

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

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département Ecologie et environnement

Laboratoire de recherche : valorisation d'Action de l'Homme pour la Protection
d'Environnement et Application en Santé Publique



MÉMOIRE

présenté par

BENAOUDA Maïssa

En vue de l'obtention

de MASTER En Ecologie animale

Thème

Effet des huiles essentielles extraites -de *Cedrus atlantica* et le *Melaleuca alternifolia* sur la mortalité des larves de la pyrale *Plodia interpunctella*

Soutenu le 03/07/2024, devant le jury composé de

Présidente :	Mme GOURARI Bariza	MCB
Encadreur :	Mr MESTARI Mohamed	MAA
Examineur :	Mme BENMANSOUR Bouchra	professeur

Année universitaire 2023/2024

Remerciement

*vant tout, je tiens à exprimer ma gratitude à **ALLAH**, le dieu grand et puissant, pour m'avoir accordé la force et la détermination nécessaires à la réalisation de ce travail.*

*J'exprime mes plus vifs remerciements à mon directeur de recherche, Monsieur **MESTARI Mohemmed**, Professeur au Département d'Ecologie et Environnement à l'Université de Tlemcen. Ses précieux conseils, son encadrement, ses critiques constructives et ses qualités humaines et scientifiques m'ont été d'une grande utilité tout au long de ce travail.*

*Je remercie enseignante Mme **GOURARI Bariza** professeur à l'Université de Tlemcen, pour avoir accepté de présider ce jury. Je suis très honoré d'avoir été choisi pour présider ce jury.*

*Je remercie également enseignante Mme **BENMANSOUR Bouchra Salima** professeur à l'Université de Tlemcen, d'avoir accepté d'examiner mon travail.*

A tous les assistants du laboratoire "Valorisation des Actions de l'Homme pour la Protection de l'Environnement et l'Application en la Santé Public", je tiens à exprimer ma gratitude pour l'aide que vous m'avez apportée pendant mon séjour au laboratoire.

Je tiens à remercier tous mes professeurs pour leur générosité et leur patience, malgré leurs responsabilités académiques et professionnelles.

Je voudrais également remercier ceux contribué, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail.

Dédicace

*À ma chère grand-mère, **Rokia**, et grand père **Abderrahmane***

*À chère mère **Souad** et père,*

*À mes tantes **Samih**a et **Wafa**,*

*À mes oncles, À mes frères et sœurs, Votre soutien indéfectible et votre amour
inconditionnel ont été les piliers de mon parcours académique.*

*Aujourd'hui, je célèbre cette réussite avec une profonde gratitude envers chacun
de vous.*

*Vos encouragements, vos conseils et votre présence ont fait de ce moment un
accomplissement partagé.*

Vous êtes ma famille, mon inspiration et ma force.

*Merci pour tout ce que vous avez sacrifié pour moi et pour votre constante foi
en moi.*

*Cette réussite est autant la vôtre que la mienne. Avec tout mon amour et ma
reconnaissance éternelle*

Tables des matières

Introduction	1
Chapitre I : Présentation de l'insecte étudié <i>Plodia interpunctella</i>	
I.1 Généralités sur La famille <i>pyralidae</i>	4
I.2 Généralités de l'insecte.	5
I.2.1 Morphologie	Erreur ! Signet non défini.
I.2.2 Biologie.....	5
I.2.3 Cycle de vie.....	6
I.2.3.1 Oeufs.....	6
I.2.3.2 Larve	7
I.2.3.3 Nymphe	7
I.2.3.4 L'adulte.....	8
I.2.4 Position systématique de l'insecte	9
I.3 Régime alimentaire.....	9
I.4 1.7 Dégâts d'orge de la farine.....	9
I.5 Moyens de lutte contre l'insecte	11
Chapitre II : Description des plantes aromatiques étudiées	
II.1 Cedrus de l'Atlas	14
II.1.1 Description générale.....	14
II.1.2 Classification Botanique	14
II.1.3 Description botanique	15
II.1.3.1 Les racines	15
II.1.3.2 L'écorce	15
II.1.3.3 Le port.....	15
II.1.3.4 Les rameaux.....	16
II.1.3.5 Les cônes	16
II.1.3.6 Les feuille	17
II.1.3.7 Les graines	17
II.1.3.8 Les bourgeons.....	17
II.1.4 Répartition géographique	17
II.1.4.1 Aire naturelle	17
II.1.4.2 Air d'introduction	18
II.1.5 Usage.....	19
II.2 <i>Melaleuca alternifolia</i>	19
II.2.1 Description générale de plante	19
II.2.2 Classification Botanique	20
II.2.3 Les différents types d'espèces des plantes.....	20
II.2.4 Description botanique	21
II.2.4.1 Les racines	21
II.2.4.2 L'écorce.....	21
II.2.4.3 Le port.....	22
II.2.4.4 Les rameaux.....	22
II.2.4.5 Les cônes	22

II.2.4.6	Les feuilles.....	22
II.2.4.7	Les graines.....	23
II.2.4.8	Les bourgeons.....	23
II.2.5	Répartition géographique.....	23
II.2.6	Situation géographique.....	24
II.2.7	Composition chimique des plantes.....	24
II.2.8	L'usage.....	25
Chapitre III : Généralité des huiles Essentielles		
III.1	Généralité des huiles Essentielles.....	27
III.2	localisation.....	27
III.3	La propriété physique et chimique.....	27
III.4	Importance et l'utilisation des huiles essentielles.....	29
Chapitre IV : Matériel et méthode		
IV.1	Objectif.....	31
IV.2	Matériel et Méthodes.....	31
IV.2.1	Matériel de laboratoire.....	31
IV.2.2	Matériel animal (Techniques d'élevage).....	32
IV.2.3	Matériel végétal (les HE testées).....	32
IV.2.4	Choix des doses.....	33
IV.3	Expression des résultats.....	35
IV.3.1	La mortalité corrigée.....	35
IV.3.2	Calcul de la TL50.....	36
IV.3.3	Analyse statistique des données.....	36
Chapitre V : Résultats et discussion		
V.1	Efficacité des huiles essentielles.....	38
V.1.1	Mortalité en élevage témoin.....	38
V.1.2	Mortalité avec les huiles essentielles.....	38
V.2	Comparaisons de la toxicité des huiles essentielles sur les larves de P. interpunctella	40
V.2.1	La dose létale pour 50% (DL50) des larves de P. interpunctella.....	40
Discussion.....		44
Conclusion.....		45
Références bibliographiques.....		47

Liste des figures

Figure 1: La pyral indienne de la farine (<i>Plodia interpunctella</i>)	5
Figure 2: Les œufs de <i>Plodia interpunctella</i> (originale)	6
Figure 3: Larve de <i>Plodia interpunctella</i> (originale)	7
Figure 4: Adulte <i>Plodia interpunctella</i> (originale)	8
Figure 5: Cycle de vie de <i>Plodia interpunctella</i> (Sedira et Ramdani, 2018)	8
Figure 6: <i>Cedrus atlantica</i> (originale)	14
Figure 7: Ecorce et port à l'âge jeune (originale).....	16
Figure 8: Les rameaux (Matthew Ward Bordas, 1992).....	16
Figure 9: Bouquets d'aiguilles et les cônes (Matthew Ward Bordas, 1992).....	17
Figure 10: localisation de <i>Cedrus Atlantica</i> en Algérie (ROCHE, 2006).....	18
Figure 11: L'arbre de thé (originale).....	19
Figure 12: Rameaux de l'arbre de thé (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	22
Figure 13: feuilles de <i>Melaleuca alternifolia</i> (Brophy et al., 1989).	23
Figure 14: Graines de l'arbre de thé (Brophy et al., 1989).	23
Figure 17: Etuve obscure(Originale).....	31
Figure 15: Balance de précision(Originale)	31
Figure 16: Micro pipette (10 ml) (Originale)	31
Figure 18: L'elvage de masse(Originale)	32
Figure 19: Les huiles essentielles testées	32
Figure 20 : Préparation des essais (Originale)	33
Figure 21: Essais avec les huiles essentielles.....	35
Figure 22: Evolution de la mortalité des larves de <i>Plodia interpunctella</i> en fonction de temps et des doses en huiles essentielles <i>Malaleunca alternifolia</i>	38
Figure 23: Evolution de la mortalité des larves de <i>Plodia interpunctella</i> en fonction de temps et des doses en huiles essentielles de <i>Cedrus atlantica</i>	39
Figure 24: Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles de <i>Malaleunca alternifolia</i> / mortalité (probits) des larves.....	40
Figure 25: Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles de <i>Cedrus atlantica</i> / mortalité (probits) des larves.....	41
Figure 26: Droite régression(Log) durée d'exposition aux huiles <i>Malaleunca alternifolia</i> /mortalité (probits) des larves.....	42
Figure 27: Droite de régression(Log) durée d'exposition aux huiles de <i>Cedrus atlantica</i> /mortalité (probits) des larves.....	42

Liste des tableaux

Tableau 1: Principales classes de composés présents dans les huiles essentielles.....	28
Tableau 2: Les huiles essentielles utilisées dans nos expériences.....	33
Tableau 3: Les doses utilisées dans nos expériences.	34
Tableau 4: Mortalité des larves de <i>Plodia interpunctella</i> en présence d'huile essentielle <i>Malaleuca alternifolia</i>	38
Tableau 5: Mortalité des larves de <i>Plodia interpunctella</i> en présence d'huile essentielle <i>Cedrus atlantica</i>	39
Tableau 6: Valeurs de DL50 après deux jours d'exposition aux huiles essentielles testées. ...	43
Tableau 7: Valeurs de TL50 en utilisant la dose 5µL/5g de son de blé de deux huiles essentiels.....	43

Introduction

Introduction

Les insectes nécessitent de la nourriture, de l'air et de l'eau pour leur survie. Les céréales stockées sont souvent un environnement propice à leur développement en raison de l'abondance de ces ressources essentielles. **(Groot., 2004).**

L'utilisation généralisée des pesticides a conduit à l'émergence de résistances chez les insectes traités. Actuellement, l'application courante des insecticides chimiques reste la méthode la plus populaire pour combattre les insectes nuisibles en raison de son efficacité et de sa praticité. Cependant, l'usage excessif et peu réfléchi de ces produits a favorisé le développement de résistances parmi les insectes ciblés **(Leonard et Ngamo., 2004)**

Il est crucial de minimiser les désavantages de la lutte chimique en explorant les avantages des huiles essentielles extraites des plantes, qui peuvent offrir une solution à la fois efficace et économique. **(Kassemi et al., 2013)**

Les huiles essentielles sont des composés aromatiques complexes, dotés de propriétés antimicrobiennes et antioxydantes remarquables, idéales pour la préservation des produits alimentaires. **(Benine, Redouani.,2019)**

Au cours de la dernière décennie, les huiles essentielles ont été largement étudiées dans le domaine de la recherche scientifique, suscitant un intérêt croissant quant à leur efficacité pour protéger les grains et les denrées stockées. **(Isman, 2000 ; Belaygoubi.,2006)**

Dans ce présent travail nous proposons d'évaluer l'activité larvicide des huiles essentielles du *Cedrus atlantica* et de *Melaleuca alternifolia* sur la pyrale *Plodia interpunctella*.

L'objectif de ce travail est de minimiser les dommages causés par *plodia interpunctella* en utilisant les huiles essentielles comme bio-insecticides.

Dans le cadre de cette étude, ce mémoire est composé de deux parties :

- La première Partie (théorique) : réaliser une recherche bibliographique. Elle est divisée en deux chapitres :

Chapitre 01 : Concerne une présentation de l'insecte étudié et les méthodes de Lutte.

Chapitre 02 : est consacré étude des plantes testées

Chapitre 03 : consacré les huiles essentielle

-La seconde partie (pratique), est composée du :

Introduction

Chapitre 04 : décrit le matériels et méthodes.

Chapitre 05 : représente les résultats et discussion.

Chapitre I :
Présentation de l'insecte étudié
Plodia interpunctella

I.1 Généralités sur La famille *pyralidae*

La famille des *Pyralidae* fait partie de l'ordre des lépidoptères, qui regroupe les papillons et les mites. C'est une vaste famille comprenant plus de 6000 espèces réparties dans le monde entier, avec une grande diversité dans les régions tropicales et subtropicales. Appartenant au sein des lépidoptères à la super-famille des *Pyraloidea*, les *pyralides* se distinguent par leur taille généralement petite à moyenne, leur corps mince et leur aile étroite. (Slamka, 2010).

D'un point de vue morphologique, les adultes *pyralides* ont une envergure allant de 10 à 40 mm environ. Leurs ailes, souvent de couleurs ternes comme le brun, le gris ou le beige, sont disposées en cylindre autour du corps au repos (Munroe & Solis, 1999). Leurs antennes sont filiformes. Les pyrales sont des insectes nocturnes, attirés par les sources de lumière durant la nuit. Après l'accouplement, les femelles pondent leurs œufs sur ou à proximité des sources de nourriture pour les futures chenilles (Aitken, 1963).

La biologie des pyrales réside en grande partie dans le régime alimentaire très diversifié de leurs chenilles. Celles-ci se nourrissent d'une large gamme de matières d'origine végétale comme les céréales, les fruits secs, les produits alimentaires stockés, mais aussi le bois, les tiges, les feuilles, les racines ou encore les champignons (Shaffer, 1995). C'est pourquoi de nombreuses espèces sont considérées comme nuisibles et ravageuses redoutées des cultures et des stocks alimentaires (pyrale de la farine, pyrale des fruits secs, etc). D'autres vivent dans le sol ou la litière en se nourrissant de débris végétaux en décomposition (Munroe & Solis, 1999).

Ainsi, bien que discrètes de par leur petite taille, les pyrales ou pyralides constituent une importante et diversifiée famille au sein des lépidoptères. Leur vaste distribution mondiale et le régime polyphage de leurs larves en font des insectes aux impacts économiques parfois considérables pour l'agriculture et l'industrie agroalimentaire (Sinha et Sinha, 1992).



Figure 1: La pyral indienne de la farine (*Plodia interpunctella*)
(www.lepinet.fr)

I.2 Généralités de l'insecte.

La pyrale indienne de la farine est un papillon nocturne de l'ordre des lépidoptères (insectes à trois paires de pattes ayant deux paires d'ailes recouvertes d'écailles). Cet insecte est bien connu comme étant un ravageur de type granivore, car il s'attaque généralement aux marchandises végétales sèches comme les grains, céréales et autres aliments transformés. Il représente probablement l'insecte qui cause le plus dommage aux industries alimentaires (Johnson et al., 1992)

I.2.1 Morphologie

Le papillon de taille moyenne, avec une envergure variant entre 16 et 22 mm, se distingue par ses ailes antérieures brun-rougeâtre ornées de points noirs distinctifs. Ses ailes postérieures sont de couleur grise, et son corps est mince et allongé.

I.2.2 Biologie

Cet insecte, un ravageur important des denrées alimentaires stockées telles que les céréales, les farines, les grains et les fruits secs, est caractérisé par la capacité des femelles à pondre jusqu'à 300 œufs près des sources de nourriture. Son cycle de vie complet, qui se déroule en 6 à 10 semaines à des températures favorables, comprend des larves qui se nourrissent en

creusant des galeries dans les produits infestés. Il peut se développer dans une large plage de températures, de 13 à 35°C.

I.2.3 Cycle de vie

I.2.3.1 Oeufs

Les œufs de *Plodia interpunctella* ont une forme ovale légèrement aplatie. Leur taille est petite, entre 0,4 et 0,6 mm de longueur et environ 0,3 mm de largeur. La coquille est lisse et mince. Leur couleur varie du blanc-crème au blanc-rosé lorsqu'ils sont récemment pondus, devenant plus foncés avant l'éclosion.

Les femelles pondent généralement leurs œufs un par un ou en petits groupes dispersés près des sources de nourriture. Chaque femelle est capable de pondre entre 200 et 400 œufs au total. Cette ponte a généralement lieu durant la nuit. Le développement embryonnaire à l'intérieur de l'œuf dure de 4 à 14 jours selon la température. Aux températures optimales situées entre 25 et 30°C, l'incubation dure seulement 4 à 6 jours.

À maturité, la jeune larve perce un petit trou circulaire dans la coquille pour en sortir et éclore. Les coquilles d'œufs vides restent ainsi visibles après l'éclosion. Une particularité des œufs est qu'ils peuvent entrer en diapause embryonnaire pour survivre à des conditions environnementales défavorables. Leur petite taille facilite également leur dissémination dans les denrées infestées. (Mohandass et al., 2007).



Figure 2: Les œufs de *Plodia interpunctella* (originale)

I.2.3.2 Larve

Au début de leur développement, ces insectes sont de teinte blanchâtre ou rosâtre et mesurent entre 1 et 1,5 mm de long. Après six mues successives, leur croissance s'achève : ils deviennent entièrement bruns et atteignent une longueur comprise entre 10 et 13 mm. À ce stade, ils se déplacent loin de leur source de nourriture en créant un cocon fait de soie, contenant des réserves nutritives. Ils y restent pendant 8 à 12 jours, passant par un stade immobile appelé chrysalide. (Bouzeraa, 2010).



Figure 3: Larve de *Plodia interpunctella* (originale)

I.2.3.3 Nymphe

Le stade nymphal, également appelé chrysalide, représente la phase intermédiaire entre le stade larvaire et l'insecte adulte ailé chez *Plodia interpunctella*. La nymphe revêt une forme caractéristique obecte, avec les appendices comme les ailes, les pattes et les antennes appliquées contre le corps. Sa longueur est de 8 à 10 mm et sa coloration varie du brun foncé au brun-rougeâtre. On note également la présence de petits crochets à l'extrémité de l'abdomen. (Sedlacek et al., 1996).

Avant d'entamer la nymphose, la larve mature cesse de s'alimenter. Elle tisse alors un cocon de soie blanc à l'intérieur duquel elle se transformera en nymphe. Ce cocon est généralement fixé dans les anfractuosités des denrées ou des contenants infestés. La durée du stade nymphal est d'environ 8 à 15 jours, selon la température. Dans les conditions optimales situées entre 25 et 30°C, la nymphose s'effectue en 8 à 10 jours. Durant cette phase, la nymphe est immobile et ne se nourrit pas, les transformations morphologiques vers le stade adulte s'opérant à l'intérieur du cocon (Aissaoui, 2022).

I.2.3.4 L'adulte

Est de couleur grise, mesure 10 à 12 mm d'envergure. Il est formé par deux paires d'ailes : deux ailes antérieures grisâtres avec des points noirs et deux ailes postérieures blanchâtres finement frangées. Sa longévité est de 14 jours (Mason,2003)



Figure 4: Adulte *Plodia interpunctella* (originale)

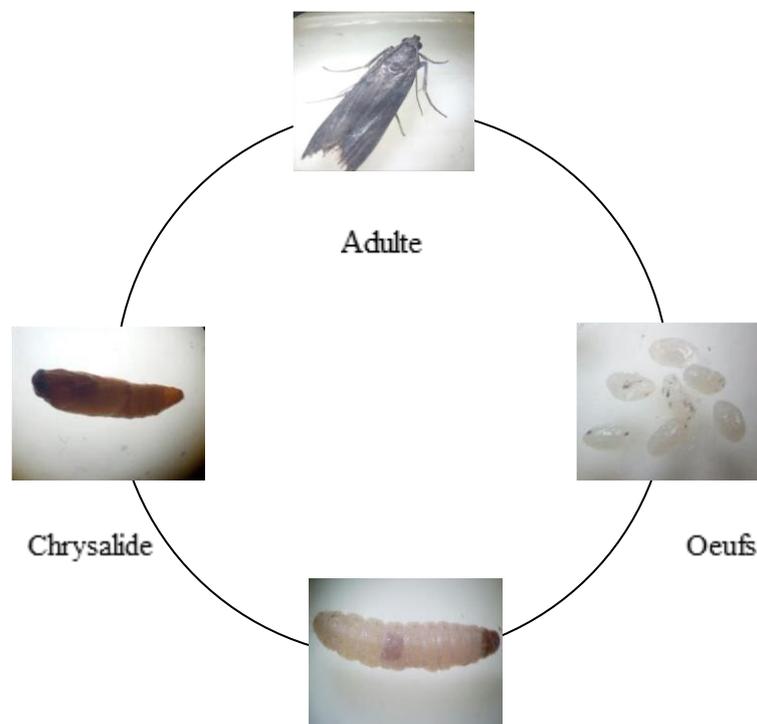


Figure 5: Cycle de vie de *Plodia interpunctella* (Sedira et Ramdani, 2018)

I.2.4 Position systématique de l'insecte

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embr. : Hexapoda

Classe : Insecta

Ordre : Lepidoptera (Lépidoptères ou papillons)

Super-famille : Pyraloidea

Famille : Pyralidae (Pyrales ou Pyralides)

Sous-famille : Phycitinae

Genre : *Plodia*

Espèce : *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813)

I.3 Régime alimentaire

Adultes ne se nourrissant pas ou très peu. Se nourrissent parfois d'exsudats sucrés, débris alimentaires.

Bien que de courte durée, le stade adulte ailé est crucial pour la reproduction et l'expansion des populations de ce ravageur. La femelle pond de nombreux œufs disséminant l'infestation. Le papillon nocturne est également attiré par les éclairages anthropiques. (Sedlacek et al., 1996).

I.4 1.7 Dégâts d'orge de la farine

- Types de dégâts
- ✓ Contamination des produits alimentaires:

Plodia interpunctella, communément appelée la teigne des denrées alimentaires ou le papillon de la farine, pose un risque significatif pour les produits alimentaires en raison de son cycle de vie destructeur. Les larves de ce papillon se développent en se nourrissant de grains, de céréales et d'autres denrées alimentaires, laissant derrière elles des excréments et des peaux mues qui contaminent gravement les produits. En plus de cela, les larves tissent des cocons de soie autour des grains, ce qui

agglutine les aliments et les rend impropres à la consommation. Les débris organiques résultant de leur activité favorisent également la croissance de moisissures et de bactéries, augmentant ainsi le risque de contamination microbienne. Ce cycle de vie complet, de l'œuf à l'adulte, est particulièrement préjudiciable aux stocks alimentaires et nécessite une gestion efficace pour prévenir les pertes et maintenir la salubrité des aliments (**Dabré et al ; 2009**).

✓ **Perte de poids et qualité des denrées:**

Les larves se nourrissent des grains et autres produits alimentaires, réduisant ainsi leur poids et leur valeur marchande, et les produits infestés perdent leur qualité nutritionnelle et leur goût, les rendant moins attractifs pour la consommation humaine et animale. (**Rajendran, 2002**).

✓ **Dégâts économiques:**

Les infestations de *Plodia interpunctella* peuvent entraîner des pertes économiques importantes pour les producteurs, les transformateurs et les distributeurs de denrées alimentaires.

I.5 Les coûts de contrôle et de gestion des infestations, y compris les traitements chimiques et la gestion intégrée des ravageurs, augmentent les dépenses opérationnelles. (Trematerr et Savoldelli, 2014):

✓ **Produits affectés**

Plodia interpunctella peut infester une large gamme de produits alimentaires stockés, notamment :

- Céréales et grains (blé, maïs, riz, orge)
- Farines et produits à base de farine
- Fruits secs et noix
- Chocolat et confiseries
- Aliments pour animaux de compagnie
- Épices et herbes séchées

I.6 Moyens de lutte contre l'insecte

La gestion de *Plodia interpunctella*, la pyrale indienne de la farine, nécessite une approche intégrée combinant plusieurs méthodes de lutte. Voici une description détaillée des principales méthodes de lutte : chimique, biologique et physique.

✓ Lutte chimique

La lutte chimique implique l'utilisation d'insecticides pour contrôler les populations de *Plodia interpunctella*. Les méthodes courantes incluent (Collins, 2006)

❖ Insecticides de contact :

- Utilisation de produits chimiques comme les pyréthrinoïdes et les organophosphorés qui tuent les insectes par contact direct.
- Ces produits peuvent être appliqués sous forme d'aérosols, de poudres ou de liquides sur les surfaces et les zones de stockage.

❖ Régulateurs de croissance des insectes (IGR) :

- Les IGR, tels que le méthoprène, interfèrent avec le développement des insectes, empêchant les larves de se transformer en adultes.
- Ces produits sont souvent utilisés dans les entrepôts et les usines de transformation des aliments pour prévenir les infestations à long terme.

✓ Lutte biologique

La lutte biologique utilise des organismes vivants pour contrôler les populations de *Plodia interpunctella*. Les méthodes incluent (Shawkit et al., 2022):

❖ Parasitoïdes :

- Des guêpes parasitoïdes comme *Tricho grammaspp.* Et *Habrobracon hebetor* sont libérées pour parasiter les œufs ou les larves de *Plodia interpunctella*.
- Ces parasitoïdes pondent leurs propres œufs dans ou sur les œufs/larves de la pyrale, tuant ainsi les hôtes.

❖ Pathogènes entomopathogènes :

- Utilisation de bactéries, virus ou champignons pathogènes pour infecter et tuer les insectes. Par exemple, le champignon *Beauveria bassiana* peut être utilisé pour infecter et contrôler les populations de larves..

Chapitre II :

Description des plantes aromatiques étudiées

II.1 Cedrus de l'Atlas

II.1.1 Description générale

Cedrus atlantica, communément appelé le cèdre de l'Atlas, est une espèce de conifère de la famille des Pinacées. C'est un grand arbre pouvant atteindre 40 mètres de hauteur, originaire des montagnes du nord de l'Afrique (Atlas, 2019). Il est caractérisé par son écorce grisâtre et ses aiguilles persistantes, regroupées en faisceaux de 20 à 30 aiguilles. Ses cônes dressés et cylindriques, de 5 à 12 cm de long, sont également reconnaissables (Farjon, 2017).

Le cèdre de l'Atlas est une espèce populaire en horticulture et en sylviculture, cultivée dans de nombreuses régions tempérées du monde pour son bois durable et son aspect décoratif (Pradines, 1986). Cependant, ses populations naturelles sont menacées par la surexploitation, les incendies et le changement climatique (Cheddadi et al., 2009).



Figure 6: *Cedrus atlantica* (originale)

II.1.2 Classification Botanique

La taxonomie de *Cedrus atlantica* est la suivante : (ARBEZ, 1987)

- **Régne** : *Plantae*
- **Embranchement** : *Spermatophyta*
- **Sous-Embranchement** : *Gymnosperma*
- **Classe** : *Coniferopsida*
- **Famille** : *Pinacées*
- **Sous-Famille** : *Abiétacées*
- **Genre** : *Cedrus*.
- **Espèce** : *Cedrus atlantica M*

Le genre *Cedrus* a longtemps été considéré comme une espèce unique, à savoir *Cedrus libanotica* Link. Toutefois, quatre espèces distinctes qui présentent des distributions biogéographiques différentes sont évoquées : (*M'hirit et Benzyane ;2006*)

- le cèdre de l'Atlas ou *Cedrus atlantica* Manetti : Nord d'Afrique (Algérie et Maroc)
- le cèdre du Liban ou *Cedrus libani* A. Rich : Asie mineure, Liban et en Turquie.
- le cèdre de Chypre ou *Cedrus brevifolia* Henry : l'île de Chypre
- le cèdre de l'Himalaya ou *Cedrusdeodara* G. Don : l'Inde, de l'Afghanistan et le Népal (**TOTH, 2005**)

II.1.3 Description botanique

Cedrus atlantica est un grand arbre sempervirent pouvant atteindre 40 mètres de hauteur et 2 mètres de diamètre de tronc. Son écorce est grisâtre, épaisse et crevassée (**Polunin&Smythies, 1973**).

II.1.3.1 Les racines

Le système racinaire pivotant est développé, ramifié et très étendu Les racines obliques possèdent une grande force et s'installent dans les sols profonds et humides ce qui assure une bonne fixation de l'arbre au sol (**Toth 1970**).

II.1.3.2 L'écorce

À l'état juvénile, l'écorce est gris clair et lisse. Elle devient pleine de crevasses sinueuses et de petites écailles avec des sillons profonds qui permettent de drainer l'eau des précipitations vers les racines à l'état adulte. (**HAINRY & COLOMBET, 2009**).

II.1.3.3 Le port

Grand arbre pouvant atteindre 40 m de haut Tronc droit, cylindrique, renflé à la base, pouvant atteindre 2 m de diamètre et cime pyramidale chez les jeunes arbres, devenant étalée et irrégulière avec l'âge, rameaux horizontaux ou légèrement pendants



Figure 7: Ecorce et port à l'âge jeune (**originale**)

II.1.3.4 Les rameaux

Cedrus se démarque de nombreux autres genres de *Pinaceae* par la présence de deux types de rameaux :

- **Les rameaux longs** : auxiblastes, pubescents, gris jaunâtre
- **Les rameaux courts** : mésoblastes trapus, insérés sur les rameaux long (**Maxime et al ; 2007**)

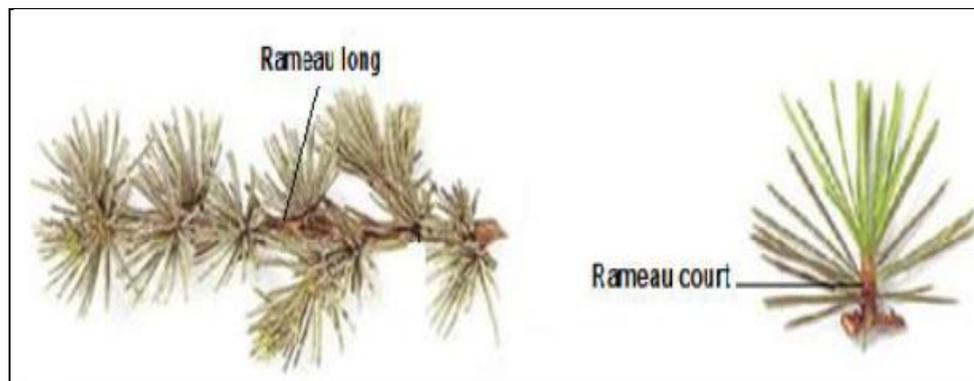


Figure 8: Les rameaux (**Matthew Ward Bordas, 1992**)

II.1.3.5 Les cônes

Les cônes sont composés d'écaillés en forme de spirale ; les cônes mâles (de 2 à 3 cm de longueur) et femelles (lisses et résineux, atteignant à maturité 7 à 8 cm) sont distincts, mais portés par le même spécimen (une plante monoïque). (**Boullard, 2006**)

La face inférieure des cônes mâles et femelles est couverte de 2 sacs polliniques et la face supérieure de 2 ovules. (**Maxime et al ; 2007**)

Ils se désarticulent à maturité trois ans après la floraison et lors de la dissémination, les graines ailées sont dispersées et volent loin et seul l'axe du cône qui reste assez longtemps. (M'hirit et Benzyane ;2006)

II.1.3.6 Les feuille

Les aiguilles sont raides, pointues, regroupées en rosettes de 30 à 40 aiguilles, dont la longueur est de 1 à 2 cm, irrégulièrement tétragones ou subcylindriques, de couleur verte ou glauque, avec une section presque carrée, isolés sur les rameaux longs, en touffes sur les rameaux courts et persistent pendant 3 à 4 ans. (Riou-Nivert ,2001)



Figure 9: Bouquets d'aiguilles et les cônes (Matthew Ward Bordas, 1992)

II.1.3.7 Les graines

On les distingue par une teinte marron roux, entourées d'une membrane protectrice, de forme allongée, pesant entre 65 mg et 85 mg et mesurant entre 8 et 12 mm. La graine présente une aile très développée qui dépasse la longueur de la graine. On la nomme graine de résine car elle contient une poche de résine de chaque côté. Le nombre de graines par cône varie entre 12 et 140 (Toth 2005).

II.1.3.8 Les bourgeons

Ils sont de petite taille, de couleur beige ou gris brun, ovoïdes et globuleux, disposés de manière alterne. (HAINRY & COLOMBET, 2009).

II.1.4 Répartition géographique

II.1.4.1 Aire naturelle

Cedrus atlantica est endémique d'Afrique du Nord et présente dans les forêts des régions montagneuses du Maroc et d'Algérie. (Maxime et al ; 2007) Cette essence couvre

dans son aire d'origine 162 400 hectares à des altitudes variant de 1400 à 2200 mètres.(HAINRY & COLOMBET, 2009)

✚ En Algérie :

- Les cédraies de l'Atlas tellien

Il y a quatre îlots distincts : le massif du Djurdjura (200 hectares), les Babors (300 hectares), l'Ouarsenis (1 000 hectares) et le mont Blidien (1.000 hectares) qui sont constitués de grès calcaire, schistes et marno-calcaire.

- Les cédraies de l'Atlas saharien :

Le plus grand peuplement de la cédraie algérienne se trouve dans les Monts des Aurès et du Belezma (17 000 hectares) ainsi que dans les Monts du Hodna (8 000 hectares) sur des dolomies et des calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur et sur des calcaires du Crétacé inférieur. (FAUREL et al, 1 949 ; ABDESSEMED, 1 981)

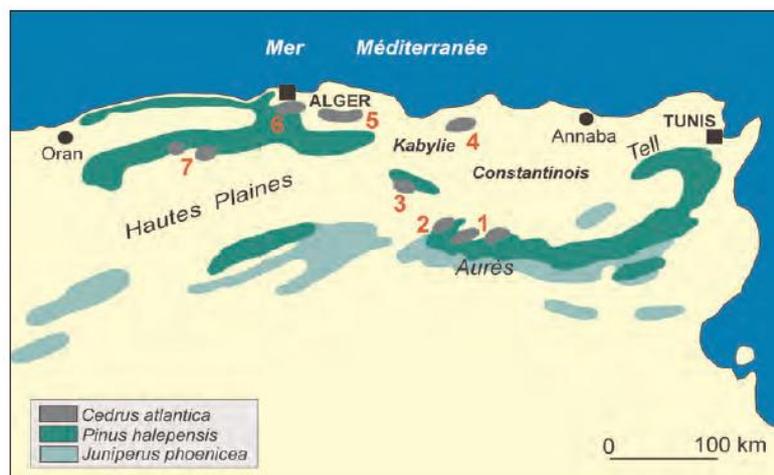


Figure 10: localisation de *Cedrus Atlantica* en Algérie (ROCHE, 2006)

II.1.4.2 Air d'introduction

Plusieurs introductions ont été faites au cèdre, tantôt comme arbre de reboisement, tantôt comme arbre d'ornement. Il est introduit en 1862 en France, en 1864 en Italie, en 1935 au Portugal, en 1876 en Bulgarie, en 1930 en Hongrie et plus récemment en Bretagne. On note également l'introduction du cèdre de l'Atlas dans quelques États américains. Cette espèce fut aussi introduite en U.R.S.S., en Crimée et en Caucase vers 1890. (M'hirit et Benzyane ;2006)

II.1.5 Usage

Le cèdre de l'Atlas est un bois d'œuvre de qualité qui sert à la construction, à la confection de meubles, à la charpente, à l'ébénisterie, au déroulage, au tranchage et au coffrage. (Courbet et Albouy, 1995, Barrero et al, 2005)

Depuis toujours, les essences de *Cedrus atlantica Manetti* ont été perçues comme des éléments nobles et précieux. Elles font partie intégrante de divers produits tels que les parfums et certains produits de d'hygiène. (Adams, 1991)

L'huile essentielle du cèdre de l'Atlas est utilisée en médecine traditionnelle pour ses vertus antifongiques, antiseptiques, tonifiantes, astringentes, décongestionnantes et cicatrisantes. On la conseille pour les problèmes de peau et de cheveux. On signale également d'autres effets tels que la relaxation, la stimulation des lymphes, la diurèse et la lipolyse. De plus, elle écarte les moustiques et les mites.(Martinetti, 2013 ; Neffati, M, 2017)

II.2 *Melaleuca alternifolia*

II.2.1 Description générale de plante

Melaleuca alternifolia, plus connue sous le nom d'arbre à thé, est une espèce d'arbre de la famille des Myrtaceae, originaire d'Australie. C'est un arbuste ou un arbre à feuilles persistantes, pouvant atteindre une hauteur de 7 mètres. L'huile essentielle extraite de ses feuilles est largement utilisée dans l'industrie cosmétique et pharmaceutique pour ses propriétés antibactériennes, antifongiques et antivirales.(Carson, Hammer,2006)



Figure 11: L'arbre de thé (originale)

II.2.2 Classification Botanique

Règne : Plantae (Plantes)

Sous-règne : Tracheobionta (Plantes vasculaires)

Division : Magnoliophyta (Plantes à fleurs)

Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones)

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae (Famille des myrtes)

Genre : *Melaleuca*

Espèce : *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel

Melaleuca alternifolia appartient à la famille des Myrtaceae, une grande famille de plantes ligneuses comprenant de nombreux genres et espèces répartis principalement dans les régions tropicales et subtropicales (Wilson et al., 2001). Le genre *Melaleuca* compte environ 290 espèces, toutes originaires d'Australie et de Nouvelle-Guinée (Craven & Lepschi, 1999).

L'espèce *Melaleuca alternifolia* a été décrite pour la première fois en 1924 par le botaniste australien Edwin Cheel, à partir de spécimens collectés dans la région côtière du nord-est de la Nouvelle-Galles du Sud (Brophy et al., 1989). Son nom spécifique "*alternifolia*" fait référence à la disposition alterne de ses feuilles.

II.2.3 Les différents types d'espèces des plantes

La famille des Myrtaceae, également connue sous le nom de famille des myrtes, est une grande famille de plantes comprenant de nombreux genres et espèces. L'un des genres les plus connus est *Eucalyptus*, qui regroupe des arbres et arbustes appelés "gommiers" ou "eucalyptus", originaires d'Australie et utilisés pour leur bois et leurs huiles essentielles (Brooker & Kleinig, 2006). Un autre genre important est *Melaleuca*, dont l'espèce la plus connue est *Melaleuca alternifolia* (arbre à thé), utilisée pour son huile essentielle aux propriétés antibactériennes et antifongiques (Carson et al., 2006).

Le genre *Syzygium* comprend des arbres et arbustes tropicaux, dont certains sont cultivés pour leurs fruits comestibles, comme le goyavier (*Syzygium malaccense*) (Bᶓᶓ, 2017). Le

genre *Psidium*, quant à lui, inclut des arbres et arbustes tels que le goyavier (*Psidium guajava*), également cultivé pour ses fruits (Aerts & Renner, 2008).

Parmi les autres genres notables, on peut citer *Leptospermum*, avec l'espèce *Leptospermum scoparium* utilisée pour son huile essentielle (Lis-Balchin, 2006), et *Myrtus*, dont l'espèce la plus connue est le myrte commun (*Myrtus communis*), une plante aromatique utilisée en cuisine et en parfumerie (Anwar et al., 2017). Le genre *Callistemon* regroupe des arbustes et petits arbres souvent appelés "arbre à bouteille" ou "brossier", ornementaux et mellifères (Elliot & Jones, 1993). Enfin, le genre *Feijoa* ne compte qu'une seule espèce cultivée, le feijoa (*Feijoa sellowiana*), dont les fruits sont comestibles (Monforte et al., 2014).

II.2.4 Description botanique

Melaleuca alternifolia est un arbuste ou un petit arbre à feuilles persistantes de la famille des Myrtaceae, originaire des régions côtières du nord-est de la Nouvelle-Galles du Sud et du sud-est du Queensland en Australie (Brophy et al., 1989). Il peut atteindre une hauteur de 7 mètres. Ses feuilles sont alternes, lancéolées à linéaires-lancéolées, mesurant de 1 à 2,5 cm de long et de 0,5 à 1,5 mm de large. Les fleurs sont blanches ou crème, disposées en épis cylindriques de 2 à 4 cm de long. Le fruit est une petite capsule ligneuse d'environ 3 mm de diamètre (Brophy et al., 1989 ; Butcher et al., 1994).

L'huile essentielle de *Melaleuca alternifolia*, connue sous le nom d'huile de teatree, est extraite des feuilles et des extrémités des branches par distillation à la vapeur. Cette huile est largement utilisée dans l'industrie cosmétique et pharmaceutique pour ses propriétés antibactériennes, antifongiques, antivirales et anti-inflammatoires (Carson et al., 2006 ; Pazyar et al., 2013).

II.2.4.1 Les racines

Melaleuca alternifolia possède un système racinaire étendu et fibreux qui se développe horizontalement près de la surface du sol (Butcher et al., 1994). Les racines sont généralement superficielles et s'étendent latéralement sur de grandes distances.

II.2.4.2 L'écorce

L'écorce de *Melaleuca alternifolia* est mince, rugueuse et se détache en lamelles papyracées de couleur brun rougeâtre (Brophy et al., 1989).

II.2.4.3 Le port

Melaleuca alternifolia a un port buissonnant et compact lorsqu'il est jeune, devenant un arbuste ou un petit arbre à la forme plus ouverte et irrégulière avec l'âge. Il peut atteindre une hauteur maximale d'environ 7 mètres (Butcher et al., 1994).

II.2.4.4 Les rameaux

Les rameaux de *Melaleuca alternifolia* sont grêles, cylindriques et légèrement pubescents lorsqu'ils sont jeunes, devenant glabres et rugueux avec l'âge (Brophy et al., 1989).



Figure 12: Rameaux de l'arbre de thé (*Melaleuca alternifolia*) (Brophy et al., 1989).

II.2.4.5 Les cônes

Melaleuca alternifolia ne produit pas de cônes à proprement parler. Ses fruits sont de petites capsules ligneuses d'environ 3 mm de diamètre, regroupées en grappes cylindriques ou en épis (Brophy et al., 1989 ; Butcher et al., 1994).

II.2.4.6 Les feuilles

Les feuilles de *Melaleuca alternifolia* sont alternes, lancéolées à linéaires-lancéolées, mesurant de 1 à 2,5 cm de long et de 0,5 à 1,5 mm de large. Elles sont coriaces, persistantes et dégagent une odeur aromatique caractéristique lorsqu'elles sont froissées (Brophy et al., 1989 ; Butcher et al., 1994).



Figure 13: feuilles de *Melaleuca alternifolia* (Brophy et al., 1989).

II.2.4.7 Les graines

Les graines de *Melaleuca alternifolia* sont très petites, mesurant environ 1 mm de long. Elles sont produites à l'intérieur des capsules ligneuses (Butcher et al., 1994).



Figure 14: Graines de l'arbre de thé (Brophy et al., 1989).

II.2.4.8 Les bourgeons

Les bourgeons de *Melaleuca alternifolia* sont petits et globuleux, enveloppés de bractées membraneuses (Brophy et al., 1989).

II.2.5 Répartition géographique

Melaleuca alternifolia est une espèce végétale endémique des régions côtières du nord-est de la Nouvelle-Galles du Sud et du sud-est du Queensland en Australie (Brophy et al., 1989 ; Butcher et al., 1994). Son aire de répartition naturelle est relativement restreinte, s'étendant sur environ 300 km le long de la côte est australienne, entre les latitudes 28°S et 34°S (Brophy et al., 1989).

II.2.6 Situation géographique

➤ Aire d'origine

- Australie : Plus précisément, *Melaleuca alternifolia* est indigène aux zones côtières du nord-est de la Nouvelle-Galles du Sud et du sud-est du Queensland. Cette région comprend une variété de paysages, notamment des forêts sclérophylles humides, des zones marécageuses et des rives de rivières (Brophy, Craven, & Doran, 2013).

➤ Régions de Culture

Bien que son habitat naturel soit limité à l'Australie, *Melaleuca alternifolia* est désormais cultivée dans diverses parties du monde pour son huile essentielle, reconnue pour ses propriétés antiseptiques. Les principales régions de culture incluent :

- Australie : Toujours le principal producteur, avec des plantations situées en Nouvelle-Galles du Sud et au Queensland (Low, 2002).
- Autres Pays : En raison de sa valeur économique, *Melaleuca alternifolia* est également cultivée dans d'autres climats appropriés à travers le monde, notamment en Afrique du Sud, au Kenya et en Chine (Penfold & Morrison, 1924).

➤ Conditions Environnementales

- Climat : Préfère un climat tempéré chaud avec une forte humidité. Les régions où elle pousse naturellement reçoivent généralement plus de 1000 mm de précipitations annuelles (Brophy, Craven, & Doran, 2013).
- Sol : Pousse bien dans une variété de sols, y compris les sols sableux, limoneux et argileux, souvent trouvés dans les basses terres côtières et les zones marécageuses (Low, 2002).
- Altitude : Généralement trouvée dans les régions de basse altitude, généralement en dessous de 600 mètres (Penfold & Morrison, 1924).

II.2.7 Composition chimique des plantes

L'huile essentielle extraite des feuilles et des extrémités de rameaux de *Melaleuca alternifolia*, communément appelée "huile de teatree", est un mélange complexe de composés terpéniques et non terpéniques. Sa composition chimique varie en fonction de l'origine géographique, des conditions environnementales et du stade de croissance de la plante (Brophy et al., 1989 ; Butcher et al., 1994).

Les principaux constituants chimiques de l'huile de teatree sont :

- Terpinènes : Terpinène-4-ol (principal composé, 30-48%), γ -terpinène, α -terpinène
- Monoterpènes : α -pinène, β -pinène, limonène, p-cymène
- Sesquiterpènes : aromadendrone, α -guaiène, δ -cadinène
- Aldéhydes : cuminal, terpinyl acétate
- Alcools : linalol, α -terpinéol
- Autres composés : 1,8-cinéole, terpinolène, flavesone

La proportion et le ratio de ces composés, en particulier le terpinène-4-ol, sont cruciaux pour les propriétés antimicrobiennes et autres activités biologiques de l'huile (**Carson et al., 2006**).

En plus de l'huile essentielle, les feuilles de *Melaleuca alternifolia* contiennent également des flavonoïdes, des tanins et d'autres composés phénoliques qui contribuent à ses propriétés antioxydantes et médicinales (**Butcher et al., 1994 ; Pazyar et al., 2013**).

II.2.8 L'usage.

Melaleuca alternifolia, communément appelée "arbre à thé", est une espèce végétale d'origine australienne très prisée pour ses nombreux usages. Son huile essentielle, connue sous le nom d'huile de teatree, est particulièrement valorisée pour ses propriétés antibactériennes, antifongiques, antivirales et anti-inflammatoires. Elle est utilisée en médecine traditionnelle par les Aborigènes australiens, ainsi qu'en aromathérapie pour ses vertus calmantes et purifiantes (**Syed et al., 1999 ; Lis-Balchin, 2006**). L'huile de teatree est également employée dans divers produits de soins de la peau, shampoings et solutions buccales pour son action antiseptique (**Carson et al., 2006**). Dans l'industrie cosmétique, elle est incorporée dans des formulations comme les savons, déodorants, crèmes et lotions pour ses propriétés antimicrobiennes et purifiantes (**Brun et al., 2004**). Au-delà de ces usages médicaux et cosmétiques, l'huile essentielle de *M. alternifolia* sert également d'insecticide naturel et de répulsif contre les insectes (**Mollah et al., 2010**). Le bois de cette espèce est quant à lui utilisé pour la construction, le chauffage et la production de charbon de bois, tandis que la plante constitue une source de nectar pour les abeilles (**Craven&Lepschi, 1999 ; Somerville, 1999**).

Chapitre III : **Généralité des huiles** **Essentielles**

III.1 Généralité des huiles Essentielles

Depuis la nuit des temps, les huiles essentielles (HE) occupent une place prépondérante dans la vie quotidienne des êtres humains. Nos ancêtres préhistoriques avaient déjà recours à des techniques rudimentaires pour extraire les principes odorants des végétaux. De nos jours, la médecine moderne exploite les vertus thérapeutiques des HE et de leurs composants. En effet, de nombreux composés volatils sont désormais couramment utilisés dans les préparations pharmaceutiques, comme le thymol incorporé dans les soins dentaires pour ses propriétés antiseptiques, ou encore l'**eugénol** prisé pour ses vertus analgésiques (**Pauli, 2001 ; Bourrain, 2013**). Autrefois employées pour se parfumer, aromatiser les mets ou se soigner, les HE continuent de jouer un rôle essentiel en répondant aux besoins diversifiés de l'Homme moderne.

III.2 localisation

Les huiles essentielles sont des sécrétions naturelles par des végétaux et contenues dans le cytoplasme de certaines cellules végétales sécrétrices qui se situent dans un ou plusieurs organes de la plante comme (**Fasty, 2014 ; Boukhatem et al., 2019**) :

- Les fleurs (ylang-ylang, bergamotier, rose...)
- Les sommités fleuries (tagète, lavande...)
- Les feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier,...)
- Les racines (vétiver)
- Les rhizomes (gingembre, curcuma,...)
- Les fruits (ainsi, badiane,...)
- Les bois (bois de rose, santal ...)
- Les graines (ambrette, muscade,...)

III.3 La propriété physique et chimique

❖ Propriété Physique

Les HEs contiennent des constituants différents et partagent un certain nombre de propriétés physico-chimiques. Leurs principaux critères sont (**AFSSAPS, 2008 ; Bayala, 2014**)

- Aspect liquide à température ordinaire son liquide avec une couleur soit incolore ou jaune pâle.
- Indice de réfraction élevé et déviation de la lumière polarisée pour la plupart.

- Volatiles, odorantes et inflammables avec une densité le plus souvent inférieure à celle de l'eau.
- Insolubles dans l'eau mais solubles dans les alcools, les huiles et la vaseline très altérables, s'oxydent au contact de l'air et de la lumière.

Les huiles essentielles (HE) sont des mélanges complexes et hautement variés de composés organiques volatils biosynthétisés par les plantes aromatiques. Leur composition chimique dépend de nombreux facteurs tels que l'espèce végétale, l'organe de la plante, les conditions environnementales et la période de récolte (**Lakušić et al., 2013 ; Raut&Karuppayil, 2014**). Les principaux constituants des HE appartiennent à deux grandes familles chimiques : les terpènes et les composés aromatiques (**Bakkali et al., 2008**).

Les terpènes, dérivés de l'isoprène, représentent la classe de composés la plus abondante dans les HE. On distingue les monoterpènes (C10), les sesquiterpènes (C15), les diterpènes (C20), etc. Parmi les monoterpènes courants, on peut citer le limonène, l' α -pinène, le β -pinène ou encore le myrcène. Les sesquiterpènes incluent des composés tels que le β -caryophyllène, l' α -humulène ou le germacrène D (**Raut&Karuppayil, 2014**).

Quant aux composés aromatiques, ils englobent différentes classes fonctionnelles comme les phénols (thymol, carvacrol), les alcools (linalol, géraniol), les aldéhydes (citral, citronellal), les cétones (menthone, carvone), les éthers (anéthole), les esters (acétate de linalyle), etc. (**Saad et al., 2013**).

Tableau 1: Principales classes de composés présents dans les huiles essentielles

Composé	Pourcentage (%)
Terpinène-4-ol	30 - 48
γ -Terpinène	10 - 28
α -Terpinène	5 - 13
α -Pinène	1 - 6
Limonène	Trace - 5
p-Cymène	0.5 - 8
1,8-Cinéole	Trace - 15
Terpinolène	1.5 - 5

Cette diversité de composés chimiques confère aux HE un large éventail de propriétés biologiques, telles que des activités antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires, insecticides, etc.

III.4 Importance et l'utilisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles (HE) revêtent une importance majeure dans de nombreux domaines en raison de leurs propriétés biologiques remarquables. Grâce à leur composition chimique complexe et diversifiée, elles possèdent un large éventail d'activités, notamment antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires, analgésiques et insecticides (**Bakkali et al., 2008 ; Raut&Karuppayil, 2014**). Cette polyvalence confère aux HE de multiples applications.

Dans le secteur cosmétique et des soins corporels, elles sont appréciées pour leurs vertus aromatiques, mais aussi pour leurs propriétés antiseptiques, tonifiantes et régénérantes. On les retrouve dans les parfums, les savons, les crèmes et les shampoings (**Raut&Karuppayil, 2014**). En aromathérapie, les HE sont utilisées pour leurs effets relaxants, stimulants ou apaisants selon les composés volatils présents (**Ali et al., 2015**).

L'industrie agroalimentaire exploite également les HE comme agents aromatisants naturels dans les boissons et les produits alimentaires. Certaines HE servent également de conservateurs grâce à leur pouvoir antimicrobien (**Hyldgaard et al., 2012**). En médecine, les HE sont étudiées pour leurs activités thérapeutiques potentielles contre diverses pathologies (**Raut&Karuppayil, 2014**). Enfin, l'agriculture biologique a recours aux propriétés insecticides et fongicides des HE comme alternative aux pesticides chimiques (**Isman, 2000**).

Chapitre IV :

Matériel et méthode

IV.1 Objectif

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet des huiles essentielles issues du cèdre de l'Atlas et du tea tree sur un ravageur nuisible aux cultures céréalières telles que l'orge, le blé et le son de blé, connu sous le nom de pyrale *Plodia interpunctata*.

IV.2 Matériel et Méthodes

IV.2.1 Matériel de laboratoire

- Boîtes de Pétri en plastique
- Micro Pipette pour le pipetage de chaque dose en huiles à tester
- Etuve obscure réglée à une température de 25°C
- Pince
- Seringue
- Des récipients
- Balance analytique



Figure 16: Micro pipette (10 ml) (Originale)



Figure 15: Balance de précision(Originale)



Figure 17: Etuve obscure(Originale)

IV.2.2 Matériel animal (Techniques d'élevage)

Les larves de *P. interpunctella* ont été extraites d'un échantillon de semoule provenant d'un stock contaminé.

Le son de blé a été disposé dans des boîtes de Pétri comme substrat alimentaire pour les insectes, et leur élevage a été effectué à une température maintenue à $25 \pm 3^\circ\text{C}$. Les larves du stade final ont ensuite été collectées pour l'expérimentation



Figure 18: L'élevage de masse(Originale)

IV.2.3 Matériel végétal (les HE testées)

Pour nos expériences nous avons utilisé deux huiles essentielles ; *cedrus atlantica* *Melaleuca alternifolia*.

Les huiles essentielles que nous allons prendre sont huiles essentielles appartiens à des Familles déférentes.



Figure 19: Les huiles essentielles testées

Tableau 2: Les huiles essentielles utilisées dans nos expériences

Nom commun	Nom scientifique	Famille	Origine
Le cèdre de l Atlas	<i>cedrus atlantica</i>	Pinaceae	Acheté
L'arbre à thé	<i>Melaleuca alternifolia.</i>	Myrtaceae	Acheté

IV.2.4 Choix des doses

Nous avons choisi cinq doses pour chaque huile essentielle pour tester l'efficacité Larvicide contre les larves de *Plodia interpunctella*, les doses sont : 1 $\mu\text{L}/5\text{g}$ son de blé, 3 $\mu\text{L}/5\text{g}$ son De blé, 5 $\mu\text{L}/5\text{g}$ de son blé, 7 $\mu\text{L}/5\text{g}$ de son blé et 9 $\mu\text{L}/5\text{g}$ de son blé.

Pour assurer une dispersion assez homogène de l'huile essentielle dans la totalité de la boîte de Pétri, nous avons ajouté 1ml d'acétone pour chaque dose.

Nous avons mis 5g de son de blé dans les boîtes de Pétri comme source alimentaire pour Les larves de *Plodia interpunctella*.

On a prélevé la dose d'huile essentielle souhaitée à l'aide d'une micropipette, ajouter la solution (dose d'huile essentielle + 1ml d'acétone) dans la boîte contenant 5g de son de blé et mélanger le tout.



Figure 20 : Préparation des essais (**Originale**)

Après l'évaporation complète du solvant (environ 10 min), on a introduit 6 larves de *Plodia interpunctella* dans chaque boîte.

Toutes les boîtes de Pétri portent des renseignements concernant la date d'introduction Des larves, la dose utilisée et le nom de l'huile essentielle testée.

Les tests sont répétés 2 fois pour chaque dose utilisée.

Tableau 3: Les doses utilisées dans nos expériences.

Les boîtes	La dose en huile Essentielle	L'acétone	Poids de son de	Nombre de Répétition
1	1 μ L	1 ml	5g	2 fois
2	3 μ L	1ml	5g	2fois
3	5 μ L	1ml	5g	2fois
4	7 μ L	1ml	5g	2fois
5	9 μ L	1ml	5g	2fois

Concernant le test témoin : En deux répétitions, nous n'avons utilisé dans chaque boîte de Pétri 5g de son de blé (substrat alimentaire) mélangé avec 1 ml d'acétone, avec L'introduction de 6 larves de *Plodia interpunctella*.



Figure 21: Essais avec les huiles essentielles

IV.3 Expression des résultats

IV.3.1 La mortalité corrigée

L'efficacité d'un produit est évaluée par la mortalité (Les mortalités observées ont été corrigées à l'aide de la formule d'Abbott (1925), en tenant compte des mortalités naturelles dans les lots témoins).

Le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tué par ce toxique.

Il existe, en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par ce toxique, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule d'Abbott :

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

MC: la mortalité corrigée

M: pourcentage de morts dans la population traitée

M_t: pourcentage de morts dans la population témoin

IV.3.2 Calcul de la TL50

Pour calculer le TL50 nous avons utilisé la méthode des probits (**Finney., 1971**).

Nous avons calculé le temps létal de 50% de la population d'insectes « TL50 » Confirmer la comparaison de toxicité des huiles testées contre les larves *Plodia interpunctella*.

Pourcentages de mortalité corrigés convertis en probabilités, régression log de la durée d'exposition (en jours) en fonction de la mortalité à Logiciel MINITAB (version 18) pour la détermination du temps létal de 50% des populations d'insectes utilisent une dose moyenne de 5µL .

IV.3.3 Analyse statistique des données

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance en utilisant le test Statistique ANOVA 2 Factoriel à deux facteurs (**Dagnelie., 1975**).

Nous avons utilisé ce type d'analyse pour tester l'effet sur la mortalité des larves de deux Facteurs, à savoir : la dose en huile essentielle et la durée d'exposition des huiles essentielles.

L'étude statistique est réalisée sur le logiciel Microsoft Office Excel 2007.

Chapitre V :

Résultats et discussion

V.1 Efficacité des huiles essentielles

V.1.1 Mortalité en élevage témoin

Aucune mortalité des larves n'a été observée dans la boîte de Pétri de l'élevage témoin (traité uniquement à l'acétone) après 7 jours d'exposition.

V.1.2 Mortalité avec les huiles essentielles

A. *Malaleuca alternifolia*

Tableau 4: Mortalité des larves de *Plodia interpunctella* en présence d'huile essentielle *Malaleuca alternifolia*

	1 μ l	3 μ l	5 μ l	7 μ l	9 μ l
1er jour	16,6666667	16,6666667	33,3333333	50	50
2 jours	50	41,6666667	50	75	75
3 jours	50	41,6666667	58,3333333	75	83,3333333
4 jours	75	58,3333333	66,6666667	83,3333333	91,6666667
7 jours	83,3333333	75	83,3333333	91,6666667	91,6666667

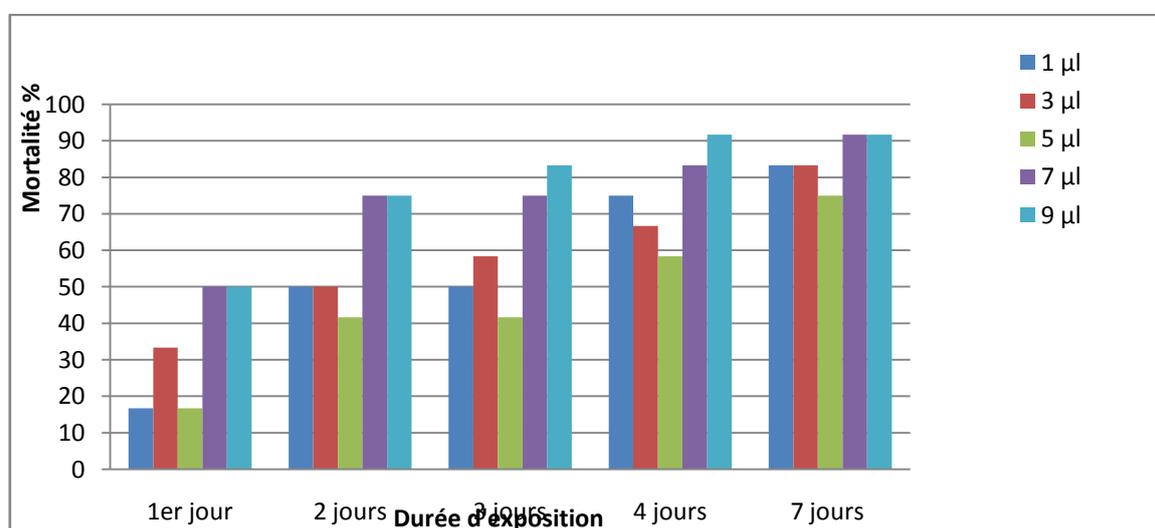


Figure 22: Evolution de la mortalité des larves de *Plodia interpunctella* en fonction de temps et des doses en huiles essentielles *Malaleunca alternifolia*

Pour le huile essentielle de la premier plante *Malaleunca alternifolia* et pour les facteurs durée d'exposition en constante qu'il existe une différence hautement significative entre les moyenne de mortalité des larves de *plodia interpunctella* avec une valeur de $f=59.9130$ et

$p=2.0054 \cdot 10^{-9}$ pour le deuxième facteur qui est la durée d'exposition il y a une différence hautement significative avec une valeur de $F= 59,9130435$ et $P= 3,00691728 \cdot 10^{-7}$

Pour le même huile concernant le 2 eme facteur qui est la dose en huile extraite de *Malaleunca alternifolia* .elle existe une différence hautement significative entre les moyennes de mortalité larvaire de *Plodia interpunctella*

B .*Cedrus atlantica*

Tableau 5: Mortalité des larves de *Plodia interpunctella* en présence d'huile essentielle *Cedrus atlantica*

	1 µl	3 µl	5 µl	7 µl	9 µl
1er jour	16,6666667	16,67	16,6666667	16,6666667	33,3333333
2 jours	33,3333333	25	33,3333333	33,3333333	50
3 jours	41,6666667	50	50	58,3333333	50
4 jours	75	66,6666667	66,6666667	75	91,6666667
7 jours	75	75	91,6666667	100	100

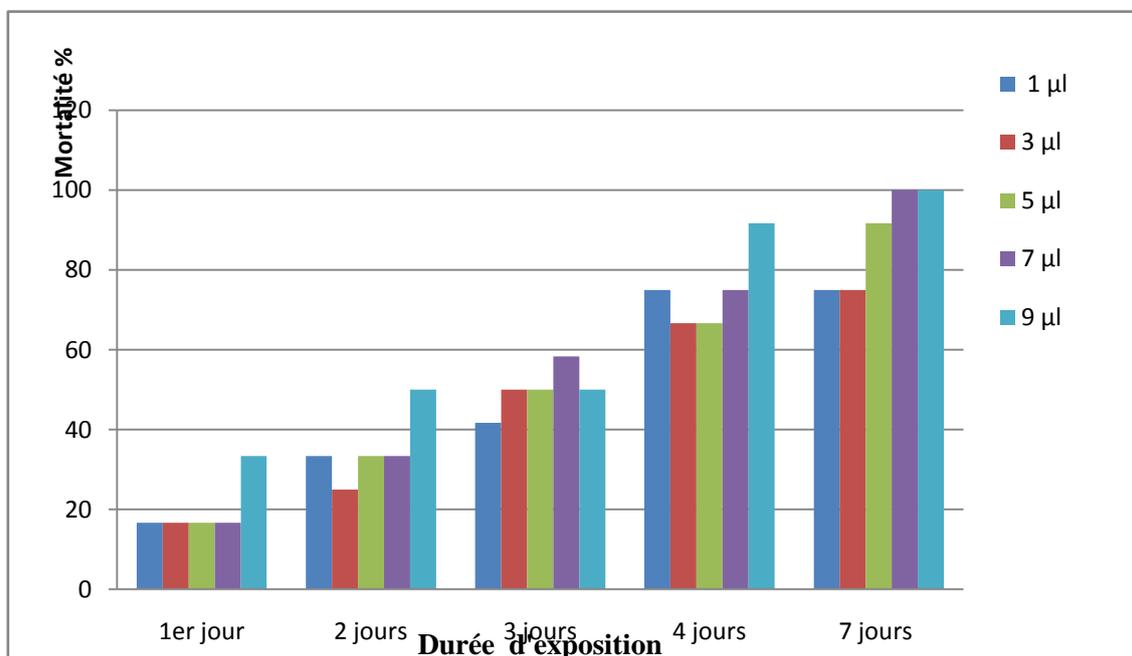


Figure 23: Evolution de la mortalité des larves de *Plodia interpunctella* en fonction de temps et des doses en huiles essentielles de *Cedrus atlantica*

Concernant l'huile essentielle extraite de la 2eme plante et le facteur durée de exposition, elle consiste une différence hautement significative entre les moyennes de mortalité des larves

de *Plodia interpunctella* avec les valeurs de $f=96.160$ et $p=5.6145 \cdot 10^{-11}$ pour le deuxième facteur qui est la durée d'exposition il y a une différence hautement significative avec une valeur de $F= 6,67743231$ et $P= 3,00691728 \cdot 10^3$

Pour le 2ème facteur qui est la dose en huile essentielle, elle existe une différence significative entre les moyennes de mortalité des larves de *Plodia interpunctella* nous pouvons que pour les deux plantes choisies *Cedrus atlantica* et *Malaleunca alternifolia* et pour les deux facteurs à tester à savoir la durée d'exposition et la concentration en huile essentielle on a constaté une mortalité importante des larves de *Plodia interpunctella* durant toute la durée tout la durée de suivre et pour toute les concentrations testées

V.2 Comparaisons de la toxicité des huiles essentielles sur les larves de *P. interpunctella*

V.2.1 La dose létale pour 50% (DL50) des larves de *P. interpunctella*

Les résultats suivants ont été obtenus en transformant les mortalités corrigées des larves après deux jours d'exposition en probits, puis en effectuant une régression de ces données en fonction des logarithmes des doses d'huiles essentielles.

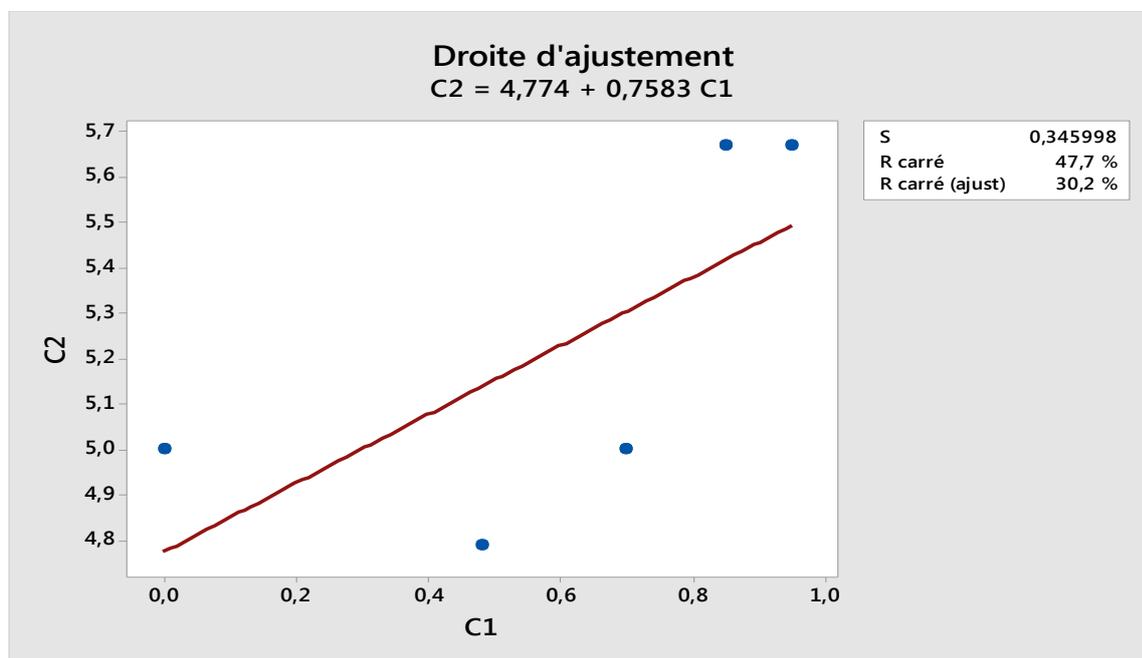


Figure 24: Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles de *Malaleunca alternifolia* / mortalité (probits) des larves.

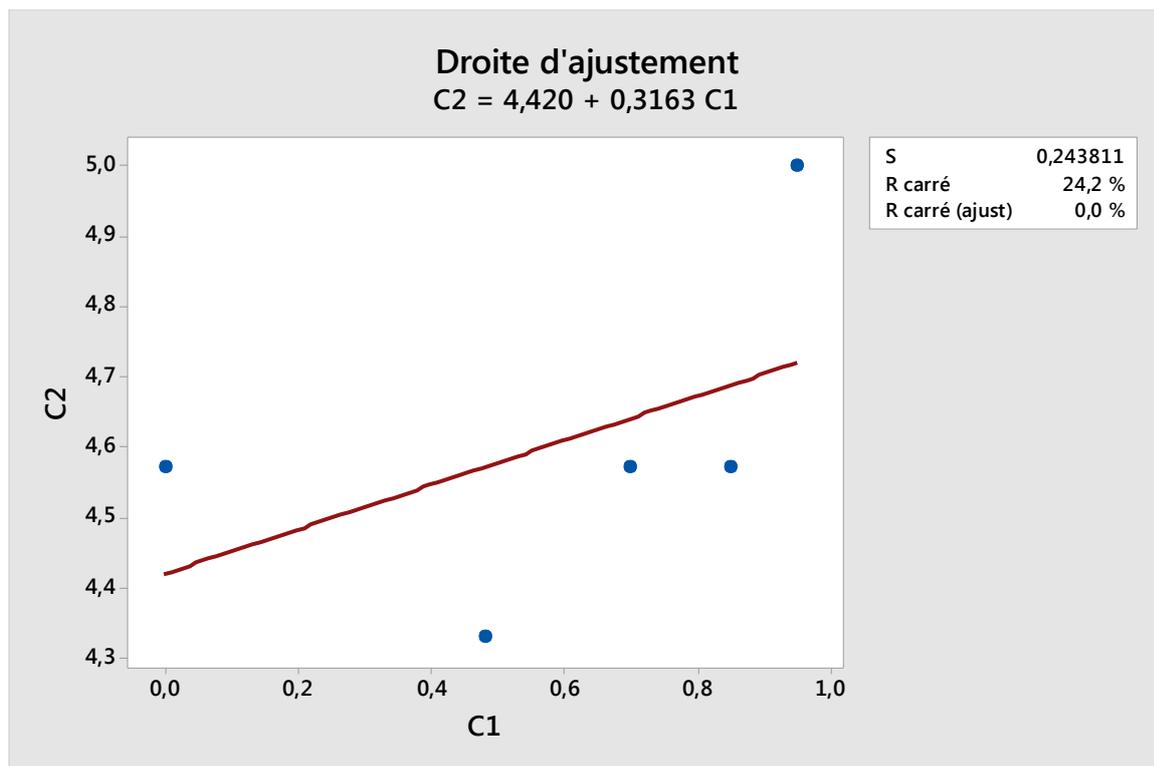


Figure 25: Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles de *Cedrus atlantica* / mortalité (probits) des larves.

Pour la dose létale de 50% des larves de *Plodia interpunctella* et pour l'huile essentielle de *Malaleuca* (DL50), elle a été observée après deux jours et avec une dose de 1.98. Concernant le temps létal de 50 des larves et à la dose de 5 (tl50) elle est de 1.99 jours .

Les valeurs de la DL 50 et de la TL50 nous renseignent sur l'efficacité larvicide de l'huile essentielle de *Malaleuca*

Concernant l'huile essentielle extraite de *Cedrus atlantica* la mortalité de 50% des larves de *Plodia interpunctella* a été observée de le 2eme jour à une concentration de 6.18 µl pour le temps létal de 50% des larves (TL50) , il était de 2.58 jours et à une concentration de 5 µl

2.2 Le temps létal pour 50% (TL50) des larves de *P. interpunctella* :

Les résultats obtenus à partir de la conversion de la mortalité corrigée des larves en probits (en utilisant la dose de 5µL/5g de son de blé) et de la régression de ces données en fonction des logarithmes des durées d'exposition sont les suivants :

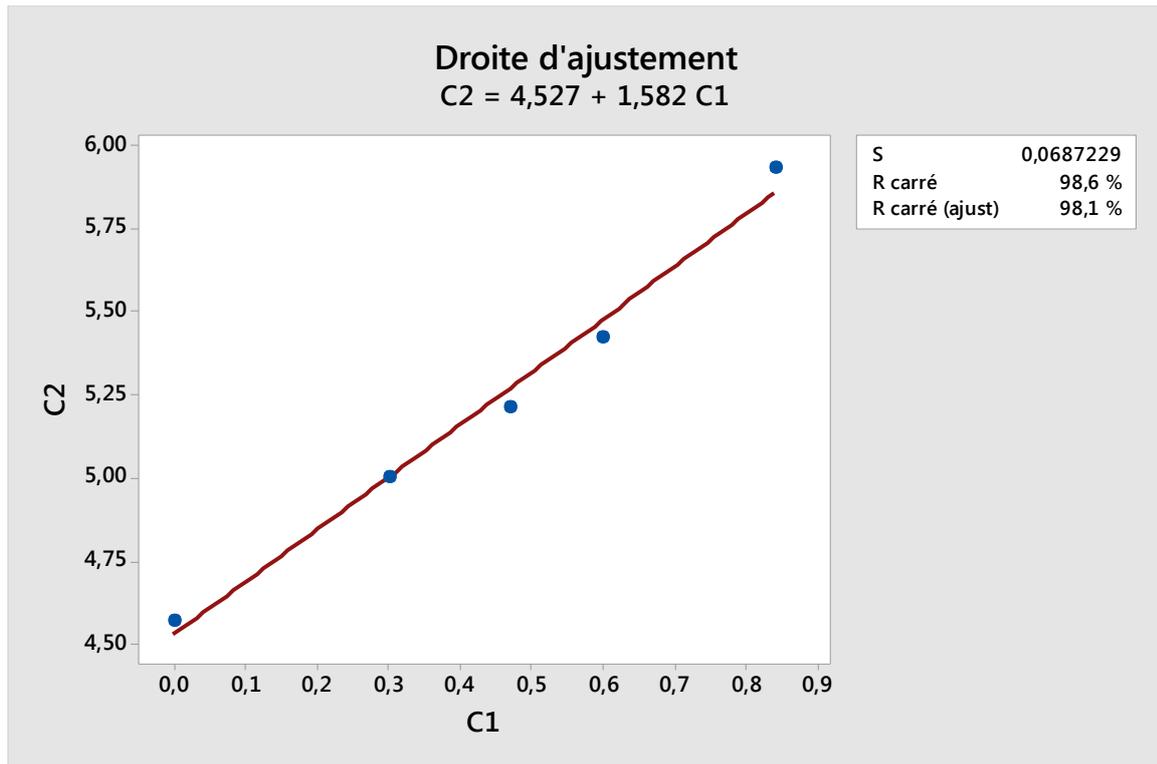


Figure 26: Droite régression(Log) durée d'exposition aux huiles *Malaleunca alternifolia* /mortalité (probits) des larves.

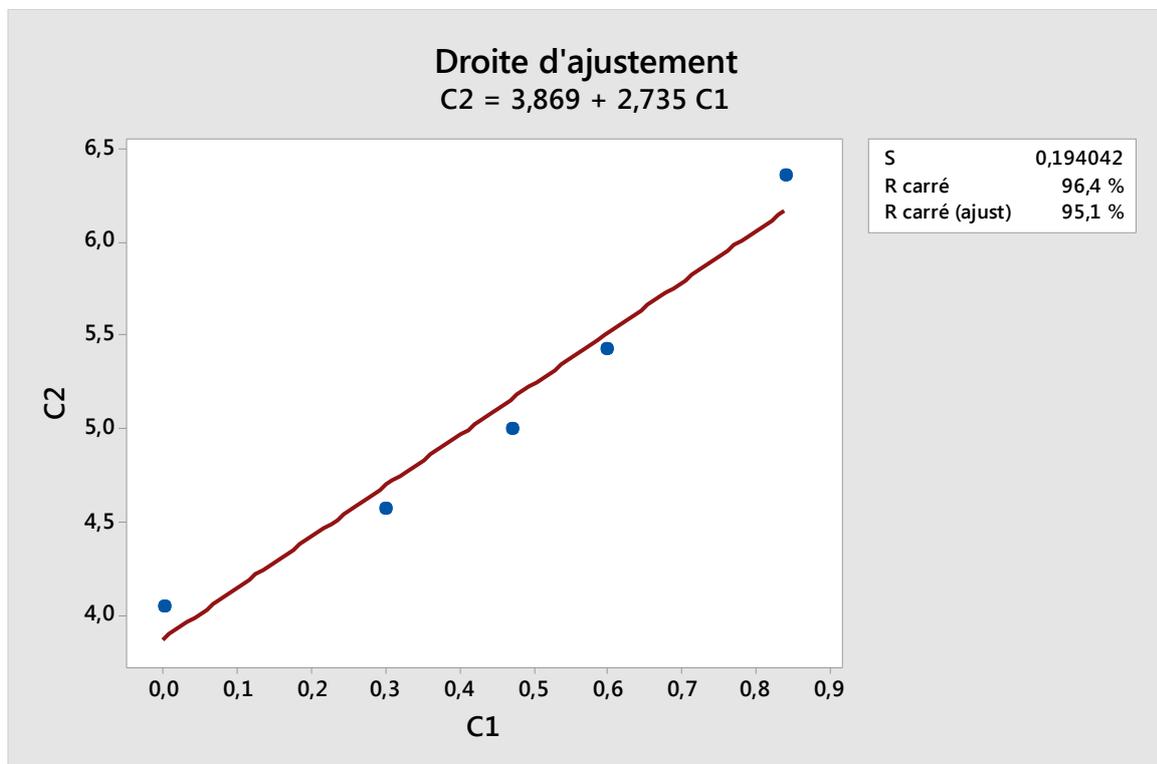


Figure 27: Droite de régression(Log) durée d'exposition aux huiles de *Cedrus atlantica* /mortalité (probits) des larves

Concernant les directe d'Ajustement représente la variation de la mortalité des larves en fonction de la mortalité des larves en fonction de la variation des deux facteurs temps et dose en huile. Le signe du coefficient est positif ce qui implique la direction de la relation en le terme de réponse qui est la mortalité larvaire qui augmente avec l'augmentation des deux facteurs testes

Tableau 6: Valeurs de DL50 après deux jours d'exposition aux huiles essentielles testées.

Les Huiles essentielles	Equation de régression	DL50
<i>Malaleunca alternifolia</i>	$C2=4,774+0,7583C1$	1,89 μ l
<i>Cedrus atlantica</i>	$C2=4,420+0,3163C1$	68,18 μ l

Les DL50 obtenue suggèrent que les huiles essentielles extraites de *Malaleunca alternifolia* sont plus toxique pour les larves de *Plodia interpunctella* que le huile essentielle de *Cedrus atlantica*.

Tableau 7: Valeurs de TL50 en utilisant la dose 5 μ L/5g de son de blé de deux huiles essentielles.

Les huiles essentielles	Equation de régression	TL50
<i>Malaleunca alternifolia</i>	$C2=4,527+1,581C1$	1,99 jours
<i>Cedrus atlantica</i>	$C2= 3,869+2,735C1$	2,58 jours

Selon ces valeurs de TL50, il est confirmé que les deux huiles essentielles testées ont été classées en fonction de leur toxicité. Ainsi, les huiles de *Malaleunca alternifolia* sont plus toxiques par rapport aux huiles essentielles de *Cedrus atlantica*

Discussion

Selon nos résultats obtenus après l'évaluation de l'activité biologique des huiles essentielles extraites de *Malaleunca alternifolia* et *Cedrus atlantica* et nous avons observé un effet larvicide sur les larves de *Plodia interpunctella*.

Les résultats obtenus ont montré clairement 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 (0%) après 7 jours d'exposition.

J'ai mené cette expérience avec mon collègue **BENLAZAR (2024)**, mais avec d'autres huiles essentielles, qui sont l'huile essentielle de Syzygium et l'huile essentielle d'eucalyptus globulus dans les mêmes conditions, et les résultats réalisés que l'huile de clous de Syzygium aromaticum s'est révélée plus toxique que l'huile essentielle de eucalyptus globulus avec une DL50 de 3.13uL/5g de son de blé et une TL50 de 6 2.38jours. La DL50 de eucalyptus globulus était de 54,44uL/5g de son de blé et la TL50 était de 3,36 Jours

Après les résultats obtenus dans ce travail on peut dire que l'huile essentielle de *Malaleunca alternifolia* plus toxiques que les autres huiles essentielles utilisées dans cette expérience avec ma collègue **BENALEAR Hanane** pour la lutte contre *Plodia interpunctella*.

SIM et al ., (2006) ont étudié la toxicité de quarante-quatre huiles essentielles extraites des plantes aromatiques sur les larves de la pyrale *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae), leurs résultats montrent que les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* sont les plus toxiques avec une DL50 de 64,6 mg/litre d'air.

D'après les résultats de **Djedid Ahmed Yacine** qui a étudié l'activité larvicide des huiles essentielles de *Pinus halepensis* et *Lavandula stoechas* sur la pyrale *Plodia interpunctella*, l'huile de la plante *Lavandula stoechas* est plus toxique que l'huile essentielle de *Pinus halepensis* avec une DL50 de 3,67µL/5g de son de blé et une TL50 de 2,26 jours.

La DL50 de *Pinus halepensis* était se21, 11µL/5g de son de blé et la TL50 était de 2,98 jours.

Conclusion

Conclusion

Les céréales stockées fournissent un endroit propice à l'installation de ravageurs notamment les insectes ces derniers occasionnent des pertes quantitatives et qualitatives considérables.

Face à cette menace il existe plusieurs méthodes permettant de contrôler les effectifs de ces ravageurs, la méthode la plus utilisée est la lutte chimique cette dernière présente plusieurs inconvénients qui peuvent agir négativement sur l'environnement et la santé humaine dans notre travail nous avons essayé de tester deux huiles essentielles extraites de deux plantes différentes qui *cedrus atlantica* et *Malaleuca alternifolia* sur la mortalité des larves de *plodia interpunctella*.

Cette méthode est de plus en plus explorée en raison de ses avantages écologiques et de sa sécurité pour la santé humaine.

Les deux huiles ont montré une efficacité larvicide importante sachant que la mortalité des larves a été observée durant tous les jours de suivi et pour toutes les concentrations testées pour la 1ère huile la base la plus létale la mortalité était de 9 µl et avec un pourcentage de 91,66 % pour la 2ème plante la base qui a induit plus de mortalité était 9 µl avec un pourcentage de mortalité de 98,8%.

Après cette étude, nous pouvons affirmer que ces huiles présentent une activité larvicide significative, l'huile de *Syzygium aromaticum* s'est avérée être plus toxique que l'huile *cedrus atlantica* avec une DL50 de 1,98 µL/5g de son de blé et une TL50 de 1,99 jours. Par contre pour la deuxième plante qui est *cedrus atlantica* la DL50 était de 68,18 µL/5g de son de blé et la TL50 était 2,58 jours.

Nous souhaitons à ce que d'autres études soient menées dans ce même créneau en utilisant d'autres huiles essentielles et sur d'autres stades de développement de *Plodia interpunctella* notamment les adultes puis les généraliser sur plusieurs espèces d'insectes ravageurs de denrées stockées.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- abré, G. A 2009 insight into *Plodia interpunctella* (Hubner) insect pest of food and its control measures in Jodhpur area.
- Adams(1999). Honey and pollen flora of NSW landscapes. NSW Agriculture.
- Aissaoui F.2022. Biologie et lutte contre trois pyrales des denrées stockées. Thèse doctorat.p21, 22.
- Aitken, A. D. (1963). A working method for descriptions of lepidopterous larvae. *Microentomology*, 26, 40-52.
- Aitken, A. D. (1963). A working method for descriptions of lepidopterous larvae. *Microentomology*, 26, 40-52.
- Ali, B., Al-Wabel, N. A., Shams, S., Ahamad, A., Khan, S. A., & Anwar, F. (2015). Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(8), 601-611.
- ARBEZ M., 1987 - *Cedrusatlantica* (Cèdre de l'Atlas), et *Cedruslibani* (Cèdre du Liban). in Les ressources génétiques forestières en France, I, Les Conifères: 79-82 et 83-86
- **ARTS 8 Remmer,2008:** Étude Des Huiles Essentielles D' espèces Végétales De La Flore Laurentienne:Composition Chimique, Activités Pharmacologiques Et Hémi-Synthèse.p12.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., &Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., &Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475. [6](#)
- **Barrero et al,2005:** Indianmeal moth *Plodia interpunctella* (Hubner). Grain Insect Fact Sheet E-223-W, Purdue University, Department of Entomology.
- Bedi, S. S., & Gill, N. S. (1990). *Insect Pest Management in Stored Foodgrains*. Indian Council of Agricultural Research.
- **Benine ; Redouani., 2019 :**Extraction et caractérisation physicochimique et biologique Des huiles essentielles extraites à partir d'une plante Médicinale (*Mentha aquatica* L.) de la région d'El oued. p59.
- **BLO,2017 :**Étude de l' activité larvicide des huiles essentielles de *Pinus halepensis* et *Lavandula stoechas* sur *Tenebrio molitor* (L .) (Coleoptera : Tenebrionidae) .mémoire de master .Université Tlemcen.p47.
- Bourrain, L. (2013). *Les huiles essentielles, une merveille de la nature*. Éditions Lyra.
- Bouzeraa. (2010) These de Doctorat : Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Université Badji mokhtar-annaba.Algérie.

Références bibliographiques

- Brophy, J. J., Craven, L. A., & Doran, J. C. (2013). **Melaleucas: their botany, essential oils and uses**. Australian Centre for International Agricultural Research.
- Brophy, J. J., Davies, N. W., Southwell, I. A., Stiff, I. A., & Williams, L. R. (1989). Gas chromatographic quality control for oil of melaleuca terpinen-4-ol type (Australian tea tree). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37(5), 1330-1335.
- Brophy, J. J., Davies, N. W., Southwell, I. A., Stiff, I. A., & Williams, L. R. (1989). Gas chromatographic quality control for oil of melaleuca terpinen-4-ol type (Australian tea tree). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37(5), 1330-1335.
- Brun, P., Guengant, S., & Lechat, P. (2004). *La phytothérapie anti-âge*. Editions Vuibert.
- Butcher, P. A., Doran, J. C., & Slee, M. U. (1994). Intraspecific variation in leaf minerals of *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae). *Australian Journal of Botany*, 42(2), 203-211.
- Butcher, P. A., Doran, J. C., & Slee, M. U. (1994). Intraspecific variation in leaf minerals of *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae). *Australian Journal of Botany*, 42(2), 203-211.
- Campbell, J. F., & Runnion, C. (2003). Patch exploitation by female *Plodia interpunctella*: Responses to multiple and variable patches. *Journal of Insect Behavior*, 16(3), 391-404.
- Carson, C. F., Hammer, K. A., & Riley, T. V. (2006). *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties. *Clinical Microbiology Reviews*, 19(1), 50-62.
- Carson, C. F., Hammer, K. A., & Riley, T. V. (2006). *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties. *Clinical Microbiology Reviews*, 19(1), 50-62.
- Collins, P.J. (2006). Resistance to chemical treatments in insect pests of stored grain and its management. *Insect Management for Food Storage and Processing*, 287-330
- Cox, P. D., & Bell, C. H. (1991). Biology and ecology of moth pests of stored foods. In *Ecology and Management of Food-Industry Pests* (pp. 181-193). FDA Technical Bulletin.
- Craven, L. A., & Lepschi, B. J. (1999). Enumeration of the Australian species of *Melaleuca* (Myrtaceae). *Australian Systematic Botany*, 12(6), 819-927.
- Farjon, A. (2017). *A handbook of the world's conifers* (Vol. 2). Brill Academic Publishers.
- Farjon, A. (2017). *A handbook of the world's conifers* (Vol. 2). Brill Academic Publishers.
- Faurel L., (1947). Note sur la Cédraie de l'Atlas de Blida (Algérie), ses sols et ses associations végétales. *C.R. Conf. Pédologie Médit., Alger-Montpellier*, 474-477.

Références bibliographiques

- **Finney D.J ;(1971)** : Statistical method in biological assay, 2nd edition.London : Griffin, 333p.
- FrancoisCourbet , A. Albouy Modélisation dendrométrique de l'architecture du cèdre de l'Atlas en peuplement
- **Groot, I.D., 2004** : La Protection des céréales et des légumineuses stockées, Agrodok 18.
- Hainry D. et Colombet M., 2009. Bilan des introductions et perspectives d'utilisation du Cèdre de l'Atlas (*Cedrusatlantica*) en Bretagne. CRPF de Bretagne. 10p
- Hübner, J. (1813). Die Schmetterlinge Deutschlands: Eine Beschreibung derselben nach ihren äußeren Merkmalen. Augsburg: Verlag der J.G. Cotta'schen Buchhandlung.
- Hyldgaard, M., Mygind, T., & Meyer, R. L. (2012). Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology*, 3, 12.
- **Isman M.,2000**: Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*.N° 19. Pp 603-608.
- Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19(8-10), 603-608. Raut, J. S., & Karuppaiyil, S. M. (2014). A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial Crops and Products*, 62, 250-264. [5](#)
- Johnson, J.A ; W offord, P.L ; Whitehand, L.C ; 1992 : Effect of diet and Temperature on development rates, survivaland reproduction of the Indianmeal moth (Lepidoptera : Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 85, 561-566.
- **Kassemi., Khelil M.A .,and Bendimerad N., 2013**:évaluation of the insecticidal activity of the aerial part of pseudocytisus integrifolius (salisb) rehder on grain borer ryzopertha dominica fab .(bostrychidae) and wheat weevil sitophilus granaries linn.(curculionidae).journal of life sciences .,vol 7,n°7,pp :700-704.
- Lakušić, B., Ristić, M., Slavkovska, V., Stojanović, D., & Lakušić, D. (2013). Environmental and seasonal impacts on the chemical composition of Saturejahorvatišilić (Lamiaceae) essential oils. *Chemistry & Biodiversity*, 10(4), 668-681.
- **Leonard ; Ngamo.,2004**: Conseil phytosanitaire interafricain, bulletin d'informations phytosanitaires, éd. F.A.O Rome.N: 44, 58p.
- **Lis_Belchin ;20062015** :Caractérisation des huiles essentielles de Citron (Feuilles , Fruits) de la Région d'Ouargla. mémoire de master .Université kasdiMerbah .p5
- Lis-Balchin, M. (2006). *Aromatherapy Science: A Guide for Healthcare Professionals*. Pharmaceutical Press.
- Low, T. (2002). **The new nature**. Penguin Books.
- Martinetti P. *Mon guide des huiles essentielles*. Paris: Fernand Lanore; 2013.

Références bibliographiques

- Mason, L. J. (2003). Insects infesting stored products. *Annual Review of Entomology*, 48, 543-562.4
- Maxime et al ;2007: Effect of diet and Temperature on development rates, survival and reproduction of the Indianmeal moth (Lepidoptera : Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 85, 561-566.
- Mohandass, S., Arthur, F. H., Zhu, K. Y., & Throne, J. E. (2007). Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored products. *Journal of Stored Products Research*, 43(3), 302-311.
- Mohandass, S., Arthur, F. H., Zhu, K. Y., Throne, J. E., & Subramanyam, B. (2007). Biology, ecology, and management of the Indianmeal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae), in stored food products. *Journal of Stored Products Research*, 43(3), 302-311.
- Mollah, J. U., Bhuiyan, M. I., Nasser, M. N., Rahman, M. Z., Alam, M. S., & Alam, M. S. (2010). Repellent activity of *Melaleuca alternifolia* (Cheel) essential oil against *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Bio-Science*, 18, 51-56.
- **Monforte et al 2024** Épices, aromates et condiments, Belin, 2003.
- Munroe, E., & Solis, M. A. (1999). Pyralidae. In Kristensen, N.P. (Ed.), *Lepidoptera, Moths and Butterflies: Evolution, Systematics, and Biogeography* (Vol. 1, pp. 233-256). De Gruyter.
- Munroe, E., & Solis, M. A. (1999). Pyralidae. In Kristensen, N.P. (Ed.), *Lepidoptera, Moths and Butterflies: Evolution, Systematics, and Biogeography* (Vol. 1, pp. 233-256). De Gruyter.
- Omar M'hirit, Mohamed Benzyane **Le cèdre de l'Atlas: mémoire du temps** Editions Mardaga, 2006 - 288 pages
- Pauli, A. (2001). Antimicrobial properties of essential oil constituents. *International Journal of Aromatherapy*, 11(3-4), 126-133.
- Pazyar, N., Sadeghi Bazargani, H., Bagherani, N., & Mortazavi, H. (2013). A review of the clinical efficacy of tea tree oil in dermatology. *International Journal of Dermatology*, 52(7), 784-790.
- Penfold, A. R., & Morrison, F. R. (1924). **The volatile oils of the Australian flora.** *Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales*, 58, 301-306.
- Polunin, O., & Smythies, B. E. (1973). *Flowers of South-West Europe: A Field Guide.* Oxford University Press.
- Rajendran, S. (2002). Ecological approaches in stored product insect pest management. In *Proceedings of the National Seminar on Insect Pest Management in Stored Products* (pp. 17-27). Indian Society of Stored Products Research, Bangalore, India.

Références bibliographiques

- Raut, J. S., & Karuppaiyil, S. M. (2014). A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial Crops and Products*, 62, 250-264.
- Saad, N. Y., Mushtaq, G., & Zafar, S. I. (2013). Essential oils: their antimicrobial and therapeutic actions. *Asian Journal of Chemistry*, 25(6), 3547-3565.
- Sedira, fatiha ; Ramdani, Linda (2018). These de Master. Activité répulsive et larvicide de l'huile essentielle d'Artemisia herba alba sur *Plodia interpunctella* et *Ephestia kuehniella*, deux espèces ravageurs des denrées stockées.
- Sedlacek, J. D., Weston, P. A., & Barney, R. J. (1996). *Lepidoptera and Psocoptera*. In *Integrated management of insects in stored products* (pp. 135-167). Marcel Dekker, Inc., New York.
- Sedlacek, J. D., Witcosky, J. J., & Chirico, J. (1996). Influence of temperature, humidity, and diet on development of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, 89(6), 1613-1619
- Shaffer, J. C. (1995). Pyralidae. In Dominick, R.B. et al. (Eds.), *The Moths of America North of Mexico* (Fascicle 13.2A, pp. 1-51). Wedge Entomological Research Foundation.
- Shaffer, J. C. (1995). Pyralidae. In Dominick, R.B. et al. (Eds.), *The Moths of America North of Mexico* (Fascicle 13.2A, pp. 1-51). Wedge Entomological Research Foundation.
- Shawkit, M. S., Al-Mahdawi, I. A., & Amin, I. S. (2022). Biocontrol potential of the predator *Xylocoris flavipes* against stored product insects. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1), 1-7.
- Sinha, R. N., & Sinha, A. K. (1992). *Insects of stored grain and their management*. International Books & Periodicals Supply Service.
- Sinha, R. N., & Sinha, A. K. (1992). *Insects of stored grain and their management*. International Books & Periodicals Supply Service.
- Slamka, F. (2010). *Pyraloidea (Insecta: Lepidoptera) of the World*. Bratislava: Francis Slamka.
- Slamka, F. (2010). *Pyraloidea (Insecta: Lepidoptera) of the World*. Bratislava: Francis Slamka.
- Somerville, D. (1999). *Honey and pollen flora of NSW landscapes*. NSW Agriculture.
- Syed, T. A., Qureshi, Z. A., Ali, S. M., Ahmad, S., & Ahmad, S. A. (1999). Treatment of toenail onychomycosis with 2% butenafine and 5% *Melaleuca alternifolia* (tea tree) nail lacquer in diabetic patients. *Tropical Medicine & International Health*, 4(4), 284-287.
- Toth, 1970 *France en cédrele: d'avenir plein et centenaire plus que -1970,.. - .355-364*
Pp .03. ,XXII .R.F.F.VOI
- Trematerra, P., & Savoldelli, S. (2014). Pasta storage product pests. In *Stored Product Insect Resource* (pp. 311-325). AACCC International Press.

en français

Effet des huiles essentielles extraites de *cedrus atlantica* et *Melaleuca alternifolia* sur la mortalité des larves de la pyrale *Plodia interpunctata*

Durant notre travail on a testé l'effet larvicide de deux huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques qui sont *cedrus atlantica* et *Melaleuca alternifolia*.

Concernant l'huile extraite de la première plante elle induit une mortalité de 50% des larves à une dose de 68.18µL et dans un temps de 2.58 jours.

Pour la deuxième plante de 50% des larves a été observée à une dose de 1.98 µL et à un temps de 1.99jours.

باللغة العربية:

العنوان: تأثير الزيوت العطرية المستخلصة من كيدروس أتلانتিকা وميلاليوكا ألتيرنيفوليا على وفاة يرقات بلوديا إنتربونكتاتا

الملخص: خلال عملنا، قمنا باختبار التأثير المبيد لليرقات لزيتين عطريين مستخلصين من كيدروس أتلانتিকা وميلاليوكا ألتيرنيفوليا على يرقات بلوديا إنتربونكتاتا. أدت زيت الكيدروس أتلانتিকা إلى وفاة 50% من اليرقات عند جرعة 68.18 ميكرو لتر في 2.58 يوم، بينما لزيت ميلاليوكا ألتيرنيفوليا، وجد أن 50% من اليرقات توفيت عند جرعة 1.98 ميكرو لتر في 1.99 يوم.

in English:

Title: Effect of essential oils extracted from *Cedrus atlantica* and *Melaleuca alternifolia* on the mortality of *Plodia interpunctata* larvae

Abstract: During our study, we tested the larvicidal effect of two essential oils extracted from *Cedrus atlantica* and *Melaleuca alternifolia* on *Plodia interpunctata* larvae. The essential oil from *Cedrus atlantica* induced 50% larval mortality at a dose of 68.18 µL within 2.58 days. For *Melaleuca alternifolia*, 50% larval mortality was observed at a dose of 1.98 µL within 1.99 days.