

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN
كلية علوم الطبيعة والحياة ، وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de
l'Univers
Département d'Ecologie et Environnement



MÉMOIRE

Présenté par

MESSABIH Soumia

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Ecologie

Thème

Activités larvicide des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticus* sur la pyrale *Plodia interpunctella* (lepidoptera : pyralidae)

Soutenu le 20/06/2022 devant le jury composé de :

Président : HASSANI Faïçal	Professeur	Université de TLEMCEN
Encadrant : MESTARI Mohamed	M.A.A	Université de TLEMCEN
Examineur : ZETTAM Amine	M.C.B	Université de TLEMCEN

Année universitaire 2021/2022

Titre et résumé en arabe :

أنشطة مبيدات اليرقات للزيوت الأساسية *Eucalyptus globulus* و *Syzygium aromaticus*

على العثة (*Plodia interpunctella* : lepidoptera : pyralidae)

يمكن أن تسبب الآفات الحشرية للمواد الغذائية خسارة كاملة للمخزون.

الطريقة الأكثر شيوعًا للحد من أنشطتهم هي استخدام مبيدات الآفات ، والتي للأسف آثارها غير المرغوبة عديدة للغاية يهدف هذا العمل إلى تقييم نشاط المبيدات الحشرية للزيوت العطرية لأوكالبتوس جلوبولوس و سيزيجيوم أروماتيكوس على آفة من المواد الغذائية المخزنة ، وهي بلوديا إنتربونكتيلا. في ظروف المختبر (درجة حرارة 25 درجة مئوية ورطوبة 70٪) تم اختبار الزيوت العطرية المستخدمة في تجاربنا بخمس جرعات مختلفة (1،3،5،7 و 9 ميكرو لتر / 5 جم نخالة القمح) وفقا لنتائجنا ، أظهر لنا أن الزيوت الأساسية ل *Eucalyptus globulus* و *Syzygium aromaticus* لها نشاط مبيد لليرقات على يرقات حشرة *Plodia interpunctella* ، و زيت *Syzygium aromaticus* أكثر سمية مع DL50 من 9.12 ميكرو لتر / 5 غرام قمح النخالة و TL50 لمدة 6.80 يوما مقارنة بزيت *Eucalyptus globulus* الاساسي الذي يحتوي على 30.95 DL50 ميكرو لتر / 5 غرام من نخالة القمح و TL50 لمدة 8.31 يوما.

Mots clés : الافات الحشرية , الزيوت العطرية , *Eucalyptus globulus* , *Syzygium aromaticus* *plodia interpunctella* , DL50, TL50

Titre et résumé en français

Activités larvicide des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticus* sur la pyrale *plodia interpunctella* (lepidoptera : pyralidae)

Les insectes ravageurs des denrées, peuvent causer la perte totale d'un stock.

Le moyen le plus courant pour limiter leurs activités est l'usage des pesticides dont les effets indésirables sont malheureusement très nombreux.

ce travail a pour but d'évaluer l'activité insecticide des huiles essentielles d'*eucalyptus globulus* et *syzygium aromaticus* sur un ravageur des denrées stockées ,il s'agit de *plodia interpunctella*

Dans les conditions de laboratoire (Température de 25°C et humidité de 70 %)

Les huiles essentielles utilisées dans nos expériences, ont été testées à cinq doses différentes (1,3,5,7 et 9 µL/ 5g son de blé)

D'après nos résultats obtenus , nous montrent que les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticus* ont une activité larvicide sur les larves de l'insecte de *plodia*

interpunctella ,l'huile de *Syzygium aromaticus* est plus toxiques avec une DL50 de 12,09 µL/ 5g

son de blé et TL50 de 6,80 jours comparativement avec l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* qui présente une DL50 de 30,95 µL/ 5g son de blé de et un TL50 de 8,31 jours.

Mots clés : Les insectes ravageurs ,les huiles essentielles , *Eucalyptus globulus*, *Syzygium aromaticus* , *plodia interpunctella* , DL50, TL50

Titre et résumé en anglais

Larvicidal activity of essential oiles of *Eucalyptus globulus* and *Syzygium aromaticus* on borer *Plodia interpunctella* (lepidoptera : pyralidae)

Insect pests of foodstuffs can cause the total loss of a stock.

The most common way to limit their activities is the use of pesticides, the undesirable effects of which are unfortunately very numerous.

this work aims to evaluate the insecticidal activity of essential oils of *Eucalyptus globulus* and *syzygium aromaticus* on a pest of stored foodstuffs, it is *plodia interpunctella*. Under laboratory conditions (temperature of 25°C and humidity of 70%)

The essential oils used in our experiments were tested at five different doses (1,3,5,7 and 9 µL/ 5g wheat bran)

According to our results, show us that the essential oils of *Eucalyptus globulus* and *Syzygium aromaticus* have a larvicidal activity on the larvae of the insect of *plodia interpunctella*, the oil of *Syzygium aromaticus* is more toxic with an LD50 of 12, 09 µL/ 5g wheat bran and TL50 of 6.80 days compared with the essential oil of *Eucalyptus globulus* which has an LD50 of 30.95 µL/ 5g wheat bran and a TL50 of 8.31 days.

Key words: Insect pests, essential oils, *Eucalyptus globulus*, *Syzygium aromaticus*, *plodia interpunctella*, DL50, TL50



Remerciements

Avant tout nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et la patience pour terminer ce mémoire.

Je tiens à remercier mon encadreur Monsieur **MESTARI Mohamed**

-M.A.A- à l'Université de Tlemcen d'avoir guidé ce travail. son encadrement, ses compétences, sa disponibilité, son aide durant toute la période de travail.

Je remercie **M. HASSANI Faïçal**, Professeur à l'Université de Tlemcen pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.

Je désire aussi remercier **Mr. ZETTAM Amine** –M.C.B- à l'université de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Je remercie également **Mr. BOUCHIKHI TANI Zoheir** pour nous aider

A tous les assistants du laboratoire de recherche « Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique » pour leur aide pendant la période de mon travail au laboratoire.

Je ne peux oublier de remercier tous les professeurs qui m'ont enseigné durant mon cursus de licence et de master.

Tous qui m'ont aidé de près ou loin pendant toutes les années d'études



Dédicace

C'est avec un très grand honneur pour nous dédions
ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde.

À mes chers parents Aissa et Fatima qui m'a permis de continuer nos
études dans les meilleures conditions et qui m'appris a ne jamais baissé les
bras.

À mes chers frères Kadiro et younes abd al djalil .

À mes chères sœurs Amina et Hadjer.

À ma cousine Hanane et tous mes cousines.

À tous les membres de la famille Messabih.

À ma cher amie Meriem qui a ajoutée du plaisir
et du bonheur à ma vie . Et a tous ceux qui nous ont aidés de près
ou de loin.

Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du
moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.



Liste des figures

Figure 1: L'arbre d'Eucalyptus globulus.....	5	
Figure 2: le tron d'eucalyptus globulus.....	5	
Figure 3: détail des feuilles d'Eucalyptus globulus	6	
Figure 4: des grandes fleurs solitaires blanc crème	6	
Figure 5: fruits et feuilles pétiolées des arbres adultes	7	
Figure 6: Structure chimique des quelques monoterpènes.....	9	
Figure 7: Allure d'un giroflier	13	
Figure 8: feuilles jeunes de couleur rose et feuilles matures de couleur verte du	13	
Figure 9: Branche de giroflier portant les clous en inflorescence terminale.....	14	
Figure 10: Boutons floraux et fleurs de giroflier	14	
Figure 11: Les œufs de Plodia interpunctella	27	
Figure 12: Larve de Plodia interpunctella	28	
Figure 13: Les pupes de Plodia interpunctella	28	
Figure 14: L'adulte de Plodia interpunctella.....	29	
Figure 15: balance de précision	Figure 16: Micro Pipette (10 ml).....	37
Figure 17: Etuve obscure.....	37	
Figure 18: L'élevage de masse	38	
Figure 19: Larves de Plodia interpunctella	39	
Figure 20: Les huiles essentielles testées	39	
Figure 21: 5 g de son de blé comme substrat alimentaire	41	
Figure 22: Préparation des essais.....	41	
Figure 23: Boîte de Pétri infestée de larves de Plodia interpunctella	42	
Figure 24: Essai avec l'huile essentielle d'eucalyptus globulus	44	
Figure 25: Essai avec l'huile essentielle de girofle	45	
Figure 26: Cycle de vie de plodia interpunctella	47	
Figure 27: Mortalité des larves de Plodia interpunctella en présence d'huile essentielle d'eucalyptus globulus.....	49	
Figure 28: Mortalité des larves de Plodia interpunctella en présence d'huile essentielle de Syzygium aromaticus	50	
Figure 29: Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles d' Eucalyptus globulus / mortalité (probits) des larves.	51	
Figure 30: Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles de Syzygium aromaticus / mortalité (probits) des larves.	51	

Figure 31: Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'expositionaux huile essentielle d' Eucalyptus globulus / mortalité (probits) des larves	52
Figure 32: Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'expositionaux huile essentielle de Syzygium aromaticus / mortalité (probits) des larves.....	53

Liste des tableaux :

Tableau 1: Distribution géographique d'Eucalyptus globulus en Algérie (FOUDILCHERIF, 1991)	8
Tableau 2 : Les plantes des quelles utilisées dans nos expériences.....	40
Tableau 3: Les doses utilisées	42
Tableau 4: Mortalité des larves de Plodia interpunctella en présence d'huile essentielle d'eucalyptus globulus.....	48
Tableau 5: Mortalité des larves de Plodia interpunctella en présence d'huile essentielle de Syzygium aromaticus	49
Tableau 6: Valeurs de DL50 après deux jours d'exposition aux huiles essentielles testées	53
Tableau 7: Valeurs de TL50 en utilisant la dose 5 µL/5g son de blé de deux huiles essentielles.	53

Abréviations et symboles

HE : Huile essentielle

μL : microlitre

g : gramme

Kg : Kilo gramme

+ : plus

DL50 : La dose létale pour 50 % de la population.

TL50 : temps létal de 50% de la population.

% : Pourcentage.

°C : Degré Celsius.

h : heure.

Résumés

Remerciements

Dédicace

Introduction :..... 1

Chapitre 1 : ETUDE DES PLANTES ET DES HUILES ESSENTIELLES TESTEES3

1 LES PLANTES AROMATIQUES TESTEES..... 3

1.1 L'eucalyptus globulus :..... 3

1.1.1 *Origine du nom eucalyptus* :..... 3

1.1.2 Origine et définition :..... 3

1.1.3 Position systématique :..... 4

1.1.4 Description :..... 4

1.1.5 Répartition géographique..... 7

1.1.6 Les huiles essentielles d'eucalyptus globulus..... 8

1.1.7 Composition chimique des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus..... 8

1.1.8 Utilisation des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus :..... 10

1.2 Syzygium aromaticus..... 11

1.2.1 Origine du nom :..... 11

1.2.2 Origine et définition :12

1.2.3 Position systématique : 12

1.2.4 Description Syzygium aromaticum :..... 12

1.2.5 Distribution géographique..... 15

1.2.6 Propriétés de l'huile essentielle de giroflier..... 15

1.2.7 Compositions chimiques de l'huile essentielles de Syzygium aromaticus..... 15

1.2.8 UTILISATIONS.....15

2 Les huiles essentielles :17

2.1 Introduction :..... 17

2.2 Définition :.....17

2.3 Localisation des huiles essentielles dans la plante..... 17

2.4 Propriétés physique des huiles essentielles :..... 18

2.5 Composition chimique des huiles essentielles.....18

2.5.1 Terpènes..... 18

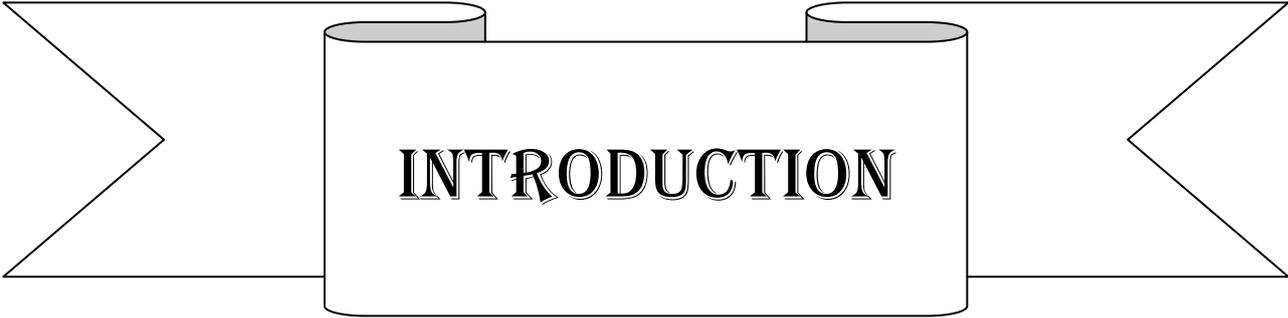
2.5.2 Composés aromatiques18

2.5.3 Composés d'origine diverse19

2.6 Technique d'extraction des huiles essentielles :19

2.6.1	La distillation :.....	19
2.6.2	Expression à froid:	20
2.6.3	L'enfleurage	20
2.6.4	Extraction par solvants:	20
2.7	Rôle des huiles essentielles	21
2.8	Domaines d'utilisation des huiles essentielles	21
2.8.1	Dans l'industrie agroalimentaire	21
2.8.2	En parfumerie	22
2.8.3	En pharmacie	22
2.9	Toxicité des huiles essentielles	23
CHAPITRE 2 : ETUDES DE L'INSECTE ET LES METHODES DE LUTTE		2
1 Présentation de l'insecte étudié :		24
1.1	La famille de pyralidae :	24
1.2	Présentation de l'insecte :	24
1.3	Origine et nomenclature :	24
1.4	Position systématique :	25
1.5	Description de l'insecte :	26
1.6	Cycle biologique de l'insecte :	26
1.7	Ecologie	29
1.8	Les dégâts :	30
1.9	Les produits attaqués par l'insecte :	30
2 les luttes contre les insectes :		31
2.1	Méthode de lutte traditionnelle	31
2.1.1	Exposition au soleil :	31
2.1.2	Enfumage :	31
2.1.3	Utilisation de plantes répulsives :	31
2.1.4	Utilisation d'huile :	31
2.1.5	Utilisation de matières inertes :	31
2.2	Méthode de lutte moderne	32
2.2.1	La Lutte biologique	32
2.2.2	lutte chimique	33
2.2.3	Lutte biotechnologique	34
2.2.4	Lutte physique	34
2.2.5	Lutte mécanique	34

Chapitre 3 : Matériels et méthodes	36
1 Objectif :.....	36
2 Présentation du lieu de travail	36
3 Matériel et méthodes :.....	36
3.1 Matériel de Laboratoire :.....	36
3.2 Matériel Animal (élevage de masse) :	38
3.3 Matériel végétal (les huiles essentielles testées)	39
3.4 Choix des doses :	40
3.5 le test témoin :	42
4 Evaluation de la toxicité des huiles essentielles par ingestion :.....	43
4.1 Essais avec l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus (Figure24)	43
4.2 Essais avec l'huile essentielle girofle (Figure25)	44
5 Expression des résultats :.....	45
5.1 La mortalité corrigée :	45
5.2 Calcul de TL50	46
5.3 Analyse statistique des données :	46
Chapitre 4 : RESULTATS ET DISCUSSION	47
1 Le cycle de développement de Plodia interpunctella :.....	47
2 Efficacité des huiles essentielles :	48
2.1 La mortalité en élevage témoin :	48
2.2 Mortalité avec les huiles essentielles :	48
2.2.1 Eucalyptus globulus	48
2.2.2 Syzygium aromaticus :	49
3 Comparaison de la toxicité des huiles essentielles sur les larves de Plodia interpunctella	50
3.1 La dose létale pour 50% des larves de Plodia interpunctella (DL50)	50
3.1.1 Eucalyptus globulus :	51
3.1.2 Syzygium aromaticus :	51
3.2 Le temps léthal pour 50 % de la population (TL50) :	52
3.2.1 Eucalyptus globulus :	52
3.2.2 Syzygium aromaticus :	52
Discussion :	54
Conclusion	56
Références bibliographiques	57



INTRODUCTION

Introduction

INTRODUCTION :

Les denrées stockées occupent une partie importante ou majoritaire dans l'alimentation humaine plus exactement dans les pays en voie de développement (blés, semoule, farine, orge, son de blé, maïs, farine de maïs, les céréales...) (AMRANI,2018). Elles sont exposées aux attaques des ravages qui peuvent causer des pertes partielles et parfois totales sur ces denrées stockées (Rajashekar et al., 2010). Ces insectes sont responsables d'une perte mondiale annuelle de grains stockés avec un rapport de 10 jusqu'à 40% (Rajashekar et al., 2012).

Face à la menace que constituent les insectes ravageurs des stocks ; Les moyens de lutte sont essentiellement articulés autour de l'utilisation des pesticides de synthèse. pour Leur efficacité à contrôler les nuisibles des stocks . Toutefois ils présentent beaucoup d'inconvénients. Parmi lesquels l'accoutumance des insectes et la sélection de souches résistantes (BENHALIMA et al.,2004), intoxications de l'environnement ; désordres écologique (REGNAULT-ROGER, 2002). Tous ces inconvénients militent en faveur de la recherche de méthodes alternatives de lutte contre ces ravageurs.

Dans le temps moderne, de nombreuses recherches sont orientées vers les méthodes de lutte alternatives notamment les moyens naturels. La recherche de méthodes alternatives de protection des denrées stockées par l'usage de substances inertes telles que les substances végétales à effet insecticide (Cissokho et al., 2015).

Il est important d'éviter les inconvénients de la lutte chimique, l'utilisation des huiles essentielles extraites des plantes, pouvant constituer une solution a la fois efficace et économique (KASSEMI et al., 2013)

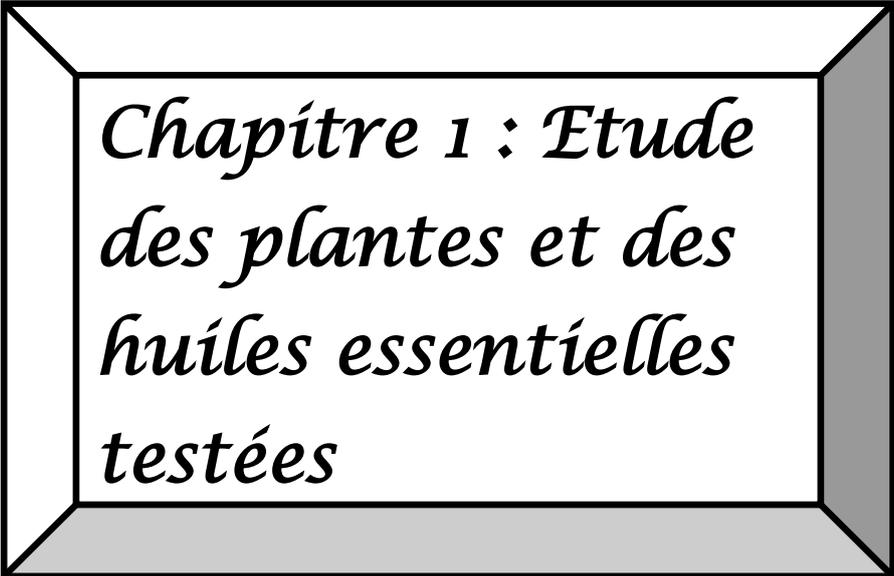
Notre étude a été faite au niveau de laboratoire de recherche valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique

L'objectif principal de cette recherche c'est l'étude de l'activité larvicide des huiles essentielles de *Syzygium aromaticus* et *Eucalyptuse globulus* sur la pyrale *Plodia interpunctella*

Dans le cadre de cette étude, ce mémoire est composé de deux parties. La première partie propose une mise au point bibliographique. Elle est divisée en deux chapitres .Le premier chapitre est consacré à l'étude des plantes testées et des huiles essentielles . Le second chapitre concerne la présentation de l'insecte étudié et les méthodes de Lutte contre cet insecte . Et la seconde partie (pratique) est divisée en deux chapitres , le premier chapitre s'intéresse au matériel et méthodes expérimentales utilisées dans ce travail et le second chapitre sur les Résultats et Discussion.

Introduction

Enfin, ce travail a été terminé par une conclusion générale.



*Chapitre 1 : Etude
des plantes et des
huiles essentielles
testées*

CHAPITRE 1 : ETUDE DES PLANTES ET DES HUILES ESSENTIELLES TESTEES**1 LES PLANTES AROMATIQUES TESTEES****1.1 L'eucalyptus globulus :****1.1.1 Origine du nom eucalyptus :**

Le terme Eucalyptus vient du grec, “eu” signifiant “bien” et “kaliptos” pour “recouvrir, cacher”. C’est une référence à la fleur qui se cache jusqu’à la floraison. Globulus est aussi une référence aux fleurs, ces dernières ayant une forme sphérique. D’où le nom scientifique ou d’espèce d’Eucalyptus globulus. (web 1)

Nom scientifique : Eucalyptus globulus , Eucalyptus radiata

Noms communs : gommier bleu, arbre à la fièvre, arbre au koala

Noms français : eucalyptus, gommier bleu de Tasmanie, eucalyptus commun

Nom scientifique (nom d’espèce) : Eucalyptus globulus Labill.

Nom anglais : Eucalyptus

Nom allemand : Eukalyptus

Nom italien : eucalipto

Nom portugais : eucalipto

Nom espagnol : eucalipto

Nom algérien : kalytous

1.1.2 Origine et définition :

L'eucalyptus est originaire de l'Australie, son introduction en Algérie date de 1863 (ABDERAHIM, 1983)

La plantation massive de ces arbres ne se fera qu'à partir de 1950. Grâce à leur capacité d'adaptation, les espèces E. globulus, E. camaldulensis, E. gomphocephala, sont les plus répandues dans la région méditerranéenne (METRO, 1970). Prés de 600 espèces sont connues dans le monde (FOUDIL-CHERIF, 1991).

Certains eucalyptus s'hybrident facilement entre elles étant donné la facilité avec laquelle les grains de pollen se transfèrent d'une espèce à une autre, ce qui complique encore plus leur identification (**BENAZZEDDINE, 2010**).

1.1.3 Position systématique :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae

Genre : Eucalyptus

Espèce : Eucalyptus globulus (**Labill., 1800**)

Classification phylogénétique

Clade : Angiospermes

Clade : Dicotylédones vraies

Clade : Rosidées

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae (**web2**)

1.1.4 Description :

Les Eucalyptus de strate arborée dont certains peuvent dépasser 100 m de hauteur, mais la moyenne des espèces les plus courantes est de 40 à 50 m, d'autres ont des dimensions plus faibles (**TRAORE et al ., 2013**).



Figure 1: L'arbre d'Eucalyptus globulus (photo originale)

- **Le tronc :** Le tronc comprend une écorce à la base foncée et rugueuse et, en Hauteur, lisse, gris cendre laissant s'exfolier son épiderme en longs lambeaux souples et odorants.



Figure 2: le tron d'eucalyptus globulus (photo originale)

- **Les feuilles :** Les eucalyptus portent des feuilles persistantes, coriaces, glabres mais différentes en fonction de l'âge des rameaux: les jeunes rameaux possèdent des feuilles larges, courtes, opposées, sessiles, ovales, bleu-blanc et cireuses, avec un vrai limbe nervuré. Les rameaux plus âgés possèdent des feuilles aromatiques, falciformes, longues de 12 à 30 cm, étroites, pointues, épaisses, vert foncé, courtement pétiolées, alternes et pendantes verticalement (GOETZ et GHEDIRA, 2012).



Figure 3: détail des feuilles d'Eucalyptus globulus (photo originale)

• **Les fleurs :** Les fleurs naissent à l'aisselle des feuilles et sont de couleur blanc crème (en bouton de Couleur (blanc-bleu), en toupie surmontée d'une pseudo-corolle en forme de coiffe qui tombe lors de l'épanouissement, laissant apparaître un panache d'étamines (**BABA AISSA, 1999**).



Figure 4: des grandes fleurs solitaires blanc crème(**web16**)

• **Les fruits :** Le fruit ligneux est une grosse capsule glauque prenant une teinte marron à maturité, dure, Anguleuse, verruqueuse, et s'ouvrant légèrement par trois, quatre ou cinq fentes (qui dessinent Une étoile à son sommet) pour libérer de nombreuses graines sombres et minuscules (**GOETZ et GHEDIRA, 2012**).

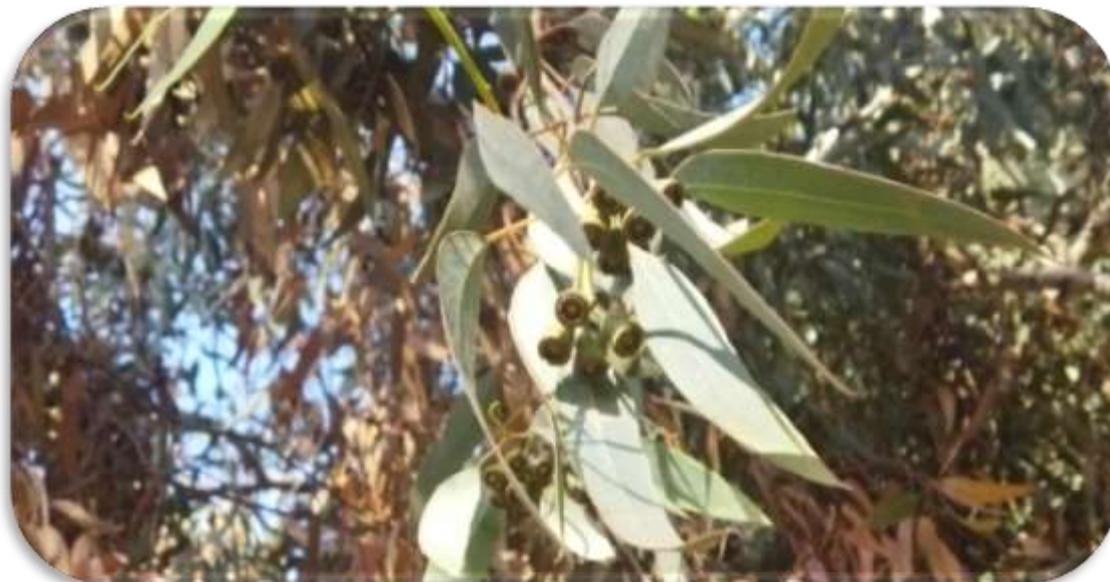


Figure 5: fruits et feuilles pétiolées des arbres adultes (photo originale)

- Les eucalyptus sont connus pour leur capacité à coloniser des terrains nus ou dévastés à cause de leurs graines très nombreuses (et à faibles réserves); grâce à un organe souterrain, le intuber, même après une coupe ou un incendie; ils poussent sans marquer de dormance, tant que les conditions météorologiques ne sont pas défavorables. Ces dernières propriétés, ajoutées à sa grande valeur papetière, ont assuré à l'eucalyptus une dispersion et un succès mondiaux (**FRAVAL, 2005**).

1.1.5 Répartition géographique

Le genre *Eucalyptus* est endémique en Australie et en Tasmanie. Il est cultivé de nos jours dans quelques régions subtropicales d'Afrique, d'Asie (Chine, Inde, Indonésie) et d'Amérique du Sud ainsi qu'en Europe méridionale et aux États-Unis. (**Bouamer, 2004**)

En algerie ; les eucalyptus occupaient une surface de 5 855 hectares dont plus de la moitié dans la région Oranaise (**Boudy, 1955**).

Actuellement des plantations longent le littoral d'El-Kala et d'Azzefoun. On retrouve cette espèce dans la région de la Mitidja et celle de Hadjout (**Foudil-Cherif, 1991**).

La répartition géographique de l'*Eucalyptus globulus* en Algérie est représentée sur le **Tableau1**.

Tableau 1: Distribution géographique d'*Eucalyptus globulus* en Algérie (FOUDILCHERIF, 1991)

Wilaya	BLIDA	BOUMERDES	RELIZANE	SKIKDA	S.BELABAS	SETIF	EL TAREF
Nom local	Kafour	Kafour	Calatous	–	Ouerg el Kafour	Calatous	–
Superficie	41Ares	93HA 70Ares	–	2250 HA	342 HA	10 A	1000

1.1.6 Les huiles essentielles d'eucalybtus globulus

Eucalyptus globulus, comme d'autres espèces de la famille des myrtacées, se caractérise par la présence d'une forte teneur en huile essentielle que renferment les feuilles, les tiges et même l'écorce et qui ont des applications très importantes en médecine. Il est aussi extrêmement intéressant pour leurs tanins et résines (Bigendako, 2004).

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* contient environ 70% d'eucalyptol (1,8-cinéole). Ce dernier est considéré comme un composé majoritaire dans plusieurs espèces d'*Eucalyptus* (*E. viridis*, *E. salubris*, ...). Egalement, elle contient le limonène, le paracymène et le globulol (Sroka, 2005).

1.1.7 Composition chimique des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*

L'étude de la composition chimique des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* révèle qu'il s'agit de mélanges complexes et éminemment variables de constituants appartenant exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes:

Les composés terpéniques tels que les monoterpènes et sesquiterpéniques; et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane.

Les principaux constituants des huiles essentielles d'*Eucalyptus* sont : les composés terpéniques et les composés aromatiques (Ghedira, 2008).

1.1.7.1 Composés terpéniques

D'une manière générale, ces huiles essentielles ne contiennent que les terpènes les plus volatils, c'est-à-dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée : mono- et sesquiterpènes.

Ce sont des hydrocarbures ayant respectivement dix et quinze atomes de carbone. Ils peuvent être saturés ou insaturés, acycliques, monocycliques, bicycliques ou polycycliques.

Ils peuvent également être accompagnés de leurs dérivés oxygénés : alcools, esters, éthers, aldéhydes, cétones, (Bruneton, 1999).

Les monoterpènes

Les composés monoterpéniques sont constitués de deux unités d'isoprène, leur formule chimique brute est C₁₀H₁₆ (Mpiana, 2020).

Ces composés peuvent être : monoterpènes acycliques (myrcène, ocimènes), monoterpènes monocycliques (α - et γ - terpinène, p-cymène) et monoterpènes bicycliques (pinènes, Δ^3 -carène, camphène, sabinène).

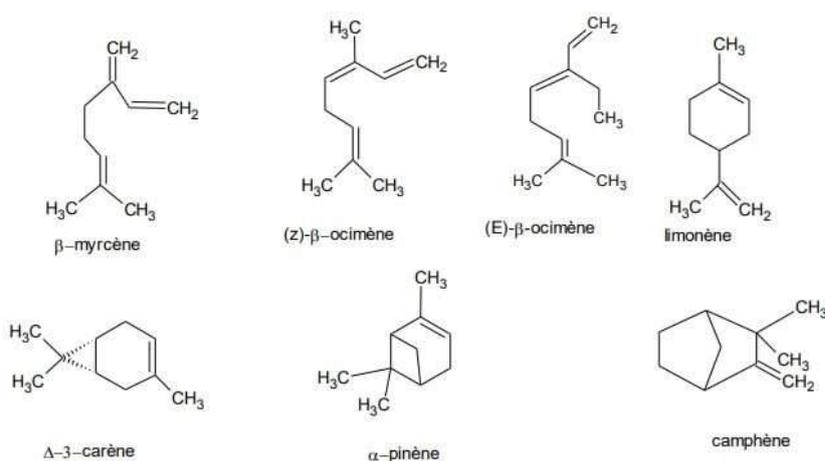


Figure 6: Structure chimique des quelques monoterpènes (web16)

1.1.7.2 Les sesquiterpènes

Les sesquiterpènes sont des dérivés d'hydrocarbures en C₁₅H₂₂ (assemblage de trois unités isoprènes).

Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques.

Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones (Piribi, 2007).

1.1.7.3 Composés aromatiques

Les composés aromatiques dérivent du phénylpropane (C6-C3). Ils sont moins fréquents que les terpènes, cette classe comporte des composés odorants bien connus comme l'eucalyptol et bien d'autres ils sont responsables de l'odeur caractéristique d'Eucalyptus (**Selma, 2018**).

1.1.8 Utilisation des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus :

Traditionnellement, l'Eucalyptus est un anti infectieux et antiseptique des voies respiratoires, il est utilisé dans le traitement de l'infection aigue et chronique des voies respiratoires supérieures ou inférieures. Il est également conseillé pour le traitement de la toux, de bronchites, des grippes et des affections pulmonaires, ce qui rend cette plante efficace pour soigner les rhumes et les maux de gorge (**Paul, 2007**). Selon le même auteur, l'huile essentielle diluée soulage les rhumatismes, les douleurs aiguës, les raideurs, les névralgies et les infections cutanées d'origine bactérienne.

1.2 *Syzygium aromaticus*

1.2.1 Origine du nom :

"Eugenia" en hommage au botaniste Eugène de Savoie Carignan. "Caryophyllata" ou "Caryophyllus" du grec "Karuo", qui signifie noix ou noyau et du grec "Phyllon" qui signifie "feuille". (**web3**)

Nom commun : Giroflier.

Autre nom : Girofle.

Nom du fruit : Clou de girofle.

Nom scientifique : *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et L.M. Perry.

En Anglais : Clovetree, ...

Arabe : قَرْنُفُل, قَرْنُفُل - qarunfil, qaranful

Allemand : Gewürznel kenbaum / Gewürznelke

Italien : chiodo di garofano

Espagnol : clavero, árbol del clavo / clavo de olor, clavodulce

Portugais : cravo da Índia, cravo aromático

* le giroflier a porté plusieurs noms scientifiques avant d'être nommé *Syzygium aromaticum* (**AMSHOFF, 1996 ; DUPONT, 2012 ; FAUCON, 2012**)

- *Caryophyllus aromaticus* L., 1753
- *Caryophyllus hortensis* Noronha, 1790
- *Caryophyllus silvestris* Teijsm. ex Hassk., 1866
- *Eugenia aromatica* (L.) Baill., 1876
- *Eugenia caryophyllata* Thunb., 1788
- *Eugenia caryophyllus* Bullock & S.G. Harrison, 1958
- *Jambosacaryophyllus* (Thunb.) Nied., 1893
- *Myrtus caryophyllus* Spreng., 1825
- Actuellement, les noms *Syzygium aromaticum* et *Eugenia caryophyllus* sont tous les deux employés

1.2.2 Origine et définition :

Le Giroflier, est un arbre tropical appartenant à la grande famille des Myrtacées, originaire d'Indonésie, dans la partie sud des Philippines et les îles de Moluques, d'Afrique et d'Amérique du Sud (Madagascar, Brésil, Zanzibar), principalement dans des pays tropicaux.(web5)

1.2.3 Position systématique :

Règne :Plantae

Sous-règne : Viridiaeplantae

Infra-règne : Streptophyta

Classe : Equisetopsida

Clade : Tracheophyta

Clade : Spermatophyta

Sous-classe : Magnoliidae

Super-ordre : Rosanae

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae

Sous-famille : Myrtoideae

Tribu : Syzygieae

Genre : Syzygium

Espèce : *Syzygium aromaticum*(L.) Merr. & L.M.Perry, 1939 (web 4)

1.2.4 Description Syzygium aromaticum :

C'est un arbre ligneux d'une hauteur de 6 à 12 m et d'une durée de vie allant jusqu'à 150 ans. il est Arbre à feuilles persistantes, de forme pyramidale ou conique, avec un tronc de forme en pente. Maintenant, il ressemble souvent à un arbuste car il est régulièrement taillé pour faciliter la cueillette



Figure 7: Allure d'un giroflier (web16)

Ces feuilles, de 8 à 10 cm de long, sont coriaces, persistantes, opposées, pétiolées, ovales, aux limbes lancéolés, à la face supérieure vert rougeâtre et à la face inférieure vert sombre, légèrement ponctué. Elles sont aromatiques et dégageant une forte odeur de clou de girofle au froissement.

Le pétiole portant le limbe mesure entre 0,5 et 1cm de long. Les nervures sont nombreuses mais ne se voient pas beaucoup et la marge de la feuille est lisse. (BARBELET S, 2015)

A l'état adulte, les feuilles sont vert foncé luisant, mais lorsqu'elles se développent elles sont de couleur rose et comme saupoudrées d'or (figure 8)



Figure 8: feuilles jeunes de couleur rose et feuilles matures de couleur verte du giroflier (web16)

L'inflorescence comprend de petites cymes (4–5 cm) compactes et ramifiées, regroupées en panicules de trois à cinq petites fleurs parfumées, au calice tubulaire blanc cassé, puis rouge (quatre Sépales rouges charnus et persistants) et à la corolle blanc rosé (quatre dialypétales blancs) (**Figure 9**). (**BARBELET S, 2015**)

Ce qui est communément appelé « clou de girofle » correspond à la fleur à l'état de bouton non épanoui, comprenant le calice et la corolle



Figure 9: Branche de giroflier portant les clous en inflorescence terminale(**web16**)

Quant aux « griffes de girofles », moins estimées, ce sont en fait les pédicelles floraux. Ils sont nommés « griffes » car ces pédicelles se terminent par une série de petites bractées en forme de griffe (figure 9). (**BARBELET S, 2015**)



Figure 10: Boutons floraux et fleurs de giroflier (**web16**)

Les fruits sont nommés « antofles » dans le commerce. Ce sont des petites baies elliptiques : environ 2,5cm de long pour 1cm de large (**figure 10**). Ils sont de couleur pourpre, généralement uniloculaire, et ont une ou parfois deux graines à enveloppe rouge. (**RAMARIJAONA RABARY, 1985 ; BOULLARD, 2001 ; HEYWOOD, 1996**)

1.2.5 Distribution géographique

Originaire des îles Moluques, cultivé essentiellement en Indonésie, Madagascar et Tanzanie.(**web 5**)

1.2.6 Propriétés de l'huile essentielle de giroflier

Les propriétés de l'huile essentielle de giroflier s'expliquent par la présence de composés actifs à l'origine présents dans les boutons floraux de *Syzygium aromaticum* (**web 6**)

1.2.7 Compositions chimiques de l'huile essentielles de *Syzygium aromaticus*

Les clous renferment à l'état frais environ 15 à 20% d'huile essentielle, dont 78 à 98% d'eugénol. En ce qui concerne la composition, la Pharmacopée européenne définit des intervalles de quantité recommandée pour chaque constituant (**DIRECTION DE LA QUALITE DU MEDICAMENT DU CONSEIL DE L'EUROPE, 2004**)

-75,0 et 88,0 % pour l'eugénol

-5,0 et 14,0 % pour le β -caryophyllène

-4,0 à 15,0 % pour l'acétyleugénol (acétate d'eugényle).

1.2.8 UTILISATIONS

Elle est traditionnellement utilisée pour améliorer les situations suivantes : (**web 7**)

Infections dentaires et buccales, maux de dents, aphtes, amygdalites

Infections intestinales et parasitoses : diarrhée, colite

Infections bactériennes et virales ORL : bronchite, sinusite

Inconforts des voies urogénitales

Zona, herpès

Infections cutanées, acné, mycoses

LES HUILES ESSENTIELLES



2 Les huiles essentielles :**2.1 Introduction :**

Parmi les espèces végétales (800 000 à 1 500 000 selon les botanistes) 10 % seulement sont dites « aromatiques », c'est-à-dire qu'elles synthétisent et sécrètent des infimes quantités d'essence aromatique par l'intermédiaire de poils, poches ou canaux sécréteurs. Les genres capables d'élaborer les constituants des huiles essentielles sont répartis dans un nombre de familles limité ; Myrtacée, Lauracée, Rutacée, Lamiacée, Asteraceae, Cupressacée, Poacée, Zingiberacée et Piperacée (**L.FEKIH, 2014**)

2.2 Définition :

Les huiles essentielles sont des substances huileuses, volatiles, d'odeur et de saveur généralement fortes, extraites à partir des différentes parties de certaines plantes aromatiques, par les méthodes de distillation, par enflourage, par expression, par solvant ou par d'autres méthodes (**Belaiche, 1979 ; Valnet, 1984 ; Wichtel et Anthon, 1999**).

Pour **Bruneton (1999)**, les huiles essentielles (= essences = huiles volatiles) sont «des produits de compositions généralement assez complexes renfermant des principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation».

La norme française **AFNOR NF T75-006** définit l'huile essentielle comme: «un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, et qui sont séparés de la phase aqueuse par procédés physiques » (**Garnero, 1996**).

2.3 Localisation des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, il y'aurait environ 17500 espèces aromatiques, c'est tous les organes d'une même espèce peuvent renfermer une huile essentielle la composition de cette dernière varie selon sa localisation « feuilles, tige, racine, graines ». (**Bruneton, 1999**)

* Les fleurs: oranger, rose, lavande ; le bouton floral (girofle) ou les bractées (ylang-ylang) ;

*Les feuilles: eucalyptus, menthe, thym, laurier, sarriette, sauge, aiguilles de pin et sapin ;

*les organes souterrains: racines (vétiver, angélique), rhizomes (gingembre, acore) ;

*les fruits: fenouil, anis, épicarpes des Citrus ;

*les graines : noix de muscade;

*le bois et les écorces: cannelle, santal, bois de rose.

Les huiles essentielles sont stockées dans des structures cellulaires spécialisées (Cellules à huile essentielle, cellules à poils sécréteurs (comme dans la menthe), canaux sécréteurs) et ont vraisemblablement un rôle défensif : protection du bois contre les insectes et les champignons, action répulsive contre les animaux herbivore . **(Brunton, 1993)**

2.4 Propriétés physique des huiles essentielles :

Les HE sont des composés volatiles, liquides à température ambiante, limpides et rarement colorées, elles sont douées d'un pouvoir rotatoire puisqu'elles sont formées principalement de composés asymétriques, elles sont peu miscibles à l'eau. Elles sont généralement assez solubles dans les solvants organiques **(Afnor, 2000)**

2.5 Composition chimique des huiles essentielles

Ce sont des mélanges complexes et variables de différents composés chimiques dissous l'un dans l'autre formant des solutions homogènes. Ces constituants appartiennent quasi exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane d'autre part **(Dorosso Sonate, 2002)**

2.5.1 Terpènes

Les terpènes sont des hydrocarbures formés par assemblage de deux ou plusieurs unités isopréniques, ce sont des polymères de l'isoprène de formule brute (C₅H₈). Les huiles essentielles contiennent particulièrement des monoterpènes, des sesquiterpènes et peu souvent de diterpènes **(Finar, 1994)**. Les terpènes sont de structures très diverses (acycliques, monocycliques, bicycliques,...) et contiennent la plupart des fonctions chimiques des matières organiques

2.5.2 Composés aromatiques

Les composés aromatiques dérivent du phénylpropane (C₆-C₃). Ils sont moins fréquents que les terpènes. Cette classe comprend des composés odorants comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, l'estragole. Ils sont fréquemment rencontrés dans les HEs d'Apiacées (cumin, fenouil, persil, etc...) et

sont caractéristiques de celles de la vanille, de l'estragon, du basilic, du clou de girofle (**Chemat et al, 2012**).

2.5.3 Composés d'origine diverse

Ce sont des produits résultant de la transformation de molécules non volatiles entraînaibles par la vapeur d'eau. Il s'agit de composés issus de la dégradation d'acides gras, de terpènes, les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, entraînaibles lors de l'hydro distillation carbure, acide (C3 à C10), alcools, aldéhydes (octanal, décanal ...), esters, lactones, produits azotés ou soufrés (**Carole, 2013**).

2.6 Technique d'extraction des huiles essentielles :

2.6.1 La distillation :

Selon **Benjilali (2004)** la distillation peut être définie comme étant la séparation des constituants d'un mélange de deux ou plusieurs composants en fonction de leur température de passage à l'état gazeux (ébullition ou sublimation). La distillation peut s'effectuer avec recyclage de l'eau de distillation (cohobation), ou sans recyclage. La production des huiles essentielles se ferait donc en deux étapes : la diffusion de l'huile essentielle de l'intérieur des tissus vers la surface du matériel végétal, et l'évaporation et entraînement à la vapeur d'eau.

Il existe deux méthodes de base de distillation pour l'obtention des huiles essentielles qui reposent sur le même principe : entraînement des constituants volatils du matériel végétal par la vapeur d'eau. La différence entre eux réside dans le degré de contact entre l'eau liquide et le matériel végétal (**Anes et al., 1968 , Benjilali, 2004**) .

2.6.1.1 L'hydrodistillation:

elle consiste à immerger directement le matériel végétal dans un alambic rempli d'eau porté ensuite à ébullition, les vapeurs hétérogènes sont condensées et l'huile essentielle est séparée par décantation (**Bruneton, 1995**).

Cette méthode est très avantageuse car elle économise de la vapeur et augmente la production pour un même volume d'appareillage et elle est utilisée avec certaines précautions (**Fadli et Kessi ,2005**).

2.6.1.2 L'extraction par entraînement à la vapeur d'eau:

elle consiste à placer les plantes à essence sur une grille perforée à une certaine distance au dessus du fond d'un alambic dont la partie inférieure est remplie d'eau. Les principes volatiles sont séparés du distillat par décantation.

Cette technique est rapide, elle est utilisée pour obtenir une grande quantité d'huile essentielle mais elle est limitée par les problèmes d'altération de constituants des huiles essentielles et de conserve d'énergie (Coppen, 1995).

2.6.2 Expression à froid:

Ce procédé, conserve le mieux l'intégrité de l'essence, il est également le plus limité. En effet, il ne peut s'appliquer qu'à une famille botanique, celle des Rutacées, pour extraire l'essence du zeste de ses fruits.

La méthode consiste à déchirer mécaniquement les poches à essence que l'on trouve en grande quantité sur l'épicarpe de ces fruits, puis à séparer le produit d'extraction de la matière végétale solide. Aujourd'hui, la méthode la plus couramment employée, permet une extraction simultanée du jus et de l'huile essentielle, par pressage vertical des fruits entiers à l'aide de coupelles métalliques, et ces deux éléments sont par la suite séparés par centrifugation. (COUECOU, 2001)

2.6.3 L'enfleurage

La technique de l'enfleurage (ou macération à saturation) est ancienne, et n'est plus guère usitée. Elle concerne les plantes ou parties de plantes dont l'arôme est trop fragile pour supporter la chaleur d'une distillation. Elle consiste à étendre une couche de ces substances végétales fragiles entre deux couches épaisses de matière grasse. On renouvelle les matières végétales fraîche jusqu'à saturation de la graisse en fragrance. On débarrasse alors le parfum de l'excédent gras et l'on obtient une essence absolue (ou absolu), une huile essentielle de très haute qualité olfactive. Cette technique est la seule qui permette de restituer au mieux la fragrance de la plante fraîche (web 8)

2.6.4 Extraction par solvants:

***Par solvants organiques volatiles:** elle consiste à dissoudre les principes aromatiques gras, les pigments de plantes fraîches dans un solvant volatil. L'évaporation du solvant laisse un résidu cireux, très aromatique «le concrète» qui est purifié par l'alcool, il donne une essence appelée «absolue» et

«résinoïde» si la matière première de départ est sèche (Trierweiler et Delaroziere, 1994). Ces procédés d'extraction par solvants volatiles sont toujours préférables pour l'obtention d'extractions végétales car on les opère le plus souvent à température ambiante ce qui ne provoque aucune altération ou modification dans les structures moléculaires composant la part aromatique extraite (Bruneton, 1995).

En revanche, le problème de résidus de la production finale et la toxicité des solvants mise en œuvre (benzène) a suscité un grand effort de recherche afin d'améliorer ces techniques (Gelu, 1989).

***Par solvant fixe:** l'extraction par solvants utilise des procédés comme l'enfleurage (à froid) et la macération (à chaud).

L'enfleurage consiste à une imprégnation à froid sur châssis de matière grasse pour donner une pommade.

La macération consiste à immerger les fleurs fraîchement cueillies et constamment renouvelées dans un bac de graisse chaud jusqu'à saturation, elle sera par la suite épuisée par l'alcool absolu.

Cette technique s'applique aux fleurs dont l'activité physiologique cesse à la cueillette (Naves, 1974; Chamouleau, 1979).

Cependant, Ces procédés ne sont employés qu'occasionnellement et donnent des produits impropres à l'usage médical (Durafourd et al., 1978).

2.7 Rôle des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des messages chimiques utilisés par les plantes aromatiques pour interagir avec leur environnement. Elles permettent d'éloigner les maladies, les parasites, mais aussi de protéger contre les rayonnements du soleil. Elles jouent également un rôle important dans la reproduction et la dispersion des espèces végétales puisqu'elles permettent d'attirer les insectes pollinisateurs.(DUNSTAN et al.,2013)

2.8 Domaines d'utilisation des huiles essentielles

Par leurs nombreuses et diverses propriétés, les plantes aromatiques et leurs essences trouvent leurs emploi dans de multiples domaines telles que : l'alimentation, la pharmacie, la parfumerie, l'aromathérapie et autres (Hellali, 2007)

2.8.1 Dans l'industrie agroalimentaire

Plusieurs segments alimentaires utilisent, à degrés divers, les HE qui leur offrent un formidable potentiel de leurs notes aromatiques dans un registre infiniment varié. On les retrouve presque dans

tous les secteurs alimentaires: boissons non alcoolisées, confiseries, produits laitiers, soupes, sauces, produits de boulangerie, produits carnés...etc. (**Richard, 1992**).

Cependant, c'est seulement récemment que beaucoup d'attention a été donnée à l'application potentielle d'HE comme conservateurs et ceci est dû à la présence dans ces dernières de composés ayant des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes (**Smith-Palmer et al., 1998**). La part des HE dans l'aromatization ne cesse de croître au dépend des composés aromatiques de synthèse, à côté de dérivés de transformation de fruits, les HE ont vraisemblablement encore une progression pour leur marché (**Bruneton, 1993**).

2.8.2 En parfumerie

C'est le débouché des huiles essentielles, des concrètes absolues et autres résinoïde fournis par ces drogues. L'industrie des cosmétiques et le secteur des produits d'hygiène sont également des consommateurs, même si le coût souvent élevé des produits naturels conduit parfois à privilégier les formulations de grande diffusion des produits synthétiques (**BRIGITTE et al, 2008**)

De nombreux parfums sont toujours d'origine naturelle et certaines huiles essentielles constituent des bases de parfums irremplaçables (exemple: Rose et Jasmin).

A la limite de la pharmacie et des produits d'hygiène, Ces huiles essentielles sont dans les préparations pour bains (bains calmants, bains relaxant) on notera qu'il y'a là une possibilité d'absorption percutanée des constituants terpéniques (**Catherine, 2008**)

2.8.3 En pharmacie

L'industrie pharmaceutique utilise les huiles essentielles dans le domaine des antiseptiques externes ; elle tire parti des propriétés bactériostatiques, bactéricides, antifongiques, protectrices, etc., des essences naturelles.

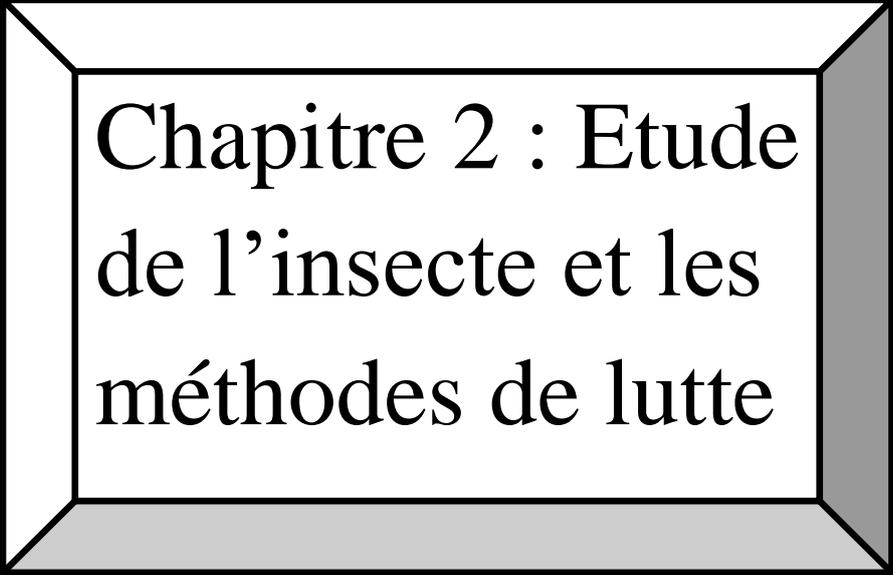
Les huiles essentielles constituent le support d'une pratique de soins particulière l'aromathérapie. Elles ont grande intérêt en pharmacie, elles s'utilisent sous la forme de préparations galéniques, et dans la préparation d'infusion (verveine, thym, menthe, mélisse, fleurs d'orange...etc.). Tout fois, il faut souligner que la majorité des constituants de ces derniers sont lipophiles, et de ce fait, rapidement absorbés que ce soit par voie pulmonaire, par voie cutanée ou par voie digestive.

Elles sont également utilisées pour l'obtention des huiles essentielles dans un intérêt médicamenteux (en particulier dans le domaine des antiseptiques externes). Plus de 40% du médicament sont à base de composants actifs de plants. De nombreuses huiles essentielles se trouvent dans la formule d'un très grand nombre de spécialités pharmaceutiques : sirop, goutte, gélules pommade ...etc

2.9 Toxicité des huiles essentielles

Les HE sont des molécules actives. Elles peuvent avoir de graves effets secondaires. Il est important de respecter la posologie et la durée de la prise. Parmi ces effets, citons : des allergisants ou hypersensibilisants, photosensibilisants dus aux furocoumarines, neurotoxiques dus aux cétones, néphrotoxiques dus aux terpènes majoritaires dans l'huile essentielle de Térébenthine et des rameaux de Genévrier, hépatotoxiques dus aux phénols pris pendant des laps de temps trop importants ou à doses massives L'eugénol, qui est l'un des constituants du Thym, est hépatotoxique. Chez l'enfant, 10 ml eugénol peut conduire à une insuffisance rénale. Il a été démontré que le linalol, l'un des constituants d'une autre espèce de thym, est cytotoxique pour les cellules de la peau humaine **(Eisenhut, 2007 in Elkolli, 2008)**.

En règle générale, les huiles essentielles ont une toxicité aigue par voie orale faible ou très faible : la majorité des huiles qui sont couramment utilisées ont une dose létale (DL50) comprise entre 2 et 5 g/kg (Anis, Eucalyptus, Girofle...etc.) ou, ce qui est le plus fréquent, supérieure à 5 g/kg (Camomille, Lavande...etc.). D'autres, une quinzaine, ont une DL50 comprise entre 1 et 2 g /kg : Basilic, Estragon, Hysope (1,5ml/kg). Les plus toxiques sont les huiles essentielles de Boldo (0,13 g/kg ; convulsions apparaissant dès 0,07 g/kg), de Chénopode (0,25 g/kg), de Thuya (0,83 g/kg), ainsi que l'essence de moutarde (0,34 g/kg) **(Bruneton, 1999)**



Chapitre 2 : Etude
de l'insecte et les
méthodes de lutte

CHAPITRE 2 : ETUDES DE L'INSECTE ET LES METHODES DE LUTTE**1 Présentation de l'insecte étudié :****1.1 La famille de pyralidae :**

Famille de lépidoptères, renfermant de petits papillons aux pattes longues. Les chenilles des pyrales, nues, minces, uniformément colorées vivent en général cachées et se tortillent en avant et en arrière lorsqu'elles sont inquiétées.

Cette famille compte beaucoup de déprédateurs des denrées et des ravageurs des cultures dont les plus importants sont la pyrale du tournesol (*Homoeosomanebulella*), la pyrale des groseilliers (*Zophodiagrossulariella*), *Euzopherapinguis*, la pyrale des troncs de l'olivier.(web9)

Sur les denrées stockées on pourra avoir la teigne de la farine (*Ephestiakuehniella*), la pyrale de la farine, *Pyralisfarinalis* (**Linnaeus, 1758**) ou encore *Plodianterpunctella*, la teigne des fruits secs qui se développe sur les noix, chocolat, thé, etc.

1.2 Présentation 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 (web 10).

1.3 Origine et nomenclature :

La pyrale indienne de la farine est originaire d'Inde, elle a été introduite en Europe par des importations de produits alimentaires..Maintenant, il est possible de la retrouver partout dans le monde.

La Teigne des fruits secs ou Pyrale indienne des fruits secs a été décrite par Hübner sous le nom de *Tineainterpunctella* en 1813 et transférée en 1845 dans le genre *Plodia* créé par Guenée qui l' a dédiée à *Plodia*, un personnage mentionné par Hérodote d'Halicarnasse comme étant la plus belle des *Spartiates*.(web 11)

L'appellation de l'espèce *interpunctella* employée par Hübner fait allusion aux points foncés existant à la base des ailes antérieures. .(web 11)

- **Nom scientifique préféré** : *Plodia interpunctella* (Hübner)
- **Autres noms scientifiques** : * *Ephestia interpunctella* (Hübner)
* *Pityriasis interpunctella*(Hübner)
- **Noms communs internationaux**
- **Anglais**: cloaked-not-horn moth; horn compressed vegetable moth; mealworm moth
- **Espagnol**: palomilla bandeada del trigo; palomilla India de la harina; polilla de la frutaseca (Argentina); polilla de la harina de la India
- **Français** : polilla de la frutaseca; pyrale des fruits secs; pyrale indienne de la farine ..
- **Portugais** : tracaíndiana da farinha

1.4 Position systématique :

Domaine : Eucaryotes

Règne : Animalia

Sous-règne : eumetazoa

Super embranchement : protostome

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Tracheata

Super-classe : hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Ptérygotes

Super-ordre : Endoptérygotes

Section : Panorpoidea

Ordre : Lepidoptera

Sous-ordre : Satiné

Super-famille : Pyraloidia

Famille : Pyralidae

Sous-famille : Phycitinae

Genre : Plodia

Espece : Plodia interpunctella(**Hübner, 1813**) (**web12**)

1.5 Description de l'insecte :

Insecte principalement granivore, mais exceptionnellement elle se nourrit des fruits frais.

L'insecte mesure au repos entre 6 à 10 mm de longueur antéro-postérieure, avec une envergure des ailes chez l'adulte d'environ 14 à 20 mm.

La tête est de couleur brun cuivré ; deux antennes prenant naissance derrière les yeux, de longueur dépassant légèrement la moitié de la longueur de l'insecte au repos : leurs extrémités distales peuvent être cachées sous les ailes.

La moitié proximale des ailes antérieures est de couleur blanc gris ; la moitié distale est brun, avec trois fines bandes noires transversales sur cette parties des ailes : la première bande sépare la partie grise de la partie brune, la deuxième bande se situe au milieu la moitié distale et la dernière bande se trouve près de la bordure frangées de ces ailes.

Les ailes postérieures sont grises et invisibles au repos (cachées par les ailes antérieures)

(**Michael,2012 ; PROPAGE,2010 ; Henri,1930**)

1.6 Cycle biologique de l'insecte :

Un cycle de vie peut être complété en 27 à 305 jours. Une seule femelle peut pondre jusqu'à 400 œufs après l'accouplement. L'accouplement et la ponte ont lieu environ trois jours après l'émergence des adultes. Les œufs peuvent être pondus seuls ou en grappes et sont généralement pondus directement sur la source de nourriture des larves. Les œufs éclosent en sept à huit jours à 20°C et en trois à quatre jours à 30°C. À l'éclosion, les larves commencent à se disperser et, en quelques heures, peuvent s'établir dans une source de nourriture. Les larves peuvent terminer leur développement en six à huit semaines à des températures allant de 18 à 35°C.

Le nombre de stades larvaires varie de cinq à sept (selon la source de nourriture et la température). Le stade nymphal peut durer de 15 à 20 jours à 20°C et de sept à huit jours à 30°C. (Fasulo et Knox, 2018)

• *Les œufs*

Les œufs de la pyrale indienne de la farine apparaissent blanc grisâtre et leur longueur varie de 0,3 à 0,5 mm. Les œufs sont pondus seuls ou en grappes et sont généralement pondus directement sur la source de nourriture des larves. (web 13)



Figure 11: Les œufs de *Plodia interpunctella* (photo originale)

• *Les larves*

Il y a cinq à sept stades larvaires. Leur couleur est généralement blanc cassé, mais on a observé qu'il était rose, brun ou presque verdâtre, selon la source de nourriture. Les larves matures mesurent environ 1,27 cm de long. Ils ont cinq paires de fausses pattes bien développées qui les aident à parcourir des distances considérables pour se nymphoser. (web 13)



Figure 12: Larve de *Plodia interpunctella* (photo originale)

• *Les pupes*

Les larves se nymphosent soit dans un cocon de soie, soit sans protection. Les pupes mesurent de 6 à 11 mm et sont de couleur brun clair.

La nymphose a lieu loin du matériel infesté. En fait, les larves de dernier stade peuvent parcourir de telles distances qu'elles sont souvent confondues avec des parasites des vêtements. Dans les garde-manger, les petites larves grimpent souvent sur d'autres étagères avant de se nymphoser. Cela induit en erreur les personnes qui tentent de trouver la source de l'infestation (**web 13**)



Figure 13: Les pupes de *Plodia interpunctella* (photo originale)

• Les adultes

Les adultes sont un signe courant d'une infestation. Adultes volants semblent souvent flotter au lieu de maintenir un direct ligne de fuite. Ils sont attirés par la lumière et peuvent se déplacer vers pièces éloignées de la maison loin de l'infestation. En conséquence, ils sont aussi souvent confondus avec des vêtements nuisibles. Les adultes ne se nourrissent pas. Cependant, même s'ils ne sont pas nécessaires à la production d'œufs, les adultes ont été signalés comme étant intéressé par les jus de fruits et les appâts sucrés (Kullberg, personella communication).

Les adultes mesurent environ 12,7 mm de long et ont une envergure d'environ 16 à 20 millimètres. Les ailes antérieures de ce papillon sont brun rougeâtre avec un éclat cuivré sur les deux tiers extérieurs et gris sur piégé, la capacité à capturer plus de papillons diminue. L'utilisation continue de pièges collants (avec des phéromones) pourrait entraîner à des programmes de lutte améliorés et à une moindre incidence d'insectes dans les produits stockés sur les étagères des épiceries. (web 13)



Figure 14: L'adulte de *Plodia interpunctella* (photo originale)

1.7 Ecologie

Température: la pyrale des fruits secs n'est pas très sensible aux températures basses. Des valeurs situées autour et en dessous de - 10°C peuvent être supportées pendant quelques jours, surtout par les

larves; donc une hibernation dans des entrepôts non chauffés est parfaitement possible. Dans le domaine supérieur, des températures situées au-dessus de 30°C peuvent déjà réduire les activités vitales.(web 14)

Humidité: l'humidité élevée et surtout l'eau po-table peuvent prolonger la durée de vie des papillons et faire augmenter leur fécondité. (web 14)

1.8 Les dégats :

Les larves se nourrissent en surface. La plupart des «dommages» aux produits stockés se produisent lorsque les larves filent d'énormes quantités de soie qui accumulent des boulettes fécales, des peaux moulées et des coquilles d'œufs dans les produits alimentaires. Les dommages aux produits stockés dus à cette contamination dépassent la quantité de nourriture consommée par les insectes. Les propriétaires et les gestionnaires d'usines de transformation des aliments, d'entrepôts, d'épiceries et de greniers doivent être attentifs aux signes d'infestation.(web13)

1.9 Les produits attaqués par l'insecte :

La pyrale indienne de la farine est un insecte cosmopolite qui se nourrit du grain entreposé ainsi que de noix, de fruits secs et de céréales en boîte ,la farine , les aliments pour animauxde compagnieet le foin. Elle s'attaque principalement au germe du grain de blé; en effet, une seule chenille peut détruire le germe d'environ cinquante grains au cours de son développement. La présence de grains dégermés diminue la qualité des céréales ainsi que la valeur boulangère de la farine .

2 les luttes contre les insectes :

Les insectes et leurs métabolites secondaires entraînent, à l'échelle mondiale, des pertes de céréales, pour se là on a utilisé déférent méthodes pour élimine. On résume comme suite :

2.1 Méthode de lutte traditionnelle :**2.1.1 Exposition au soleil :**

L'exposition au rayonnement solaire direct du produit, ln couches minces, fait fuir les insectes adultes qui n'apprent ni les fortes chaleurs, ni la lumi vive. Les petites bes noires prnis prdemment pour le sage permettent d'amorer ce proc.(web15)

2.1.2 Enfumage :

Les denrées les plus importantes pour le producteur sont souvent stockées au-dessus des foyers domestiques et sont ainsi enfumées presque en permanence (**Doumandji, 2003**).Cet enfumage ne tue pas les insectes mais les éloigne et empêche l'infestation

2.1.3 Utilisation de plantes répulsives :

Dans certaines régions on a coutume de mélanger aux grains des plantes qui agissent comme insectifuges (**Doumandji, 2003**)

2.1.4 Utilisation d'huile :

Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, antinutritionnelle et inhalatoire (**Kéïta et al., 2000 ; Regnault-Roger, 2002**)

2.1.5 Utilisation de matières inertes :

On mélange aux grains de la cendre ou du sable fin, ces matériaux pulvérulents remplissent les vides entre les grains et constituent une barrière à la progression des femelles cherchant à pondre (**Doumandji, 2003**), et entraînent leur déshydratation. Dans tous les cas le matériau soit propre et suffisamment fin

2.2 Méthode de lutte moderne

2.2.1 La Lutte biologique

Ce mode de lutte dépend principalement de l'utilisation de parasites, des parasitoïdes et des prédateurs comme agent de régulation des populations des ravageurs. Des efforts ont été fournis pour développer de nouveaux composés pour substituer à ceux couramment utilisés. L'exploitation de matières premières renouvelables d'origines végétale pour la fabrication de bioinsecticides correspond à la nécessité de répondre aux réalités environnementales (**Messaoudene et Mouhou, 2017**).

De nombreux parasites et prédateurs ont été identifiés, tels que les Hyménoptères parasitoïdes qui se développent dans les greniers au détriment des oeufs, des larves et des nymphes de bruches, les plus efficaces sont : *Dinarmusbasalis* et *Eupelmusvilleti*, *Teretriosomanigrescens* (Coléoptère), prédateur naturel du grand capucin (**Aidani, 2015**).

Depuis l'Antiquité, les végétaux et produits végétaux ont été présentés à afficher non seulement de leurs avantages pharmacologiques, mais d'autres propriétés biologiques, y compris les activités de pesticides (**Auger et al., 2004; Khoshnoud et Khayamy, 2008**).

D'après **Kéita et al. (1999) et Isman (2000)**, que plus de 1000 plantes recensées ont des propriétés variant de la dissuasion à la répulsion avec association de l'anti-appétence ou la létalité contre les ennemis des cultures et des stocks.

Plusieurs études différentes indiquent l'utilisation d'huiles essentielles pour protéger des denrées stockées contre les insectes et les ravageurs (**Ibrahim et al., 2001**).

Les huiles essentielles de plantes sont l'une des voies les plus importantes explorées dans la régulation des ravageurs, en particulier ces dernières années, car elles ont fait l'objet de nombreuses études. Sa toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, antinutritionnelle et inhalatoire (**Kéita et al., 2001 ; Aouina et Khelifi, 2018**).

Dans la plante, les huiles essentielles peuvent être stockées dans divers organes : fleurs (origan), feuilles (citronnelle, eucalyptus), écorces (canneliers), bois (bois de rose, santal), racine (vétiver), rhizomes (acore), fruits (badiane) ou graines (carvi) (**Bruneton, 1987 ; Messaoudene et Mouhou, 2017**)

2.2.2 lutte chimique

Les pesticides de synthèse restent le moyen le plus efficace et le plus accessible pour la lutte contre les insectes ravageurs des denrées stockées, (**Huang et Subramanyam, 2005**). La norme de « zéro insecte » vivant dans les silos ne peut être assurée par les traitements mécaniques. Les insecticides de contact restent indispensables pour fournir une garantie maximale (**Agriculture et Environnement, 2008**).

Les mesures d'hygiène doivent impérativement être entreprises avant de se lancer dans un traitement pesticide.

Il existe des formulations d'insecticides qui permettent un traitement durable des céréales (pouvant aller jusqu'à une année) contre les insectes au moment de l'entreposage. Ces formulations peuvent être pulvérisées sur les grains ou mélangées à ces derniers sous forme de poudre mouillable composée de farine de blé traitée (**Abramson et al, 2001**).

- **La fumigation**

Dans plusieurs systèmes de stockages, la fumigation est la méthode conventionnelle la plus économique utilisée au niveau des stocks. C'est une méthode qui possède d'une part un large spectre d'activité et d'autre part elle pénètre profondément dans la masse de grains entreposés (**Mueller, 1990**).

Le but de la fumigation est de maintenir une concentration toxique d'un gaz sur une période suffisamment longue pour éliminer les populations de ravageurs ciblées sans laisser de résidus.

- **Traitement chimique de surface**

Les traitements de surface se fait par l'application des insecticides liquides sur de larges surfaces. Ces insecticides de contact s'appliquent généralement sur les grains entre deux phases de stockage. Très rémanents ils restent actifs durant une longue période (**Arthur, 2000**). La toxicité de ces derniers peut poser problème lorsque leur teneur est supérieure à la limite maximale réglementaire (LMR) définie par la réglementation. Seules certaines matières actives sont homologuées pour le traitement des céréales stockées (**Kyprianou, 2008**).

2.2.3 Lutte biotechnologique

- **Lutte par phéromones**

Des phéromones de synthèse spécifiques utilisées pour la surveillance et la détection d'éventuelles infestations au niveau des stocks, mais également pour la confusion sexuelle et la capture en masse en les combinant avec des pièges et des attractifs alimentaires (**Upadhyay et Ahmad, 2011**).

- **Lutte par utilisation des régulateurs de croissance**

Des hormones de synthèse ainsi que leurs analogues (IGRs) sont utilisés pour le contrôle des ravageurs des denrées stockées, relativement efficaces contre plusieurs espèces (**Loshiavo, 1976 ; Williams et Amos, 1974**). Elles sont utilisées dans les milieux clos, affectant le potentiel reproducteur des ravageurs (**Upadhyay et Ahmad, 2011**).

2.2.4 Lutte physique

Soit par le froid (ventilation) ou par un choc thermique de quelques minutes (60°C et plus) suivi d'un refroidissement rapide : ou par modification de l'atmosphère ⇒ abaisser O₂ de l'atmosphère inter-granulaire 1%. (**Momar, 2012**)

- **Lutte par le froid**

Consiste à abaisser la température de stockage, ce qui entraîne un ralentissement du développement des insectes, freiné dès que la température est inférieure à 10°C (**AIDANI, 2015**).

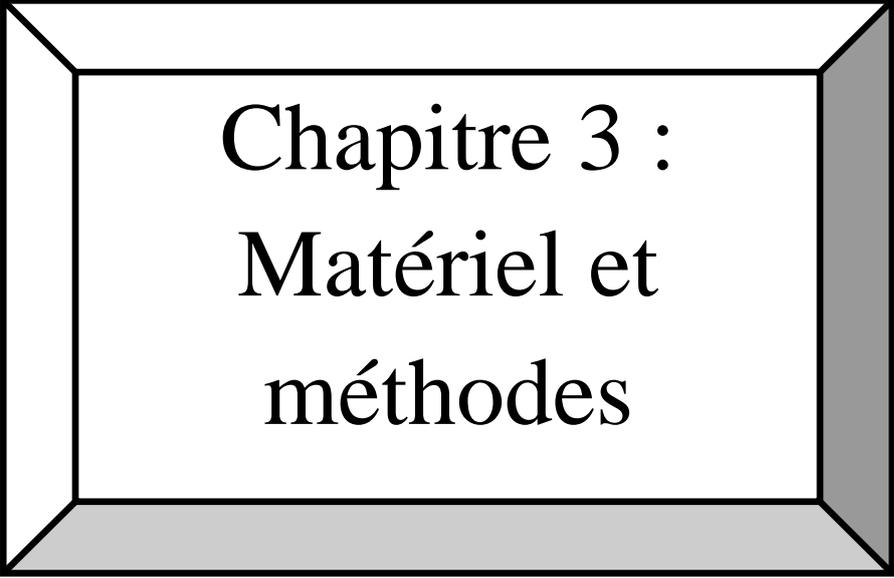
- **Lutte par le chaud**

Les insectes sont sensibles aux températures élevées, il suffit de leur imposer une température de 55°C durant une heure pour détruire les différents stades de développement. Dans le cas du R. dominica, l'élimination des insectes à tous les stades est obtenue à 60° C pendant 10 minutes (**STEFFAN, 1978**)

2.2.5 Lutte mécanique

Transilage, secouage, passage au tarare éliminent une partie des insectes (adultes uniquement). (**Gilbert, 2008**), Ces procédés permettent d'éliminer une partie des insectes contenus dans les stocks. Ces opérations éliminent surtout les adultes libres et laissent subsister une partie des larves et des œufs,

elles ne peuvent donc pas être envisagées pour un stockage de longue durée, à moins d'être fréquemment renouvelées, ce qui les rend coûteuses. La méthode la plus répandue actuellement reste l'emploi de composés toxiques pour les insectes. (Doumandji et al, 2003)



Chapitre 3 :
Matériel et
méthodes

CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES**1 Objectif :**

Le but de ce travail est de déterminer l'efficacité des huiles essentielles de l'Eucalyptus globulus et de Syzygium aromaticus contre un ravageur qui s'attaque aux produits stockés (la farine, le son de blé, la semoule de blé ; semoule de l'orge), il s'agit de Plodia interpunctella.

2 Présentation du lieu de travail

Notre travail expérimental a été effectué au niveau des laboratoires de recherche de valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique à l'Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM.

3 Matériel et méthodes :**3.1 Matériel de Laboratoire :**

*Étuve obscure réglée à une température 25°C pour l'élevage de masse et l'installation des boîtes de Petri testées.

*Micro Pipette (10 ml) pour le pipetage de chaque dose des huiles

*Boîtes de Pétri en plastique

*Des récipients

*Balance analytique pour peser le son de blé (substrat alimentaire)



Figure 15: balance de précision(photo originale originale)



Figure 16: Micro Pipette (10 ml) (photo originale)



Figure 17: Etuve obscure (photo originale)

3.2 Matériel Animal (élevage de masse) :

Nous réalisons l'élevage de masse dans des bocaux à couvercle perforé contenant les matières suivantes (la farine , son de blé, la semoule de blé ; semoule de l'orge)

l'élevage est réalisé dans une étuve obscure (figure 15) réglée à une température de 25°C, et une humidité relative de 70 %.

Nous avons utilisé des larves de différents stades dans nos essai afin d'obtenir un grand nombre de larves à utiliser dans notre expérience .



Figure 18: L'élevage de masse (photo originale)



Figure 19: Larves de *Plodia interpunctella* (photo originale)

3.3 Matériel végétal (les huiles essentielles testées)

Le matériel végétal est constitué de deux huiles essentielles celle d'*Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticus* (Figure 20) .



Figure 20: Les huiles essentielles testées (photo originale)

A : L'huile d'*Eucalyptus globulus*

B : L'huile de *Syzygium aromaticus* (Girofle)

Les huiles essentielles ont été extraites appartiennent à la même famille.

Tableau 2 : Les plantes des quelles utilisées dans nos expériences.

Nom commun	Nom scientifique	Famille	Origine
L'eucalyptus commun	L'eucalyptus globulus	Myrtacées	Tlemcen
le giroflier	Syzygium aromaticus	Myrtacées	Tlemcen

3.4 Choix des doses :

Pour tester l'efficacité larvicide des huiles essentielles contre les larves de *Plodia interpunctella* , nous avons utilisé 5 doses pour chaque huile essentielle (l'huile d'eucalyptus et l'huile de girofle)

les doses sont : 1µl, 3µl, 5µl , 7µl, 9µl par 5g de son de blé

Nous avons mis 5g de son de blé dans chaque boite de Pétri comme source alimentaire pour les larves de *Plodia interpunctella* (**figure 21**)

nous avons ajouté 1 ml d'acétone pour chaque dose pour une dispersion homogène de l'huiles essentielle sur le substrat alimentaire.



Figure 21: 5 g de son de blé comme substrat alimentaire (photo originale)

Nous prenons la dose d'huile essentielle par une micropipette que nous mélangeon avec 1ml de l'estone dans une boite de pétri contenant 5g de son de blé et on mélange le tous (Figure22).

on laisse la boite de pétri ouverte quelques minutes pour que l'acétone s'évapore complètement, puis mettre 6 larves de *Plodia interpunctella* dans chaque boite .



Figure 22: Préparation des essais (photo originale)



Figure 23: Boîte de Pétri infestée de larves de *Plodia interpunctella* (photo originale)

Toutes les boîtes de Pétri portent des renseignements concernant la date d'introduction des larves, la dose en huiles essentielles utilisée.

on répète le test 3 fois pour chaque dose utilisée

Tableau 3: Les doses utilisées

La dose en huile essentiel	Nombre de répétitions	L'acétone	Poids de son de blé par boîte	Nombre de larves par boîte
1µL	3 fois	1ml	5g	6 larves
3µL	3 fois	1ml	5g	6 larves
5µL	3 fois	1ml	5g	6 larves
7µL	3 fois	1ml	5g	6 larves
9µL	3 fois	1ml	5g	6 larves

3.5 le test témoin :

nous avons mis 5g de son de blé (source alimentaire) dans trois boîtes de Pétri, avec 1ml de l'acétone et nous ajoutons 6 larves à chaque boîte .

Nous avons mis les boîtes de Pétri dans un Etuve obscure à une température de 25°C et une humidité de 70%

Le dénombrement des larves mortes a été réalisé pendant 7 jours, pour les 4 premiers jours le dénombrement à été fait après toutes les 24h et pour le dernier jour dénombrement est réalisé après 48h

4 Evaluation de la toxicité des huiles essentielles par ingestion :

4.1 Essais avec l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus (Figure24)

- 5g de grain du son de blé + 1µl de huile essentielle de eucalyptus globulus + 6 larve de plodia interpunctella +1ml d'acétone.
- 5g de grain du son de blé + 3µl de huile essentielle de eucalyptus globulus + 6 larve de plodia interpunctella +1ml d'acétone
- 5g de grain du son de blé + 5µl de huile essentielle de eucalyptus globulus + 6 larve de plodia interpunctella +1ml d'acétone
- 5g de grain du son de blé + 7µl de huile essentielle de eucalyptus globulus + 6 larve de plodia interpunctella +1ml d'acétone
- 5g de grain du son de blé + 9µl de huile essentielle de eucalyptus globulus + 6 larve de plodia interpunctella +1ml d'acétone

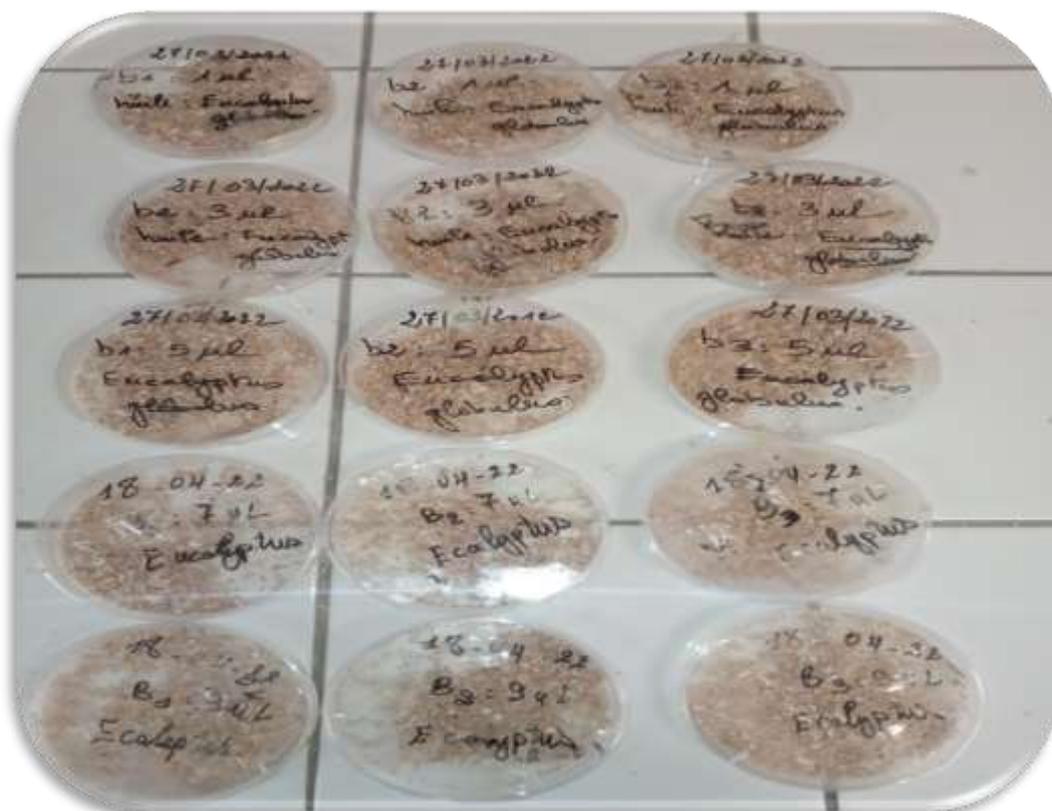


Figure 24: Essai avec l'huile essentielle d'eucalyptus globulus (photo originale)

4.2 Essais avec l'huile essentielle girofle (Figure25)

- 5g de grain du son de blé + 1µl de huile essentielle de girofle + 6 larve de plodia interpunctella +1ml d'acétone.
- 5g de grain du son de blé + 3µl de huile essentielle de girofle + 6 larve de plodia interpunctella +1ml d'acétone
- 5g de grain du son de blé + 5µl de huile essentielle de girofle + 6 larve de plodia interpunctella +1ml d'acétone
- 5g de grain du son de blé + 7µl de huile essentielle de girofle + 6 larve de plodia interpunctella +1ml d'acétone
- 5g de grain du son de blé + 9µl de huile essentielle de girofle + 6 larve de plodia interpunctella +1ml d'acétone

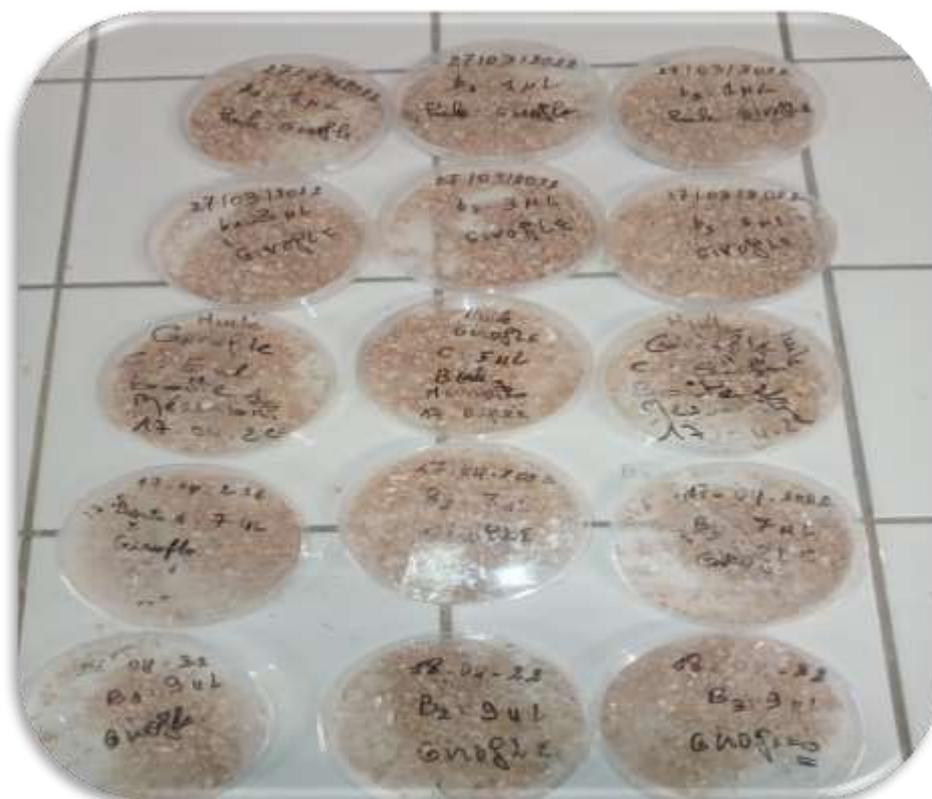


Figure 25: Essai avec l'huile essentielle de girofle (photo originale)

5 Expression des résultats :

5.1 La mortalité corrigée :

L'efficacité d'un produit est évaluée par la mortalité. 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 (**BENAZZEDINE, 2010**)

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 (1925)** :

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

MC: la mortalité corrigée

M: pourcentage de morts dans la population traitée

Mt: pourcentage de morts dans la population témoin

2. Détermination de la DL50

Nous avons calculé les doses létales pour 50% de la population d'insectes "DL50" Comparaison de la toxicité de deux plantes aromatiques testées sous forme d'huile essentielle sur les larves de *Plodia interpunctella*. Les valeurs de la DL50 ont été calculées par la méthode probit (FINNEY, 1971).

L'efficacité d'une toxine est mesurée par sa DL50, qui représente la quantité de substance Toxique, provoquant la mort de 50% des individus dans le même lot, respectivement. ils sont Dérivé du tracé de la droite de régression. Pour cela, le pourcentage de mortalité Converti en probabilité, après avoir utilisé le logiciel MINITAB (version 18) La régression du log de la dose en fonction de la probabilité de mortalité calculer de La DL50 de chaque huile essentielle a été déterminée après deux jours d'exposition.

5.2 Calcule de TL50

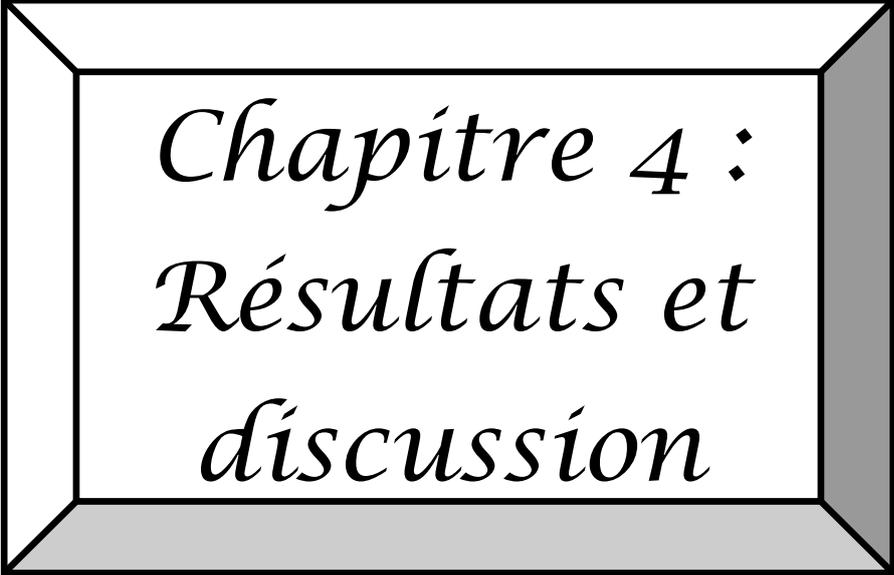
Nous avons calculé le temps létales pour 50% de la population d'insectes "TL50" Pour confirmer la comparaison de toxicité des huiles essentielles testées, c'est-à-dire en plus de DL50 Nous avons calculé TL50. Pour calculer TL50, nous avons utilisé la méthode probabiliste (FINNEY, 1971). Pourcentages de mortalité convertis en probabilités, régression logarithmique Durée d'exposition (en jours) basée sur la probabilité de mortalité à l'aide d'un logiciel MINITAB (version 18) peut déterminer l'heure du décès pour 50 % de la population Les insectes utilisent une dose moyenne de 5µl pour chaque huile essentielle

5.3 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 de la dose et la durée d'exposition des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticus* sur le taux de mortalité des larves de *Plodia interpunctella*.

Nous avons utilisé pour l'analyse statistique, le logiciel Microsoft Office Excel 2007.



*Chapitre 4 :
Résultats et
discussion*

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION**1 Le cycle de développement de *Plodia interpunctella* :**

Le cycle de développement de *Plodia interpunctella* comporte cinq stades de développement : œufs, larve, Nymphé , Imago et adulte.

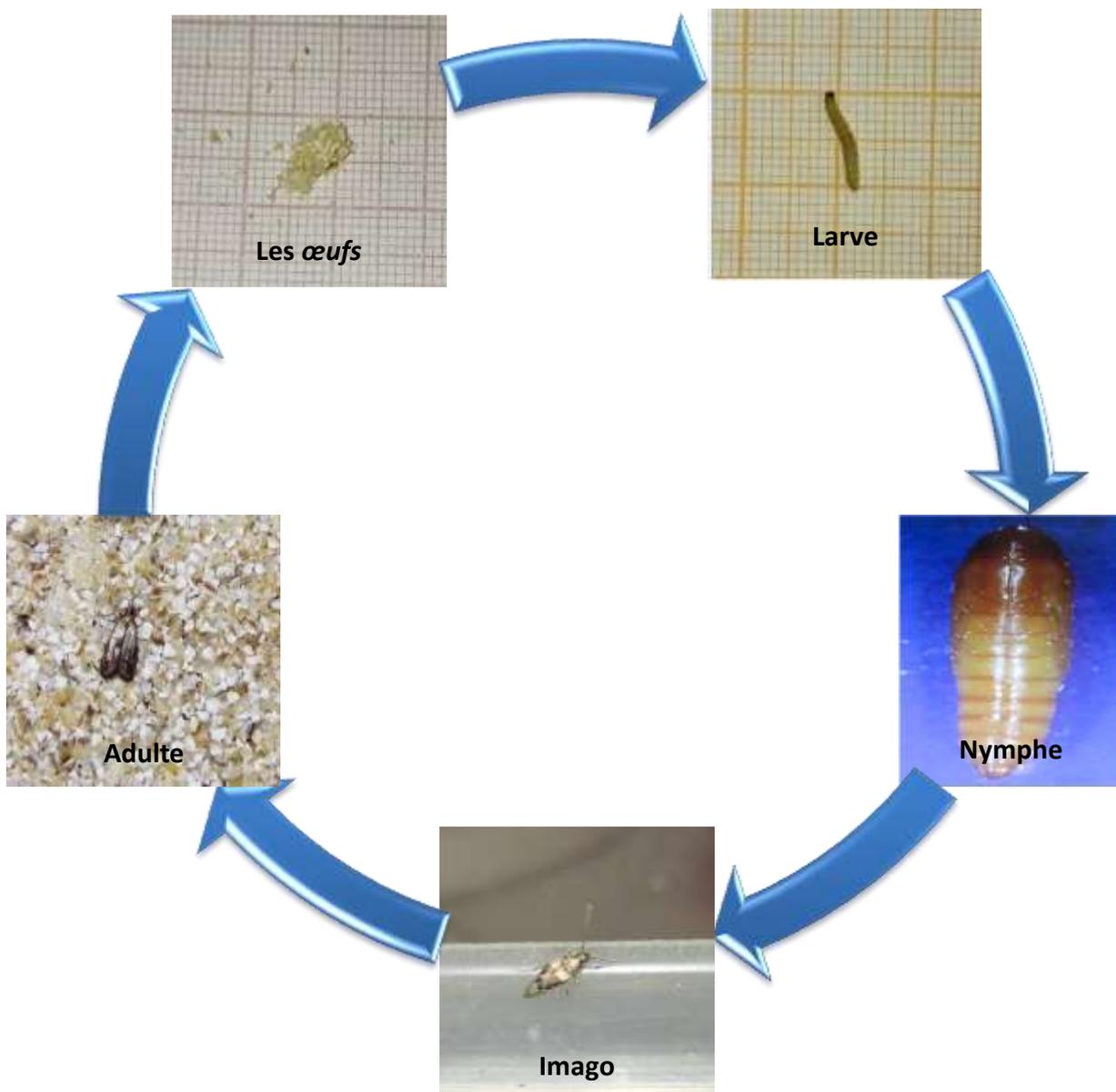


Figure 26: Cycle de vie de *plodia interpunctella* (photos originales)

2 Efficacité des huiles essentielles :

2.1 La mortalité en élevage témoin :

La mortalité des larves observée au témoin après sept (7) jours d'exposition (On utilisant l'acétone uniquement) est nulle dans les trois boites de Pétri.

2.2 Mortalité avec les huiles essentielles :

2.2.1 *Eucalyptus globulus*

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

	1 μ l	3 μ l	5 μ l	7 μ l	9 μ l
1er jour	0	0	0	0	0
2eme jours	0	0	0	16,6666667	5,55555556
3eme jours	0	0	0	22,2222222	27,7777778
4eme jours	0	5,55555556	27,7777778	27,7777778	27,7777778
7eme jours	0	5,55555556	44,4444444	38,8888889	44,4444444

Nous constatons qu'aucune mortalité n' a été observée durant les 7 jours pour la concentration de 1 μ l /5g , pour les 2 concentratiois de 3 μ l et 5 μ l , la mortalité des larves n'a été observées qu'à partir du 4eme jour , pour les concentration 7 μ l et 9 μ l la mortalité des larves a commencé dès le 2eme jour

Le maximum de mortalité des larves à été observé pour les deux concentration 5 μ l et 9 μ l et durant le 7eme jour.

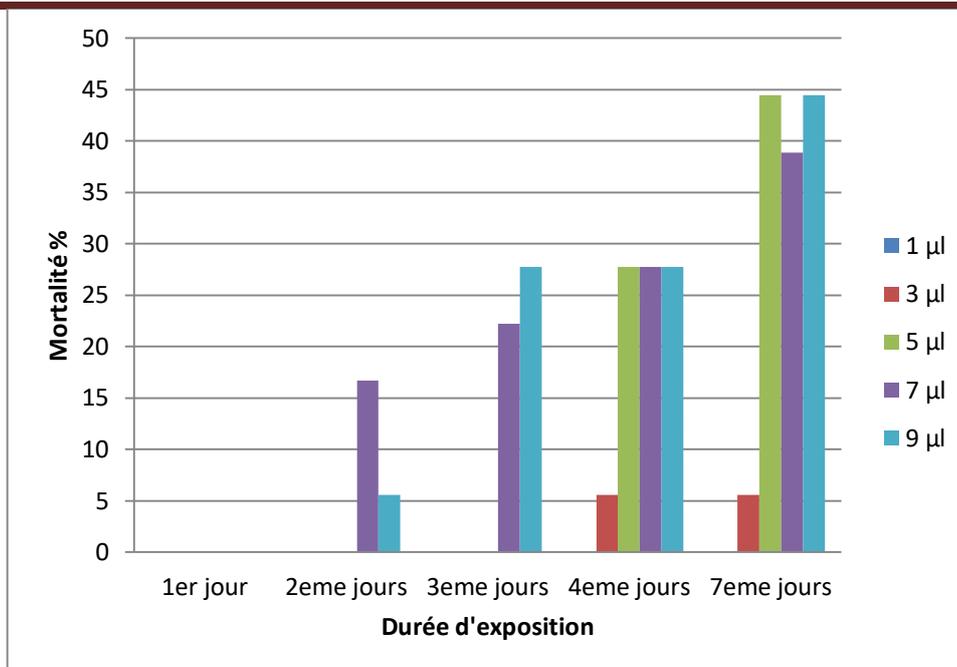


Figure 27: Mortalité des larves de *Plodia interpunctella* en présence d’huile essentielle d’*eucalyptus globulus*

Selon le facteur durée d'exposition elle existe une différence

Selon le facteur dose en huiles essentielles, elle existe une différence .

2.2.2 Syzygium aromaticus :

Tableau 5: Mortalité des larves de *Plodia interpunctella* en présence d’huile essentielle de *Syzygium aromaticus*

	1 µl	3 µl	5 µl	7 µl	9 µl
1er jour	0	0	0	5,55555556	22,2222222
2eme jours	0	0	5,55555556	11,1111111	44,444444
3eme jours	5,55555556	0	11,1111111	22,2222222	66,6666667
4eme jours	27,7777778	11,1111111	11,1111111	27,7777778	77,7777778
7eme jours	27,7777778	22,2222222	27,7777778	55,5555556	94,4444444

Par contre pour l’huile de *Syzygium aromaticus*, la mortalité des larves a été observé dès le 3eme jour pour la concentration de 1 µl . Par contre pour les concentrations de 7 µl et 9 µl on a constate que la mortalité était quotidienne durant les 7 jours , pour de la moitié des larves étaient mortes durant 7eme jour à 7 µl par contre à la concentration de 9 µl , le maximum de mortalité a été observée avec une valeur de 94.44.

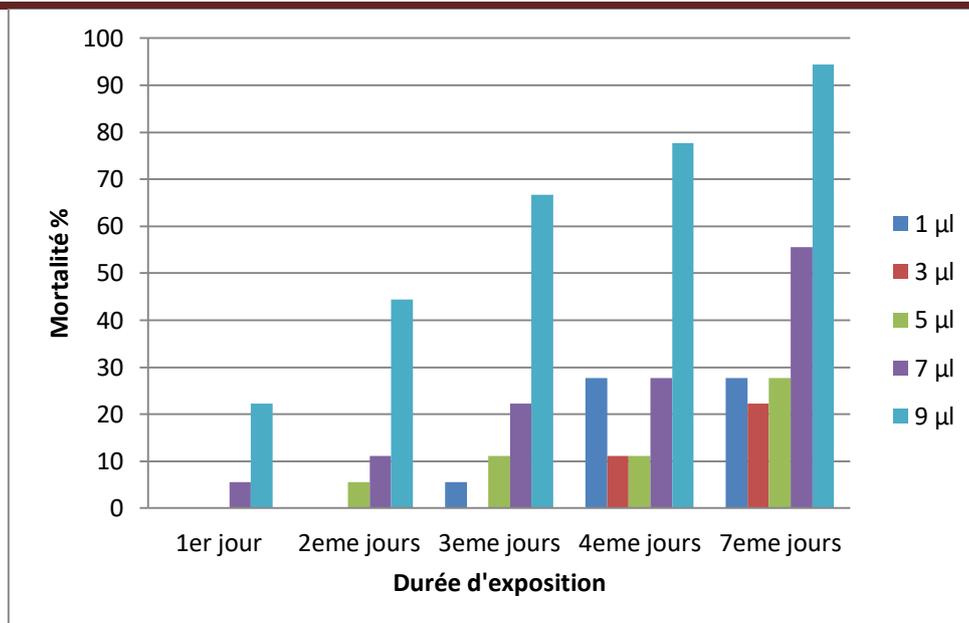


Figure 28: Mortalité des larves de *Plodia interpunctella* en présence d'huile essentielle de *Syzygium aromaticus*

Selon le facteur durée d'exposition elle existe une différence significative

Selon le facteur dose, elle existe une différence significative

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

3.1 La dose létale pour 50% des larves de *Plodia interpunctella* (DL50)

La transformation des mortalités corrigées des larves après deux jours d'exposition en probits, et la régression de ces données en fonction des logarithmes des doses en huiles essentielles, a permis d'obtenir les résultats suivants :

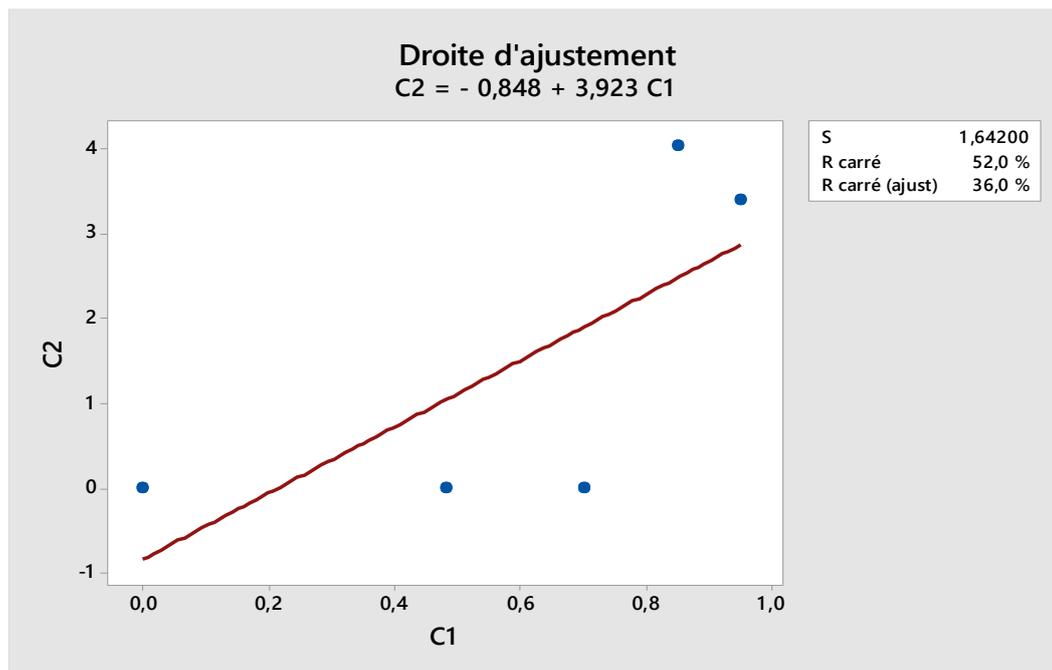
3.1.1 *Eucalyptus globulus* :

Figure 29: Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles d' *Eucalyptus globulus* / mortalité (probits) des larves.

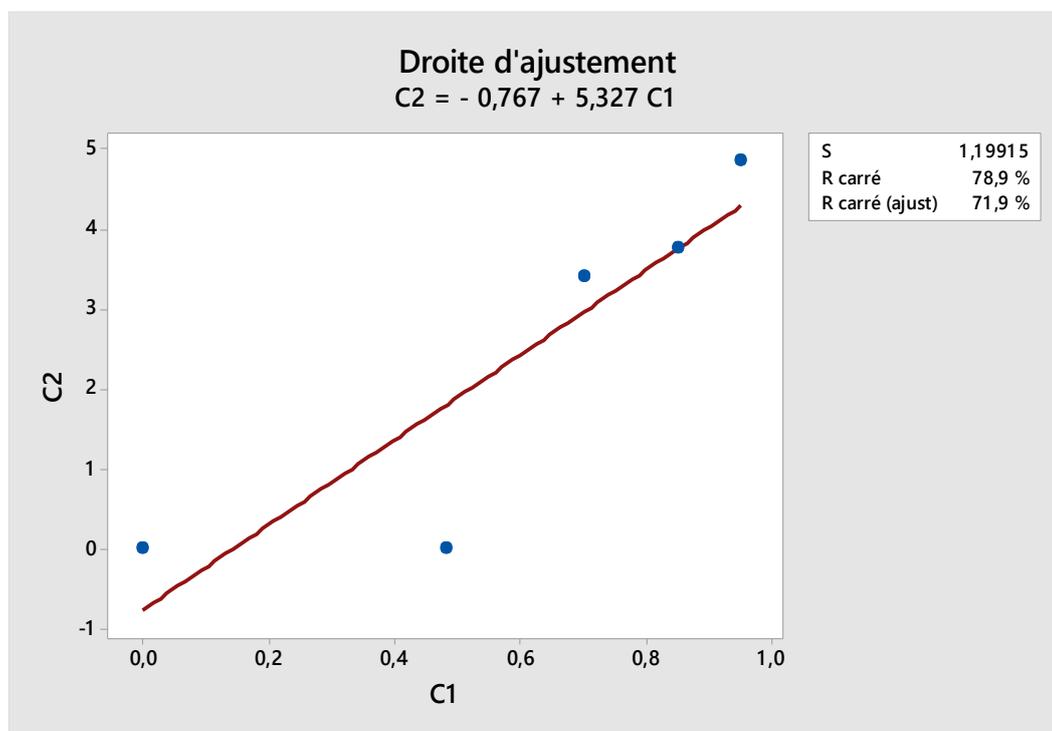
3.1.2 *Syzygium aromaticus* :

Figure 30: Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles de *Syzygium aromaticus* / mortalité (probits) des larves.

3.2 Le temps léthal pour 50 % de la population (TL50) :

La transformation des mortalités corrigées des larves en probits (en utilisant la dose 5 µL/ 5g son de blé), et la régression de ces données en fonction des logarithmes des durées d'exposition, a permis d'obtenir les résultats suivants :

3.2.1 *Eucalyptus globulus* :

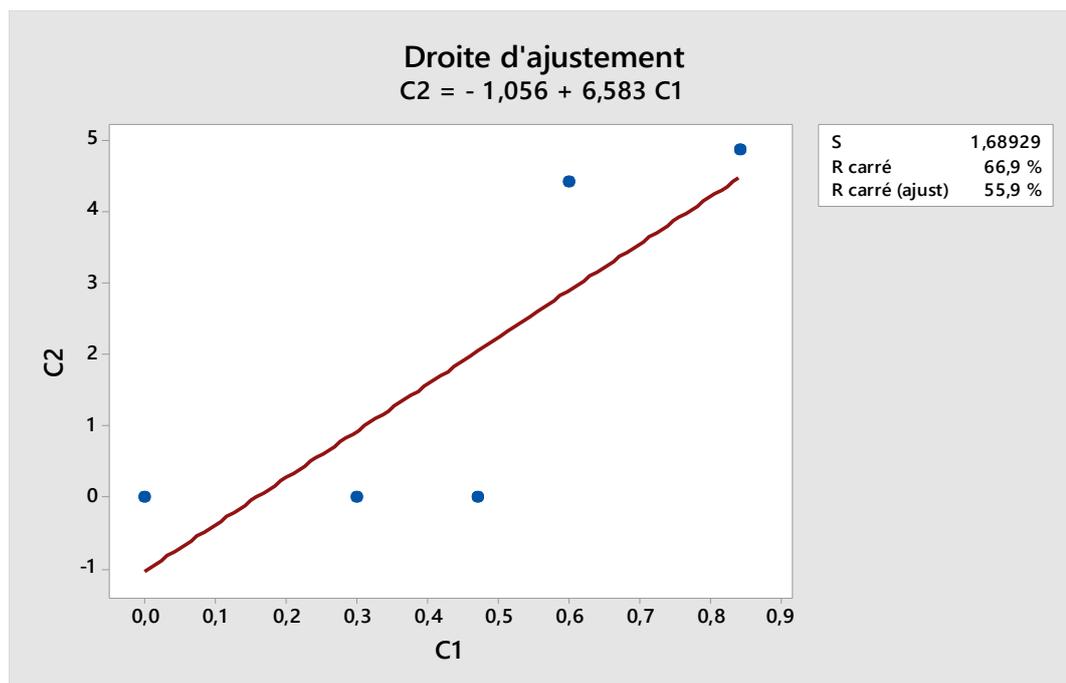


Figure 31: Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'expositionaux huile essentielle d' *Eucalyptus globulus* / mortalité (probits) des larves

3.2.2 *Syzygium aromaticus* :

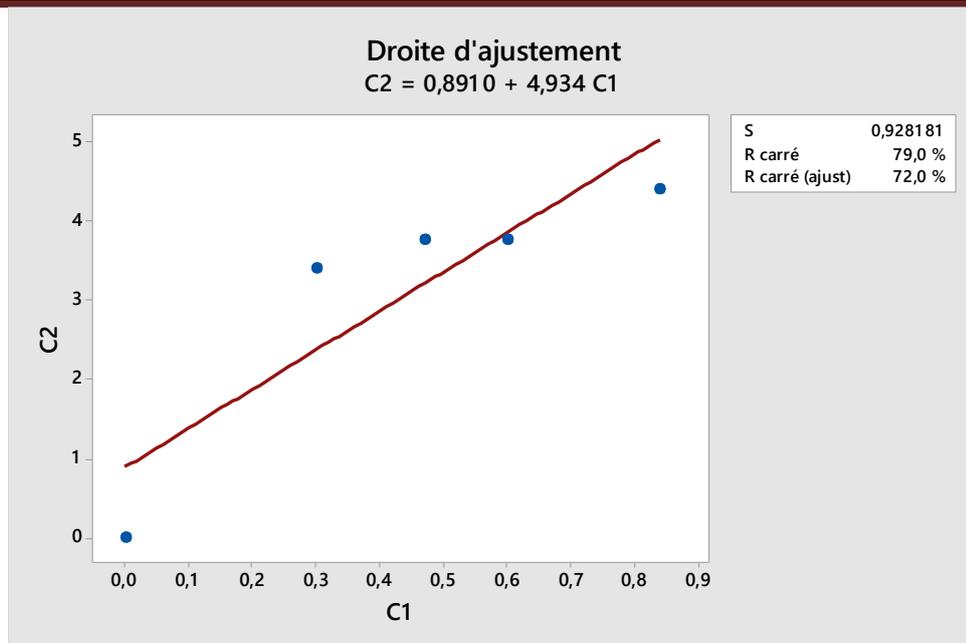


Figure 32: Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition aux huiles essentielles de *Syzygium aromaticus* / mortalité (probits) des larves.

On résume les valeurs calculées de DL50 et TL50 des huiles essentielles testées dans le tableau 6 et 7.

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

Huiles essentielles	Equation de régression	DL50
<i>Eucalyptus globulus</i>	$C2 = -0,848 + 3,923 C1$	30,95 μ L
<i>Syzygium aromaticus</i>	$C2 = -0,767 + 5,327 C1$	12,09 μ L

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

Huiles essentielles	Equation de régression	TL50
<i>Eucalyptus globulus</i>	$C2 = -1,056 + 6,583 C1$	8,31 jours
<i>Syzygium aromaticus</i>	$C2 = 0,8910 + 4,934 C1$	6,80 jours

Discussion :

Selon nos résultats obtenus après avoir testé l'efficacité des huiles essentielles *d'Eucalyptuse globulus* et *Syzygium aromaticus*, nous avons observé un effet larvicide de ces produits naturels sur les larves de la pyrale *Plodia interpunctella*.

Les valeurs de la DL50 et la TL50 confirme l'efficacité de l'huile essentielle extraite de *Syzygium aromaticus* par rapport à l'huile essentielle *d'Eucalyptuse globulus* qui demeure légèrement moins toxiques vis-à-vis de la mortalité des larves de *Plodia interpunctella*.

Une huile essentielle n'exerce pas forcément la même activité aux différents stades du cycle biologique d'un insecte, comme il existe une grande variation dans la sensibilité des espèces d'insectes pour une même huile essentielle. (NGAMO & HANCE ,2007 ; BOUCHIKHITANI, 2011).

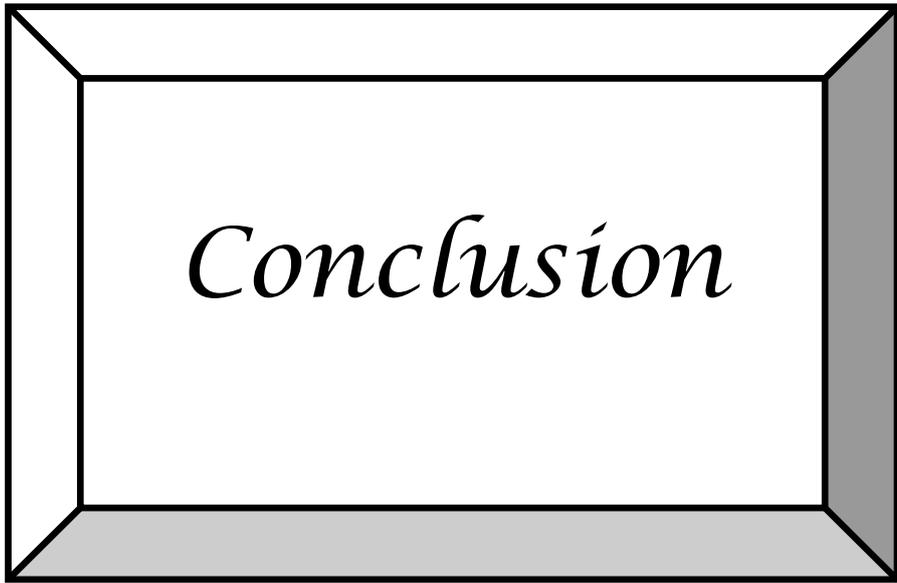
D'après **Bruneton (1987)**, les huiles essentielles peuvent varier quantitativement ou qualitativement selon l'espèce et à l'intérieur de la même espèce. Plusieurs facteurs peuvent influencer le rendement et la teneur de ces différents constituants (l'origine géographique, les conditions climatiques, la nature de sol.....etc).

BERREMILI, (2020) qui a étudié l'action larvicide de deux huiles essentielles sur une population expérimentale de *Tenebrio molitor* (coleoptera :tenebrionidae), leurs résultats montrent que les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* est plus toxique que celle extraite *d'Eucalyptus globulus* avec 7,10 µL / 10g son de blé et 21,48 µL / 10g son de blé respectivement.

D'après les résultats de **Haddou Meriem (2022)** qui a étudié l'activité larvicide de deux huiles essentielles de *Menthe poivrée* et de *Citron* sur la pyrale *plodia interpunctella*, l'huile de menthe poivrée est plus toxique que l'huile essentielle de citronnelle avec une DL50 de 17.79uL/5g de son de blé et une TL50 de 5.19 jours. La DL50 de citron était de 39.28 uL/5g de son de blé et la TL50 était de 7.09 Jours.

BOUCHIKHI-TANI (2011), a testé l'efficacité de dix huiles essentielles extraites des plantes aromatiques de la région de Tlemcen sur les larves de la mite *T. bisselliella*, parmi les dix huiles testées celles extraites *d'Artemisia herba-alba*, *Rosmarinus officinalis*, *Origanum glandulosum* sont les plus toxiques avec des DL50 de 5,92µL/50,24cm², 6,66µL/50,24cm², et 7,16µL/50,24cm² respectivement.

Selon **Nondenot et al., 2010**, Les huiles essentielles d'*Ageratum conyzoides*, de *Citrus aurantifolia* et de *Melaleuca quenrvia* ont un effet insecticide vis-à-vis de *Callosobruchus maculatus*, alors que la plus forte dose 33,3 μ L/mL provoque 100% de mortalité pour *Ageratum conyzoides* et *Citrus aurantifolia*.



Conclusion

Conclusion

Conclusion

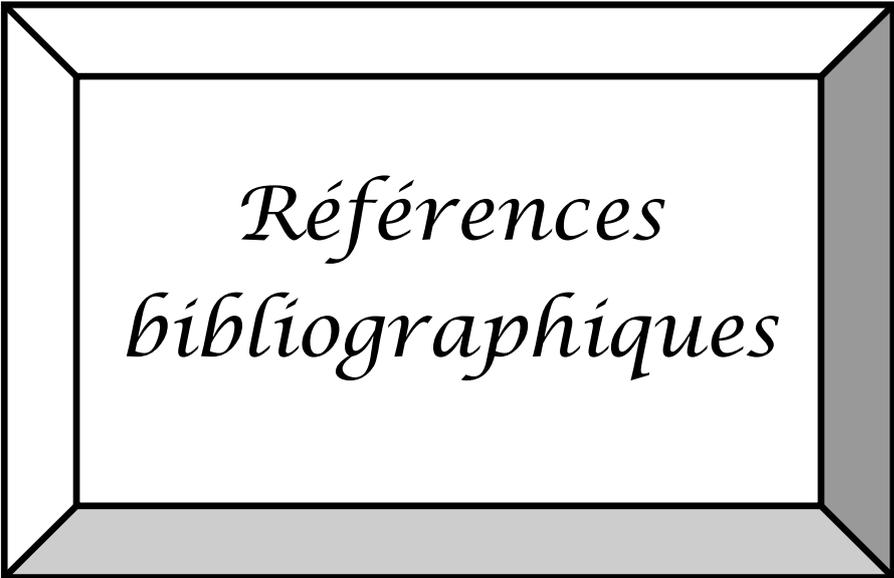
Les insectes ravageurs des denrées stockés causant de gros dégâts en termes de quantité et de qualité du stock. Pour lutter contre ces insectes ont été utilisées des nombreuses méthodes , la plus courante étant l'utilisation de pesticides chimiques dont les effets indésirables sont malheureusement très nombreux. Pour cela, il était nécessaire de rechercher différentes méthodes moins nocives et plus protectrices.

Les huiles essentielles sont considérées comme l'une des méthodes de lutte biologique qui ont utilisées comme insecticides. Ils ont une activité insecticide très importante. La toxicité des huiles essentielles varie largement en fonction de la nature de l'huile essentielle, la concentration utilisée et de la durée du traitement.

Le travail de recherche entre dans le cadre de la valorisation et utilisation des plantes aromatiques comme des insecticides naturels, nous sommes intéressés à l'étude de l'activité larvicide des huiles essentielles extraites d'*Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticus* sur la pyrale *Plodia interpunctella*.

Au terme de ce travail nous pouvons conclure que les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticus* ont une activité larvicide sur les larves de l'insecte de *plodia interpunctella* , l'huile de *Syzygium aromaticus* sont avérées être plus toxiques avec une DL50 de 12,09 $\mu\text{L}/ 5\text{g}$ son de blé et TL50 de 6,80 jours comparativement avec l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus qui présente une DL50 de 30,95 $\mu\text{L}/ 5\text{g}$ son de blé de et un TL50 de 8,31 jours.

Enfin, nous amène à dire que les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticus* sont prometteuse comme source de bioinsecticide et se prête bien à des investigations dans le domaine de la lutte biologique.



*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ❖ **Abbott W, S., 1925:** A method for computing effectiveness of an insecticide. Journal. Ecological entomology, 18(2), pp :265-267
- ❖ **ABDERAHIM A.1983** - Comportement des trois espèces d'eucalyptus introduit à Baïnem. Thèse d'étude (D.E.S).U.S.T.H.B. Alger. 87p26
- ❖ **Abramson D., Demianyk C.J., Fields P.G., Jayas D.S., Mills J.T.,William E., Muir W.E., Timlick B., et White N.D.G., 2001-** Protection des céréales, des oléagineux et des légumineuses à grain entreposés à la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures, Agriculture et Agroalimentaire Canada. Publication 1851/F (éd. rev.)
- ❖ **Afnor, association français de normalisation française :** huile essentielle, Ed, Afnor, Paris. 2000
- ❖ **Agriculture et Environnement, 2008-** Article - Le stockage des céréales bientôt dans l'impasse technique ? Site : <http://www.agriculture-environnement.fr/> paru le 07/10/2008)
- ❖ **AIDANI H. (2015) :** Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhizopertha dominica*) sur les céréales stockées.. Mémoire de master 2: Agriculture, Production et Amélioration des plantes. Université Abou bekr belkaid 1 ,80p.
- ❖ **Aidani H., 2015.** Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhizopertha dominica*) sur les céréales stockées « Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen ». Mémoire de master, Univ: Tlemcen, 80p.
- ❖ **AMRANI,2018 :** Etude de l'effet bio-insecticide de l'huile essentielle de Clous de Girofle (*Eugenia aromatica*) vis-à-vis d'un ravageur des denrées stockées (coléoptère; ténébrionidé) *Tribolium confusum* . Mémoire de master 2 : Master Biologie de la conservation. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
- ❖ **AMSHOFF G.JH.** Myrtacées. Paris : MNHN ; 1966. p. 3-4 ; 16
- ❖ **Aouina A., Khelifi N., 2018.** Evaluation de l'effet répulsif de *Cuminum cyminum* L. et *Foeniculum vulgare* Mill, sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum* (Herbst), Mémoire de Master, Univ: M'Sila, 41p
- ❖ **Arthur F.H., 2000-** Impact of accumulated food on survival of *Tribolium castaneum* on concrete treated with cyfluthrin wettable powder. J. Stored Prod. Res., 36: 15-23
- ❖ **BABA AISSA F. (1999) :** Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb,Substances végétales d'Afrique, d'orient et d'occident. Edition: Librairie moderne – Rouiba:P101
- ❖ **BARBELET S. LE GIROFLIER : HISTORIQUE, DESCRIPTION ET UTILISATIONS DE LA PLANTE ET DE SON HUILE ESSENTIELLE.** (Mémoire de fin d'étude Pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie) UNIVERSITE DE LORRAINE, 2015

Références bibliographiques

- ❖ **Belaiche P. (1979)** - Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1 : l'aromatogramme .éd. Maloine. Paris.
- ❖ **BENAZZEDDIN S. (2010)** : Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera; Tenebrionidae). Mémoire master 2 : sciences agronomiques. Ecole nationale supérieure agronomique El Harrach Algérie p 18.
- ❖ **BENHALIMA H., Chaudhry M.Q., Mills K.A., & Price N.R., 2004.** Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. *J. StoredProd. Res.*, 40, Pp241-249.
- ❖ **Benjlali B. (2004)** – Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier de l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. 17-59.
- ❖ **BERREMILI, (2020)** : étude l'action larvicide de deux huiles essentielles sur une population expérimentale de *Tenebrio molitor* (coleoptera :tenebrionidae). Mémoire de Master 2 : master Ecologie. Université ABOUBAKR BELKAID –TLEMEN.
- ❖ **Bigendako. J.(2004).** Identification et zonage des *Eucalyptus globulus* au rwanda.chemonics international inc. projet adar. P10
- ❖ **Bouamer A .Bellaghit M et MollayAmera. (2004).** Etude comparative entre l'huile essentielle de la Menthe vert et la Menthe poivrée de la région de ouargla ; mémoire des .unive. ouargla, p 2-5 ; 10 ; 19 ; 21-22.
- ❖ **BOUCHIKHI-TANI, Z. (2011)** Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Thèse de doctorat, Univ. Tlemcen, Algérie, 147 p.
- ❖ **BOUDY P. (1955)** : Économie forestière nord-africaine.Ed. Masson et cie, paris, Tome IV .p826
- ❖ **BOULLARD B.** Plantes médicinales du monde : croyances et réalités. Paris : Ed. ESTEM ; 2001. p. 511-512.
- ❖ **BRIGITTE xCHARPENTIER, FLORENCE HAMON-LORLEAC'H, ALAIN HARLAY,** Guide du préparateur en pharmacie ,4 ieme édition France.2008.
- ❖ **Bruneton J. (1999)** - Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition, Ed. TEC et DOC, Paris
- ❖ **Carole (2013).** Amélioration de l'offre de pratiques de GRH dans les PME en contexte de raréfaction de la main-d'oeuvre : proposition d'un outil de diagnostic. Mémoire. Trois-Rivières, Université du Québec à Trois-Rivières, 183 p.

Références bibliographiques

- ❖ **Catherine Desmares**, Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Contribution pour l'évaluation de la sécurité des produits cosmétiques contenant des huiles essentielles. Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé, édition AFSSAPS2008,
- ❖ **CHAMOULEAU A., 1979**. Les usages externes de la phytothérapie .Ed.Maloine, Paris, 270p
- ❖ **Chemat, F., Zill-.E, H., Khan, M.K., in press**. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. Ultrason. Sonochem
- ❖ **Cissokho PS, Guèye MT, Sow E, Diarra K. 2015**. Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'ouest. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 9(3): 1644-1653.
- ❖ **Coppen JJW. 1995**. Flavours and fragrances of plant origin. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. p 37–52, 65–80
- ❖ **COUECOU B., LAPIERRE L.** : Transformation des fruits exotiques en jus : description des process et optimisation des qualités. Conférence Cirad-flhor. Conservation et transformation des fruits : nouveaux enjeux, nouvelles techniques. France. Septembre 2001
- ❖ **COUECOU B., LAPIERRE L.** : Transformation des fruits exotiques en jus : description des process et optimisation des qualités. Conférence Cirad-flhor. Conservation et transformation des fruits : nouveaux enjeux, nouvelles techniques. France. Septembre 2001
- ❖ **DIRECTION DE LA QUALITE DU MEDICAMENT DU CONSEIL DE L'EUROPE**. Pharmacopée Européenne. 5e éd. Sainte-Ruffine : Maisonneuve S.A. ; 2004.
- ❖ **Dorosso Sonate J. (2002)**. Composition chimique des huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : valorisation. Université Ouagadougou. Extraction. J.Am. Oil Chem. Soc.72 :653-659.
- ❖ **Doumendji A., Doumandji S., Doumandji B. (2003)**. Cours de technologie des céréales technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stockage. Office des Publications Universitaires, 1-22p.
- ❖ **DUNSTAN H., FLORENTINE S. K., CALVIÑO-CANCELA M., WESTBROOKE M.E., PALMER G. C., 2013**. Dietary characteristics of Emus (*Dromaius novaehollandiae*) in semi-arid New South Wales, Australia, and dispersal and germination of ingested seeds. CSIRO PUBLISHING, 113: 168-176
- ❖ **DUPONT F, GUIGNARD JL**. Botanique : les familles des plantes. 15e éd. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson ; 2012. p. 16.
- ❖ **DURAFFOURD C., VALNET. J., LAROZ J.C., 1978**. Une médecine nouvelle. Paris, 41p.

Références bibliographiques

- ❖ Eisenhut M. (2007) - The toxicity of essential oils, article in presse, International Journal of Infectious Diseases. 11(4): 365.
- ❖ **El Kolli M. (2008)** – Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Athemis pedunculata* Desp., d'*Athemis punctata* Vahl. et de *Daucus crinitus* Desf. Mémoire de Magistère, Département de biologie, Faculté des sciences, UFA de Sétif.
- ❖ **FADLI S., KESSI A., 2005.** Composition et activité antimicrobienne des huiles essentielles du *Thymus numidicus* et *Origanum floribundum*. Mem.Ing.Agr. Inst. Nat.Agro. Alger. 85p.
- ❖ **Fasulo T.R., Knox M.A.** Indianmeal Moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae). EENY-026. One of a series of the Department of Entomology and Nematology. UF/IFAS Extension. Original publication date February 1998. Revised November 2015. Reviewed September 2018, pp 1-4.
- ❖ **FAUCON M.** Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : fondements & aide à la prescription : monographies : huiles essentielles, huiles végétales, hydrolats aromatiques. Paris : Ed. Sang de la Terre ; 2012. 879 p
- ❖ **FINNEY D. J., (1971):** Statistical method in biological assay, 2nd edition. London:Griffin, 333p
- ❖ **FOUDIL-CHERIF Y., 1991** - Etude comparative des huiles essentielles algériennes d'*Eucalyptus globulus* Labill. et *camaldulensis*. These magister. U.S.T.H.B., Alger, 159p
- ❖ **Fraval,(2005).** Le Longicorne de l'eucalyptus -1ère partie. Insectes 4 n° 139
- ❖ **Garnero J. (1996)** - Huiles essentielles. Dossier : K345. Base documentaire: Constantes physico-chimiques. vol. papier n°: K2.
- ❖ **GELU R., 1989.** Les techniques d'extraction par fluide supercritiques appliquées à l'industrie aromatique, industrie alimentaire agricole. Ed.Ballierie et fils, pp.119-140.
- ❖ **Ghedira K., 2008.** *Eucalyptus globulus* Labill, Ed Springer, paris, vol n° 6
- ❖ **Gilbert niquet ,2008 :** stockage à la ferme des grains issus de l'AB (avalise- institut du végétal). Article issu de la fiche teckn'ITB.
- ❖ **Goetz P.,Ghedira K.(2012).** Phytothérapie infectieuse, Springer Verlag, France , Paris, P 272
- ❖ **Haddou, (2022) :** l'activité insecticide des huiles essentielles de menthe poivrée et de citron contre les larves de *Plodia interpunctella*. Mémoire de master 2 : Master Ecologie. Université ABOUBAKR BELKAID –TLEMCEM.
- ❖ **Hellali Naima, (2007).** Evaluation de quelques modes d'extraction en fonction de la composition chimique dans la plante *Cymbopogon Schoenanthus* (L.) de la région de Illizi Université Kasbi Merbah (Ouargla).

Références bibliographiques

- ❖ **Henri Coutière.** Le monde vivant, Histoire naturelle illustrée. Les Editions Pittoresques - Paris 1930
- ❖ **HEYWOOD VH.** Les plantes à fleurs : 306 familles de la flore mondiale. Paris : Ed. Nathan ; 1996. p. 11 ; 13-15.
- ❖ **Huang F., et Subramanyam B., 2005-** Management of five stored-product insects in wheat with pirimiphosmethyl and pirimiphos-methyl plus synergized pyrethrins. *Pest Management Science.*, 61:356-362
- ❖ **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*, vol 10 : 243-259.
- ❖ **Isman M.B., 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* 19, 603–608
- ❖ **KASSEMI, KHELIL M.A., and BENDIMERAD N., (2013):** évaluation de l'activité insecticide de la partie aérienne de *Pseudocystus integrifolius* (Salisb) Rehder sur le grainier *Rhyzopertha dominica* Fab. (Bostrychidae) et le charançon *Sitophilus granarius* Linn. (Curculionidae). *Journal of Life Sciences*, vol 7, n°7, pp : 700-704 .
- ❖ **Keïta S.M. et al., 2001.** Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *J. Stored Prod. Res.*, **37**, 339-349.
- ❖ **Kyprianou M., 2008-** modification du règlement (CE) n°396/2005 du Parlement européen et du Conseil pour y ajouter les annexes II, III et IV fixant les limites maximales applicables aux résidus des produits figurant à son annexe I, *Journal officiel de l'Union européenne*, Bruxelles. L. against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Journal of Stored Products Research* 46: 242-247
- ❖ **L.FEKIH.** Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre *Pinus* poussant en Algérie . Thèse de Doctorat. UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEM p2-6), 2014
- ❖ **Linnaeus, C. (1758).** *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata [10th revised edition], vol. 1: 824 pp.*
- ❖ **Loshiavo S.R., 1976 -** Effect of the synthetic regulators methoprene and hydroprene on survival, development or reproduction of six species of stored-product insects. *J. Economic Entomol.*, 60: 395-99.

Références bibliographiques

- ❖ **Messaoudene H., Mouhou N., 2017.** Etude de la toxicité des huiles essentielles contre les ravageurs des denrées stockées, Mémoire de Master, Univ: Abderrahmane MIR-Bejaia, 35p
- ❖ **METRO A.1970** - Les eucalyptus dans le monde méditerranéen. Ed.masson et cie.Paris, p513
- ❖ **Michael Chinery.** Insectes de France et d'Europe occidentale. Flammarion 2012.
- ❖ **Mpiana Kibwela Nathan,2020** : Optimisation du rendement d'extraction des huiles essentielles d'eucalyptus Globulus, et caractérisation physico-chimique. grade de Bachelier Ingénieur Civil en Chimie Industrielle . Université de Lubumbashi.
- ❖ **Mueller D.K., 1990** - Fumigation. In: Mallis, A. (Ed.), Handbook of Pest Control. Franzak and Foster, Cleveland, Ohio, USA, pp. 901- 939.
- ❖ **NAVES MM. ,1974.** Qu'est ce qu'une huile essentielle. Ed.Masson.Pris,200 p.
- ❖ **NGAMO, L. S. T., AND HANCE, T. (2007)**:Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical, Tropicultura J., 25(4): 215-220.
- ❖ **Nondenot A L R., Seri-Kouassi B PH., etKoua HK., 2010** : Insecticidal Activity of Essential Oils from Three Aromatic Plants on Callosobruchus Maculatus F. in Cote d'ivoire. European journal of scientific research ISSN 1450- 216X. vol.39 No.2.243.INC.
- ❖ **PERRIER DE LA BÂTHIE H. Flore de Madagascar et des Comores**, 152ème famille, Myrtacées. Paris : Firmin-Didot et Cie ; 1953. p. 1-2.
- ❖ **Pibiri M., 2006**, Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles, Thèse de Doctorat, Université de Lausanne, Canada, p.77
- ❖ **PROPAGE** (Protocole Papillons Gestionnaires. Noé / Muséum National d'Histoire Naturelle). 2010.
- ❖ **Rajashekar Y., Gunasekaran N., Shivanandappa T., 2010.** Insecticidal activity of the root extract of Decalepis hamiltonii against stored product insect pests and its application in grain protection. J Food Sci Technol 47 :310–314
- ❖ **RAMARIJAONA RABARY BC.** Le giroflier de Madagascar : conditions de production et différentes utilisations. Thèse de chirurgie dentaire. Université de Nancy I ; 1985, 110 f.
- ❖ **REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B. J. R., & VINCENT C.,2002.**Biopesticides d'origines végétales. Tec & Doc Eds, Paris, 337 p.
- ❖ **Regnault-Roger C., 2002.** De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire ? In : Philogène B.J.R, Regnault-Roger C. & Vincent C., coord. *Biopesticides d'origine végétale*. Paris : Lavoisier-Éditions Tec & Doc, 19-39.
- ❖ **Richard H. et Multon J. L., 1992.** Epices et aromates. Paris, Lavoisier, 339p. (Technique et Documentation).

Références bibliographiques

- ❖ **Selma A., 2018.** Effet insecticide des huiles essentielles de l'Eucalyptus globulus et Globularia alypum sur Tribolium castaneum, Mémoire de Master, Université de Master
- ❖ **Smith-Palmer A., Stewart J. and Fyfe L., 1998.** Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. Letters in Applied Microbiology, vol.26, p.p.118–22.
- ❖ **Sroka Z. (2005).** Antioxidative and Antiradicalproperties of plant phenolics. Z. naturforsch C 60, (11-12): 833-843.
- ❖ **STEFFAN J R. (1978):** Les insectes et les acariens des céréales stockées. Normes et techniques. AFNOR, 237 p.
- ❖ **Traore N., Sidibe L., Bouare S., Harama D., Somboro A., Fofana B., Diallo D., Figueredo G., et Chalchat J.C.** Activités antimicrobiennes des huiles essentielles de Eucalyptus citriodoraHook et Eucalyptus houseana W.Fitzg. ex Maiden. Int. J. Biol. Chem. Sci. 7(2): 800-804, ISSN 1991-8631
- ❖ **TRIERWEILER R. et DELAROZIERE M.F., 1994.** Huiles douces et plantes à parfums, paris, Ed.Edisud., 169p.
- ❖ **Upadhyay R.K., et Ahmad S., 2011-**Management Strategies for Control of Stored Grain Insect Pests in Farmer Stores and Public Ware Houses, World Journal of Agricultural Sciences., 7 (5): 527-549.
- ❖ **Valnet J. (1984) -** Aromathérapie. Traitement des maladies par les essences des plantes. Maloine S.A. éditeur. Paris p 544
- ❖ **Wichtel M. et Anton R. (1999) -** Plantes thérapeutiques: tradition, pratiques officinales, science et thérapeutiques. Ed. Tec et Doc.
- ❖ **Williams P., et Amos T.G., 1974-** Some effects of synthetic juvenile hormones and hormone analogues on Tribolium castaneum. Aust. J. Zool., 22: 147-53.

Références bibliographiques

Site web

(web1)

<https://www.creapharma.ch/eucalyptus.htm#:~:text=Le%20terme%20Eucalyptus%20vient%20du,'esp%C3%A8ce%20d'Eucalyptus%20globulus.>

(web2) https://fr.wikipedia.org/wiki/Eucalyptus_globulus

(web3) <https://www.la-vie-naturelle.com/plantes-13/giroflier-13-20.html>

(web 4) <https://fr.wikipedia.org/wiki/Giroflier>

(web 5) <https://www.tramil.net/fr/plant/syzygium-aromaticum>

<http://www.nzdl.org/cgi-bin/library.cgi?e=d-00000-00---off-0fnl2%2E2--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11-11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&cl=CL3.34&d=HASHbb2a0d80c54d7bec89418d.6.4.2>=1>

(web 6) <https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/HuilesEssentielles/Fiche.aspx?doc=huile-essentielle-giroflier>

(web 7) <https://maraifa.com/huiles-essentielles/238-huile-essentielle-girofle-clou-bio.html#:~:text=L'huile%20essentielle%20de%20Girofle%20clou%20est%20traditionnellement%20utilis%C3%A9e%20pour,et%20virales%20ORL%20%3A%20bronchite%2C%20sinusite>

(web 8) http://fr.labo-hevea.com/downloads/HE_fr.pdf

(web 9) <http://ephytia.inra.fr/fr/C/11362/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Pyralidae>

(web 10) <https://mbmextermination.com/envahisseur/pyrale-indienne/>

(web11) <https://www.monaconatureencyclopedia.com/plodia-interpunctella/?lang=fr#:~:text=La%20Teigne%20des%20fruits%20secs,la%20plus%20belle%20des%20Spaties>

(web12) https://fr.wikipedia.org/wiki/Plodia_interpunctella

(web 13) https://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/stored/indianmeal_moth.HTM

(web 14) <https://www.anticimex.ch/fr/pyrales-des-fruits-secs-plodia-interpunctella#:~:text=Temp%C3%A9rature%3A%20la%20pyrale%20des%20fruits,non%20chauff%C3%A9s%20est%20parfaitement%20possible.>

(Web 15) <http://www.nzdl.org/cgi-bin/library.cgi?e=d-00000-00---off-0fnl2%2E2--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11-11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&cl=CL3.34&d=HASHbb2a0d80c54d7bec89418d.6.4.2>=1>

(web16) <https://www.google.dz/imghp?hl=fr&ogbl>