

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAÏD – TLEMCEN



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de
L'Univers

Département d'Ecologie et Environnement

Laboratoire de recherche

Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement
et application en santé publique

MEMOIRE

Présenté par :

BELGACEM Lamia

En vue de l'obtention du Diplôme de **MASTER**

Spécialité : Ecologie animale.

Thème

Activité larvicide des huiles essentielles extraites de *Mentha piperita* et *Thymus capitatus* sur la pyrale *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813).

Soutenu le 25 / 06/ 2024, devant le jury composé de:

Présidente : BOUZID Samia	M.A.A	Univ. de TLEMCEN
Encadreur : BOUCHIKHI TANI Zoheir	Professeur	Univ. de TLEMCEN
Examinatrice : TABTI Nassima	M.C.A	Univ. de TLEMCEN

Année universitaire : 2023 – 2024

Remerciements

Avant d'aborder le vif du sujet, je tiens à remercier vivement la Présidente du jury Madame BOUZID Samia Maitre assistante « A » au département d'écologie et environnement, Faculté SNV-STU, Université de Tlemcen.

Je remercie également Madame TABTI Nassima Maitre de conférences « A » au département d'écologie et environnement, Faculté SNV-STU, Université de Tlemcen, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Monsieur BOUCHIKHI Tani Zoheir l'encadrant pour son accompagnement tout au long de ce travail, pour sa patience, la pertinence de ses conseils et l'extrême richesse de ses expériences dans le domaine de la lutte biologique contre les insectes nuisibles.

Dedicace

Je dedie ce travail

A ma mère {GRINE Ouardia , Directrice CEM et Inspectrice d'administration } pour son amour, ses encouragements et ses sacrifices,

A mon père { BELGACEM Taybe, Travailleur au confiance qu'il ma accorde

A ma sœur { BELGACEM Lilia , licence Génie biomédical } et Mon frère{ BELGACEM Lamine , Master 02 Droit Public}.

Sans oublier mes grands parents{ GRINE} ,qui j'ai souhaite être avec moi en ce jour et mes proches ,mes amis qui m'on toujours encourage, et a qui je souhaite plus Succès.

دراسة الفعالية القاتلة لليرقات للزيوت العطرية من نبات النعناع ل *Menthapiperita* و الزعتر *Thymus capitatus* على العثة *Pyraleplodiainerpunctella* تسبب الافاتالحشرية مشاكل في الاغذية المخزنة. الهدف من هذه الدراسة هو اختبار الفعالية القاتلة لليرقات للزيوت الأساسية المستخرجة من *Thymus capitatus* و *MenthaPepirita* على نشاطيرقات *Plodiainerpunctella*. تم اختبار الزيوت الأساسية المستخدمة في تجاربنا على خمس جرعات مختلفة 1 ، 3 ، 5 ، 7 ، 9 ميكرو لتر / 10 جم نخالة القمح). تحت ظروفدرجة حرارة 25 درجة مئوية. تشير النتائج إلى أن هذين الزيتين الأساسيين لهما تأثير مبيد لليرقات على *Plodia interpunctella* وأن الزيت العطري من *Menthapiperita* أكثر سمية = DL 50 2.01ميكروغرام لتر/10 من القمح و TL50 = 1,68 يوم مقارنة بالزيت العطري لـ *Thymus capitatus* DL50= 32,83ميكرو غرام لتر / 10 من القمح و TL50= 3.74 يوم . وتؤكد الدراسات الإحصائية وجود تباين في وفيات اليرقات : وفق ل جرعة المستخدمة و مدة التعرض والزيوت الأساسية. الكلمات المفتاحية: *Plodia interpunctella* DL 50, TL 50, الزعتر , النعناع, الأساسية الزيوت .

Résumé

Activité larvicide des huiles essentielles extraites de *Menthapiperita* et *Thymus capitatus* sur la pyrale *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813).

Les insectes nuisibles causent des problèmes dans les aliments stockés. Le but de cette étude est de tester l'efficacité larvicide des huiles essentielles extraites de *Thymus capitatus* et *Menthepeperita* sur les larves de *Plodiainerpunctella*. Les huiles essentielles utilisées dans nos expériences ont été testées à cinq doses différentes (1, 3, 5, 7, 9 µl/10 g de son de blé). Dans des conditions de procédé de 25 °C, les résultats indiquent que ces deux huiles essentielles ont un effet larvicide sur la pyrale *Plodiainerpunctella* et que l'huile essentielle de *Menthapiperita* est plus toxique DL50 = 2,01µl/10 g son de blé et TL50 = 1,68 jours par rapport à l'huile essentielle Pour *Thymus capitatus*, DL50 = 32,83 microlitres/10 grammes son de blé et TL50 = 3,74 jours. Les études statistiques confirment l'existence de variations de mortalité larvaire selon : la dose utilisée et la durée d'exposition aux huiles essentielles.

Motsclés: Huiles essentielles, *Menthapiperita*, *Thymus capitatus*, *Plodia interpunctella*, DL 50, TL 50.

Abstract

Study of the larvicidal activity of essential oils of *Menthapiperita* and *Thymus capitatus* on the Pyrale *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813).

Pests cause problems in stored food. The aim of this study is to test the larvicidal effectiveness of essential oils extracted from *Thymus capitatus* and *Menthepeperita* on the activity of *Plodia interpunctella* larvae. The essential oils used in our experiments were tested at five different doses (1, 3, 5, 7, 9 µl/10 g of wheat bran). Under process conditions of 25°C, the results indicate that these two essential oils have a larvicidal effect on *Plodia interpunctella* larvae and that *Menthapiperita* essential oil is more toxic LD50 = 2.01 µl/10 g of wheat and TL50 = 1.68 days compared to the essential oil For *Thymus capitatus*, DL50 = 32.83 µl microliters/10 grams of wheat and TL50 = 3.74 days.

Statistical studies confirm the existence of variations in larval mortality: depending on the dose used, the duration . **Keywords :** essential oils, *Menthapiperita*, *Thymus capitatus*, *Plodia interpunctella*, DL 50, TL 50.

Listes des figure

Figure01: <i>Pyrale Plodia interpunctella</i>	(01)
Figure02 : les larves <i>Plodia interpunctella</i>	(05)
Figure03 : la nymphe <i>Pyrale Plodiainterpunctella</i>	(06)
Figure04 : Adulte <i>Pyrale Plodia interpunctella</i>	(06)
Figure05 : Plante de <i>Thymus capitatus</i>	(14)
Figure06 : Photo de <i>MenthaPepirita</i>	(19)
Figure07: Micropipette.....	(26)
Figure08: Boite de pétri.....	(26)
Figure09 : Etuve obscure.....	(27)
Figure10 : Les huiles essentielles des deux plantes	(28)
Figure11: Les essais avec l'huile essentielle deux plante aromatiques (Les cinq doses).....	(31)
Figure12 : Evolution de la mortalité des larves de <i>Plodiainterpunctella</i> en fonction de temps et des doses en huiles essentielles de <i>Menthapepirita</i>	(31)
Figure13 : Evolution de la mortalité des larves de <i>plodiainterpunctella</i> en fonction de temps et des doses en huiles essentielles de <i>Thymuscapitatus</i>	(34)
Figure14: Droite de régression (Log) doses en huiles essentielles de <i>Menthapepirita</i> /mortalité (probits) des larves.....	(35)
Figure15: Droite de régression (Log) doses en huiles essentielles de <i>Thymus capitatus</i> /mortalité (probits) des larves.....	(36)
Figure16: Droite de régression(Log) durée d'exposition aux huiles de <i>Menthapepirita</i> / mortalité (probits) des larves.....	(37)
Figure17: Droite de régression(Log) durée d'exposition aux huiles de <i>Thymuscapitatus</i> /mortalité (probits) des larves.....	(38)

Liste des Tableaux

Tableau01 : Les composition des huiles essentielles de *Thymuscapitatus*.....(16)

Tableau02: Les huiles essentielles deux plantes aromatiques.....(27)

Tableau03:les doses des huiles essentielles.....(29)

Tableau04:Valeurs de DL50 en utilisant la dose 5 μ L/10g son de blé de deux huiles.....(38)

Tableau05:Valeurs de TL50 en utilisant la dose 5 μ L/10g son de blé de deux huiles.....(38)

Listes des abréviations

HE :huilesessentielles

MP : *Menthaepirita*

TC : *Thymuscapitatus*

TABLE DE MATIERE

Introduction.....	1
Synthèses bibliographique	
Chapitre I : Description de insecte.....	
I Description de l'insecte	5
I.1 Définition	5
I.1 La position systématique de Plodia interpunctella.....	5
I,3 Origine et aire de repartition	6
I.4 Dégâts.....	6
I.5 Cycle de développement	7
I.6 Importances économiques des insectes des denrées stockées:.....	9
I.7 Alimentation de Pyrale Plodia interpunctella.....	10
I.8 Biologie.....	10
I.9 Méthode de La lutte contre la Pyrale Plodia interpunctella.....	10
Méthodes traditionnelles de lutte	11
I.I.1.1 Exposition au soleil	11
Enfumage	11
Utilisation de plantes repulsives.....	11
Utilisation de matières inertes	11
Méthodes de lutte modernes	12
La lutte physique	12
Lutte chimique.....	12
La lutte mécanique	13
La lutte biologique	13
I.10 Les dommages.....	13
Chapitre II: Etude Des Plantes Et Huiles Essentielles testées.....	
I.2.2 Thymus capitatus	15

I.1.1	Généralité	15
	La famille des Lamiacées et le genre <i>Thymus</i>	15
I.1.3	Description botanique	15
I.1.4	Position systématique	16
I.1.5	Air et répartition géographique.....	16
I.1.6	Propriété et utilisation	17
I.1.7	Noms vernaculaires	17
I.1.8	Substances bioactives	17
I.1.9	Composition chimique	15
I.1.10	L'huile essentielle de <i>Thymus capitatus</i>	15
I.1.11	Usage traditionnel	16
I.2	Le genre mentha	16
I.2.1	Description botanique	16
I.2.2	Air de répartition	17
I.2.3	Systématique	18
I.2.4	Noms vernaculaire	18
I.2.5	Composition chimique de <i>mentha pepirita</i>	18
I.2.6	Utilisation et effet biologique des huiles essentielles de <i>Mentha piperita</i>	18
II.	Les huiles essentielles	19
II.1	Réparation et localisation des huiles essentielles	20
II.2	Les compositions chimiques	20
II.2.1	Les composés terpéniques	20
II.2.2	Les composés aromatiques	21
II.2.3	Composés d'origines diverses:	21
II.3	Le rôle des huiles essentielles.....	21
II.4	Domaine d'utilisation	21
II.5	Propriétés insecticides et insectifuges :	22
Chapitre III	: Matériel et Méthode	

I. Objectif.....	24
II. Matériel et Méthodes	24
II.1 Matériel de laboratoire	24
II.2 Matériel animal (Technique d'élevage).....	25
II.3 Matériel végétal (huiles essentielles testées)	25
II.4 Choix des doses	27
III. Expression des résultats.....	30
III.1 Correction de la mortalité	30
III.2. Calcul des Doses Létales	30
III.2.1. Détermination de la DL50 :.....	30
III.2.2 Détermination de TL50	31
IV. Analyse statistique des données	31
Chapitre IV: Résultats et Discussion	
I. Efficacité des huiles essentielles.....	33
I.1 La mortalité en élevage témoin.....	33
I.2 Mortalité avec les huiles essentielles	33
II. Comparaison de la toxicité des huiles essentielles sur les larves de <i>Plodia interpunctella</i>	34
II.1 La dose létale pour 50% des larves de <i>P. interpunctella</i> (DL50).....	35
II.2 Le temps léthal pour 50% des larves de <i>P. interpunctella</i> (TL50) :.....	36
Discussion	38
Conclusion.....	41
Références bibliographiques	43

Introduction

Introduction.....

Introduction

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est profondément enracinée dans le développement des sociétés humaines. À travers le monde, l'examen de l'histoire culturelle révèle que les plantes ont joué un rôle crucial non seulement dans la pratique médicale traditionnelle, mais aussi dans la création de parfums et l'élaboration de recettes culinaires. Depuis l'antiquité, les plantes sont utilisées pour soigner une multitude de maladies et de troubles. En effet, une grande partie de notre pharmacopée moderne trouve ses origines dans le règne végétal, une réalité qui est attestée depuis des siècles et reconnue dans les travaux de recherche (**Lahrech, 2010**).

Récemment, l'attrait pour les plantes médicinales et aromatiques a connu une résurgence notable. Cette évolution est en partie due à une prise de conscience accrue des contraintes et des répercussions indésirables liées aux médicaments synthétiques. Face à cela, tant les particuliers que les professionnels de santé se dirigent vers des alternatives plus naturelles et respectueuses de l'environnement, redécouvrant les propriétés bénéfiques des plantes délaissées au profit de traitements chimiques. Ce renouveau d'intérêt bénéficie du soutien de recherches scientifiques récentes qui confirment l'efficacité de certaines espèces végétales dans la prise en charge de multiples affections, consolidant ainsi leur crédibilité et leur rôle dans la médecine moderne, et divers domaines.

La puissance thérapeutique de ces plantes est largement imputée à leur teneur en huiles essentielles et en composés phénoliques. Récemment, l'intérêt économique pour les espèces des genres *Thymus* et *Mentha* crû, encouragé par l'utilisation de leurs métabolites secondaires, notamment les huiles essentielles. L'extraction de ces huiles précieuses est réalisée à partir de plantes sauvages ou cultivées spécifiquement à cet effet.

Le genre *Thymus* regroupe un grand nombre d'espèces, sous-espèces et variétés de plantes sauvages. Plusieurs de ces espèces sont caractéristiques de l'aire méditerranéenne. Elles sont utilisées à l'état frais ou sec comme plantes culinaires. Leurs huiles essentielles sont largement utilisées dans la médecine alternative grâce à leur propriétés antiseptiques, antispasmodique et antimicrobiennes (**El Ajjouri et al., 2008**)

Ce genre inclut environ 300 espèces à travers le monde dont 11 sont localisées en Algérie (**Kabouche et al.,2005**)

Introduction.....

La menthe poivrée (Mentha piperita) est une plante aromatique populaire utilisée dans divers contextes, notamment en cuisine, en parfumerie et en médecine traditionnelle.

En Algérie, l'utilisation des plantes médicinales et aromatiques pour l'industrie cosmétique, pharmaceutique et alimentaire demeure un domaine encore peu exploré. Cependant, il existe un intérêt croissant pour ces plantes, et des recherches sont en cours pour valoriser leur potentiel (Djedid, 2022). La problématique du présent travail, est de confirmer le potentiel effet larvicide des huiles essentielles extraites de *Thymus capitatus* et *Mentha piperita* contre la pyrale *Plodia interpunctella*. Ces deux plantes sont riches en huiles essentielles et sont souvent utilisées pour leurs propriétés médicinales et aromatiques.

Dans ce cadre nous avons organisé notre travail en quatre chapitres :

Chapitre I : Description de l'insecte

Chapitre II : Etude des plantes et des huiles essentielles testées

Chapitre III : Matériel et méthodes

Chapitre IV : Résultats et Discussion.

Avec une conclusion générale.

Synthèse bibliographique

*Chapitre I : Description de
l'insecte*

I Description de l'insecte

I.1 Définition

La pyrale indienne de la semoule, *Plodia interpunctella*, est un ravageur d'importance économique mondiale des produits stockés et des produits alimentaires transformés, y compris les céréales en vrac (Boukhalfa et Rouabah , 2020), les fruits secs (Johnson et al., 1992). Ses larves facilement identifiables, présentent une tête bien développée et un corps clairement segmenté en trois parties qui fait 20 à 25 mm d'envergure . Leur développement est fortement influencé par les conditions environnementales, à savoir la température, les sources de nourriture et l'humidité, On les trouve surtout dans les magasins à grains, entrepôts, moulins, et les appartements, provoquent des dommages aussi sur les produits alimentaires (Haddou, 2022).



Figure 01 : Adulte de *Plodia interpunctella* (Photo Originale).

I.1 La position systématique de *Plodia interpunctella*

Selon Balachowsky(1962)*P. interpunctella* occupe la position systématique suivante:

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insectes

S classe	Pterygota
Order	Lepidoptera
S famille	Pyralloidea
Famille	Pyralidea
Genre	<i>Plodia</i>
Espèce	<i>Plodiainterpunctella</i> (Hubner 1813)

I,3 Origine et aire de repartition

La pyrale indienne est cosmopolite. Elle se trouve sur tous les continents dans les habitats tropicaux. Ce Lépidoptère de nuit se trouve le plus souvent en Floride ou il prospère dans l'habitat tropical. La pyrale vit dans un large éventail de conditions, ce qui en fait un ravageur persistant. Elle se trouve souvent dans les installations de stockage des aliments du monde entier. Particulièrement dans les silos à grains ou les bâtiments de stockage des graines (Aissaoui, 2022).

I.4 Dégâts

Les dégâts causés par l'insecte peuvent se manifester de diverses manières (Pretty et Hine, 2005) :

- Réduction du poids: Les grains infectés peuvent perdre en poids.
- Altération de la qualité et de la valeur commerciale : La présence de l'insecte peut diminuer la qualité et la valeur marchande des grains.
- Apparition de moisissures : Les grains affectés peuvent développer des moisissures.
- Baisse de la germination : Les semences infectées peuvent avoir un taux de germination réduit.
- Diminution de la valeur nutritive : Les graines touchées peuvent voir leur valeur nutritive réduite.

- Dommages non spécifiques: Les dégâts provoqués sont exclusivement l'œuvre des chenilles et ne présentent pas de caractéristiques distinctives.
- Attaque limitée aux fragments de grains : Les chenilles s'en prennent uniquement aux fragments de grains, étant incapables de pénétrer un grain entier.

I.5 Cycle de développement

La pyrale indienne de la farine peut compléter son cycle de vie en 27 à 305 jours. Trois jours environ après l'âge adulte émergence, les femelles s'accouplent et pondent leurs œufs. Après l'accouplement, la fécondité peut atteindre jusqu'à 400 œufs/femelle (**Muzafar, 2022**).

A. Les œufs

L'œuf de la pyrale *Plodia interpunctella* est généralement petit, ovale et de couleur blanche . Il est souvent déposé sur des surfaces telles que les produits alimentaires stockés, les emballages ou les coins des étagères l'œuf n'est pas lisse mais présente une texture granuleuse. les mesures sont de 0.5mm × 0.3 mm) (**Hamlin et al., 1931**).

B. Les larves

Les larves constituent le seul stade de croissance des mites alimentaires de couleur blanchâtre, ivoire, verdâtre ou rougeâtre. C'est donc le seul stade ravageur où les insectes se nourrissent véritablement. D'un point de vue métabolique, les besoins énergétiques de ces larves sont phénoménaux. Avec une tête brune. Elle mesure 3 à 9 mm au terme de sa croissance . Elles tissent des fils de soie qui retiennent leurs excréments et contaminent les produits qui deviennent impropre à la consommation (**Mbata et al., 2005**).



(02)

(03)

Figures 02 et 03: Larve de la Pyrale *Plodia interpunctella* (Photos originales).

C. La nymphe

La nymphe mesure de 6 à 11 mm de longueur. Elle est marron clair et généralement cachée dans un cocon de couleur blanc grisâtre pour se protéger contre les prédateurs.

Ce cocon va se trouver dans des anfractuosités pour se protéger. Elle ne s'alimente pas et utilise les réserves constituées par la larve pour toute sa métamorphose. C'est un stade de transformation majeure de l'insecte (Aissaoui, 2022).



(05)**(06)****Figures 05 et 06 : La nymphe de *Plodia interpunctella* (Photo originales)****D. Adulte**

Les adultes émergent des chrysalides. Ce sont les papillons que l'on observe volant autour des zones de stockage des aliments. Ils sont actifs dans la recherche de partenaires pour la reproduction. Selon Mbata et al (2005), l'adulte mesure 10 mm avec 30 mm d'envergure.

**Figure (07) et (08) : Adulte de *Pyrale Plodia interpunctella* (Photo Originale)****I.6 Importances économiques des insectes des denrées stockées:**

Ils attaquent les grains endommagés, comme ils peuvent se nourrir de champignons qui envahir le stock, est l'un des ravageurs les plus mondiaux des produits stockés, car il entraîne une perte de quantité et de qualité. Il donne également au produit une couleur grise avec une odeur piquante et inacceptable et causé l'allergie sur la population humaine (Benchelkh, 2020). Et aussi causer, incluent la perte de poids et une diminution de la qualité des grains et le rendent impropre à la consommation. Et quelque fois une perte du pouvoir germinatif (Belaiath, 2022).

I.7 Alimentation de Pyrale *Plodia interpunctella*

Plusieurs produits sont la cible de la pyrale indienne de la farine. la farine, les céréales, le riz elle consomme a l'occasion des substances végétales et animales séchées généralement la teigne ne se nourrit pas beaucoup les cacahuètes et la farine de maïs car elle prend beaucoup de temps pour se développer par contre le blé du nord du Manitoba qu'il préfère de le développement de plodia indienne (**Dutriex,2013**).

I.8 Biologie

Après l'accouplement, la femelle de teigne pond environ 140 œufs dans les graines le blé. La période d'incubation ne prend pas longtemps.

Lorsque les larves sont matures, elles mesurent 14 à 15 mm de long et changent de couleur en fonction du régime alimentaire. La couleur est blanche et devient verte. Toutes les parties de l'abdomen contiennent de longs poils bruns doux. Les chenilles tissent a l'intérieur des masses alimentaires attaquées se trouvent des fils de soie Taché par des glomérules fécaux causés par la détérioration des aliments Le développement larvaire prend un certain temps, et peut être plus long.

La nymphose a lieu dans un cocon de soie, généralement placé à proximité immédiate. Le cycle de développement des insectes varie de 40 à 90 jours selon la disponibilité de la nourriture, la température ambiante et l'humidité (**Balachowsky, 1962**).

I.9 Méthode de La lutte contre la Pyrale *Plodia interpunctella*

D'après **Dummandji (1978)**, la teigne des fruits secs est un important ravageur de produits stockés. Afin de réduire les attaques de ce Lépidoptère on peut utiliser plusieurs méthodes :

- 1. Stockage approprié :** Conservez les denrées alimentaires sèches dans des récipients hermétiques pour empêcher l'infestation.
- 2. Nettoyage régulier :** Éliminez les débris alimentaires et les résidus dans les zones de stockage pour réduire les sources de nourriture.
- 3. Contrôle de l'humidité :** Maintenez un environnement sec, car les pyrales prospèrent dans des conditions humides. Utilisez des déshumidificateurs si nécessaire.

4. Utilisation de répulsifs naturels : Certains répulsifs naturels, comme les sachets de clous de girofle, peuvent dissuader les pyrales.

5. Pièges à phéromones: Les pièges à phéromones peuvent être utilisés pour capturer les mâles et interrompre le cycle de reproduction.

6. Traitement thermique : Si possible, exposez les denrées infestées à des températures élevées pour éliminer les larves.

7. Utilisation de prédateurs naturels : Introduire des prédateurs naturels, comme des insectes parasitoïdes, peut contribuer à contrôler la population de pyrales.

Méthodes traditionnelles de lutte

I.I.1.1 Exposition au soleil

L'exposition des denrées alimentaires dans des endroits exposés au soleil, pour les soumettre à des températures élevées car cela peut dissuader les pyrales qui préfèrent les zones sombres et humides. et peut contribuer à éliminer les larves et à interrompre le cycle de reproduction (**Joost et al., 1996**)

Enfumage

Des denrées alimentaires qui impliquent l'exposition des produits à la fumée. Dans le contexte que vous avez mentionné, les denrées sont placées en épis au-dessus des foyers domestiques, où la fumée générée agit comme un répulsif contre les insectes. Cette technique n'élimine pas les insectes, mais les dissuade et prévient l'infestation des denrées stockées. (**Joost et al., 1996**)

Utilisation de plantes répulsives

Dans certaines régions, des plantes qui ont un effet répulsif sur la teigne des fruits secs (des plantes insectifuges) sont mélangées avec des graines en effet la lavande, la menthe.

Utilisation de matières inertes

La cendre ou le sable fin sont mélangés aux grains. Ces substances poudreuses comblent les espaces entre les grains et empêchent les insectes femelles d'avancer pour y déposer leurs œufs, et les dessèchent. Le matériel utilisé doit être net et assez fin.

Méthodes de lutte modernes**La lutte physique**

La lutte physique consiste à éliminer les insectes en changeant les conditions du milieu où ils vivent (**Fields, 1992**). Cette méthode utilise le froid, la chaleur, les rayonnements ionisants et les substances inertes pour les combattre (**Fleurat - Lessard, 1987**).

I.10 Température

Selon **Shahein, (1991)** l'élimination des insectes dans les graines en les soumettant à un air chaud à 50° C pendant 3 minutes.

Selon **Khelil (1977)**, deux jours d'exposition à 40°C empêchent toute éclosion possible des œufs, et un traitement de trois jours à 45°C détruit toutes les formes larvaires des insectes ravageurs.

II.10 Gaz inerte

Pour se débarrasser de la majorité des nuisibles qui infestent les grains, il suffit d'augmenter la proportion de dioxyde de carbone ou de nitrogène dans l'air ambiant des silos. Cette méthode est très performante si la concentration de ces gaz dépasse 60% (**While et Jayas, 1996**).

Lutte chimique

La lutte chimique protège les denrées stockées avec des produits chimiques efficaces, mais toxiques. Ces produits nuisent à la santé des êtres vivants et à l'environnement, mais ils sont très performants car ils produisent des résultats intéressants (**Seck, 1994**). Parmi ces produits chimiques, nous citons :

a) Fumigation

Selon (**Cruz et troude, 1988**), La fumigation utilise un gaz toxique pour détruire les nuisibles dans les graines. Elle permet d'atteindre le centre du grain où se cachent les œufs, les larves et les nymphes..

b) Par contact

La méthode de contact consiste à appliquer une couche d'insecticide sur le grain pour éliminer les insectes (**Crus et al., 1988**). On peut utiliser ces produits en poudre ou en solution.

La lutte mécanique

Selon **Cruz et al. (1988)**, ces procédés, qui consistent à transiter les grains, à les secouer et à les passer au tarare, permettent de se débarrasser principalement des adultes libres, mais laissent une partie des larves et des œufs intacts. Ils ne sont donc pas adaptés pour conserver les grains pendant longtemps, sauf si on les répète souvent, ce qui augmente les coûts.

La lutte biologique

Pour protéger les plantes des insectes ravageurs, on peut utiliser plusieurs techniques, comme rendre les mâles infertiles, lâcher des insectes qui parasitent les ravageurs, ou appliquer des virus ou des champignons qui les infectent. On peut aussi choisir des variétés de plantes qui résistent mieux aux attaques des insectes. Dans les zones tropicales, les variétés traditionnelles sont souvent plus efficaces que les variétés améliorées venues d'ailleurs. La résistance aux insectes est un critère essentiel dans la sélection des plantes (**Cruz et al., 1988**).

D'après diverses recherches, les huiles essentielles peuvent servir à protéger les produits stockés des insectes et des nuisibles (**Ibrahim et al., 2001**).

La lutte contre les nuisibles passe notamment par les huiles essentielles de plantes, qui ont été largement étudiées ces dernières années. Leur toxicité se manifeste de plusieurs façons : elles tuent les œufs et les larves, réduisent l'appétit et affectent la respiration des nuisibles (**Aouina et Khelifi, 2018**).

I.10 Les dommages

1. Les larves sont responsables des dommages et ils ne sont pas spécifiques.
2. Elles ciblent principalement les fragments de grains, car elles ne peuvent pas pénétrer dans les grains intacts.
3. La surface des denrées infestées est recouverte de fils de soie et de déjections larvaires.
4. Les toiles formées par ces fils de soie peuvent réduire la qualité des grains infestés et les rendre inconsommables (**Djedid, 2022**).

Chapitre II : Etude des plantes et des huiles essentielles testées

I.2.2 Thymus capitatus

I.1.1 Généralité

L'Algérie se distingue par une flore exceptionnellement riche et variée, qui inclut des espèces méditerranéennes, sahariennes, et des plantes issues d'une flore paléo-tropicale. Avec un total estimé à plus de 3000 espèces végétales appartenant à une multitude de familles botaniques, cette diversité est remarquable (TEHAMI, 2017). Pour valoriser cette richesse botanique algérienne, Dans le cadre de la lutte biologique contre les insectes nuisibles les efforts se sont concentrés sur les espèces de la famille des Lamiacées, en particulier sur *Thymus capitatus*.

La famille des Lamiacées et le genre *Thymus*

Les Lamiacées, avec leurs 187 genres et environ 3000 espèces, constituent une famille remarquablement unifiée au sein des Gamopétales, notoire pour leur générosité en huiles essentielles. Le nom historique "Labiées" vient du mot latin pour "lèvre", en référence à la forme singulière de la corolle de ces plantes (Figueredo ,2007).

Ces plantes sont couramment exploitées pour leurs épices et extraits, qui sont loués pour leurs impressionnantes capacités antimicrobiennes, antifongiques, anti-inflammatoires et antioxydantes(Imène, 2015).

En outre, les Lamiacées sont une source abondante de terpénoïdes, de flavonoïdes, d'iridoïdesglycosylés et de composés phénoliques.(Benayache , 2013).

Le genre *Thymus*, en particulier, rassemble une vaste collection d'espèces, de sous-espèces et de variétés, majoritairement originaires du bassin méditerranéen et utilisées en tant qu'herbes culinaires, fraîches ou séchées. Leurs huiles essentielles sont également très estimées dans les pratiques de médecine alternative pour leurs propriétés antiseptiques, antispasmodiques et antimicrobiennes (El Ajjouri et al., 2008).

Le genre *Thymus* est composé d'environ 300 espèces à l'échelle mondiale, avec 11 espèces endémiques à l'Algérie (Remal et Khachoche, 2017).

I.1.3 Description botanique

Il s'agit d'un arbrisseau nain, mesurant de 20 à 50 cm de haut, avec des rameaux dressés et ligneux. Les jeunes pousses sont blanches et feutrées. Les feuilles, qui peuvent tomber en cas de sécheresse, sont sessiles, presque triangulaires, linéaires et pointues, mesurant de 6 à 12 cm de long et de 1 à 1,8 mm de large. Elles sont bordées de cils à la base et les deux faces sont vert-gris avec des glandes ponctuées.

Les inflorescences sont des pseudo-verticilles denses. Le calice a une longueur de 1 mm avec une lèvre supérieure à trois dents, plus courte que la lèvre inférieure à deux dents, et toutes les dents sont ciliées.

Chapitre II : Etude Des plantes Et Des Huiles Essentielles Testées

Le tube du calice, unique parmi les espèces de *Thymus*, présente 20 à 22 nervures aplaties au dos. La corolle est rose-pourpre, mesurant jusqu'à 1 cm de long, bilabiée avec une lèvre supérieure à deux fentes et quatre étamines. (Djaibet et Zaghoudi, 2018).



Figure 09 :*Thymus Capitatus*(site web 01)

I.1.4 Position systématique

la systématique de *Thymus capitatus* selon (Quezel et Santa, 1963)

Règne	Planta
Embranchement	PhanérogamesouSpermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicots
Sous-classe	Astéridées
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
<u>Genre</u>	<i>Thymus</i>
<u>Espèce</u>	<i>Thymus capitatus</i>

I.1.5 Air etrépartitiongéographique

Principalement répandu dans la région méditerranéenne. En Algérie, cette plante est rare surtout dans la zone de l'Atlas tellien (Quezel et Santa, 1963)

En Europe, y compris le long des côtes du Groenland et dans la région macaronésienne, qui inclut les îles Canaries, Madère et les Açores. On le trouve aussi dans le nord-ouest de

Chapitre II : Etude Des plantes Et Des Huiles Essentielles Testées

l'Afrique, en particulier au Maroc, en Tunisie, en Libye, dans les montagnes éthiopiennes, les montagnes du sud-ouest de l'Arabie et la péninsule du Sinaï. Le thym s'étend jusqu'aux zones arides de l'Asie occidentale, atteignant l'Himalaya, et peut pousser jusqu'aux frontières de la zone tropicale et au Japon. Vers le nord, il est présent en Sibérie et dans le nord de l'Europe (Jalas, 1971).

I.1.6 Propriétés et utilisation

Le thym occupe une place importante dans la médecine traditionnelle, se manifestant à travers différentes formes thérapeutiques telles que l'infusion pour la toux, la décoction pour les maux de tête, l'hypertension et les gastrites, ainsi que l'application locale pour ses propriétés cicatrisantes et antiseptiques. Les huiles essentielles extraites du thymus sont couramment utilisées pour leurs propriétés antiseptiques dans divers secteurs de la pharmacie et servent également d'agents aromatiques dans une large gamme de produits alimentaires (Papageorgio, 1980).

Les huiles essentielles issues de diverses espèces de thym ont été reconnues pour leurs capacités à combattre les bactéries, les champignons et à agir comme antioxydants (Benjlali, 1987; Pellecier, 1980).

I.1.7 Noms vernaculaires

- Nom botanique : *Thymus capitatus*
- Nom(s) vernaculaire(s) : Thym à têtes, thymcapite, thymcorse, thymbracapitata
- Nom arabe : الزعتر، الصعتر

I.1.8 Substances bioactives

Les composés comprennent les acides phénoliques, comme l'acide caféique (Lowan, 1999) acide coumarinique (Takeuchi, Lu, et Fujita, 2004), les flavonoïdes, tels que l'hespéridine, l'ériotrécine, la narirutine et la lutéoline, et les po

Chapitre II : Etude Des plantes Et Des Huiles Essentielles Testées

lyphénols, dont les tanins (Remaci, 2017)

I.1.9 Composition chimique

Le *thym* renferme des substances aromatiques dont le thymol et le Carvacrol sont les éléments principaux, ainsi que des tanins, des composés amers, des saponines et des agents antiseptiques d'origine végétale. (Beloued, 2009).

I.1.10 L'huile essentielle de *Thymus capitatus*

Les études de Bazzine et al, (2018) ont révélé que le *Carvacrol* était le principal composé actif avec une proportion supérieure à 55% dans toutes les régions méditerranéennes. L'échantillon tunisien se distingue par l'absence de *Carvacrol* et la présence du *Thymol* (89,06%) comme composé majoritaire.

Tableau01 : les compositions des huiles essentielles de *Thymus Capitatus*

Pays	Les compositions	Ref	Année
Algérie	γ -terpinène(4,3%), <i>p</i> -cymène(12,4%), α -thujone(0.2%)	YAHIA, B. and N.B.A. SAMIRA, 2015	2015
	Carvacrol (78,78%), <i>P</i> -cymène (6,62%), α -pinène (0,71%)	Chaima, A.I.D. and Z. Ghania,2018	2018
Maroc	Carvacol(55,59%) , <i>p</i> -cymène(11.23%), α -pinène(0.56%)	AINANE, A., et al.,2018	2018
	Carvacrol (70%), β -caryophyllene (8,5%), γ -terpinène (4,3%).	. Aissaoui, A.B., et al.,2018	2018
Tunisie	Carvacrol (58,66-81,49%), <i>P</i> -cymène (3,83-13,17%), γ -terpinène (7,81-3,16%).	Hosni, K., et al.,2013	2013
Libye	Carvacrol(68,19%),Thymol(12,29%)	Džamić, A.M., et al.,2015	2015

I.1.11 Usage traditionnel

T. capitatus est très utilisé en médecine traditionnelle sous certaines formes : les feuilles sont Utilisées en infusion contre la toux, en décoction pour guérir les maux de tête, hypertension et gastrites, en usage externe comme cicatrisants et antiseptiques (**Sadouki et al., 2022**)

I.2 Le genre mentha

La famille des lamiacées regroupe le genre *Mentha*, qui se compose de 61 espèces réparties en quatre sections : *Pulegium*, *Tubulosae*, Eriodontes et *Mentha*. Ces espèces sont présentes dans le monde entier, surtout dans les zones tempérées. Le genre *Mentha* présente une forte tendance à l'hybridation naturelle entre espèces, aussi bien chez les variétés cultivées que chez les formes sauvages (**Cherief, Chebbi, and Brahmi, 2018 ; Sutour, 2010**).

I.2.1 Description botanique

Appartenant aux Lamiacées, une famille qui compte environ 3500 espèces et 8 sous-familles(**Benabdellah, A. and R. Chaabane,2017**), les menthes sont des plantes herbacées vivaces, indigènes et très parfumées, dont le nom latin est *Mentha*. Elles résultent d'un croisement entre la *Menthe* aquatique (*M. aquatica*) et la *Menthe* verte (*M. spicata*)(**Pal, R.S., et al.,2020 et Keltouma, M.B.**)

Cette plante rustique se distingue par une tige à quatre faces et fortement ramifiée, des feuilles simples et opposées, dentées et ovales. Ses petites fleurs, de couleur rose violacé ou blanche, se disposent en épis, en capitules ou en verticilles, soit à l'extrémité des rameaux, soit à l'aisselle des feuilles .(**Keltouma, M.B.**)

La menthe se développe sur des sols humides et frais, riches en matière organique, jusqu'à 1.800 mètres d'altitude. On la trouve dans toutes les zones tempérées du globe.Elle possède un long rhizome, qui s'étend horizontalement, formant des racines et des tiges. Sa tige, qui mesure de 50 à 80 centimètres, est dressée ou ascendante, et se divise en branches opposées. Ses feuilles, qui font de 4 à 10 centimètres de long, sont courtement pétiolées, lancéolées et aiguës. Elles sont d'un vert éclatant, qui vire au rougeâtre au soleil et au rouge cuivré à l'ombre. Elles sont couvertes de gros poils ronds, qui renferment les substances odorantes volatiles. (**Adimi, 2018**)

Ses fleurs, de teinte violacée, forment des épis courts et ovoïdes, au sommet des branches. Son fruit, qui se divise en quatre parties, est enveloppé d'un calice qui persiste après la floraison. Son parfum est intense, sa saveur est piquante et rafraîchissante (**Patra, and Baek, 2014, Adimi, 2018 et Marchioni, 2018**).



Figure 10 : La *menthapiperita* (site web 02)

I.2.2 Air de réparation

La menthe est une plante aromatique originaire d'Asie et d'Europe, qui a colonisé le monde entier. Elle a une odeur agréable et elle est utilisée pour la production et la gastronomie. Les États-Unis sont les plus gros producteurs de menthe au niveau mondial. Mais il s'en produit aussi en Chine, aux Indes, en Australie, dans quelques pays d'Europe (France, Italie) et au Canada (**Lachance, 2001**).

En Afrique du Nord, l'espèce est retrouvée dans beaucoup de jardins et en culture pour des buts culinaires (**Perrot, 1928**).

I.2.3 Systématique

La position systématique selon **Cronquist (1981)**:

Règne	Plantae
Embranchement:	Spermaphytes
Ordre	Tubiflorales(Labiales)
Classe	Magnoliopsida(Dicotylédones)
Sous-classe	Dialypetale
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Mentha</i>
Espèce	<i>Menthapeperita</i>

I.2.4 Nomsvernaculaire

Menthapiperita, menthe poivrée, النعناع

I.2.5 Composition chimique de menthapepirita

La composition chimique de l'huile essentielle extraite de *Menthapiperita* est très complexe, elle a fait l'objet de plusieurs études. D'après **Chialva et al. (1993)** cité par **Aflatuni (2005)**, plus de 200 constituants ont été assimilés.

Les principaux composants sont : le menthol (monoterpénol) : 35 à 70 % et la menthone (cétone) : 20 à 30 %, et d'autres composés minoritaires tels que la menthofuranne : 1 à 2%,

lesmonoterpènes : 2 à 18 %, les sesquiterpènes : 6 %, les esters (Acétate de menthyle) : 2 à

10 %, les oxydes (cinéole) : 5 à 10 %, entre autres (**Abadlia et Chebbour, 2014**).

I.2.6 Utilisation et effet biologique des huiles essentielles de *Menthapiperita*

La menthe est une plante méditerranéenne millénaire, dont le parfum caractéristique la rend facile à identifier. La menthe verte est souvent utilisée pour faire du thé, mais elle a

Chapitre II : Etude Des plantes Et Des Huiles Essentielles Testées

aussi d'autres applications en phytothérapie, en aromathérapie, en parfumerie et en cosmétologie (**Baba Aissa, 1999**).

La menthe possède également de multiples propriétés médicinales. Elle est recommandée comme antispasmodique, aphrodisiaque, analgésique et aromatisante. Elle soulage et apaise les douleurs. Selon des études pharmacologiques, son huile essentielle est efficace pour traiter les troubles digestifs, les spasmes, les inflammations, les colites, les nausées, et certains parasites. Elle a aussi un effet expectorant en cas de bronchite ou de grippe. Elle est à la fois rafraîchissante et analgésique (**Leung, 1996**). Elle a une action cicatrisante et favorise la guérison de la peau.

La menthe sert à aromatiser divers produits, tels que les dentifrices, les chewinggums, les confiseries et les boissons rafraîchissantes...etc. Toutefois, la menthe peut avoir des effets indésirables dans certains cas. Elle est généralement déconseillée aux femmes enceintes. En revanche, elle est utile en cas de retard menstruel. (**Cretti, 1981**),

La menthe a également des propriétés stomachiques qui facilitent le processus digestif et la digestion, ainsi que la lutte contre certains troubles digestifs. Elle a un effet calmant nerveux qui apaise le système nerveux, et un effet stimulant et excitant qui lui confère des vertus aphrodisiaques. Elle permet d'éliminer les gaz intestinaux grâce à son effet carminatif. Ses huiles sont considérées comme des anticatarrhales et des expectorantes. Elles diminuent les sécrétions mucolytiques et aident à les évacuer. Elles agissent aussi sur les voies biliaires en les débouchant et en augmentant leur sécrétion grasse grâce à ses propriétés cholagogues et cholérétiques. Elles sont appréciées pour favoriser les règles grâce à leurs propriétés emménagogues. Parmi les vertus de l'huile essentielle de la menthe, on peut aussi mentionner qu'elle est fébrifuge et qu'elle combat la fièvre. Cette huile est aussi un excellent stimulant qui augmente l'activité physiologique du corps. Il faut savoir que cette substance naturelle a des propriétés anti-infectieuses (**Leung, 1996**).

II. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles, aussi connues sous les noms d'huiles volatiles ou étherées, désignent les extraits aromatiques de plantes. Elles résultent d'un mélange complexe

Chapitre II : Etude Des plantes Et Des Huiles Essentielles Testées

comprenant terpènes, amines, soufre, hydrocarbures non terpéniques, ainsi que d'autres composants comme les acides, alcools et aldéhydes (Roux et Catier, 2007).

II.1 Réparation et localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles, présentes chez environ 2000 espèces végétales réparties en 60 familles, sont abondamment disséminées dans le règne végétal. Elles se trouvent dans toutes les parties vivantes de la plante, avec une composition chimique variable d'un organe à un autre au sein d'une même plante. Ces essences aromatiques sont élaborées par des glandes sécrétrices réparties sur presque toutes les parties aériennes de la plante surtout les feuilles et fleurs (BouchikhiTani, 2010).

II.2 Les compositions chimiques

Les huiles essentielles (HE) sont des mélanges de structures extrêmement complexes, pouvant contenir plus de 300 composants différents. Ces substances sont constituées de molécules très volatiles et appartiennent principalement à la famille des terpènes, incluant les mono-terpènes et les sesquiterpènes (Benayache, 2013)

II.2.1 Les composés terpéniques

Selon (BESSEDIK et BAHRI, 2018) Les hydrocarbures sont des composés naturels constitués d'atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H). Ils peuvent avoir une structure cyclique ou linéaire. L'une de leurs caractéristiques structurales essentielles est la présence d'unités isopréniques à 5 atomes de carbone (C₅H₈) dans leur squelette. Ces hydrocarbures sont classés en fonction du nombre d'unités isopréniques qu'ils contiennent.

- **Monoterpènes (C₁₀H₁₆):** Composés de deux unités isopréniques, les monoterpènes se trouvent dans les huiles essentielles de plantes et ont souvent un parfum agréable.
- **Sesquiterpènes (C₁₅H₂₄):** Composés de trois unités isopréniques, les sesquiterpènes sont également présents dans les huiles essentielles et ont des propriétés variées.
- **Diterpènes (C₂₀H₃₂):** Composés de quatre unités isopréniques, les diterpènes se trouvent dans la résine de conifères et ont des rôles biologiques divers.
- **Tétraterpènes (C₄₀H₆₄):** Composés de huit unités isopréniques, les tétraterpènes sont impliqués dans la photosynthèse chez les plantes.

Chapitre II : Etude Des plantes Et Des Huiles Essentielles Testées

- **Polyterpènes:** Ces hydrocarbures peuvent contenir un grand nombre d'unités isopréniques (n allant de 9 à 30 ou plus) et sont présents dans diverses résines et caoutchoucs naturels.

II.2.2 Les composés aromatiques

Les dérivés du phénylpropane sont moins abondants que les terpénoïdes. Cette classe comprend des composés odorants comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthol, l'estragol, et bien d'autre (**Bruneton, 1999**).

II.2.3 Composés d'origines diverses:

Il soit nombre non négligeable de produits consécutifs de la transformation de molécules non volatiles issues de la dégradation des terpènes non volatiles qui proviennent de l'auto-oxydation (**Piochon, 2008**)

II.3 Le rôle des huiles essentielles

Joué rôle essentielles, elles défendent la plante des microorganismes et des insectes nuisibles ainsi que des herbivores. Leurs constituants résistent comme donneurs d'hydrogène dans la réaction d'oxydoréduction (**Belkacemi et Mokhtari, 2019**). Parmi ces composants, il y a les terpénoïdes qui possèdent un rôle écologique lors des interactions végétales, comme inhibiteur de la germination et aussi lors des interactions végétal-animal, comme agent de protection contre les prédateurs tels que les insectes (**Roger et Hamraoui, 1997**).

Les travaux de **Croteau** en (1977) puis ceux de **Croteau et Hooper** en (1978) ont présentés que, bien qu'étant des produits du métabolisme secondaire, les constituants volatils auraient en fait un rôle de motivant d'énergie lumineuse et de régulateur thermique au profit de la plante (**Randrianarivelo, 2010**)

II.4 Domaines d'utilisation

Le domaine d'utilisation selon **d'Isman (2000)**.

A. Effets anti-inflammatoires : En fonction du type de douleur, différents composés peuvent être utilisés :

- **Esters :** Ils ont des propriétés anti-inflammatoires.
- **Alcools (comme le menthol) :** Ils peuvent également aider à soulager l'inflammation.
- **Aldéhydes (comme le cumin) :** Ils ont des effets anti-inflammatoires

Chapitre II : Etude Des plantes Et Des Huiles Essentielles Testées

B. Effets calmants :

Les aldehydes (comme le citral de la verveine) et les esters (comme le salicylate de méthyle) ont des propriétés apaisantes.

C. Effets anti-infectieux :

Ces composés sont efficaces contre des souches bactériennes résistantes à des antibiotiques récents.

II.5 Propriétés insecticides et insectifuges :

Ils peuvent également agir comme répulsifs contre les insectes et possèdent des propriétés insecticides.

Les huiles essentielles extraites des plantes sont des concentrés riches en éléments chimiques actifs. Leur utilisation peut présenter des risques en raison de leur forte concentration. Voici quelques points importants concernant la toxicité des huiles essentielles :

- **Irritation cutanée** : Certaines huiles essentielles peuvent provoquer des irritations de la peau. Cela est particulièrement vrai pour les huiles riches en **thymol** ou en **carvacrol**.
- **Allergies** : Les huiles essentielles riches en cinnamaldéhyde peuvent être allergènes pour certaines personnes.
- **Phototoxicité** : Certaines huiles essentielles peuvent devenir phototoxiques lorsqu'elles sont exposées au soleil. Cela signifie qu'elles peuvent causer des réactions cutanées indésirables si vous vous exposez au soleil après les avoir appliquées (**Naganuma et al., 1986**).

***Chapitre III : Matériel et
Méthodes***

I. Objectif

L'objectif de cette étude consiste à évaluer l'effet des huiles essentielles extraites de *Mentha piperita* et *Thymus capitatus* sur le ravageur des céréales telles que l'orge, le blé et le son de blé. Ce ravageur est connu sous le nom de la pyrale *Plodia interpunctella*

II. Matériel et Méthodes

II.1 Matériel de laboratoire

1. Pince
2. Des recipients
3. Balance analytique
4. Etuve obscure réglée a température de 25°C
5. Boites de Petri
6. Micro Pipette



Figure11 : micro pipette(photo originale).

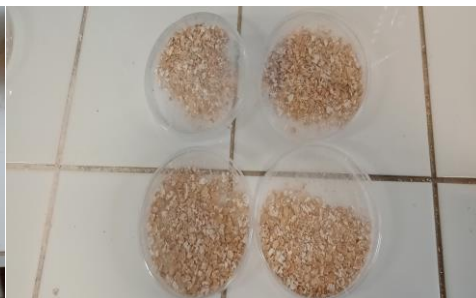


Figure12 : Boites de Petri



Figure13:Etuve obscure

II.2 Matériel animal (Technique d'élevage)

Les larves de *Plodia interpunctella* ont été prélevées à partir d'une semoule infestée provenant d'un stock endommagé. Pour l'élevage, nous avons utilisé du son de blé déposé dans des boîtes de Pétri comme substrat alimentaire pour les insectes. La température d'élevage a été maintenue à 25°C. Les larves du dernier stade ont été récupérées en vue de l'expérimentation.

II.3 Matériel végétal (huiles essentielles testées)

Nous avons utilisé deux huiles essentielles issues de plantes aromatiques pour nos tests.



Figure 14 : Les huiles essentielles extraites des deux plantes *Thymus capitatus* et *Mentha piperita*

Tableau 2 : Présentation des huiles essentielles testées

Nom commun	Nom scientifique	Famille	Origine
Menthe poivrée	<i>Mentha piperita</i>	Lamiacées	Acheté
Thym Zaatar	<i>Thymus capitatus</i>	Lamiacées	Acheté

II.4 Choix des doses

Nous avons évalué l'efficacité larvicide de cinq doses d'huile contre les larves de la pyrale *Plodia interpunctella*. Les doses sélectionnées étaient les suivantes : **1 µL/10 g de son de blé, 3 µL/10 g de son de blé, 5 µL/10 g de son de blé, 7 µL/10 g de son de blé et 9 µL/10 g de son de blé.**

Pour mener à bien ces tests, nous avons utilisé deux boîtes en plastique (2 répétitions pour chaque dose). Dans chaque boîte, nous avons ajouté **10 g de son de blé (Figure 2)** en tant que source alimentaire pour les larves de *Plodia interpunctella*.

En utilisant une micropipette, nous prélevons la quantité requise d'huile essentielle et ajoutons cette solution (composée d'une dose en huile essentielle et de 1 ml d'acétone) dans chaque boîte de Pétri. Nous laissons les boîtes ouvertes pendant environ **10 minutes** pour permettre l'évaporation du solvant **acétone**. Ensuite, nous infestons les boîtes de Pétri avec six larves de *Plodia interpunctella*.

Tableau 03 : les doses en huiles essentielles :

La dose utilisée	Nombre de répétitions	Quantité d'Acétone	Substrat alimentaire	Nombre de larves
1 µl des huiles de MP et TC	2 boites	1 ml d'acétone	10 g de son de blé	6 larves
3 µl des huiles de MP et TC	2 boites	1 ml d'acétone	10 g de son de blé	6 larves
5 µl des huiles de MP et TC	2 boites	1 ml d'acétone	10 g de son de blé	6 larves
7 µl des huiles de MP et TC	2 boites	1 ml d'acétone	10 g de son de blé	6 larves
9 µl des huiles de MP et TC	2 boites	1 ml d'acétone	10 g de son de blé	6 larves

Pour l'expérience témoin, nous avons placé six larves dans des boîtes de Pétri. Le substrat alimentaire était constitué de **10 g de son de blé**, avec **1 ml d'acétone** (sans utilisation des huiles essentielles).

Nous avons réalisé deux répétitions (soit deux boîtes de Pétri).



Menthapepirta

Thymus capitatus

Figure 15: les essais avec les 5 doses en huiles essentielles pour les deux plantes aromatiques *Menthapepirta* et *Thymus capitatus* .

III. Expression des résultats

III.1 Correction de la mortalité

L'efficacité d'un insecticide est évaluée en mesurant la mortalité. Cependant, les chiffres de mortalité observée doivent être corrigés en tenant compte des taux de mortalité naturelle dans les groupes témoins. En effet, le nombre d'individus morts dans une population traitée par un toxique ne correspond pas au nombre réel d'individus tués par ce toxique(**d'Abbott,1925**).

Dans toute population traitée, il existe une mortalité naturelle qui s'ajoute à la mortalité provoquée par le toxique. Les pourcentages de mortalité doivent donc être corrigés à l'aide de la formule **d'Abbott (1925)** :

$$MC\% = (M - M_t \times 100) / (100 - M_t)$$

MC : la mortalité corrigée

M : % de morts dans la population traitée

M_t : % de morts dans la population témoin

III.2. Calcul des Doses Létales

Dans le but d'une classification des huiles essentielles testées selon leurs toxicités, il est important de calculer la DL50 et le TL50.

III.2.1. Détermination de la DL50 :

La DL50 (dose létale 50) représente la quantité d'une substance qui entraîne la mort de 50 % des individus d'un même lot lors d'une exposition déterminée. Pour calculer la DL50, nous avons utilisé la méthode des analyses de Probits. Les pourcentages de mortalité corrigée ont été transformés en probits, et une régression du logarithme de la dose en fonction des probits de mortalité a été réalisée à l'aide du logiciel MINITAB (version 18). Cela nous a permis de déterminer la DL50 pour les deux huiles testées (**BouchikhiTani, 2010**).

Nous avons calculé la dose létale pour 50 % de la population d'insectes afin de comparer la toxicité des deux huiles essentielles : *Mentha piperita* *Thymus capitatus*.

III.2.2 Détermination de TL50

Dans cette section, nous abordons la détermination de la TL50 (temps léthal) pour les larves de *Plodia interpunctella*. La TL50 représente la durée d'exposition nécessaire pour entraîner la mortalité de 50 % des larves, pour une dose spécifique. Nous avons calculé ces valeurs en utilisant la méthode des analyses de Probits, afin de confirmer les résultats de la DL50 (dose létale) et de comparer la toxicité de deux huiles essentielles.

IV. Analyse statistique des données

Nous avons soumis les résultats obtenus à une analyse de la variance en utilisant le test statistique ANOVA 2 de deux facteurs (Dagnelie, 1970). Cette analyse nous a permis d'évaluer l'impact de la dose et de la durée d'exposition des huiles essentielles de *Mentha piperita* et de *Thymus capitatus* sur le taux de mortalité des larves de *Plodia interpunctella*.

L'étude statistique a été réalisée à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2007.

Chapitre IV : Résultats et Discussion

Ce chapitre présente les résultats et la discussion concernant l'étude de l'activité larvicide des huiles essentielles de *Mentha piperita* et *Thymus capitatus* sur la pyrale *Plodia interpunctella*.

Résultats

I. Efficacité des huiles essentielles

Les résultats sont présentés comme suit :

I.1 La mortalité en élevage témoin

Après 7 jours d'exposition, aucune mortalité des larves n'a été observée dans les deux boîtes de Pétri de l'élevage témoin (utilisant uniquement de l'acétone).

I.2 Mortalité avec les huiles essentielles

A. *Mentha piperita*

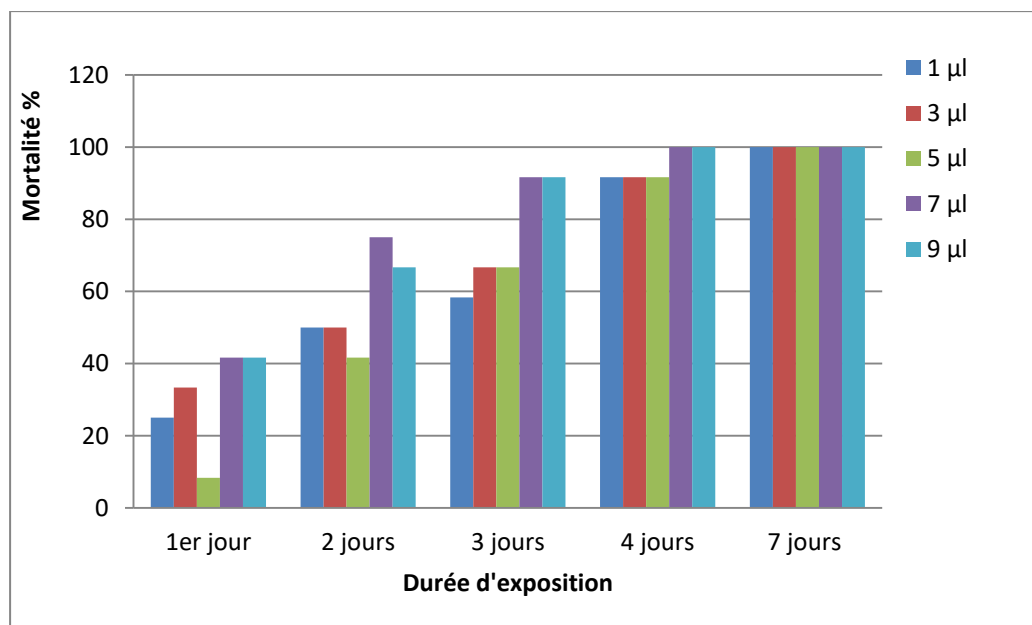


Figure 16: Evolution de la mortalité des larves de *Plodia interpunctella* en fonction de temps et des doses en huiles essentielles de *Mentha piperita*.

Pour le facteur dose en huiles, elle existe une différence significative entre les moyennes de mortalité avec $F=6,7514451$ pour $P=0,0022111$.

Pour le facteur durée d'exposition, elle existe une différence hautement significative entre les moyennes de mortalité avec $F=69,063584$ pour $P=6,91 \cdot 10^{-10}$.

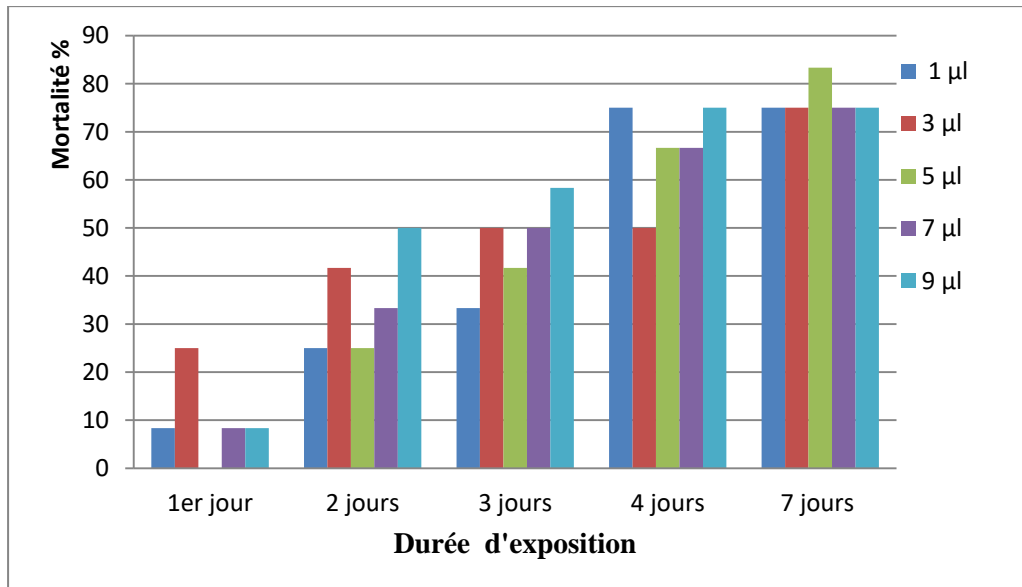
B. *Thymus capitatus*

Figure 17: Evolution de la mortalité des larves de *Plodia interpunctella* en fonction de temps et des doses en huiles essentielles de *Thymus capitatus*.

Pour le facteur dose en huiles, il n'y a pas une différence entre les moyennes de mortalité avec $F= 1,064276$ pour $P=0,40613921$.

Pour le facteur durée d'exposition, elle existe une différence hautement significative entre les moyennes de mortalité $F= 42,953928$ pour $P= 2,3075 \cdot 10^{-08}$.

II. Comparaison de la toxicité des huiles essentielles sur les larves de *Plodia interpunctella*

II.1 La dose létale pour 50% des larves de *P. interpunctella* (DL50)

La transformation des mortalités corrigées des larves après deux jours d'exposition en probits, ainsi que la régression de ces données en fonction des logarithmes des doses en huiles essentielles, ont conduit aux résultats suivants :

- *Menthapepirita*

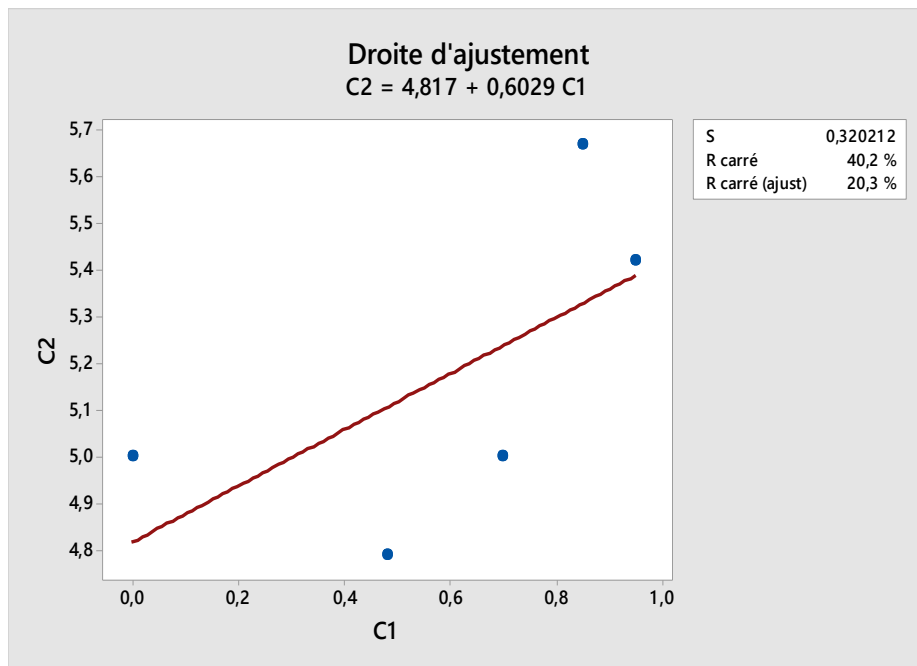


Figure 18 : Droite de régression (Log) doses en huiles essentielles de *Menthapepirita* / mortalité (probits) des larves.

- *Thymus capitatus*

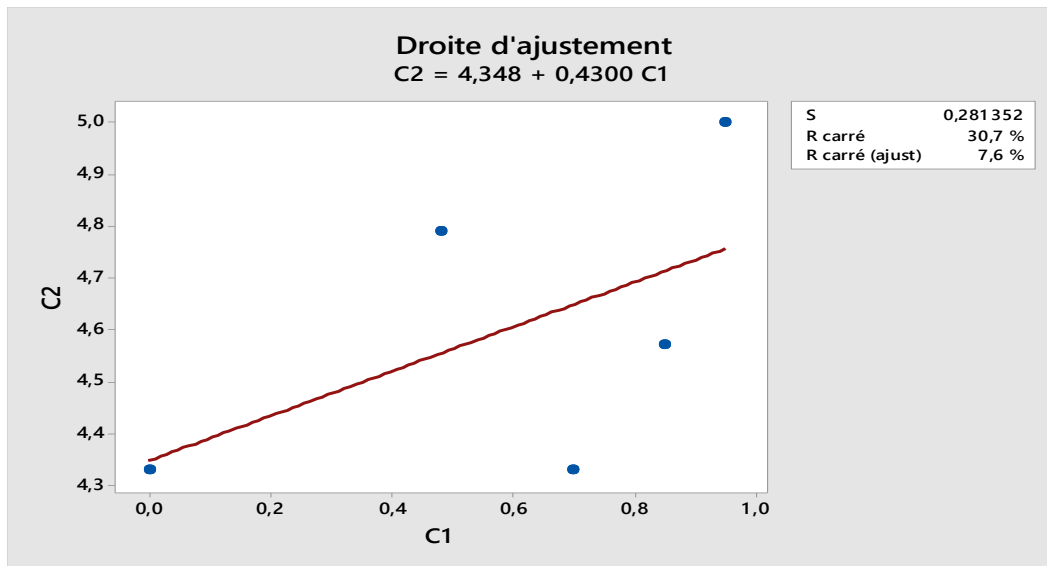


Figure 19: Droite de régression (Log) doses en huiles essentielles de *Thymus capitatus* / mortalité (probits) des larves.

II.2 Le temps léthal pour 50% des larves de *P. interpunctella* (TL50) :

La transformation des mortalités corrigées des larves après deux jours d'exposition en probits, (en utilisant 05µl / 10g son de blé) ainsi que la régression de ces données en fonction des logarithmes des doses en huiles essentielles, ont conduit aux résultats suivants :

I.2 *Mentha piperita*

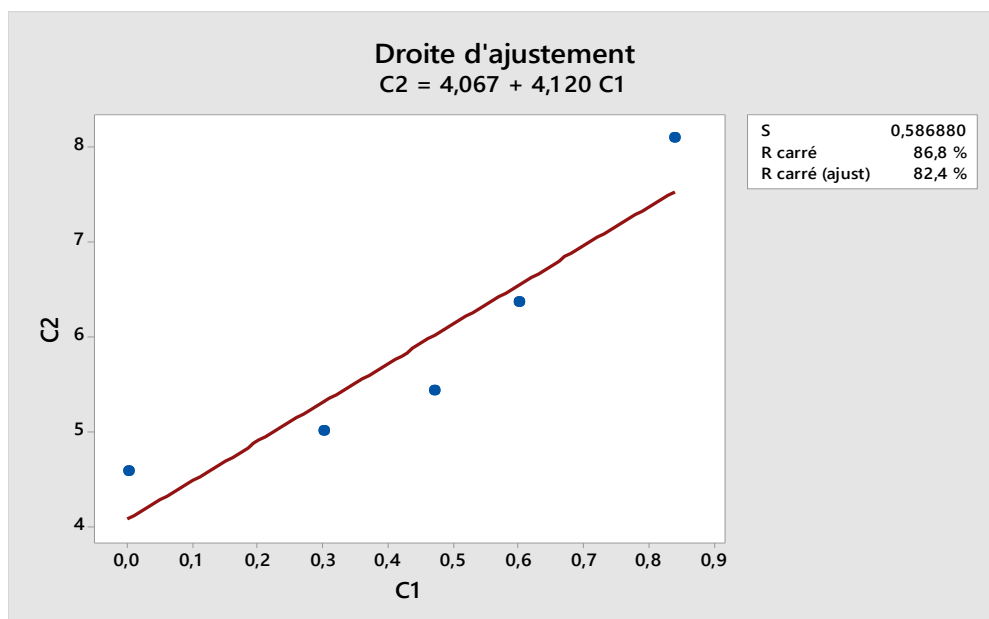


Figure 20 : Droite de régression (Log) durée d'exposition aux huiles essentielles de *Mentha piperita* / mortalité (probités) des larves.

II.2 *Thymus capitatus*

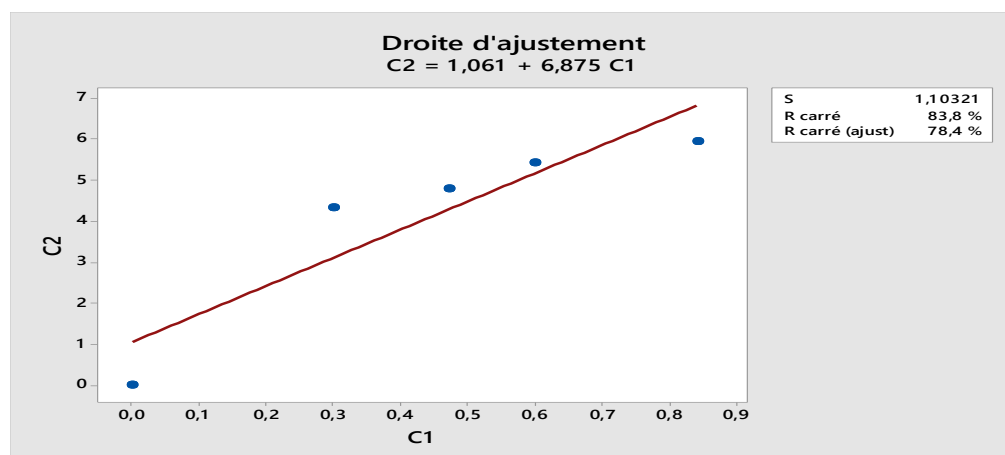


Figure 21: Droite de régression (Log) durée d'exposition aux huiles essentielles de *Thymus capitatus* / mortalité (probits) des larves.

Tableau 4: Valeurs de la DL50 après deux jours d'exposition aux huiles essentielles essayées

Les HE	Equation de régression	DL50
<i>M. piperita</i>	$C2 = 4,817 + 0,6029 C1$	2,01 μ l
<i>T. capitatus</i>	$C2 = 4,438 + 0,4300 C1$	32,83 μ l

Selon les valeurs de la DL50, on peut exprimer que les huiles essentielles extraites de *Mentha piperita* sont plus toxiques sur les larves de *plodia interpunctella* corrélativement aux huiles de *Thymus capitatus*.

Tableau 5 : Valeurs de TL50 en utilisant la dose 5 μ l / 10g son de blé de deux aux huiles essentielles essayées

Les HE	Equation de régression	TL50
<i>M. piperita</i>	$C2 = 4,067 + 4,120 C1$	1.68 jours
<i>T. capitatus</i>	$C2 = 1,061 + 6,875 C1$	3.74 jours

Les valeurs de TL50, réaffirment le classement de deux huiles essentielles essayées selon leur toxicité, de ce fait les HE de *Mentha piperita* sont plus toxique << larvicides >> par rapport aux huiles de *Thymus capitatus*.

Discussion

Selon nos observations après avoir évalué l'activité biologique des huiles essentielles issues des plantes aromatiques *Menthapepirita* et *Thymus capitatus*, nous avons constaté un effet larvicide sur les larves de la pyrale *Plodia interpunctella*.

A la lumière des résultats obtenus nous pouvons déduire que les huiles essentielles testées présentent un effet larvicide remarquable par rapport au test témoin. En effet, dans les conditions du laboratoire, la mortalité des larves était nulle au sein du test témoin après 7 jours d'exposition. Cependant, en utilisant la dose la plus élevée (soit 9 µL/10 g de son de blé en huiles essentielles), la mortalité des larves pouvait atteindre 75,00 % avec l'huile essentielle de *Thymus capitatus* et 100 % avec l'huile de *Menthapepirita* après la même durée d'exposition.

Nos résultats sont en accord avec les travaux de plusieurs auteurs qui ont mis en évidence l'action des huiles essentielles sur la mortalité des ravageurs des denrées stockées

De nombreux chercheurs ont démontré l'activité insecticide par l'huile essentielle de la menthe poivrée sur de nombre deux insectes ravageurs des denrées stockées (**Raja et al. 2001; Aissa et Berkane, 2014 ; Koroghli, 2018; Acharaiou et Kaced, 2019**).

Benayad (2013) affirme que les huiles essentielles de *Menthapulegium*(Lamiaceae) et *M. piperita* possèdent une action biocide inhalatrice forte vis-à-vis de *R. dominica* et *Sitophilusoryzae* dont la mortalité totale des individus est marquée après 24h de traitement à la dose 3µl.

De même, **Benazzedine (2010)** a démontré l'effet toxique par inhalation des huiles essentielles de romarin et de la menthe verte sur les adultes de *T.confusum*. Les deux huiles essentielles ont provoqué une mortalité de 100% après 24h d'exposition au traitement.

BAZI et BELHACEL (2023), affirment par les résultats obtenus à travers leurs travaux, une nette différence dans l'efficacité des trois huiles essentielles testées. A cet effet, l'huile essentielle de marjolaine à coquilles et la menthe poivrée paraissent plus efficaces comparées à celle de la sauge sclarée.En effet, les huiles essentielles de la marjolaine à coquilles et de la menthe poivrée présentent une activité insecticide sur les adultes de *T. confusum* avec des CL50 égales à 30 µl et 65 µl, respectivement

Selon **Djedid (2022)** les résultats obtenus après l'évaluation de l'activité biologique des huiles essentielles des deux plantes aromatiques de *Pinushalepensis* et *Lavandulastoechas* montrent un effet larvicide sur les larves de pyrale *Plodia interpunctella*. Ces résultats ont montré que les huiles essentielles testées ont un effet larvicide remarquable par rapport au témoin, en effet la mortalité des larves au témoin dans les conditions du laboratoire est nulle après 7 jours d'exposition, alors qu'en utilisant la dose la plus élevée soit 9µL/10g de son de blé en huiles essentielles, la mortalité des larves peut atteindre 94,44% avec l'huile essentielle de Pin d'Alep et 88.89% avec huiles de *Lavandulastoechas* après la même durée d'exposition.

Les études de **Mahmoudvand et al., (2011)** ont montrées que deux plantes de la famille des Lamiaceae *Rosmarinus officinalis* L et *Zataria multiflora* ont une toxicité par fumigation envers les adultes de *P. interpunctella*.

D'après **Benali (2024)**, les huiles essentielles extraites des deux plantes aromatiques *Laurus nobilis* et *Ocimum basilicum* présentent un effet larvicide sur *Plodia interpunctella* avec des DL50 de 7,88 µl et 8,83 µl et des TL50 de 2,92 jours et 3,69 jours respectivement.

Conclusion générale

Conclusion

L'utilisation croissante des insecticides de synthèse (chimiques), bien que de plus en plus réglementée pour protéger l'environnement, entraîne une augmentation des cas de résistance chez les insectes. Dans ce contexte, l'utilisation de molécules naturelles aux propriétés insecticides, d'intérêt écologique et économique, constitue une alternative viable aux insecticides synthétiques. Contrairement aux pesticides chimiques, ces bio-insecticides végétaux sont moins toxiques pour l'homme. Ils permettent de réduire la pollution des écosystèmes causée par les pesticides utilisés en agriculture, préservant ainsi les denrées stockées et minimisant les effets nocifs sur l'environnement humain.

A la lumière des résultats obtenus concernant l'étude de l'activité larvicide des deux huiles essentielles de *Thymus capitatus* et *Mentha piperita* sur les pyrales *Plodia interpunctella* nous pouvons dire que ces huiles essentielles provoquent un effet létal sur les larves de *Plodia interpunctella*.

Les facteurs les plus importants qui influencent la mortalité des larves sont la durée d'exposition et la dose utilisée. La dose la plus forte des huiles essentielles c'est 9µL/10g son de blé pour *Mentha piperita* et *Thymus capitatus* conduit à une mortalité des larves de la pyrale *Plodia interpunctella* jusqu'à 90.89%.

Finalement, on peut déduire que les huiles essentielles de *Mentha piperita* et *Thymus capitatus* présentent un effet toxique parce qu'ils renferment des composés chimiques majoritaires connus par leur activité toxique sur les insectes comme le thymol et le carvacrol, ce qui explique les résultats obtenus fort intéressants sur l'activité larvicide vis-à-vis de *Plodia interpunctella*.

Comme perspectives, il sera important de tester d'autres huiles essentielles extraites des plantes aromatiques notamment de la famille des Lamiacées sur les larves de *Plodia interpunctella*.

Comme il sera important de tester ces huiles essentielles dans les véritables conditions de stockage.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Acharaiou et Kaced., (2019)** : Activité insecticide des huiles essentielles de la menthe poivrée et de la sauge officinale sur la bruche chinoise (*Callasobruchuschinensis* L.) (Coleoptera : Chrysomelidae). Mémoire de master en sciences biologiques, UMMTO, 71p
2. **Adimi, L.Z.,** *Contribution à l'étude des effets antimicrobiens et antioxydants d'une plante médicinale: la mélisse (Melissa officinalis).* 2018
3. **AINANE, A., et al.,** *Composition chimique et activité anti insecticide des huiles essentielles de Thymus du Maroc: Thymus Capitatus, Thymus Bleicherianus et Thymus Satureioides.* 2018. *journal of proceedings biosune* .
4. **Aissaoui, A.B., et al.,** *Activité Acaricide Des Huiles Essentielles Du MenthaPulegium, OriganumCompactum Et Thymus Capitatus Sur L'acarien Phytophage TetranychusUrticae Koch (Acari: Tetranychidae).* EuropeanScientific Journal, ESJ, 2018. **14(3):** p. 118.
5. **Aissaoui, F. (2022).** *Biologie et lutte contre trois pyrales des denrées stockées (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI TIZI-OUZOU).*
6. **Aissat K., Berkane N., (2014)** : Effet insecticide des deux huiles essentielles de *Thymus zygis* L. et de *Menthapiperita* L. (Lamiacées) à l'égard des adultes de la bruche de la fève *Bruchusrufimanus* Boh (Coleoptera: Chrysomelidae). Mémoire de Master II, UMMTO, 60p
7. **Aouina A., khelifi N., 2018** : Evaluation de l 'effet répulsif de *Cuminumcyminum* L. et *Foeniculumvulgare* Mill, sur l'insecte des céréales stockées *Triboliumcastaneum* (Herbst), Mémoire de Master, Univ: M'Sila, p 41
8. **Baba Aissaf.,** 1999 - Encyclopédie des plantes utiles (Flore d'Algérie et du Maghreb), Librairie moderne, Rouïba, 173
9. **Balachowsky A.S., 1962.** Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et Cies. TomeI. Vole I, 564 P
10. **Belaiath A. 2022.** Bioactivité de deux extraits de plantes spontanées sur un ravageur de denrées stockées. mémoire de Science de la Nature et de la Vie Université Mohamed Khider de Biskra. p14,22,23

Referances bibliographique.....

11. **Belkacemi O., et Mokhtari A (2019)**. L'effet insecticide des huiles essentielles de Rosmarinus, officinalis L et Artemisia herba-alba A sur Aphisfabae. Mémoire Master en Protection des végétaux. UnivAkliMouhandOulhadjBouira., p (15-16)
12. Beloued, A (1998), Plantes médicinales d'Algérie.2émeEdition Office des publications.
13. Benali Z., 2024. Activité larvicide sur la pyrale *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) des huiles essentielles extraites de *Laurusnobilis* et *Ocimum basilicum*. Mémoire de Master en écologieanimale. Université de Tlemcen.
14. **Benayache, F.**, *Etude phytochimique et biologique de l'espèce Thymus numidicus Poiret.2013.mémoire magister universiteconstantine 1.*
15. **Benayad N., (2013)**: Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Thèse de doctorat Chimie Organique Université Mohammed V, P196.
16. **Benazzeddine S., (2010)** : Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis- à vis de Sitophilusoryzae (Coleoptera; Curculionidae) et Triboliumconfusum (Coleoptera; Tenebrionidae). Mémoire d'ingénieur d'état en sciences agronomiques. 30p.
17. **Bessedik, Z. and B. Bahri**, *Evaluation de L'effet insecticide de l'extrait méthanoïque et les huiles essentielles des feuilles de Calamintha nepeta vis-à-vis des puceronsdes agrumes*. 2018.Mémoire de Master.Université de mostaganem
18. **Boucekrit, M.**, *ETUDE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE*
19. *Bouchra, L., Moubarek, B., & Ancer Amina, W. (2023). Etude de l'activité larvicide des produits naturels (Doctoral dissertation, university center of abdalhafidboussouf-MILA).*
20. **Boukhalfa H. et Rouabah I. 2020**.L'utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre les insectes des denrées stockées (Recherche bibliographique). mémoire de master.p8,9. caroubes, Ectomyeloisceratoniae. Extrait des comptes rendus des journées du CERAG.12p.104.
21. **Chaima, A.I.D. and Z. Ghania**, *Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles de Rosmarinusofficinalis L. et du Thymus capitatus L. sur des agents d'otomycose: Cas d'Aspergillus niger*. 2018. mémoire de master . université de guelma
22. **Cherief, F., A. Chebbi, and F.E .Brahmi**, *Biosynthèse de nanoparticules a base d'extrait de plantes et la caractérisation de leurs activités biologiques*. 2018.

Referances bibliographique.....

23. **Cowan, M.M.**, *Plant products as antimicrobial agents*. Clinical microbiology reviews, 1999. **12**(4): p. 564-582.
24. **Cretti I., 1981** - les plantes aromatiques et médicinales, comment les reconnaître et les utilisées, Ed. Atlas, p128
25. **Cruz 17. J.F., Troude T., Griffon D. & Hebert J.P (1988)**. Conservation des grains en régions chaudes. 2. éd Paris, France, ministère de la Coopération et du Développement. 545p.
26. **Dagnelie P (1970)** : Théories et méthodes statistiques. Vol 2, Les presses agronomiques de Gembloux A.S.B.L
27. **Djedid A. 2022**. larvicide des huiles essentielles de Pinushalepensis et Lavandulastoechas sur la pyrale Plodia interpunctella (Lepidoptera: Pyralidae). Mémoire de master. Université Aboubekr belkaid – tlemcen. ptlemcen.p4.
28. **Doumandji, S., 1978**. Contribution à l'étude biologique de la pyrale des
29. **Dutreix C (2013)**. Papillons diurnes et nocturnes de Bourgogne, Ouvrage, L'escargot savant : 368p.
30. **Džamić, A.M., et al.,** *Libyan Thymus capitatus essential oil: antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and colon pathogen adhesion-inhibition properties*. Journal of applied microbiology, 2015. **119**(2): p. 389-399.
31. **El Ajjouri, M., et al.,** *Activité antifongique des huiles essentielles de Thymus bleicherianus Pomel et Thymus capitatus (L.) Hoffm. & Link contre les champignons de pourriture du bois d'œuvre*. journal of Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, 2008. **12**(4): p. 345- 351.
32. **Fields, P. G., 1992** : The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. J. Stored Prod. Rev. N°34. Pp : 269-277.
33. **Figueredo, G.,** *Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne*. 2007, Thèse de doctorat Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II
34. **Fleurat - Lessard, F., 1987** : Evolution des méthodes de détection et de protection des grains par des procédés physique. Annales de L'A.N.P.P., 6, pp 449-458.
35. **Haddou M. 2022**. Activité larvicide des huiles essentielles du citron et de la menthe poivrée sur la pyrale Plodia interpunctella (Lepidoptera : Pyralidae). Mémoire de Master. Université ABOUBEKR BELKAID-TLEMCEM, p3, 5,11.

36. **Hamlin (J.C.), Reed (W.D.) et Phillips (M.E.) (1931).** — Biology of the
37. **Hosni, K., et al.,** *Enzyme-assisted extraction of essential oils from thyme (Thymus capitatus L.) and rosemary (Rosmarinus officinalis L.): Impact on yield, chemical composition and antimicrobial activity.* journal Industrial Crops and Products, 2013. **47**: p. 291-299.
38. **Ibrahim M.A., Kainulainen P., Aflatuni A., Tilikkala K., Holopainen J.K., 2001** :Insecticidal, repellent antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limolene and its suitability for control of insect pests. Agricultural and Food Science in Finland, vol10 ,pp 243-259.
39. **Imène, L.,** *Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de Lavandula officinalis.* Revue de Nature & Technologie .2015
Indian meal moth on dried fruit in California (U.S. Dept. Agr. Tech. Bull., 242, pp. 1- 26)
40. **Isman B (2000)** .Plant essential oils for pest and disease management. Crop protection. 19, pp : 603-608. isoprenoids in the soil horizons around Pinus halepensis trees. Soil Biology and Biochemistry 40, 2937–2947.
41. **Jalas J., 1971-** Note of *Thymus L. (Labiatae)* in Europe. I. Supraspecific classification and nomenclature. *Botanical Journal of the Linnean Society*, N° 64, pp. 199-215.
42. **Kabouche Z., Boutaghane N., Laggoune S., Kabouche A., Ait-Kaki Z., Benlabeled K., 2005.** Comparative antibacterial activity of five Lamiaceae essential oils from Algeria. The International Journal of Aromatherapy, 15, 129-133.
43. **Keltouma, M.B.,** *Effet de la fertilisation sur le rendement de l'espèce de la menthe verte*
44. **Khelil M. A., 1977** - Influence de la chaleur utilisée comme moyenne de lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera : Bruchidae) sur les différents états et stades de développement. These Ing. Agr. INA, 77p (référence bibliographique).
45. **Lahrech(2010).** Extraction et analyses des huiles essentielles de *Mentha pulegium* L. et de *Saccocalyx satureioides*. Tests d'activités anti bactériennes et antifongiques, (Theses, Univ'd'Oran Es-Senia, Oran).
46. **Leung A.Y. et Foster S., 1996** - Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs and cosmetics, a Wiley-Interscience Publication. 649p.
47. **Mahmoudvand M, Abbasipour, H, Basij M, Hosseinpour M. H Rastegar F, and Bagher M N (2011).** Fumigant toxicity of some essential oils on adults of some stored product pests. Chilean Journal of Agricultural Research 71(1):83-89

48. **Mbata, G. N., Shapiro-Ilan, D. I., 2005.** Laboratory evaluation of virulence of heterorhabditid nematodes to *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera:Pyralidae). *Environmental Entomology*, 34(3), 676-682.
49. **Naganuma M., Hirose S., Nakayama Y., Nakajima K. et Someya T (1985).** A study of the phototoxicity of lemon oil. *Arch. Dermatol. Res.* 278, 31-36.
50. Papageorgiou, M., & Skendi, A. (2018). Introduction to cereal processing and by-products. In *Sustainable Recovery and Reutilization of Cereal Processing By-Products*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102162-0.00001-0>
51. **Pal, R.S., et al.,** *A Review on the Recent Flavoring Herbal Medicines of Today*. 2020.
52. **Perrot E.M., 1928** - Cultures des plantes médicinales. Ed. Presse universitaires de France, 294 p
53. **Piochon, M.,** *Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse*. 2008: Université du Québec à Chicoutimi.
54. **Pretty J, Hine R (2005).** Pesticide use and the environment in The pesticide detox - Towards a More Sustainable Agriculture. EARTHSCAN: London, Sterling, VA; 293 p.
55. **Quezel, P., S. Santa, and O. Schotter,** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales-v. 1-2*. 1962.
56. **Raja N., Albert S., Ignasimuthu S., Dorn S., (2001):** Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Collosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. *J. Stored Prod. Res.* 37: 127-132
57. **Randrianarivelo R(2010).** Etude de l'activité antimicrobienne d'une plante endémique de Madagascar « *Cinnamosma fragrans* », alternative aux antibiotiques en crevetticulture. Thèse de doctorat en biochimie. Univ d'Antananarivo Madagascar., p (22)
58. **Remaci, D.,** *Effets antimicrobiens de l'extrait à l'hexane aqueux de *Thymus vulgaris* (Thym) récolté dans la région de Naama sur la croissance des germes lactiques: *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus**. 2017. mémoire de master, université de Mostaganem.
59. **Roger C., et Hamraoui A (1997).** Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques, *Acta Botanica Gallica*, 144(4), p (401-41

Referances bibliographique.....

60. **Roux, D., Catier, O. (2007)** : Botanique Pharmacognosie Phytothérapie. Wolters Kluwer France.
61. **SADOUKI, O., & MEHIRIS, Z.** Caractérisation et activité antioxydante des nanoparticules synthétisées à partir d'extrait aqueux de deux plantes aromatiques (Doctoral dissertation, Université KASDI-MERBAH Ouargla).
62. **SEDIRA, F., & RAMDANI, L. (2018).** *Activité répulsive et larvicide de l'huile essentielle d'Artemisia herba alba sur Plodia interpunctella et Ephestiakuethniella, deux espèces ravageurs des denrées stockées* (Doctoral dissertation, Universitelaarbitebessitebessa).
63. **Shahein a., 1991** :Susceability of some stored product insects to high and two temperatures. **Zagazig. J. Agri. Res. Egypt.** Vol 18(2) pp : 77- 584.
64. **Sutour, S.,** *Etude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de menthe de Corse et de Kumquats.* 2010, Université de Corse
65. **Takeuchi, H., Z.-G. Lu, and T. Fujita,** *New monoterpeneglucoside from the aerial parts of thyme (Thymus vulgaris L.).*journal of Bioscience, biotechnology, and biochemistry, 2004. **68(5):** p. 1131-1134.
66. **Tehami, W.,***Caractérisation phytochimique et évaluation du potentiel antioxydant, antimicrobien et anti-inflammatoire de Salviaargentea.* 2017.thèse de doctorat .université de Sidi bel abbas .
67. **Wafaa, R. and K. Zeyneb,***Initiation à l'Elaboration d'une carte de répartition du genre Thymus et l'étude de la composition chimique des huiles essentielles de Thymus Serpyllum L. récoltée du massif Dahra Zaccar région d'El Amra-wilaya de Ain Defla.* 2017
68. **While et Jayas., 1996:** La lute physique en phytoprotection.
69. **Yahia, B. and N.B.A. Samira,** *Activités antimicrobiennes et insecticides de Thymus capitatus, Daucus crinitus et Tetraclinisarticulata sur la mineuse Tutaabsoluta (Meyrick) et la microflore pathogène de la tomate Lycopersicumesculentum.* 2015.Thèse de doctorat.université de Telmcen .

Site web(02) :

<https://www.boutique-vegetale.com/p/menthe-poivree-mentha-x-piperita>.

Site web (01) :

<https://www.promessedefleurs.com/vivaces/vivaces-aromatiques/thymus-capitatus-thym-a-tetes.html>