références

- 128.** Salhi N., Goumni Z., Salhi A., Mehani M et Terzi V., 2015. Evaluation de l'activité antifongique in vitro des huiles essentielles de *Laurus Nobilis L.* sur la croissance mycélienne de *Fusarium Sporotrichoide*. *ElWahat pour les Recherches et les Etudes*, 8(2), 34 – 44.
- 129.** Santhi V. S., Salame L., Dvash L., Muklada H., Azaizeh H., Mreny R., Awwad S., Markovics A., Landu S.V. and Glazer I., 2017. Ethanolic extracts of *Inula viscosa*, *Salix alba* and *Quercus calliprinos*, negatively affect the development of the entomopathogenic nematode, *Heterorhabditis bacteriophora*—A model to compare gastro-intestinal nematodes developmental effect. *Journal of invertebrate pathology*, 145, 39-44.
- 130.** Sbai A., Ouhssine M., Chaouch A., Oubihi A., El Hartiti H., Rhaim N. and Talbi F. Z., 2020. Chemical Composition and Antimicrobial Activities of the Oil Essential Oil of *Mentha Rotundifolia*. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 9(8), 955-958.
- 131.** Shane W.W. and Teng P.S., 1992. Impact of *Cercospora* leaf spot on root weight, sugar yield and purity of *Beta vulgaris*. *Plant Disease*, 75(8), 812-820.
- 132.** Sulaiman G. M., Hussien N. N., Marzoog T. R. and Awad H. A., 2013. Phenolic content, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of ethanolic extract of *Salix Alba*. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 9(1), 41-46.
- 133.** Trifunović-Momčilov M., Krstić-Milošević D., Trifunović S., Ćirić A., Glamočlija J., Jevremović S. and Subotić A., 2019. Antimicrobial activity, antioxidant potential and total phenolic content of transgenic atckx1 centaury (*centaurium erythraea* rafn.) plants grown in vitro. *Environmental Engineering & Management Journal*, 18(9), 2063-2072.
- 134.** Tela Botanica [Internet]. [cité 9 sept 2015]. Disponible sur: <http://www.tela-botanica.org/site:accueil>.
- 135.** Uwineza M. S., El Yousfi B. et Lamiri A., 2018. Activités antifongiques in vitro des huiles essentielles de *Mentha pulegium*, *Eugenia aromatica* et *Cedrus atlantica* sur *Fusarium culmorum* et *Bipolaris sorokiniana*. *Marocaine de Protection des Plantes*, 12, 19-32.
- 136.** Wu S. B., Collins G. and Sedgley M., 2004. A molecular linkage map of olive (*Olea europaea L.*) based on RAPD, microsatellite, and SCAR markers. *Genome*, 47, 26-35.
- 137.** Weidner H., Bovey P. and Rack G., 1984. Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds. Ed. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit. 148p.
- 138.** Weiland J. and Koch G., 2004. Sugarbeet leaf spot disease (*Cercospora beticola* Sacc.). *Molecular Plant Pathology*, 5(3), 157-166.

Liste des références

- 139.** Xie Y., Jin H., Yang X., Gu Q. and Zhang D., 2020. Toxicity of the essential oil from *Thymus serpyllum* and thymol to larvae and pupae of the housefly *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 35330-35340.

Annexes

Annexes

Annexe 1 : Les plantes aromatiques et médicinales dans la région de Boumerdes à usage thérapeutique et phytosanitaire.

| | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| <i>Artemisia arborescens</i> L (Photo originale) | <i>Inula viscosa</i> L (Photo originale) | <i>Artemisia herba alba</i> (Photo originale) | <i>Anthemis nobilis</i> (Nasrollahzadeh and al., 2015) |
|  |  |  |  |
| <i>Calendula officinalis</i> L (Safdar and al , 2010) | <i>Ocimum basilicum</i> L (Photo originale) | <i>Thymus serpyllum</i> (Jarić and al., 2015) | <i>Mentha Rotundifolia</i> (Photo originale) |
|  |  |  |  |
| <i>Mentha pulegium</i> L (Photo originale) | <i>Mentha spicata</i> L (Photo originale) | <i>Lavandula officinalis</i> L (Photo originale) | <i>Rosmarinus officinalis</i> L (Photo originale) |
|  |  |  |  |
| <i>Marrubium vulgare</i> L (Photo originale) | <i>Origanum majorana</i> L (Photo originale) | <i>Salvia officinalis</i> L (Photo originale) | <i>Myrtus communis</i> L (Photo originale) |

Annexes

| | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| <i>Eucalyptus globulus</i> (Photo originale) | <i>Cistus monspeliensis L</i> (Photo originale) | <i>Aloysia triphylla</i> (Photo originale) | <i>Pelargonium zonale</i> (Photo originale) |
|  |  |  |  |
| <i>Salix alba</i> (Site internet -Tela Botanica) | <i>Ruta graveolens L</i> (Asgarpanah and Khoshkam, 2012) | <i>Zingiber officinale</i> (Abdalla and Abdallah, 2018) | <i>Nerium Oleander</i> (Photo originale) |
|  |  |  |  |
| <i>juniperus communis L</i> (Kerbouche, 2010) | <i>Centaurium erythraea</i> (Photo originale) | <i>Ricinus communis L</i> (Photo originale) | <i>Ammi visnaga L</i> (Photo originale) |
|  |  |  |  |
| <i>Pinus halpensis L</i> (Photo originale) | <i>Pistacia lentiscus L</i> (Photo originale) | <i>Olea europaea</i> (Photo originale) | <i>Laurus nobilis L</i> (Briot, 2016) |

Annexes

Annexe 2 : Les matériels de laboratoire



L'étuve réglée



Autoclave



Bain marin



Loupe binoculaire



Balance de précision



Pipette pasteur



Bec Benzène



Les tubes à essai



Agitateur vortex



Eprouvette



Papier buvard



Sabouraud



Eppendorfs



Boite de pétri



Parafilm



Micropipette



Emboutes



Acétone



Autre accessoires

Annexes

Annexe 3 : Les pourcentages de mortalité des adultes de *T. costaneum* traités par contact

| HE de <i>M. pulegium</i> du nord | | | | | |
|--|---------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Témoin | Dose1 (5%) | Dose2 (10%) | Dose3 (15%) | Dose4 (20%) |
| 24h | 10% | 35% | 78,33% | 76,66% | 86,66% |
| 48h | 13,33% | 41,66% | 83,33% | 80% | 90% |
| 72h | 15% | 48,33% | 83,33% | 81,33% | 93,33% |
| 96h | 18,33% | 50% | 85% | 86,66% | 95% |
| HE de <i>Menthe pulegium</i> du sud | | | | | |
| | Témoin | Dose1 (5%) | Dose2 (10%) | Dose3 (15%) | Dose4 (20%) |
| 24h | 5% | 31,66% | 61,66% | 73,33% | 80% |
| 48h | 11,66% | 35% | 65% | 76,66% | 85% |
| 72h | 13,33% | 41,66% | 75% | 86,66% | 93,33% |
| 96h | 15% | 51,66% | 80% | 86,66% | 96,66% |
| Extrait végétal de <i>M. pulegium</i> du nord | | | | | |
| | Témoin | Dose1 (50µg) | Dose2 (100µg) | Dose3 (200µg) | Dose4 (300µg) |
| 24h | 7,5% | 7,5% | 15% | 15% | 40% |
| 48h | 12,5% | 10% | 22,5% | 15% | 40% |
| 72h | 15% | 12,5% | 30% | 17,5% | 45% |
| 96h | 15% | 12,5% | 32,5% | 17,5% | 45% |
| Extrait végétal de <i>M. pulegium</i> du sud | | | | | |
| | Témoin | Dose1 (50µg) | Dose2 (100µg) | Dose3 (200µg) | Dose4 (300µg) |
| 24h | 5% | 30% | 35% | 42,5% | 55% |
| 48h | 5% | 40% | 42,5% | 45% | 57,5% |
| 72h | 10% | 40% | 45% | 45% | 57,5% |
| 96h | 25% | 52,5% | 47,5% | 45% | 65% |

Annexe 4 : Les pourcentages de répulsion adultes de *T. costaneum*

| | HE de <i>M. pulegium</i> du nord | | HE de <i>M. pulegium</i> du sud | |
|-----------|---|---------------------|--|-------------------------|
| | Dose 1 (5%) | Dose 2 (20%) | Dose 1 (20%) | Dose 2 (HE pure) |
| 2h | 60% | 91,66% | 80% | 93,33% |
| 4h | 88,33% | 96,66% | 88,66% | 95% |

Annexes

Annexe 5 : Tableau de test de normalité de test par contact la dose 5%. (*M. pulegium* du nord)

| Dose | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------|----|---------------------------------|-----|------|--------------|-----|-------|
| | | Statistique | ddl | Sig. | Statistique | ddl | Sig. |
| Mortalité | D1 | ,314 | 3 | . | ,893 | 3 | ,363 |
| | D2 | ,175 | 3 | . | 1,000 | 3 | 1,000 |
| | D3 | ,253 | 3 | . | ,964 | 3 | ,637 |
| | D4 | ,219 | 3 | . | ,987 | 3 | ,780 |
| | D5 | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |

a. Correction de signification de Lilliefors

Annexe 6 : Tableau de test de normalité de test par contact la dose 5%. (*M. pulegium* du sud)

| Dose | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------|----|---------------------------------|-----|------|--------------|-----|-------|
| | | Statistique | ddl | Sig. | Statistique | ddl | Sig. |
| Mortalité | D1 | . | 3 | . | . | 3 | . |
| | D2 | ,253 | 3 | . | ,964 | 3 | ,637 |
| | D3 | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |
| | D4 | ,253 | 3 | . | ,964 | 3 | ,637 |
| | D5 | ,175 | 3 | . | 1,000 | 3 | 1,000 |

a. Correction de signification de Lilliefors

Annexe 7 : Tableau des limites de confiance. (*M. pulegium* du nord)

| | Limites de confiance à 95 % pour Dose | | | | Limites de confiance à 95 % pour le log (Dose) ^a | | |
|-------|---------------------------------------|------------|------------------|------------------|---|------------------|------------------|
| | Probabilité | Estimation | Borne inférieure | Borne supérieure | Estimation | Borne inférieure | Borne supérieure |
| LOGIT | ,010 | ,094 | ,021 | ,202 | -1,028 | -1,687 | -,695 |
| | ,020 | ,140 | ,037 | ,273 | -,854 | -1,426 | -,563 |
| | ,030 | ,177 | ,053 | ,327 | -,751 | -1,273 | -,485 |
| | ,040 | ,210 | ,069 | ,372 | -,677 | -1,163 | -,429 |
| | ,050 | ,240 | ,084 | ,412 | -,619 | -1,077 | -,385 |
| | ,060 | ,268 | ,099 | ,448 | -,571 | -1,006 | -,349 |
| | ,070 | ,295 | ,114 | ,481 | -,530 | -,945 | -,318 |
| | ,080 | ,320 | ,128 | ,512 | -,495 | -,892 | -,290 |
| | ,090 | ,345 | ,143 | ,542 | -,463 | -,844 | -,266 |
| | ,100 | ,368 | ,158 | ,570 | -,434 | -,802 | -,244 |

Annexes

| | | | | | | | |
|--|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | ,150 | ,479 | ,233 | ,699 | -,319 | -,632 | -,156 |
| | ,200 | ,585 | ,313 | ,815 | -,233 | -,505 | -,089 |
| | ,250 | ,689 | ,398 | ,927 | -,162 | -,400 | -,033 |
| | ,300 | ,796 | ,490 | 1,038 | -,099 | -,310 | ,016 |
| | ,350 | ,906 | ,592 | 1,153 | -,043 | -,228 | ,062 |
| | ,400 | 1,024 | ,704 | 1,274 | ,010 | -,152 | ,105 |
| | ,450 | 1,151 | ,830 | 1,405 | ,061 | -,081 | ,148 |
| | ,500 | 1,290 | ,972 | 1,552 | ,111 | -,012 | ,191 |
| | ,550 | 1,447 | 1,133 | 1,723 | ,160 | ,054 | ,236 |
| | ,600 | 1,626 | 1,315 | 1,930 | ,211 | ,119 | ,285 |
| | ,650 | 1,837 | 1,523 | 2,192 | ,264 | ,183 | ,341 |
| | ,700 | 2,092 | 1,759 | 2,543 | ,321 | ,245 | ,405 |
| | ,750 | 2,415 | 2,033 | 3,038 | ,383 | ,308 | ,483 |
| | ,800 | 2,846 | 2,366 | 3,776 | ,454 | ,374 | ,577 |
| | ,850 | 3,472 | 2,806 | 4,976 | ,541 | ,448 | ,697 |
| | ,900 | 4,521 | 3,480 | 7,265 | ,655 | ,542 | ,861 |
| | ,910 | 4,831 | 3,669 | 8,000 | ,684 | ,565 | ,903 |
| | ,920 | 5,200 | 3,889 | 8,904 | ,716 | ,590 | ,950 |
| | ,930 | 5,646 | 4,149 | 10,043 | ,752 | ,618 | 1,002 |
| | ,940 | 6,203 | 4,465 | 11,529 | ,793 | ,650 | 1,062 |
| | ,950 | 6,925 | 4,864 | 13,556 | ,840 | ,687 | 1,132 |
| | ,960 | 7,913 | 5,392 | 16,503 | ,898 | ,732 | 1,218 |
| | ,970 | 9,380 | 6,145 | 21,223 | ,972 | ,789 | 1,327 |
| | ,980 | 11,891 | 7,368 | 30,173 | 1,075 | ,867 | 1,480 |
| | ,990 | 17,764 | 10,000 | 54,802 | 1,250 | 1,000 | 1,739 |

a. Base de logarithme = 10

Annexe 8 : Tableau des limites de confiance. (*M. pulegium* du sud)

| | Limites de confiance à 95 % pour Dose | | | | Limites de confiance à 95 % pour le log (Dose) ^a | | |
|--------------|---------------------------------------|------------|------------------|------------------|---|------------------|------------------|
| | Probabilité | Estimation | Borne inférieure | Borne supérieure | Estimation | Borne inférieure | Borne supérieure |
| LOGIT | ,010 | ,085 | ,015 | ,197 | -1,073 | -1,833 | -,705 |
| | ,020 | ,132 | ,029 | ,275 | -,879 | -1,534 | -,560 |
| | ,030 | ,172 | ,044 | ,335 | -,764 | -1,358 | -,475 |
| | ,040 | ,208 | ,059 | ,386 | -,681 | -1,231 | -,413 |
| | ,050 | ,242 | ,074 | ,432 | -,617 | -1,132 | -,365 |
| | ,060 | ,273 | ,089 | ,474 | -,563 | -1,051 | -,325 |
| | ,070 | ,304 | ,105 | ,513 | -,518 | -,981 | -,290 |
| | ,080 | ,333 | ,120 | ,549 | -,478 | -,920 | -,260 |
| | ,090 | ,361 | ,136 | ,584 | -,442 | -,865 | -,233 |
| | ,100 | ,389 | ,153 | ,618 | -,410 | -,816 | -,209 |

Annexes

| | | | | | | | |
|--|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | ,150 | ,522 | ,239 | ,772 | -,282 | -,621 | -,112 |
| | ,200 | ,652 | ,335 | ,915 | -,186 | -,475 | -,038 |
| | ,250 | ,783 | ,441 | 1,055 | -,106 | -,356 | ,023 |
| | ,300 | ,919 | ,560 | 1,197 | -,037 | -,252 | ,078 |
| | ,350 | 1,062 | ,694 | 1,345 | ,026 | -,158 | ,129 |
| | ,400 | 1,217 | ,846 | 1,505 | ,085 | -,072 | ,177 |
| | ,450 | 1,387 | 1,019 | 1,683 | ,142 | ,008 | ,226 |
| | ,500 | 1,576 | 1,214 | 1,890 | ,197 | ,084 | ,277 |
| | ,550 | 1,790 | 1,434 | 2,142 | ,253 | ,157 | ,331 |
| | ,600 | 2,040 | 1,680 | 2,463 | ,310 | ,225 | ,391 |
| | ,650 | 2,337 | 1,951 | 2,891 | ,369 | ,290 | ,461 |
| | ,700 | 2,702 | 2,254 | 3,486 | ,432 | ,353 | ,542 |
| | ,750 | 3,171 | 2,607 | 4,342 | ,501 | ,416 | ,638 |
| | ,800 | 3,808 | 3,046 | 5,646 | ,581 | ,484 | ,752 |
| | ,850 | 4,754 | 3,644 | 7,828 | ,677 | ,562 | ,894 |
| | ,900 | 6,382 | 4,587 | 12,177 | ,805 | ,661 | 1,086 |
| | ,910 | 6,873 | 4,856 | 13,621 | ,837 | ,686 | 1,134 |
| | ,920 | 7,460 | 5,171 | 15,421 | ,873 | ,714 | 1,188 |
| | ,930 | 8,178 | 5,547 | 17,729 | ,913 | ,744 | 1,249 |
| | ,940 | 9,083 | 6,008 | 20,797 | ,958 | ,779 | 1,318 |
| | ,950 | 10,270 | 6,594 | 25,077 | 1,012 | ,819 | 1,399 |
| | ,960 | 11,917 | 7,378 | 31,468 | 1,076 | ,868 | 1,498 |
| | ,970 | 14,407 | 8,512 | 42,059 | 1,159 | ,930 | 1,624 |
| | ,980 | 18,773 | 10,381 | 63,079 | 1,274 | 1,016 | 1,800 |
| | ,990 | 29,376 | 14,509 | 125,375 | 1,468 | 1,162 | 2,098 |

a. Base de logarithme = 10

Annexe 9 : Tableau des limites de confiance. (Extrait végétal de *M. pulegium* du nord)

| | Limites de confiance à 95 % pour Dose | | | |
|---------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Probabilité | Probabilité | Probabilité | Probabilité |
| PROBIT^a | ,010 | -2,229 | -7,459 | -,524 |
| | ,020 | -1,333 | -5,601 | ,088 |
| | ,030 | -,764 | -4,428 | ,482 |
| | ,040 | -,336 | -3,551 | ,783 |
| | ,050 | ,012 | -2,842 | 1,033 |
| | ,060 | ,308 | -2,243 | 1,251 |
| | ,070 | ,568 | -1,723 | 1,446 |
| | ,080 | ,801 | -1,262 | 1,626 |
| | ,090 | 1,012 | -,849 | 1,796 |
| | ,100 | 1,207 | -,475 | 1,958 |
| | ,150 | 2,013 | ,967 | 2,737 |
| | ,200 | 2,654 | 1,891 | 3,578 |

Annexes

| | | | | |
|--|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | ,250 | 3,204 | 2,496 | 4,486 |
| | ,300 | 3,697 | 2,943 | 5,399 |
| | ,350 | 4,155 | 3,313 | 6,289 |
| | ,400 | 4,589 | 3,643 | 7,156 |
| | ,450 | 5,009 | 3,949 | 8,006 |
| | ,500 | 5,422 | 4,243 | 8,851 |
| | ,550 | 5,835 | 4,532 | 9,700 |
| | ,600 | 6,255 | 4,822 | 10,567 |
| | ,650 | 6,689 | 5,119 | 11,466 |
| | ,700 | 7,147 | 5,430 | 12,415 |
| | ,750 | 7,640 | 5,763 | 13,442 |
| | ,800 | 8,190 | 6,133 | 14,586 |
| | ,850 | 8,831 | 6,561 | 15,923 |
| | ,900 | 9,637 | 7,099 | 17,606 |
| | ,910 | 9,832 | 7,228 | 18,013 |
| | ,920 | 10,043 | 7,369 | 18,455 |
| | ,930 | 10,276 | 7,523 | 18,941 |
| | ,940 | 10,536 | 7,696 | 19,485 |
| | ,950 | 10,832 | 7,892 | 20,104 |
| | ,960 | 11,180 | 8,123 | 20,832 |
| | ,970 | 11,608 | 8,407 | 21,728 |
| | ,980 | 12,177 | 8,783 | 22,918 |
| | ,990 | 13,073 | 9,376 | 24,796 |

a. Un facteur d'hétérogénéité est utilisé.

Annexe 10 : Tableau des limites de confiance. (Extrait végétal de *M. pulegium* du sud)

| | Limites de confiance à 95 % pour Dose | | | |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Probabilité | Probabilité | Probabilité | Probabilité |
| PROBIT^a | ,010 | -3,483 | -14,561 | -1,110 |
| | ,020 | -2,674 | -12,219 | -,606 |
| | ,030 | -2,161 | -10,736 | -,283 |
| | ,040 | -1,776 | -9,622 | -,037 |
| | ,050 | -1,462 | -8,718 | ,164 |
| | ,060 | -1,195 | -7,951 | ,337 |
| | ,070 | -,960 | -7,279 | ,490 |
| | ,080 | -,751 | -6,679 | ,628 |
| | ,090 | -,560 | -6,135 | ,756 |
| | ,100 | -,384 | -5,636 | ,875 |
| | ,150 | ,343 | -3,590 | 1,388 |
| | ,200 | ,921 | -2,008 | 1,841 |
| | ,250 | 1,416 | -,721 | 2,299 |
| | ,300 | 1,861 | ,323 | 2,822 |

Annexes

| | | | | |
|--|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | ,350 | 2,274 | 1,128 | 3,469 |
| | ,400 | 2,665 | 1,719 | 4,256 |
| | ,450 | 3,044 | 2,161 | 5,148 |
| | ,500 | 3,417 | 2,517 | 6,104 |
| | ,550 | 3,789 | 2,827 | 7,106 |
| | ,600 | 4,168 | 3,116 | 8,150 |
| | ,650 | 4,559 | 3,396 | 9,248 |
| | ,700 | 4,972 | 3,679 | 10,417 |
| | ,750 | 5,417 | 3,976 | 11,688 |
| | ,800 | 5,913 | 4,299 | 13,110 |
| | ,850 | 6,491 | 4,668 | 14,775 |
| | ,900 | 7,218 | 5,126 | 16,876 |
| | ,910 | 7,393 | 5,236 | 17,384 |
| | ,920 | 7,584 | 5,355 | 17,937 |
| | ,930 | 7,794 | 5,486 | 18,545 |
| | ,940 | 8,028 | 5,632 | 19,224 |
| | ,950 | 8,295 | 5,797 | 19,999 |
| | ,960 | 8,609 | 5,991 | 20,910 |
| | ,970 | 8,995 | 6,229 | 22,030 |
| | ,980 | 9,508 | 6,545 | 23,520 |
| | ,990 | 10,316 | 7,041 | 25,871 |

a. Un facteur d'hétérogénéité est utilisé.

Annexe 11 : Tableau de test de normalité de dose 20% après 2 h d'exposition. (*M. pulegium* du nord)

| | Traitement | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|------------------|---------------|---------------------------------|-----|------|--------------|-----|------|
| | | Statistiques | ddl | Sig. | Statistiques | ddl | Sig. |
| Répulsion | Témoïn | ,292 | 3 | . | ,923 | 3 | ,463 |
| | Traite | ,292 | 3 | . | ,923 | 3 | ,463 |

a. Correction de signification de Lilliefors

Annexe 12 : Tableau de test de normalité de dose 20% après 2 h d'exposition. (*M. pulegium* du sud)

| | Traitement | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|------------------|---------------|---------------------------------|-----|------|--------------|-----|------|
| | | Statistiques | ddl | Sig. | Statistiques | ddl | Sig. |
| Répulsion | Témoïn | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |
| | Traite | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |

a. Correction de signification de Lilliefors

Résumés

Résumés

Résumé :

Mentha pulegium est une plante aromatique, répandue en Algérie. L'extraction de l'huile essentielle et d'extraits végétaux a été effectuée par hydrodistillation et la technique de Soxhlet respectivement. L'objectif principal de ce travail consiste à évaluer dans des conditions de laboratoire, l'effet insecticide de l'extrait végétal et de l'huile essentielle de la plante *Mentha pulegium* du nord et du sud vis-à-vis d'un insecte des denrées stockées alimentaire : *Tribolium castaneum* ainsi que l'effet fongicide de l'huile essentielle pour l'espèce fongique : *Cercospora beticola*.

L'effet insecticide a été réalisé par deux tests avec différentes doses, test par contact et test répulsif. Ces derniers ont signalés des résultats significatifs. Pour le test par contact, et après 24h avec la dose la plus élevée (20%) de l'huile essentielle, le taux de mortalité est estimé à 86,66 % ($DL_{50}=1,290\%$) pour *Mentha pulegium* du nord et 80% ($DL_{50}=1,576\%$) pour *Mentha pulegium* du sud. Concernant l'extrait végétal, on a remarqué une mortalité de 40% ($DL_{50}=5,422\mu\text{g/insecte}$) pour l'extrait du nord et 55% ($DL_{50}=3,417\mu\text{g/insecte}$) pour l'extrait du sud avec la dose de 300 μg . Pour les résultats de test répulsif, un taux de répulsion égale à 96,66% pour l'HE du nord à dose 20% et un taux de 95% pour l'HE du sud à l'état pur après 4h d'exposition ont été obtenus.

L'huile essentielle de *Mentha pulegium* a manifesté une forte activité insecticide contre les adultes de *T. Castaneum*. L'huile essentielle pure de *Mentha pulegium* a révélé une action antifongique sur la souche testée (*Cercospora beticola*) par la technique de contact direct sur milieu gélosé, estimée par un taux d'inhibition égale à 35,44%, ce qui explique que ce dernier est moyennement actif et donc la souche fongique *Cercospora beticola* est dite limite.

Mots clés: Huile essentielle, Extrait végétal, *Mentha pulegium*, Effet insecticide, *Tribolium castaneum*, *Cercospora beticola*, Effet fongicide. .

Abstract:

Mentha pulegium is an aromatic plant, widespread in Algeria. The extraction of the essential oil and plant extracts was carried out by hydrodistillation and the Soxhlet technique respectively. The main objective of this work is to evaluate under laboratory conditions, the insecticidal effect of the plant extract and essential oil of the plant *Mentha pulegium* of the north and south against an insect of foodstuffs: *Tribolium castaneum* and the fungicidal effect of the essential oil for the fungal species: *Cercospora beticola*.

The insecticidal effect was realized by two tests with different doses, contact test and repulsive test. The latter reported significant results. For the contact test, and after 24h with the highest dose (20%) of the essential oil, the mortality rate is estimated at 86.66% (LD50=1,290%) for *Mentha pulegium* from the north and 80% (LD50=1,576%) for *Mentha pulegium* from the south. Concerning the plant extract, a mortality of 40% (LD50=5,422µg/insect) for the northern extract and 55% (LD50=3,417 µg/insect) for the southern extract was observed with the dose of 300µg. For the results of the repellent test, a repulsion rate equal to 96.66% for the northern EO at a dose of 20% and a rate of 95% for the southern EO in its pure state after 4h of exposure were obtained.

The essential oil of *Mentha pulegium* showed a strong insecticidal activity against the adults of *T. Castaneum*. The pure essential oil of *Mentha pulegium* revealed an antifungal action on the tested strain (*Cercospora beticola*) by the direct contact technique on agar medium, estimated by an inhibition rate equal to 35.44%, which explains that the latter is moderately active and therefore the fungal strain *Cercospora beticola* is said to be limit.

Key words: Essential oil, Plant extract, *Mentha pulegium*, Insecticidal effect, *Tribolium castaneum*, *Cercospora beticola*, Fungicidal effect. .

الملخص :

Mentha pulegium نبات عطري منتشر في الجزائر. تم استخراج الزيت العطري والمستخلصات النباتية عن طريق التقطير المائي وتقنية Soxhlet على التوالي . الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تقييم تأثير المبيد الحشري للمستخلصات النباتية و الزيت العطري لنبات *Mentha pulegium* الشمالي و الجنوبي على حشرة *Tribolium castaneum*، في ظل الظروف المخبرية و كذلك تأثير الزيت العطري على النوع الفطري *Cercospora beticola*.

تم تحقيق تأثير المبيد الحشري باختبارين بجرعات مختلفة، اختبار الاتصال واختبار مقاومة الحشرات. هذا الأخير أبلغ عن نتائج مهمة. بالنسبة لاختبار التلامس، وبعد 24 ساعة مع أعلى جرعة (20%) من الزيت العطري، قدر معدل الوفيات بـ 86.66% ($DL_{50} = 1.29\%$) لنبات *Mentha pulegium* الشمالي و 80% ($DL_{50} = 1.576\%$) لنبات *Mentha pulegium* الجنوبي. أما بالنسبة للمستخلص النباتي فقد لاحظنا انا نسبة الموت تفوق 40% ($DL_{50} = 5.422$ ميكروغرام / حشرة) للمستخلص الشمالي و 55% ($DL_{50} = 3.417$ ميكروغرام / حشرة) للمستخلص الجنوبي بجرعة 300 ميكروغرام. بالنسبة لنتائج اختبار الطرد، تم الحصول على معدل طارد يساوي 96.66% للزيت العطري لنبات *Mentha pulegium* الشمالي بجرعة 20% ومعدل 95% ل *Mentha pulegium* الجنوبي بعد 4 ساعات من التعرض. إذن من خلال النتائج نستنتج ان للزيت الأساسي ل *Mentha pulegium* له تأثير قوي على *T. Castaneum*.

الزيت العطري ل *Mentha pulegium* له تأثير مضاد للفطريات على السلالة المختبرة (*Cercospora beticola*) بتقنية الاتصال المباشر، المقدره بمعدل تثبيط يساوي 35.44%، وهو ما يفسر سبب نشاط هذا الأخير بشكل معتدل و بالتالي يقال إن السلالة الفطرية *Cercospora beticola* محدودة.

الكلمات المفتاحية: الزيت العطري، المستخلص النباتي، *Mentha pulegium*، تأثير مبيد الحشرات *Tribolium castaneum*، *Cercospora beticola*، تأثير مبيد الفطريات.