

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAID-TLEMCEN

Faculté des Sciences de la Nature et la Vie et Science de la Terre et de l'Univers  
**Département d'Ecologie et Environnement**

Laboratoire de recherche

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

## **MEMOIRE**

Présentée par :

BENLAZAR Hanane

En vue de l'obtention du

**Diplôme de MASTER**

En : Ecologie animale

**Thème**

**Effet des huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques  
sur la mortalité des larves de la pyrale *Plodia interpunctella***

Soutenu le 30/06/2024, devant le jury composé de :

Mme BOUKLIKHA née KASSIMI Naima	M.C.B	Université de Tlemcen	Présidente
Mr MESTARI Mohammed	M.A.A	Université de Tlemcen	Encadreur
Mr. BOUCHIKHI TANI Zouheir	Professeur	Université de Tlemcen	Examineur.

**Année Universitaire : 2023-2024**

## Titre et résumé en arabe

تأثير الزيوت العطرية المستخلصة من « *Eucalyptus globulus* » و« *Syzygium* » على نفوق يرقات عثة القند  
« *Plodia interpunctella* »

خلال عملنا اختبرنا تأثير مبيد اليرقات لزييتين عطريتين مستخلصتين من نباتين عطريين هما الأوكالبتوس  
غلوبولوس وسيجيوم. أدى الزيت المستخلص من النبتة الأولى إلى نفوق 50% من اليرقات بجرعة  
54.44 ميكرو لتر على مدى 3.56 يوم. أما بالنسبة للنبات الثاني، فقد لوحظ موت 50% من اليرقات عند  
جرعة قدرها 3.13 ميكرو لتر ومدة 2.38 يوم.

## Titre et résumé en français

Effet des huiles essentielles extraites d'*Eucalyptus globulus* et le *Syzygium* sur la  
mortalité des larves de la pyrale *Plodia interpunctata*

Durant notre travail on a testé l'effet larvicide de deux huiles essentielles  
extraites de deux plantes aromatiques qui sont l'*Eucalyptus globulus* et le *Syzygium*.  
Concernant l'huile extraite de la première plante elle induit une mortalité de 50%  
des larves à une dose de 54,44µL et dans un temps de 3,56 jours. Pour la  
deuxième plante de 50% des larves a été observée à une dose de 3,13 µL et à un  
temps de 2,38jours.

## Titre et résumé en anglais

Effect of essential oils extracted from *Eucalyptus globulus* and *Syzygium* on mortality of  
*Plodia interpunctata* moth larvae.

During our work we tested the larvicide effect of two essential oils extracted  
from two aromatic plants which are *Eucalyptus globulus* and *Syzygium*.  
Concerning the oil extracted from the first plant it induces a mortality of 50% of  
the larvae at a dose of 54.44µL and in a time of 3.56 days. For the second plant  
of 50% larvae was observed at a dose of 3.13 µL and a time of 2.38days.

## ***Remerciements***

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté  
d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Tout d'abord ; ce travail ne serais pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le  
jour sans l'aide et l'encadrement de Mr MESTARI Mohammed ; on le remercie  
pour la qualité de son encadrement exceptionnel ; pour sa patience ; sa rigueur  
et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Je tiens également à remercier sincèrement les membres du jury ; Mr  
BOUCHIKHI TANI Zouheir et Mme KASSEMI Naima de l'intérêt qu'ils ont  
manifesté pour mon travail et de leur accord pour l'examiner et l'enrichir par  
leurs propositions.*

## **Dédicace**

*Je dédie ce travail*

*A ma mère, pour son amour, ses*

*Encouragement et ses sacrifiées*

*A mon père, pour son soutien, son affection et la confiance qu'il  
m'accordé*

*A mes sœur Sihem et Aya*

*A tous les membres de ma famille*

*A tous mes amis*

*Et tous ceux qui m'aiment*

## *Listes des figures*

Figure 1: <i>Plodia interpunctella</i> (Haddou, 2022) .....	4
Figure 2: Les œufs de <i>Plodia interpunctella</i> (Haddou, 2022).....	5
Figure 3: Larve de <i>Plodia interpunctella</i> en mm (Haddou, 2022).....	6
Figure 4: La nymphe de <i>Plodia interpunctella</i> (Haddou, 2022) .....	6
Figure 5: Adulte de <i>Plodia interpunctella</i> (Haddou,2022) .....	7
Figure 6: Cycle de vie de <i>Plodia interpunctella</i> (Sedira et Ramadani, 2018) .....	7
Figure 7: <i>Eucalyptus globulus</i> (Meksem, 2018) .....	12
Figure 8: Origine des <i>Eucalyptus</i> (Mesksem ; 2018).....	13
Figure 9: Différents organes d' <i>Eucalyptus</i> (Guidouam et Mallem, 2021).....	14
Figure 10: Le giroflier (Danthu et al ; 2014).....	16
Figure 11: Représente la carte géographique des principaux producteurs de clou de girofle du monde (Danthu et al ; 2014).....	17
Figure 12: Feuilles et fleurs du giroflier et quelques boutons floraux .....	18
Figure 13: Les bourgeons de giroflier (Sharada et Lalitha ; 2017) .....	18
Figure 14: Structure chimique de l'eugénol (Bouacida, 2021) .....	19
Figure 15: Les huiles essentielles .....	20
Figure 16: Micro pipette (originale) .....	25
Figure 17: Etuve obscure(Originale).....	25
Figure 18: Balance analytique (Originale) .....	25
Figure 19: L'élevage de masse (Originale) .....	26
Figure 20: Les deux huiles utilisées dans nos expériences .....	26
Figure 21: Préparation des essais (Originale) .....	27
Figure 23: Evolution de la mortalité des larves de <i>Plodia interpunctella</i> en fonction de temps et des doses en huiles essentielles d' <i>Eucalyptus globulus</i> . .....	31
Figure 24: Evolution de la mortalité des larves de <i>Plodia interpunctella</i> en fonction de temps et des doses en huiles essentielles de <i>Syngium aromaticum</i> . .....	32
Figure 25: Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles d' <i>Eucalyptus globulus</i> / mortalité (probits) des larves. ....	33
Figure 26: Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles de <i>Syngium aromaticum</i> / mortalité (probits) des larves. ....	34
Figure 27: Droite régression(Log) durée d'exposition aux huiles d' <i>Eucalyptus globulus</i> /mortalité (probits) des larves. ....	34

Figure 28: Droite de régression(Log) durée d'exposition aux huiles *de Syzgium aromaticus*/mortalité (probits) des larves..... 35

## ***Liste des Tableaux***

Tableau 1: Les plantes utilisées dans nos expériences .....	27
Tableau 2: Tests avec l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	28
Tableau 3: Testes avec l'HE de girofle .....	28
Tableau 4: Mortalité des larves de <i>Plodia interpunctella</i> en présence d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	31
Tableau 5: Mortalité des larves de <i>Plodia interpunctella</i> en présence d'huile essentielle de <i>Syzygium aromaticus</i> .....	32
Tableau 6: Valeurs de DL50 après deux jours d'exposition aux huiles essentielles testées. ...	35
Tableau 7: Valeurs de TL50 en utilisant la dose 5µL/5g de son de blé de deux huiles essentielles.....	35

## *Listes d'abréviations*

**CPG** : Chromatographie en phase gazeuse

**μL** : microlitre

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

**TL50** : Temps létale de 50% de la population

**HE** : Huile essentielle

# *Table des matières*

Remerciements

Dédicace

Listes des figures

Liste des Tableaux

Table des matières

**Introduction ..... 1**

## **Chapitre 1 : Etude de l'insecte et les méthodes de lutte**

<b>1</b>	<b>Présentation de l'insecte étudié.....</b>	<b>4</b>
1.1	Présentation de l'insecte .....	4
1.1.1	Origine et distribution .....	4
1.1.2	Cycle de développement .....	5
1.1.2.1	Ecologie de l'insecte.....	7
1.1.2.2	Les dégâts causés par l'insecte .....	8
<b>2</b>	<b>Les moyens de lutte .....</b>	<b>8</b>
2.1	Les méthodes traditionnelles .....	9
2.1.1	L'enfumage .....	9
2.1.2	Utilisation des plantes répulsives .....	9
2.1.3	Exposition au soleil .....	9
2.1.4	Utilisation de matières inertes .....	9
2.1.5	Utilisation d'huile.....	9
2.2	Lutte chimique .....	9
2.3	Méthode de lutte moderne .....	10
2.3.1	La lutte physique et mécanique .....	10
2.3.2	La lutte par le froid.....	10
2.3.3	La lutte par le chaud .....	10
2.3.4	La lutte biologique .....	10

## **Chapitre 2 : Etude des plantes et des huiles essentielles testés**

<b>1</b>	<b>Les plantes testées.....</b>	<b>12</b>
1.1	Le genre <i>Eucalyptus</i> .....	12
1.1.1	Origine et définition .....	12
1.1.2	Généralités sur <i>Eucalyptus globulus</i> .....	12
1.1.3	Origine et répartition géographique .....	12
1.1.4	Situation botanique (Ghidira et al ; 2008).....	13

1.1.5	Description botanique .....	14
1.1.6	Composition chimique .....	14
1.1.7	Usage des huiles essentielles d' <i>Eucalyptus</i> .....	15
1.2	<b><i>Syzygium aromaticum</i></b> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.2.1	Origine et culture.....	16
1.2.2	Position systématique (Sophie, 2015) .....	16
1.2.3	Aire de répartition .....	17
1.2.4	Description botanique .....	17
1.2.5	Composition chimique .....	18
2	<b>Les huiles essentielles .....</b>	<b>20</b>
2.1	Définition des huiles essentielles.....	20
2.2	L'emplacement des huiles essentielles dans la plante .....	20
2.3	Les méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	21
2.4	Propriétés .....	21
2.5	La structure chimique des.....	21
2.6	Méthode d'analyse chimique des huiles essentielle .....	22
2.7	Domaines d'application des huiles essentielles.....	22
2.8	Toxicité des huiles essentielles.....	23

### **Chapitre 3 : Matériel et méthodes**

1	Objectif .....	<b>25</b>
2	Matériel et méthodes.....	<b>25</b>
2.1	Matériel laboratoire .....	25
2.2	Matériel animale .....	26
2.3	Matériel végétale .....	26
2.4	Choix des doses .....	27
2.5	Le test témoin .....	27
3	Analyse de la toxicité des huiles essentielles par ingurgitation .....	<b>28</b>
4	Expression des résultats .....	<b>28</b>
4.1	La mortalité corrigée .....	28
4.2	Calcul des doses létales .....	29
4.2.1	DL50.....	29
4.2.2	TL50.....	29
5	Analyse statistique des données.....	<b>29</b>

## Chapitre 4 : Résultats et discussion

1	Efficacité des huiles essentielles .....	31
1.1	Mortalité en élevage témoin .....	31
1.2	Mortalité avec les huiles essentielles .....	31
2	Comparaisons de la toxicité des huiles essentielles sur les larves de <i>P. interpunctella</i> ..	33
2.1	La dose létale pour 50% (DL50) des larves de <i>P. interpunctella</i> .....	33
2.2	Le temps létale pour 50% (TL50) des larves de <i>P. interpunctella</i> : .....	34
	Discussion .....	37
	<b>Conclusion.....</b>	<b>38</b>
	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>40</b>

---

# *Introduction*

---

## Introduction

---

Afin de satisfaire la demande alimentaire croissante des populations mondiales, les agriculteurs ont essayé de doubler la productivité alimentaire et le stockage de denrées vivrières. Toute fois cela n'a jamais été suffisant à cause de la présence de certaines espèces qui sont en concurrence avec nos ressources alimentaires (**Bhumi et al. ,2017**).

Les insectes ravageurs des denrées stockées peuvent causer des pertes importantes en réduisant la qualité et la quantité des produits stockées (**Mossa, 2016**). Ils sont représentés par les ravageurs primaires et les ravageurs secondaires appartenant principalement aux ordres des coléoptères et des lépidoptères (**Karahacane et al. 2015**).

Pour augmenter la production des légumineuses, réduire la pression de toutes sortes de ravageurs, et pour mettre une limite à ses dégâts, les agriculteurs et les paysans utilisent différentes méthodes de lutte, mais la plus utilisé est la lutte chimique (**Haubrugue et al ; 1989**).Mais malheureusement ; elle a des conséquences néfastes sur la santé humaine par les résidus de pesticides sur les aliments et les intoxications par inhalation(**Foschi ,1989 ; Izraillet et al ,1975 ;Pimentel et al ,1980**).Il est donc essentiel de diminuer l'usage de ces insecticides en incorporant des méthodes alternatives dans le système de protection des céréales.

Effectivement, les éléments naturels, en particulier les huiles essentielles, constituent actuellement une alternative de lutte pour la préservation des denrées conservées (**Mahdia, 2013**).

Selon **Lahlou(2004)**, les huiles essentielles jouent un rôle décisif dans le système de lutte et leur contribution à la recherche phytopharmaceutique dans certains pays du monde n'est plus à démontrer

Cette étude vise principalement à étudier l'impact des huiles essentielles *Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticum* sur la mortalité des larves de la pyrale *Plodia interpunctella*

Nous avons réalisé notre étude dans le laboratoire de recherche valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique.

Pour cette étude, ce mémoire est divisé en deux parties distinctes. La première partie présente une analyse bibliographique. Elle est subdivisée en deux chapitres. Dans le chapitre initial, nous aborderons la présentation de l'insecte étudié ainsi que les différentes méthodes de lutte contre cet insecte. Le second chapitre traite les plantes testées et les huiles essentielles extraites de ces plantes. La deuxième partie pratique est subdivisée en deux chapitres. Le premier chapitre se concentre sur le matériel et les méthodes expérimentales utilisés dans cette étude, tandis que le deuxième chapitre porte sur les résultats et la discussion.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

---

# *Chapitre 1 :*

## *Étude de l'insecte et ses méthodes de lutte*

---

## 1 Présentation de l'insecte étudié

### 1.1 Présentation de l'insecte

*Plodia interpunctella* est une pyrale indienne de la semoule. Elle vit dans les régions tempérées et méditerranéennes. Elle peut également s'attaquer aux grains de céréales (Storey, 1983 ; Vick, 1986 ; Cuperus, 1990 ; Doud&Philips2000 ; Nansen et al, 2004), les fruits secs (Johnson et al ; 1992) et les pâtes alimentaires.



Figure 1: *Plodia interpunctella* (Haddou, 2022)

#### Position systématique :

**Règne :** Animalia

**Embranchement :** Arthropoda

**Sous-embranchement :** Hexapoda

**Class :** Insecta

**Sous-classe :** Pterygota

**Ordre :** Lepidoptera

**Famille :** Pyralidae

**Genre :** *Plodia*

**Espèce :** *Plodia interpunctella* (Hubner, 1813)

#### 1.1.1 Origine et distribution

La pyrale indienne de la farine n'est pas originaire de l'Inde, mais plutôt d'Amérique du sud.

On la trouve maintenant partout dans le monde. (Fasulo et Knox, 2018)

### 1.1.2 Cycle de développement

La durée totale de cycle de développement est de 40-74 jours dans les conditions optimales de 25-27°C et 70% d'humidité relative. La femelle débute généralement la ponte 3 jours après son émergence. Elle pond 200 à 400 œufs sur les produits alimentaires qu'elle a infesté, ou elle la dépose à proximité (**Campos-Figueroa, 2009**).

#### ➤ L'œuf :

Les œufs sont de couleur blanche opaque et de forme ovulaire. Cette opacité est due au vitellus et non au chorion. Après l'éclosion ils deviennent transparents. La surface de l'œuf n'est pas lisse mais présente une texture granuleuse. Les mesures de l'œuf sont de 0,45 à 0,50mm de long et de 0,25 à 0,30 mm de diamètre (**Doumandji, 1974**).



**Figure 2:** Les œufs de *Plodia interpunctella* (**Haddou, 2022**)

#### ➤ Larve :

De couleur ivoire avec une tête brune, elle mesure 9 à 19mm au terme de sa croissance, la larve de *Plodia* est nocive aux arachides et aux céréales dont elles consomment principalement le germe. Elles tissent des fils de soie qui retiennent leurs excréments qui polluent les produits qui deviennent impropres à la consommation (**Fandohan et al, 2005**). La durée des stades larvaires (chenille) dépend des conditions de vie : la disponibilité de la nourriture et la température ambiante (**Tsuji, 1959**).



**Figure 3:** Larve de *Plodia interpunctella* en mm (Haddou, 2022)

➤ **Nymphe :**

La nymphe mesure de 6 à 11 mm de longueur. Elle est marron clair et généralement enfermée dans un cocon lâche de couleur blanc grisâtre pour se protéger contre les prédateurs. Ce cocon va se trouver dans des anfractuosités pour se protéger. Elle ne s'alimente pas et utilise les réserves constituées par la larve pour toute sa métamorphose. C'est un stade de transformation majeure de l'insecte (Aissaoui, 2022).



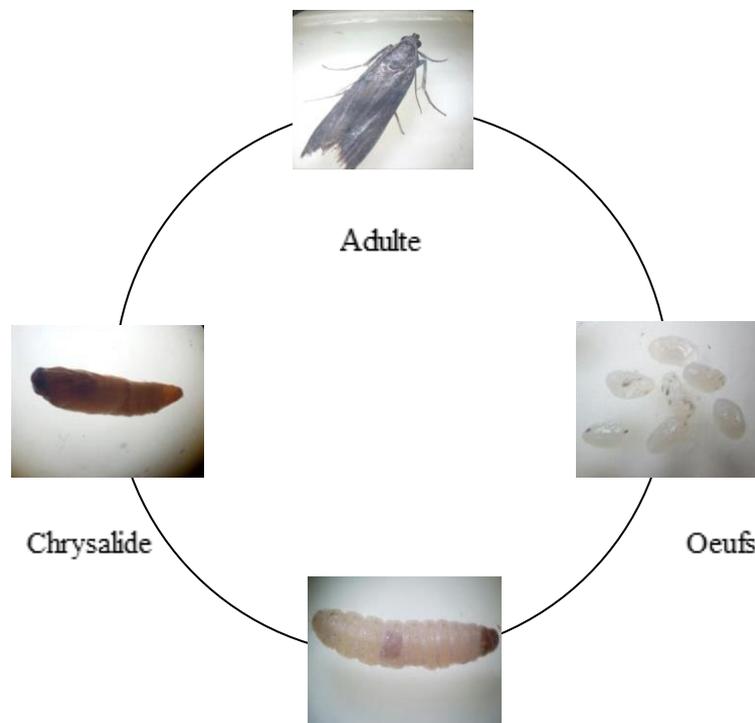
**Figure 4:** La nymphe de *Plodia interpunctella* (Haddou, 2022)

## ➤ L'adulte :



**Figure 5:** Adulte de *Plodia interpunctella* (Haddou,2022)

L'adulte est un papillon qui ne vit pas très longtemps. Il est la uniquement pour féconder et pondre des œufs. Il mesure entre 0,1 et 1,2 cm de la longueur (Mason, 2003).



**Figure 6:** Cycle de vie de *Plodia interpunctella* (Sedira et Ramadani, 2018)

### 1.1.2.1 Ecologie de l'insecte

**Température :** la pyrale des denrées stockées n'est pas très sensible aux températures basses. Des valeurs situées autour et en dessous de  $-10^{\circ}\text{C}$  peuvent être supportés pendant quelques jours, surtout par les larves ; donc une hibernation dans les entrepôts non chauffés est parfaitement possible. Dans le domaine supérieur, des températures situées au-dessus de  $30^{\circ}\text{C}$  peuvent déjà réduire les activités vitales. (Messabih ; 2022)

**Humidité :** l'humidité élevée et surtout l'eau potable peuvent prolonger la durée de vie des papillons et faire augmenter leur fécondité. (Messabih ; 2022)

### 1.1.2.2 Les dégâts causés par l'insecte

De tous ravageurs, ce sont les insectes qui causent d'importantes pertes économiques au niveau du stockage des céréales sont à l'origine de la plus part des dommages subis dans les réserves des denrées stockées et sont susceptibles de causer des dégâts aux grains stockés (Karahacane, 2015).

#### ➤ La perte de pondérale

Une fois installés dans une denrée, les insectes se nourrissent en permanence. Les estimations de la perte qui en résulte varient énormément selon la denrée, la localité et les techniques d'entreposage employées. Sous les tropiques, pour des céréales ou des légumes secs entreposés dans les conditions traditionnelles, il faut compter une perte de l'ordre de 10% à 40% sur un cycle complet d'entreposage (Rajendran, 2002).

#### ➤ Perte qualitative et marchande

Le produit infesté est contaminé par les déchets laissés par les insectes et a une teneur en poussière accrue. Les graines sont percées et souvent décolorés. Un met préparé avec un aliment contaminé peut avoir une odeur ou un gout désagréable. (Dabrie et al ; 2008).

#### ➤ Perte de valeur nutritive

Si les ravageurs prélèvent le germe, il en résultera une réduction de la teneur en protéines du grain. Des pertes pouvant dépassées 35% en Algérie sont enregistrées ces dernières années selon les déclarations de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (O.A.I.C) (Aoues et al ; 2017).

## 2 Les moyens de lutte

Plusieurs méthodes de moyen de lutte qui permettent de maintenir les populations ravageuses pour un niveau d'attaque à un seuil économiquement acceptable. La maitrise de la prolifération des insectes dans les champs ainsi que lors de stockage passe par un ensemble des méthodes de lutte préventive et curative. Il s'agit des luttés physique, biologique ou de plus l'utilisation de poudres et des huiles essentielles qui sont des alternatives à la lutte chimique

## 2.1 Les méthodes traditionnelles

### 2.1.1 L'enfumage

Les denrées les plus importantes pour le producteur sont souvent stockées au-dessus des foyers domestiques et sont ainsi enfumées presque en permanence. Cet enfumage ne tue pas les insectes mais les éloigne et empêche l'infestation. (Aidani ; 2015).

### 2.1.2 Utilisation des plantes répulsives

Dans certains régions d'Afrique les paysans ont coutume de mélanger aux grains des plantes qui agissent comme insectifuges (Aidani ; 2015).

### 2.1.3 Exposition au soleil

L'exposition des denrées au rayonnement solaire intense favorise le départ des insectes adultes qui ne supportent pas les fortes chaleurs ni la lumière (en stock, les insectes se cantonnent souvent dans les zones sombres). Les grains doivent être disposés en couches minces afin d'être bien ensoleillés (Joost et al ; 1996).

### 2.1.4 Utilisation de matières inertes

Dans les récipients de stockage (grenier, jarres...), les grains sont mélangés à de la cendre ou du sable fin, selon des proportions et des pratiques qui varient suivant les régions. Il semble, en fait, que ces matériaux pulvérulents remplissent les vides entre les grains et constituent une barrière à la progression des femelles cherchant à pondre. Ces matériaux fins auraient également un rôle corrosif sur les insectes et entraîneraient leur déshydratation (Joost et al ; 1996)

### 2.1.5 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 (Kéita et al ; 2001 ; Regnault-Roger, 2002)

## 2.2 Lutte chimique

L'utilisation d'insecticides chimiques de contact se développe de plus en plus, notamment en poudrage ou en pulvérisation. Les efforts doivent désormais se porter sur la formation des agriculteurs à l'emploi de nouveaux insecticides plus efficaces, en respectant le mode d'emploi et les doses utilisées (Cruz et al ; 1988). Deux types de traitement sont généralement employés : traitement par contact, traitement par fumigation (Aidani, 2015)

## 2.3 Méthode de lutte moderne

### 2.3.1 La lutte physique et mécanique

Elles concernent toute les techniques mécano-thérapeutiques susceptibles de rendre le stock sain. En général, ces techniques ne sont pas efficaces contre les formes cachées. Elles sont recommandées pour pallier aux problèmes des résidus chimiques liés aux différents traitements chimiques appliqués aux denrées stockées. Ainsi plusieurs techniques ont été expérimentées et ont eu des succès divers : l'écrasement mécanique dans les « Entoletr », le traitement par le froid et le chaud, le stockage étanche ou sous atmosphère contrôlée et les radiations ionisantes. (Nisrine.Benayad ; 2013)

### 2.3.2 La 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)

### 2.3.3 La lutte par le chaud

Les insectes sont sensibles aux températures élevées, il suffit de leurs imposés 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)

### 2.3.4 La lutte biologique

Cette méthode entre dans le cadre de développement durable et de la sauvegarde des écosystèmes. Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs, en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogène, ainsi que des produits naturels d'origine végétale comme des poudres minérales des huiles végétales, huiles essentielles (Rihab B, Amira,S ;2020). L'utilisation des phéromones d'insectes attractifs et répulsifs d'alimentation et d'un haut niveau de détection (Momar, 2011). Actuellement, la lutte biologique est la méthode la plus favorisée dans les programmes de recherche vus ses intérêts économiques et agro-environnementaux qui permettent le maintien d'un équilibre bioécologique (Amari et al, 2014).

Depuis longtemps, les plantes aromatiques ont été utilisées pour des fins médicaux ; elles sont traditionnellement utilisées pour protéger les denrées entreposées (Sanon et al, 2002).

---

*Chapitre 2 :*  
*Étude des plantes et des huiles*  
*essentiels testés*

---

## 1 Les plantes testées

### 1.1 Le genre *Eucalyptus*

#### 1.1.1 Origine et définition

Le terme *Eucalyptus* dérive du mot grec « Eu » et « Kalyptus » : couvercle ou opercul (Sakina, 2009).

La conception populaire de la découverte de l'*Eucalyptus* se rapporte aux voyages du capitaine James Cook dans l'Endeavour dans les années 1770 (Coppen, 2002). Le genre *Eucalyptus* contient plus de 750 espèces (*Eucalyptus gigantea*, *Eucalyptus diversifolia*, et *Eucalyptus globulus*, ect...) (Bergfeld et al ; 2018).



Figure 7: *Eucalyptus globulus* (Meksem, 2018)

#### 1.1.2 Généralités sur *Eucalyptus globulus*

*Eucalyptus globulus* est un arbre appartenant à l'une des espèces les plus importantes et les plus représentées de la pharmacopée internationale. C'est une plante aromatique, aux composants odorants et aux multiples vertus médicinales. C'est aussi l'espèce qui constitue le fournisseur principal d'huiles essentielles d'*Eucalyptus* (Curir et al ; 1995).

#### 1.1.3 Origine et répartition géographique

Le genre *Eucalyptus* est endémique en Australie et en Tasmanie. Il est cultivée 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). Son introduction en Algérie date de 1863 (Abderahim, 1983). En Algérie ; 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)



Figure 8: Origine des *Eucalyptus* (Mesksem ; 2018)

#### 1.1.4 Situation botanique (Ghidira et al ; 2008)

Règne :	Plantae
Sous- règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Class :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Rosidae
Ordre :	Myrtales
Famille :	Myrtaceae
Genre :	<i>Eucalyptus</i>
Espèce :	<i>Eucalyptus globulus</i>

### 1.1.5 Description botanique

L'*Eucalyptus* est un arbre de 30 à 35 mètres, au tronc droit, lisse, grisâtre, qui porte des rameaux dressés également (Metro, 1970). Les jeunes filles sont bleuâtres, opposées et étroitement attachées sur la tige. Les feuilles adultes sont d'un vert sombre, alternées et tombantes (Metro, 1970).

Les fleurs sont visibles au printemps, naissent à l'aisselle des feuilles. Le calice à la forme d'une toupie bosselée dont la partie large est couverte par un opercule qui se détache au moment de la floraison laissant apparaître de nombreuses étamines mais sans pétales, ni sépales. Le fruit est la capsule anguleuse du calice, il renferme deux types de graines (Metro, 1970)

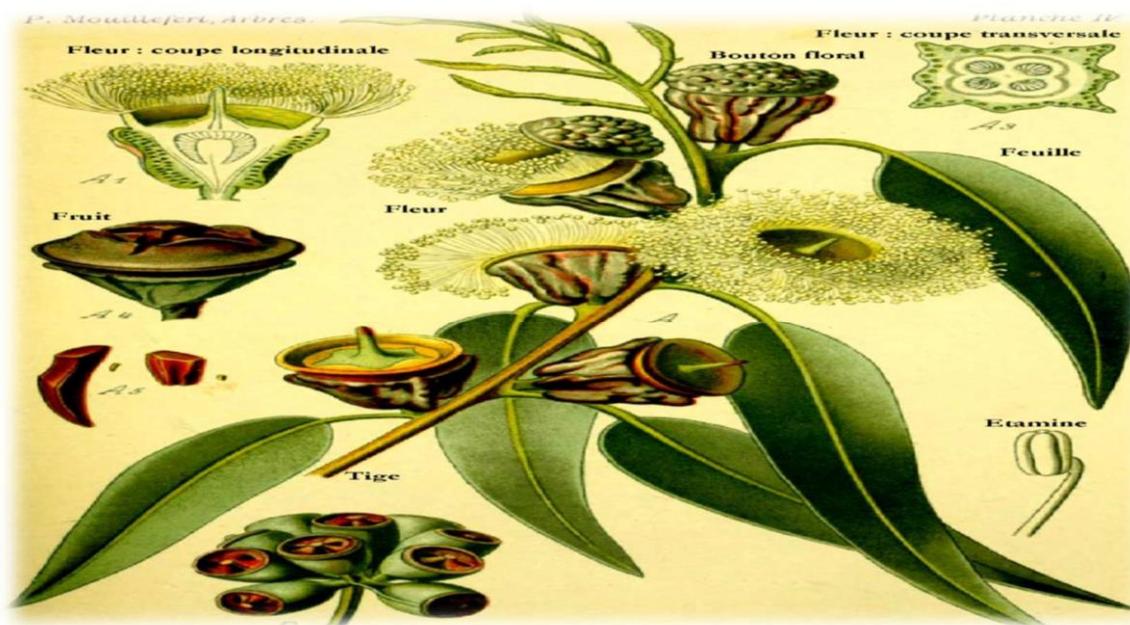


Figure 9: Différents organes d'*Eucalyptus* (Guidouam et Mallem, 2021)

### 1.1.6 Composition chimique

La teneur en huile essentielle est comprise entre 0.5 et 3.5%. Le 1,8-cinéole ou eucalyptol est le constituant majoritaire (70-80%) ; les autres constituants sont majoritairement terpéniques. La feuille renferme également une douzaine d'hétérocycles oxygénés à structure acylphoroglucinol—mono- ou sesquiterpénique, les euglobals-ainsi que des composés phénoliques, acides phénols et flavonoïdes (Bruneton, 1993).

- 1,8-cinéole : au minimum 70%
- $\alpha$ - pinène : 0,05 à 10%
- limonène : 0,05 à 15%
- $\beta$ -pinène : 0,05 à 1,5%
- sabinène : au maximum 0,3%
- $\alpha$ -phellandréne : 0,05 à 1,5%
- camphre : au maximum 0,1%

### **1.1.7 Usage des huiles essentielles d'*Eucalyptus***

L'utilisation des huiles essentielles à base de menthe, de thym et d'*Eucalyptus* en inhalations ou sous forme de pommade ; pour soigner un rhume provoqué par des virus (rhinovirus) (Sandrine, 2006).

L'*Eucalyptus* est parmi les plantes médicinales (la mauve, la réglisse) qui ont montré une efficacité contre la toux.

Les gens utilisaient également les feuilles pour aider à soulager la fièvre et divers autres maux. Elles sont également utilisées comme bois d'œuvre et de chauffage. Leurs huiles essentielles sont utilisées dans les industries pharmaceutiques et cosmétiques pour la fabrication de différents produits (Sandrine, 2006 ; Goetz et al, 2008).

## 1.2 *Syzygium aromaticum*

### 1.2.1 Origine et culture

Le Giroflier est un arbuste 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, principalement dans des pays tropicaux. (Eric Penot et al, 2014).

Un giroflier peut produire pendant 75 à 80 années, et ces vieux arbres peuvent donner 50kg de clous frais par an (Ranoarisoa, 2012). Le moment de la récolte est très important car cueillis trop tôt les clous n'auront pas synthétisé la totalité de leurs composants, et cueillis trop tard ils perdront leurs pétales. (Barbelet, 2015)



Figure 10: Le giroflier (Danthu et al ; 2014)

### 1.2.2 Position systématique (Sophie, 2015)

**Règne :** plantae

**Class :** Angiosperme

**Sous-classe :** Tiporées

**Ordre :** Myrtales

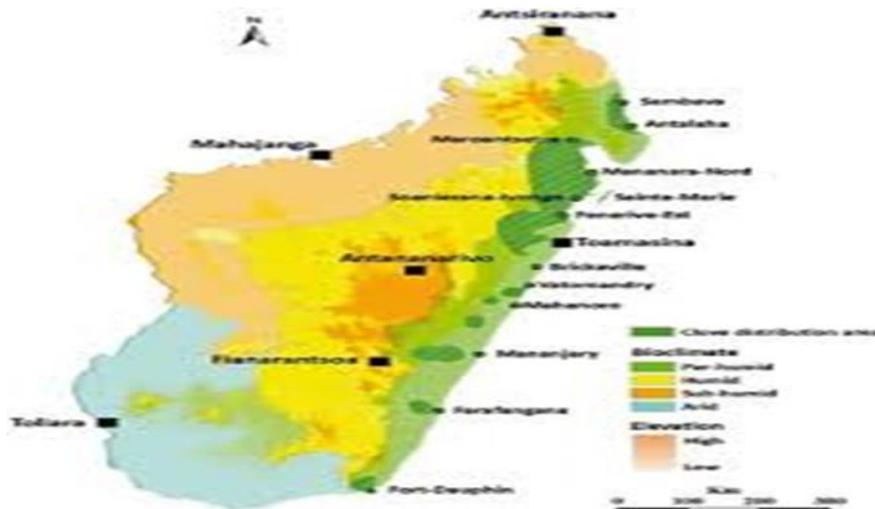
**Famille :** Myrtaceae

**Genre :** *Syzygium*

**Espèce :** *Syzygium aromaticum*

### 1.2.3 Aire de répartition

L'Indonésie en particulier les îles Moluques est le berceau de la culture du giroflier. Aujourd'hui, cet arbre est cultivé à basse altitude dans nombreux pays tropicaux où il est maintenu à l'état arbustif pour faciliter la récolte, le premier pays qui plante le giroflier c'est l'Indonésie, suivie de Malaisie, puis Inde, Madagascar par la suite des îles d'Afrique de l'Est de la République-Unie de Tanzanie (notamment les îles productrices Pemba et Zanzibar), de Ceylan et d'Amérique du sud (Lardy, Haberkorn et al, 2007 ; Merr & Perry, 2011)



**Figure 11:** Représente la carte géographique des principaux producteurs de clou de girofle du monde (Danthu et al ; 2014)

### 1.2.4 Description botanique

(Leopold Jirovetz et al, 2006) ont déclaré que le giroflier est une plante tropicale vivace. Le giroflier est une plante aromatique et résistante qui peut atteindre une hauteur de 8 à 20 mètres. Elle possède de grandes feuilles ovales et des fleurs de couleur cramoisie à sanguine qui se forment en multitudes de groupes terminaux. De couleur cramoisie à sanguine, les fleurs sont disposées en plusieurs grappes terminales.



**Figure 12:** Feuilles et fleurs du giroflier et quelques boutons floraux  
(Sharada et Lalitha, 2017)

Les bourgeons sont d'abord pâles, puis vertissent peu à peu, puis se nourrissent et se transforment en bourgeons rouge vif. Ils deviennent alors des bourgeons rouge vif, ce qui signifie qu'ils sont prêts à être récoltés.

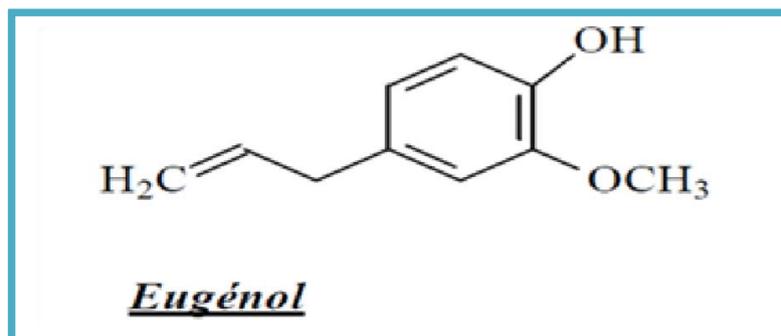


**Figure 13:** Les bourgeons de giroflier (Sharada et Lalitha ; 2017)

Lors de la récolte, les clous de girofle se détachent. La longueur des clous de girofle à la récolte est de 1,5 à 2 cm, avec un long calice, terminé par quatre sépales étalés et quatre pétales non ouverts, avec une petite structure en forme de boule au centre (M.Hakki Alma et al, 2007 ; Mohammad Amzad Hossain et al, 2012 ; Parle Milind et Khanna Deepa, 2011)

### 1.2.5 Composition chimique

Le clou de girofle contient une grande quantité de substances bioactives comme l'huile essentielle (environ 15 à 20%). Selon la Pharmacopée européenne, elle renferme de l'eugénol (75 à 88% de l'huile), de l'acétate d'eugénol (4à15%), ainsi que des composées terpéniques (5à14%), principalement présents dans les boutons floraux, les pédoncules fructifères et les fruits (Direction de la qualité du médicament du conseil de l'Europe, 2004).



**Figure 14:** Structure chimique de l'eugénol (Bouacida, 2021)

Le pédoncule floral (griffes) contient entre 5 et 6 % d'huile, tandis que la quantité d'huile dans les feuilles varie de 3 à 4%. Les flavonoïdes, les stérols et triterpènes, les glucides (amidon et fibre cellulosique), les sels minéraux et les chromons sont également des composants du giroflier (Kacemi, 2017).

#### 2-6 Utilisation de girofle :

- **Usage alimentaire :**

Pendant de nombreux siècles, le clou de girofle a été employé dans la cuisine en tant que conservateurs (Pauli, 2001) et il est également couramment utilisé en tant qu'épice (Kumar et al, 2011).

- **Usage agriculture :**

Sa capacité à éliminer les herbes et à préserver les cultures contre les ravageurs tels que les insectes et les champignons (Atmani, Baira ; 2015).

- **Usage médicinales :**

Infections dentaire et buccales

Infection bactérienne et virales

Infection cutanées, acné, mycoses

## 2 Les huiles essentielles



**Figure 15:** Les huiles essentielles

### 2.1 Définition des huiles essentielles

Ce sont des extraits volatiles et odorants que l'on extrait de certains végétaux par distillation à la vapeur d'eau, pressage ou incision des végétaux qui les contiennent. Elles se forment dans grand nombre de plantes comme sous-produits du métabolisme secondaire. Les huiles essentielles sont des composés liquides très complexes (**Benayad, 2008**). Il s'agit d'un mélange de nombreux composants tels que les terpènes, les amines, le soufre, les hydrocarbures non terpéniques, et d'autres (les acides, les alcools, les aldéhydes, etc.) (**Roux et Catier, 2007 ; Bouyahyaoui, 2017**).

### 2.2 L'emplacement des huiles essentielles dans la plante

La production naturelle de l'huile essentielle provient de la plante. Son élaboration est assurée par ses organes sécréteurs situés dans les diverses parties des plantes et des arbres aromatiques. Les cellules épidermiques peuvent être de petites tailles dans les pétales de la rose, des poils sécréteurs situés à la périphérie des calices floraux, des feuilles et des tiges chez les labiées (*Thymus*, *Eucalyptus*) ou des cellules plus grandes situées au sein même des tissus végétaux : branches écorces, racines, feuilles, semences (**Lavoisier ;1993**).

### 2.3 Les méthodes d'extraction des huiles essentielles

Les méthodes d'extraction des huiles essentielles varient en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire, de l'utilisation de l'extrait et de l'arôme initiale lors de l'extraction. (**Bouazza, Zid, Hariza ; 2022**)

Il existe différents méthodes d'extraction :

- ✓ Hydro distillation
- ✓ Extraction par solvants
- ✓ Entrainement à la vapeur d'eau
- ✓ L'expression à froid
- ✓ Extraction par micro-ondes

### 2.4 Propriétés

Les huiles essentielles sont volatiles lorsqu'elles sont liquides à température ambiante, ce qui les distingue des huiles fixes. Très rarement colorées, ce sont « des liquides généralement riches en odeur et saveur » (**Wichtl et Anton, 1999**)

### 2.5 La structure chimique des

Les huiles essentielles sont composées de mélanges complexes et variables de composants qui sont principalement classés dans deux groupes : le groupe de composés terpéniques, le groupe des produits aromatiques issus du phénylpropane. Selon **Guenter(1975)**. Les composés des huiles essentielles se composent d'un squelette hydrocarboné, formant une chaîne plus ou moins longue. On retrouve fréquemment un ou plusieurs sites fonctionnels se composent d'un ou plusieurs atomes d'oxygène, tandis que certains groupes fonctionnels sont azotés ou soufrés. D'après **Bruneton (2009)**. Cette configuration diffère selon le nombre d'atomes de carbone qui les composent :

- ✓ Les monoterpènes
- ✓ Les sesquiterpènes
- ✓ Les diterpènes sont rares
- ✓ La saturation ou l'insaturation des liaisons

- ✓ Leur disposition peut être linéaire ou cyclique
- ✓ Différents configurations spatiales (chaise, bateau, trièdre...)
- ✓ Concernant le type de groupes fonctionnels, c'est-à-dire :
  - Terpènes :  $R_1-HC \equiv CH-R_2$
  - Alcools terpéniques :  $R-OH$
  - Cétones :  $R_1-CO-R_2$
  - Phénols :  $C_6H_6-OH$
  - Aldéhydes :  $R-CHO$
  - Esters :  $R_1-COO-R_2$
  - Ethers :  $R_1-O-R_2$

## 2.6 Méthode d'analyse chimique des huiles essentielle

L'analyse chimique des huiles essentielles permet d'identifier et de quantifier ses composants. Les progrès des méthodes analytiques permettent d'identifier rapidement un très grand nombre de composés. En effet, la CPG est la méthode de référence utilisé pour analyser les huiles essentielles, elle permet l'analyse de mélanges, qui peuvent être de nature très complexe, et de volatilité très variée (**Bouras M, 2018**)

## 2.7 Domaines d'application des huiles essentielles

- **Dans le domaine de la parfumerie et des produits de beauté** : Les huiles essentielles sont utilisées pour la création de parfums, dans les compositions parfumées des détergents et des produits de parfumerie fonctionnels, ainsi que dans le secteur alimentaire. Il est clair que les huiles essentielles sont utilisées pour créer des parfums (**Besombes, 2008**)
- **Dans l'industrie agroalimentaire** : Différents secteurs alimentaires font usage, à différents degrés, des huiles essentielles qui leur permettent d'exploiter pleinement leur potentiel aromatique dans un éventail infiniment étoffé. Ils sont présents pratiquement dans tous les domaines d'alimentation ; boissons non alcoolisées, confiseries, produits laitiers... (**Peron,Richard ;1992**)
- En fonction de type de douleurs, il est possible d'utiliser des esters, des alcools (menthol) ou des aldéhydes (cuminal) (**Djedid, 2022**)

- Des effets calmants : les aldéhydes (citral de la verveine,...), les esters (salicylate de méthyle...) (**Djedid, 2022**)

### **2.8 Toxicité des huiles essentielles**

Certaines matières naturelles peuvent avoir des conséquences néfastes sur l'être humaine, tout comme certaines matières synthétiques. La peau, les yeux et les muqueuses peuvent être irrités par les huiles essentielles qui contiennent principalement des phénols et des aldéhydes. Il s'agit de : Cannelle de Ceylan, Basilic exotique, Menthe. Les lésions de la peau sont principalement localisées sur les paupières, les aisselles et le périnée. (**Agrane et Dorbane ; 2017**).

---

*Chapitre 3 :*  
*Matériel et méthodes*

---

## 1 Objectif

Le but de ce travail vise à évaluer l'impact de deux huiles essentielles spécifiques (*Eucalyptus globulus* ; *Syzygium aromaticum*) contre un ravageur des produits céréaliers stockés (son blé, farine, semoule), il s'agit de *Plodia interpunctella* .

## 2 Matériel et méthodes

### 2.1 Matériel laboratoire

- ✓ Une micropipette pour pipeter chaque dose d'huile à tester
- ✓ Boîtes de Pétri en plastique
- ✓ Etuve obscure à température de 25°C
- ✓ Balance analytique pour peser le substrat alimentaire
- ✓ Récipients
- ✓ Seringue
- ✓ Pince



Figure 16: Micro pipette (originale)



Figure 17: Etuve obscure(Originale)



Figure 18: Balance analytique (Originale)

## 2.2 Matériel animal

L'élevage de masse est effectué dans des bocaux à couvercle perforé contenant les éléments suivants (son de blé, semoule de blé, farine plus quelque adulte de la pyrale). Le processus d'élevage se déroule dans une étuve sombre avec une température de 25°C et une humidité de 70%. Dans nos expériences, on a utilisé les larves juste après leur éclosion.



**Figure 19:** L'élevage de masse (**Originale**)

## 2.3 Matériel végétal

Pour nos essais, nous avons employé des huiles essentielles provenant de plantes aromatiques qui sont :

*Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticum*



**Figure 20:** Les deux huiles utilisées dans nos expériences

**Tableau 1:** Les plantes utilisées dans nos expériences

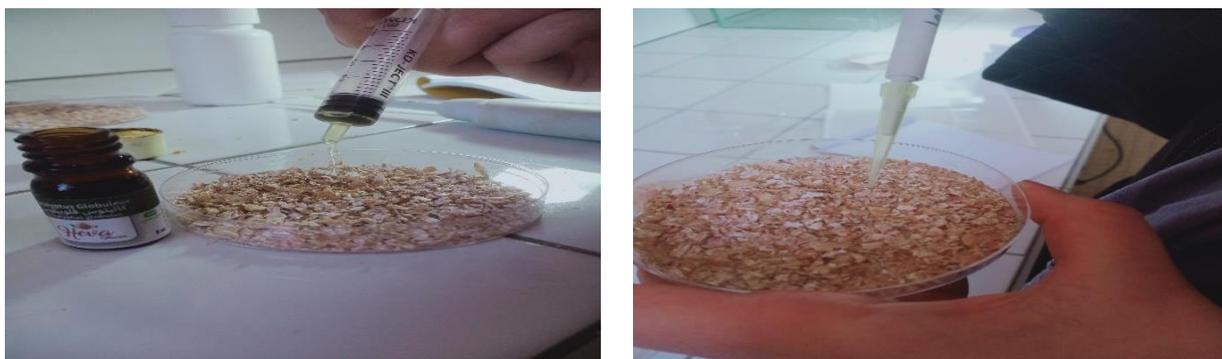
Nom commun	Nom scientifique	Famille	Origine
Le giroflier	<i>Syzygium aromaticum</i>	Myrtacées	Acheté
L' <i>Eucalyptus</i> commun	<i>L'Eucalyptus globulus</i>	Myrtacées	Acheté

## 2.4 Choix des doses

Nous avons sélectionné cinq doses différentes pour chaque huile afin de tester son efficacité larvicide contre les larves de la pyrale *Plodia interpunctella*. Les doses sont les suivantes : 7µl/, 9µl/, 10µl, 12µl, 14µl/5g de son de blé. Nous avons ajouté 5g de son de blé en tant que source alimentaire pour les larves de *Plodia interpunctella* pour chaque dose utilisée.

Pour chaque dose, nous avons ajouté 1 ml d'acétone.

Nous avons prélevé l'huile essentielle à l'aide d'une micropipette et nous l'avons mélangée avec 1 ml d'acétone dans une boîte de pétri contenant 5 g de son de blé et nous avons mélangé le tout.



**Figure 21:** Préparation des essais (Originale)

Laisser l'acétone s'évaporer complètement dans la boîte de pétri pendant quelques minutes, puis placer 6 larves de *Plodia interpunctella* dans chaque boîte.

La date d'introduction des larves et la quantité d'huiles essentielles utilisées sont indiquées sur toutes les boîtes de pétri. Pour chaque dose, l'expérience est répétée 2 fois.

## 2.5 Le test témoin

Dans une boîte de Pétri, nous avons ajouté 5g de son de blé (source alimentaire) avec 1ml d'acétone, puis nous avons ajouté 6 larves.

La boîte de Pétri a été placée dans un étuve sombre à une température de 25°C et une humidité de 70%.

Pendant une période de 7 jours, on a effectué le dénombrement des larves mortes après toutes les 24 heures.

### 3 Analyse de la toxicité des huiles essentielles par ingurgitation

**Tableau 2:** Tests avec l'HE d'*Eucalyptus globulus*

7µl	2 boites	1ml d'acétone	5g de son de blé	6 larves
9µl	2 boites	1ml d'acétone	5g de son de blé	6 larves
10µl	2 boites	1ml d'acétone	5g de son de blé	6 larves
12µl	2 boites	1ml d'acétone	5g de son de blé	6 larves
14µl	2 boites	1ml d'acétone	5g de son de blé	6 larves

**Tableau 3:** Testes avec l'HE de *girofle*

7µl	2boites	1ml d'acétone	5g de son de blé	6 larves
9µl	2boites	1ml d'acétone	5g de son de blé	6 larves
10µl	2boites	1ml d'acétone	5g de son de blé	6larves
12µl	2boites	1ml d'acétone	5g de son de blé	6larves
14µl	2boites	1ml d'acétone	5g de son de blé	6larves

## 4 Expression des résultats

### 4.1 La mortalité corrigée

Les mortalités observées ont été ajustées en utilisant la formule d'Abbott (1925), en prenant en compte les mortalités naturelles dans les lots témoins, afin d'évaluer l'efficacité d'un produit.

Le nombre de morts recensés dans une population traitée par un toxique ne correspond pas ou nombre réel de morts causées par ce toxique.

En réalité, il y a une mortalité naturelle dans toute population traitée, qui s'ajoute à la mortalité causée par ce toxique. Les pourcentages de mortalité doivent être ajustés en utilisant la formule d'Abbott :

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

**MC** : la mortalité corrigé

**M** : pourcentage de morts dans la population traitée

**Mt** : pourcentage de morts dans la population témoin

## 4.2 Calcul des doses létales

### 4.2.1 DL50

Selon **Finney (1971)**, la méthode des probits permet de déterminer la dose mortelle pour 50% de la population d'insectes DL50. Les taux de mortalité sont convertis en probits, et l'utilisation du logiciel MINITAB (version18) pour régression du logarithme de la dose en fonction des probits des mortalités a permis de calculer la DL50 pour des deux huiles essentielles *Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticum*.

### 4.2.2 TL50

Le temps de mort a été estimé pour 50% de la population d'insectes « TL50 ». Afin de valider la comparaison de la toxicité des huiles essentielles testées, c'est-à-dire en complément du DL50, il a été calculé TL50. Nous avons employé la méthode probabiliste pour calculer TL50 (**Finney, 1971**). Les taux de décès convertis en probabilités, régression logarithmique. En utilisant un logiciel MINITAB (version 18), il est possible de déterminer l'heure du décès pour 50% de la population en utilisant la durée d'exposition (en jours) basée sur la probabilité de mortalité. La dose moyenne utilisée par les insectes pour chaque huile essentielle est de 5µl.

## 5 Analyse statistique des données

Les données collectées ont été analysées à l'aide d'un test statistique ANOVA à deux facteurs à deux niveaux (**Dagnelie, 1975**) pour évaluer l'influence de la dose et la durée d'exposition des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et de *Syzygium aromaticum* sur le taux de mortalité des larves de *Plodia interpunctella* .

L'analyse statistique a été effectuée en utilisant le logiciel Microsoft Office Excel2007.

---

*Chapitre 4 :*  
*Résultats et discussion*

---

## 1 Efficacité des huiles essentielles

### 1.1 Mortalité en élevage témoin

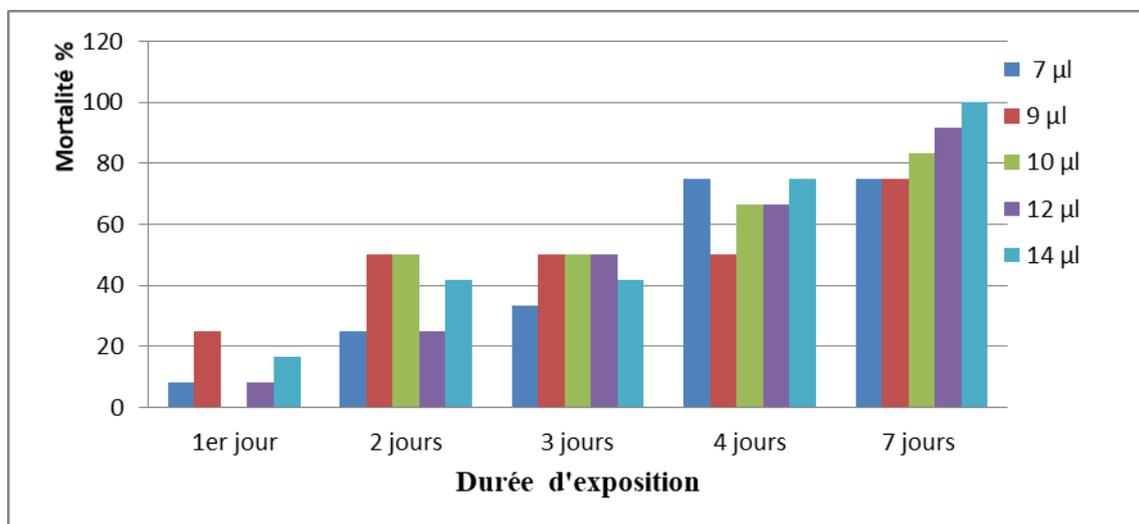
Aucune mortalité des larves n'a été observée dans la boîte de Pétri de l'élevage témoin (traité uniquement à l'acétone) après 7 jours d'exposition.

### 1.2 Mortalité avec les huiles essentielles

#### A. *Eucalyptus globulus*

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

	7 µl	9 µl	10 µl	12 µl	14 µl
1er jour	8,33333333	25	0	8,33333333	16,6666667
2 jours	25	50	50	25	41,6666667
3 jours	33,3333333	50	50	50	41,6666667
4 jours	75	50	66,6666667	66,6666667	75
7 jours	75	75	83,3333333	91,6666667	100



**Figure 22:** Evolution de la mortalité des larves de *Plodia interpunctella* en fonction de temps et des doses en huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*.

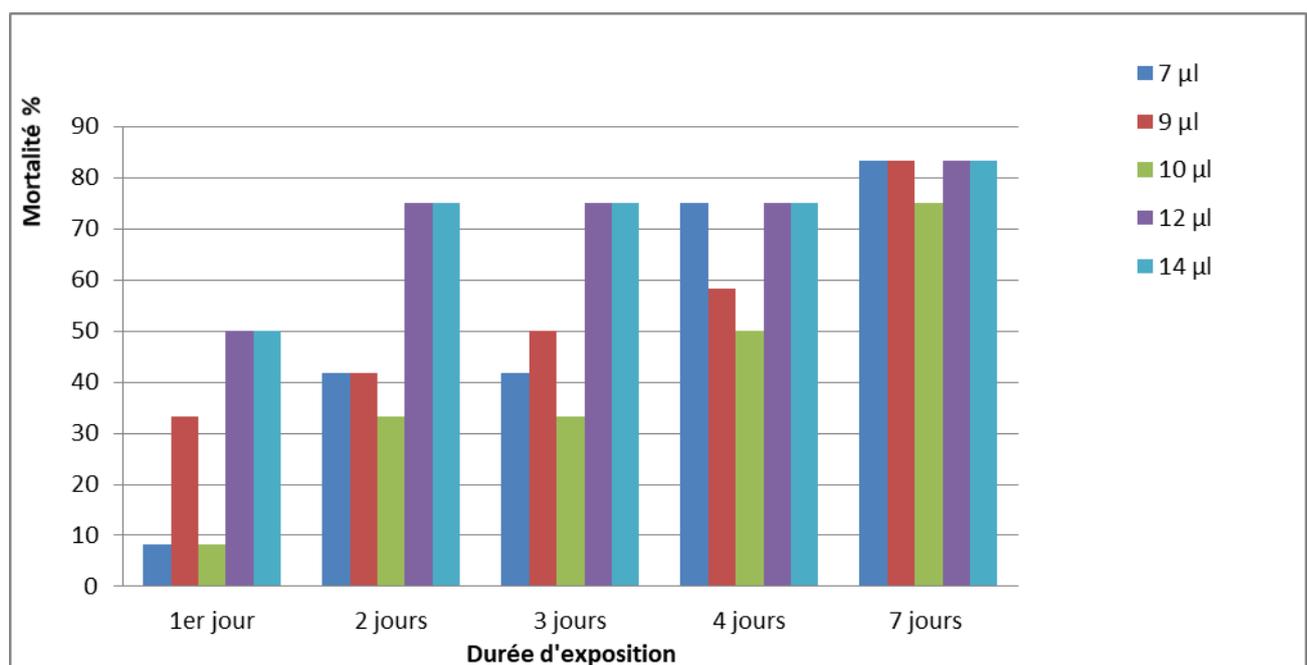
Si on prend en considération le premier facteur qui est la dose en huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* il y'a une différence significative entre les taux de mortalités à différente dose avec une valeur de  $F= 35,5583$  et  $P=8,9518 \cdot 10^{-8}$  par contre pour le

deuxième facteur qui est la durée d'exposition il a y a une différence significative avec une valeur de  $F=0,794952$  et  $P=0,545599*10^6$

### B. *Syzygium aromaticum*

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

	7 $\mu$ l	9 $\mu$ l	10 $\mu$ l	12 $\mu$ l	14 $\mu$ l
1er jour	8,33333333	8,33333333	33,3333333	50	50
2 jours	41,6666667	33,3333333	41,6666667	75	75
3 jours	41,6666667	33,3333333	50	75	75
4 jours	75	50	58,3333333	75	75
7 jours	83,3333333	75	83,3333333	83,3333333	83,3333333



**Figure 23:** Evolution de la mortalité des larves de *Plodia interpunctella* en fonction de temps et des doses en huiles essentielles de *Syzygium aromaticum*.

Concernant la deuxième plante qui est le *Syzygium aromaticum* que le premier facteur qui est la dose en huile essentielle il n'y a pas une hautement différence significative entre les taux de mortalité à différents doses avec  $F=18,81588$  pour  $P=6,78032*10^{-6}$  pour le deuxième

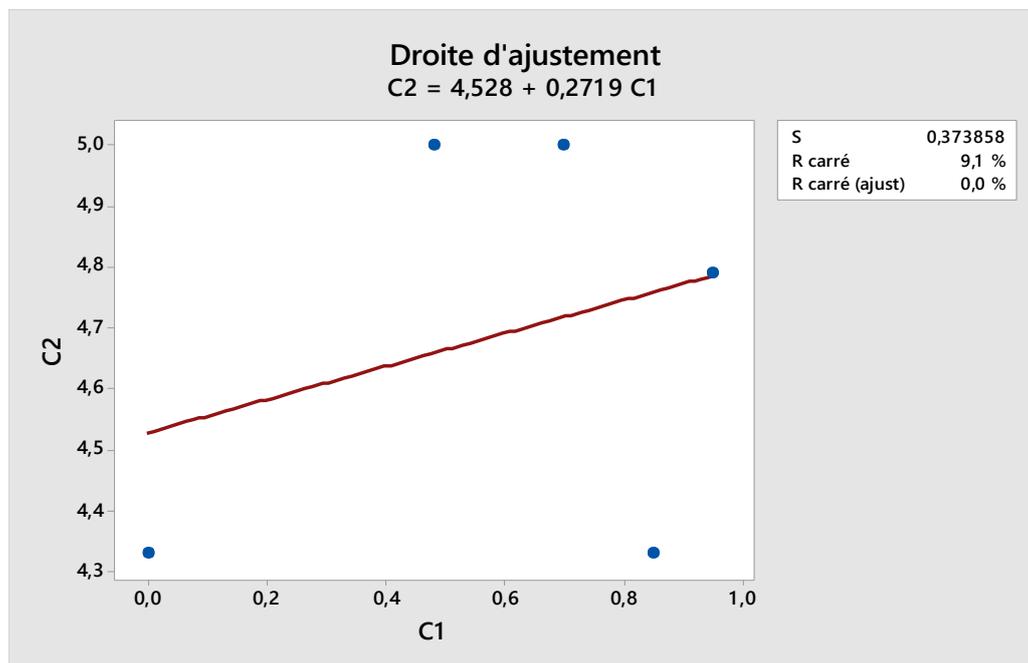
facteur qui est la durée d'exposition il y a une différence hautement significative avec une valeur de  $F=10,1516$  et  $P=2,7454 \cdot 10^{-4}$

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

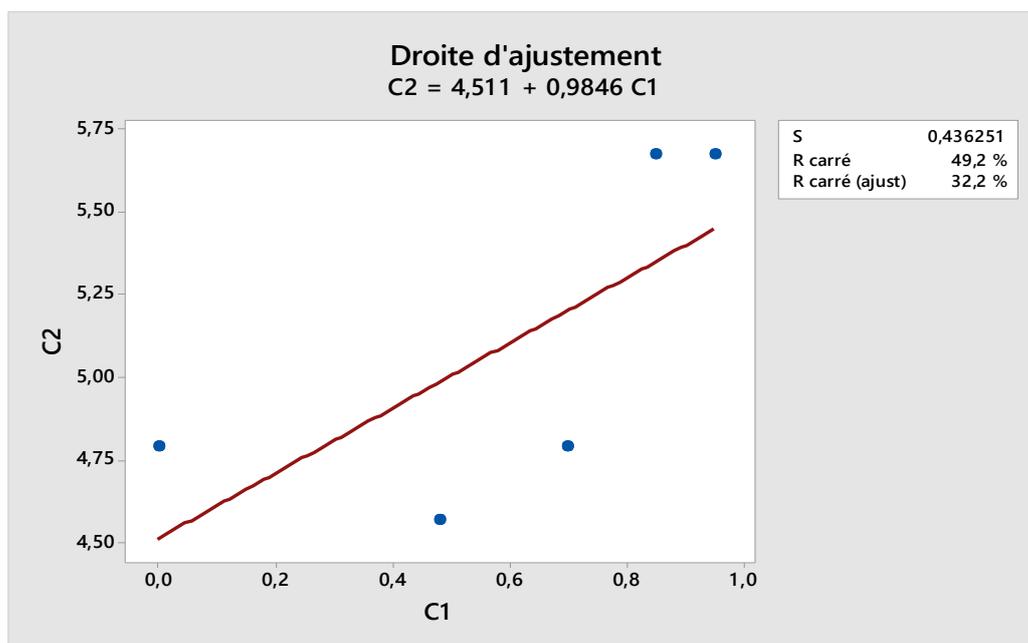
### 2.1 La dose létale pour 50% (DL50) des larves de *P. interpunctella*

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

*A-Eucalyptus globulus* :



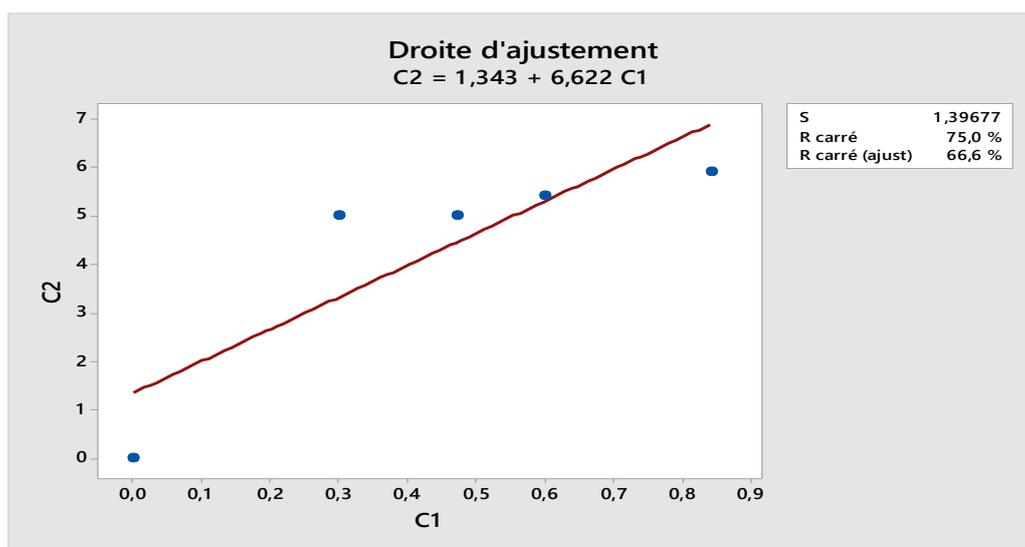
**Figure 24:** Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles *d'Eucalyptus globulus* / mortalité (probits) des larves.

**B-*Syzygium aromaticus* :**

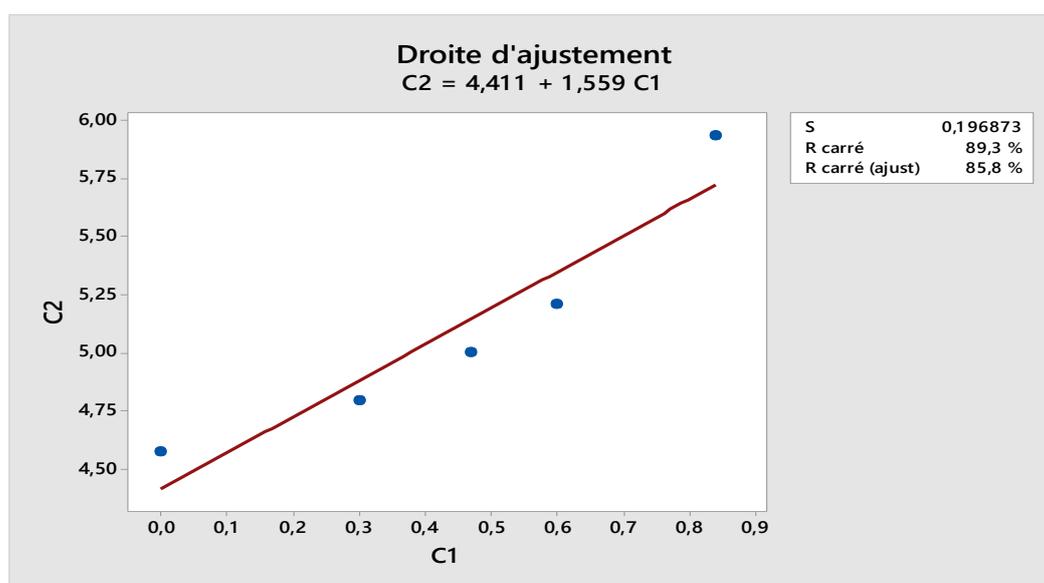
**Figure 25:** Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielles *de Syzygium aromaticus* / mortalité (probits) des larves.

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

Les résultats obtenus à partir de la conversion de la mortalité corrigée des larves en probits (en utilisant la dose de 10µL/5g de son de blé) et de la régression de ces données en fonction des logarithmes des durées d'exposition sont les suivants :

**A- *Eucalyptus globulus***

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

B- *Syzygium aromaticum*

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

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

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

Les Huiles essentielles	Equation de régression	DL50
<i>Eucalyptus globulus</i>	$C2=4,528+0,2719C1$	54,44 $\mu$ L
<i>Syzygium aromaticus</i>	$C2=4,511+0,9846C1$	3,13 $\mu$ L

Les DL50 obtenue suggère que les huiles essentielles extraites de *Syzygium aromaticum* sont plus toxique pour les larves de *Plodia interpunctella* que les huiles essentielle d'*Eucalyptus globulus*.

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

Les huiles essentielles	Equation de régression	TL50
<i>Eucalyptus globulus</i>	$C2=1,343+6,622C1$	3,56 jours
<i>Syzygium aromaticus</i>	$C2=4,411+1,559C1$	2,38 jours

Selon ces valeurs de TL50, il est confirmé que les deux huiles essentielles testées ont été classées en fonction de leur toxicité. Ainsi, les huiles de *Syzygium aromaticum* sont plus toxiques par rapport aux huiles essentielles *d'Eucalyptus globulus*.

## Discussion

Après avoir évalué l'activité biologique des huiles essentielles extraites *d'Eucalyptus globulus* et de *Syzygium aromaticum*, nous avons constaté un effet larvicide significatif sur les larves de *Plodia interpunctella*.

Les résultats de notre étude ont clairement démontré que les huiles essentielles testées présentent un effet larvicide remarquable par rapport au groupe témoin, ou aucune mortalité des larves n'a été observée (0%) après 7 jours d'exposition en conditions de laboratoire.

Les valeurs de la DL50 et de la TL50 montrent que l'huile essentielle extraite de *Syzygium aromaticum* est plus efficace que celle de l'huile essentielle *d'Eucalyptus globulus*, étant légèrement moins toxique pour la mortalité des larves de *Plodia interpunctella*.

Après 2 jours d'exposition, les valeurs de DL50 indiquent que l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* est plus toxique pour les larves de *Plodia interpunctella*, avec les doses 3,13 $\mu$ L et 54,44 $\mu$ L. Selon les valeurs de TL50 obtenus en utilisant une dose de 10 $\mu$ L/5g de son de blé, il est confirmé que l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* a un effet toxique sur les larves de *Plodia interpunctella*, avec une durée de 2,38 jours et 3,56 jours.

Selon **Kim et al ; (2003)**, la toxicité des huiles essentielles dépendent de l'espèce de l'insecte, de la plante et du temps d'exposition. Selon **Ngamo&Hance (2007) ; Bouchikhi Tani (2011)**, 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.

D'après les résultats de **Djedid Ahmed Yacine** qui a étudié l'activité larvicide des huiles essentielles de *Pinus halepensis* et *Lavandula stoechas* sur la pyrale *Plodia interpunctella*, l'huile de la plante *Lavandula stoechas* est plus toxique que l'huile essentielle de *Pinus halepensis* avec une DL50 de 3,67 $\mu$ L/5g de son de blé et une TL50 de 2,26 jours. La DL50 de *Pinus halepensis* était se21, 11 $\mu$ L/5g de son de blé et la TL50 était de 2,98 jours.

**Mecellem (2021)** montré que les huiles essentielles de *Lavandula stoechas* et *Pinus halepensis* ont une activité biocide sur les larves de *Tenebrio molitor*, Selon les résultats obtenus la mortalité des larves dépasse 88,50% en utilisant la dose la plus élevée, soit 12 $\mu$ L/10gson de blé, des huiles essentielles de *Lavandula stoechas*, après la même durée d'exposition et avec la même dose, la mortalité des larves dépasse 88,30% en utilisant les huiles essentielles de *Pinus halepensis*.

---

---

## *Conclusion*

---

---

## Conclusion

---

Les dégâts causés par les insectes ravageurs des denrées stockées peuvent être significatifs pour l'agriculture et l'environnement. Ces insectes détruisent des cultures, réduisent les rendements agricoles et perturbent les écosystèmes naturels. Pour cela, il fallait trouver des méthodes alternatives moins dommageables et plus sécuritaires.

L'utilisation des bio-insecticides présente plusieurs avantages par rapport aux pesticides chimiques traditionnels. Ils sont souvent plus respectueux de l'environnement et de la biodiversité, car ils sont généralement spécifiques à certaines espèces d'insectes et ont moins d'effets néfastes sur les organismes non ciblés. L'application des huiles essentielles provenant des plantes aromatiques a prouvé leur efficacité en tant qu'insecticides contre les insectes ravageurs des denrées stockées.

Pour notre étude on a testé l'effet larvicide de deux huiles essentielles *d'Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticum*.

Après cette étude, nous pouvons affirmer que ces huiles présentent une activité larvicide significative, l'huile de *Syzygium aromaticum* s'est avérée être plus toxique que l'huile *d'Eucalyptus globulus* avec une DL50 de 3,13µL/5g de son de blé et une TL50 de 2,38 jours. Par contre pour la deuxième plante qui est *d'Eucalyptus globulus* de la DL50 était de 54,44µL/5g de son de blé et le TL50 était 3,56 jours.

Les principaux facteurs influençant la mortalité des larves sont la durée d'exposition et la dose utilisée.

On a constaté que les huiles essentielles extraites *d'Eucalyptus globulus* et de *Syzygium aromaticum* montrent un fort potentiel en tant que bio insecticides et méritent d'être étudiées en les testant sur d'autres insectes ravageurs ou sur les adultes de *Plodia interpunctella*.

---

## *Références bibliographiques*

---

- **Abderahim A.1983-** Comportement des trois espèces d'*Eucalyptus* introduit à Bainem. Thèse d'étude (D.E.S).U.S.T.H.B.Alger. 87p26.
- **Agrane A et Dobrane F ; 2017 :** Mémoire fin d'étude Traitement par l'huile essentielle et sa toxicité sur les tissus 2017.
- **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.
- **Aissaoui F.2022.** Biologie et lutte contre trois pyrales des denrées stockées. Thèse doctorat.p21, 22.
- **Amari N ; 2014 :** Etude du choix de ponte du bruche du niébé *Callosobruchus Maculatus* en présence de différentes variétés d'haricot et de pois chiche, et Influence de quelques huiles essentielles (Cèdre, Ciste, *Eucalyptus*) sur activité biologique de l'insecte. Mémoire de magistère. Pp23, 23,25.
- **Aoues K, Boutoumi H, Benrima A ; 2017 :** Etat phytosanitaire du blé dur locale stocké en Algérie. Revue Agrobiologia (2017) 7(1) : 286-296.
- **Atmani H, Baira K.** Mise en évidence l'activité antibactérienne et antifongique et l'étude des caractères Physico-chimique de l'huile essentielle du clou de girofle *Syzygium aromaticum* L. Biologie et physiologie végétale. Algérie : Université Frères Mentouri 1 Constantine, 2015, 86p.
- **Belouaer Riheb et Selahdja Amira. (2020) :** Synthèse bibliographique sur les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stokées.Mémoire de Master.
- **Benayed N. (2008) :** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche. Université Mohammed V- Agdal. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair. Département de Chimie. Faculté des Sciences de Rabat. P61.
- **Bergfeld,W.F ;Belsito,D.V,Hill,R.A ;Klaassen,C.D ;Liebler,D.C ;James,G ;Shank ,R.C ;Slaga,T.J ;et Snyder,P ;w ; (2018).** Safety Assessment of Amino Acid Alkyl Amides as used in cosmetics Status : Release Date : Panel Meeting Date : Draft Final Report for Panel Review.
- **Besombes,C. (2008)** Thèse de Doctorat : Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermomécanique d'herbes aromatiques, Application généralisées. Université de La Rochelle.France.

- **Bhumi,T ;Urvi,C ; Pragna,P ;2017** : Biopesticidal Potential of Some Plant Derived Essential Oils Against The Stored Grain Pests. International Journal of Zoological Investigations, 23(3), p 188-197.
- **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, p2-5 ; 10 ; 19 ; 21-22.
- **Bouazza F, Zid H, Hariza E ; 2022** :These de Master Etude des activités antimicrobiennes de l'huile essentielle de la plante Syzygium aromaticum.
- **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, Algerie, 147p.
- **Boudy P. 1995**. Economie forestière nord-africaine. Ed Masson et cie, Paris, Tome IV. P826.
- **Bouras,M. (2018)** These de Doctorat : Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Université Badji mokhtar-annaba.Algérie.
- **Bouyahyaoui.A (2017)**: These de Doctorat : Contribution à la valorisation des substances naturelles : Etude des huiles essentielles des cupressacées de la région de l'Atlas algérien.
- **Bruneton J.** Pharmacognose, phytochimie, plantes médicinales (4eed). Lavoisier-Tec& Doc collection : France **2009**, 1292p.
- **Bruneton,J.** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Paris : Tec&Doc. Lavoisier, 1993, p.623.
- **Campos-FigueroaM.2009**.Attract and kill methods for control of Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera : Pyralidea), and comparisons with other pheromone based control methods, PhD. Faculty of the Graduate College of the Oklahoma State University.
- **Coppen, J.J.W. (2002)** *Eucalyptus* : The Genus *Eucalyptus*. Appendix2. Estimates of eucalypt plantations worldwide. Taylor and Francis, London and New York, page : 404.

- **Cruz J.F, Troude T, Griffon D. & Hebert J.P (1988).** Conservation des grains en régions chaudes. 2<sup>éd</sup> Paris, France, ministère de la Coopération et du Développement 545p.
- **Curir, P ; Beruto, M. et Dolci, M. M. (1995).** « *Eucalyptus* species : in vitro culture and production of essential oils and other secondary metabolites ». Dans : Bajaj, Y.P.S (ed). Medicinal and Aromatic Plants VIII Springer, Berlin, Heidelberg. P : 194-214.
- **Dabrie, C ; Niango, Ba, M ; Sanon, A ; (2008) :** Effects of crushed fresh *Cleome viscosa* L. (Capparaceae) plants on the cowpea storage pest, *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera : Bruchidae). International Journal of Pest Management, 54 (4), 319-326.
- **Danthu, P ; E. Penot, et al ; (2014).** Le giroflier à Madagascar : une « success story »... à l'avenir incertain. Bois et forêts des tropiques 35.
- **Djedid, A (2022).** Activité larvicide des huiles essentielles de *Pinus halepensis* et *Lavandula stoechas* sur la pyrale *Plodia interpunctella* .
- **Doud C.W, Phillips T.W ; 2000 :** Activity of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera : Pyralidae) in and around flour mills. Journal of Entomology, 93(6) : 1842-1847.
- **Doumandji-Mitiche B ; 1974 :** Etude biologiques des pyrales des dates stockées : *Myelois phoenicis* Durrant, *Ephestia calidella* Guenée, *Plodia interpunctella* Hubner (Pyralidae-Phycitinae) et d'un leurs parasites *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera). II. Etude ultrastructurale du tube digestif de *Myelois phoenicis* Durrant. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Paris V I, Fac.Sci, Mai 1974.
- **Eric Penot et al ; 2014.** Le giroflier à Madagascar : une « success story »... à l'avenir incertain, Bois et Forêts des Tropique, 35p.
- **Fandohan P ; Goergen G ; Hell K ; Lamboni PhD ; 2005 :** Petit manuel d'identification des principaux Ravageurs des denrées stockées en Afrique de l'Ouest. Publisher : INRAB & IITA, 20p.
- **Fasulo T.R, Knox M.A.** Indianmeal Moth, *Plodia interpunctella* . EENY-026. One 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.
- **Finney D.J ; (1971) :** Statistical method in biological assay, 2<sup>nd</sup> edition. London : Griffin, 333p.

- **Foudil C Y.1991.** Etude comparative des huiles essentielles algériennes d'*Eucalyptus globulus* labill et camaldulensis. These magister. U.S.T.H.B ; Alger, 159p.
- **Ghedira K ; Goetz P ; Le jeune R. (2008) :** *Eucalyptus globulus* labill, monographie médicalisé Phytothérapie 6 : 197-200.
- **Guenter.E, (1975).** The essential oils (Vol, II,III,IV, V,VI). New York USA.
- **Guidouam Fatiha, Mallem Yousra ;(2021).** Thèse de Master. La prédiction in silico des propriétés ADME des molécules des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*.
- **Guperus G.W, R.T Noyes, W.S Fargo, B.L Clary, D.C Arnold, and K Anderson ; 1990 :** Management practices in a high-risk stored-wheat system in Oklahoma. Am. Entomol.36 :
- **Haubruge.E ; Lognay.G ; Marlier.M ; Danhier.P ; Gilson.J.C et Gasparch ; 1989.** Etude de la toxicité de cinq huiles essentielles extraites de Citrus sp. A l'égard de Sitophilus Zeamais Motsche, Prosthepanus truncatus, (Horn) et Tribolium Castaneum Herbst. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv, Geant54/3b, pp 1083-1093.
- **Johnson, J.A ; W offord, P.L ; Whitehand, L.C ; 1992 :** Effect of diet and Temperature on development rates, survivaland reproduction of the Indianmeal moth (Lepidoptera : Pyralidae). Journal of Economic Entomology 85, 561-566.
- **Joost 26 ; G,Rudiger, H& Otto, M(1996).** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte.Ed gtz, Eschborn, 368p.
- **Kacemi Ben Sultane F,** Activité antioxydante des huiles essentielles du gingembre (*Zingiber officinale*) et du clou de girofle (*Syzygium aromaticum*).2017.
- **Karahacane T. (2015).** Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. These Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, 136. Keita S.M.
- **Keita S.M. et al ; 2001.** Efficacy of essential oil of Ocimum basilicum L. and O. gratissimumL. Applied as an insecticidal fumigant and powder to control Callosobruchus maculatus (Fab) (Coleoptera : Bruchidae).J.Stored Prod.Res ; 37,339-349.
- **Kim,S ;Roh,J ;Kim,D ;Lee,H ;AndAhn,Y (2003).**Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against Sitophilusoryzae and Callosobruchuschinensis.Journal of Stored Products Research, 39 : 293-303.
- **Kumar,P ; Jaiswal,P ; Singh,V.K ; Singh,D.K ;&Singh,D.(2011).** Medicial, therapeutic ad pharmacological effects of sysygium aromaticum (LAU G).

- **Lahlou M.2004.**Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*. 18 : 435-448.
- **Lardry,J.M ;Haberkorn,V ;2007.** L'aromathérapie et les huiles essentiels. Les huiles essentielles : introduction à l'aromathérapie, 7(61), 14-17.
- **Lavoisier (1993), « Bruneton J »**, chez Pharmacognoise, phytochimie, plantes médicinales, Paris, Lavoisier, .623.
- **Leopold Jirovetz, Gerhard Buchbauer, Ivanka Stoilova, Albena Stoyanova, Albert Krastanov and Erich Schmidt,**Chemical composition and antioxidant properties of clove leaf essential oil,*Journal of agricultural and food chemistry*, Vol.54,2006,pp6303-6307.
- **M.Hakki Alma, Murat Ertas, Siegfrie Nitz and Hubert Kollmannsberger,** Chemical composition and content of essential oilfrom the bud of cultivated Turkish clove (*Syzygium aromaticum*L), *BioResources*, Vol. 2,2007, pp265-269.
- **Mahdia K. (2013).**Evaluation de l'efficacité d'une formulation solide d'huile essentielle sur les insectes des denrées stockées impact des conditions de stockage sur la formulation. Mémoire de master en phytopharmacie appliquée : université de Saad Dahleb. Blida. (Algérie). P23-25.
- **Mason L.J ; 2003 :** Indianmeal moth *Plodia interpunctella* (Hubner). Grain Insect Fact Sheet E-223-W, Purdue University, Department of Entomology.
- **Mecellem., 2021 :** Etude de l'activité larvicide des huiles essentielles de *Pinus halepensis* et *Lavandula stoechas* sur *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera : Tenebrionidae) .mémoire de master .Université Tlemcen.p47.
- **Meksem Nabila(2018).** Thèse de doctorat. Etude de l'effet Biopesticide des extraits naturels de deux plantes de la famille des Myrtacées : *Eucalyptus globulus*,*Eucalyptus camaldulensis*.
- **Menaceur.F(2015).** Contribution à l'étude phytochimique et biologique de l'erigeron, du fenouil commun, de la lavande et du genévrier.
- **Merr and Perry** (Myrataceae) giroflier, phytothérapie, 2011, p37-43.
- **Messabih Soumia (2022).**These de Master.Activité larvicide des huiles essentielle d'*Eucalyptus globulus* et *Syzygium aromaticus* sur la pyrale *Plodia interpunctella* (lepidoptera : pyralidae).
- **Metro A.1970.** Les *Eucalyptus* dans le monde méditerranéen. Ed.masson et cie.Paris.p513.

- **Mohammad Amzad Hossain, Roudha Ali Al-Hashmi, Afaf Mohammed Weli, Qasim Al-Riyami and Jamal Nasser Al-Sabahib**, Constituents of the essential oil from different brands of *Syzigiumcaryophyllum*L by gas chromatography-mass spectrometry, Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2012, pp1446-1449.
- **Momar et al ; 2011** : Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique, Biotechnol. Agron. Soc.
- **Mossa, A. (2016)**. Green Pesticides : Essential Oils as Biopesticides in Insect – pest Management. Journal of Environmental Science and Technology. 9(5) : 354-378. DIO : 10.3923/jest.2016354.378.
- **Nagamo,L.S.T ; and Hance,T (2007)**. Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternative de lutte de milieu tropical, Tropicultura J ; 25(4) : 215-220
- **Nansen C, Phillips T.W ; 2004** : Attractancy and toxicity of an attracticide for the Indianmeal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera : Pyralidae) J Econ Entomol.97 :703-710.
- **Nisrin Benayad.2013** : Evaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plante Marocaines et activités anticancéreuse Thèse de doctorat Chimie Organique Université Mohammed V- Agdal pp 47,48.
- **Parle Milind and Khanna Deepa, Clove** : A champion spice, International journal of research in ayurveda&pharmacy, Vol.2, 2011, pp47-54.
- **Pauli,A ; 2001**.Antimicrobial proprieties of essential oils constituents Int.J.Aromater,3(11), 126-133.
- **Peron.L, H.Richard** : Epices et aromates, techniques et documentations Lavoisier.1992
- **Rajendran, S ; 2002** : Postharvest pest losses. In : Pimentel, D. (Ed), Encyclopedia of Pest Management. Marcel Dekkar, Inc ; New York, pp. 654-656.
- **Ranoarisoa,K.M. (2012)**. Evolution historique d'Etat des lieux de la filière girofle à Madagascar.
- **Regnault-Roger C ; 2002**. De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire ? In : Philogène B.J.R, Regnault-Roger C. & VincentC ; coord. Biopesticides d'origine végétale. Paris : Lavoisier-Editions Tec&Doc, 19-39.

- **Roux.D ; Catier.O, 2007.** Botanique, pharmacognose, phtothérapie.3<sup>ème</sup> édit  
Porphy, France.P526
- **Sakina, S. (2009).**Thème Activité antixydante et antibactérienne des extraits.2009-2010.
- **Sandrine (2006).** Warot préparatrice en pharmacie. Les *Eucalyptus* utilisés en aromathérapie, Mémoire de fin de formation en phyto-aromathérapie.P8
- **Sanon A, Garba M, Auger J et Huignard J. (2002) :** Analysis of insecticidal activity of methylisothiocyanate on *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera : Ptermalidae). J.Stor.Prod. Res. 38 :129-138p.
- **Sedira,fatiha ;Ramdani, Linda (2018).**These de Master.Activité répulsive et larvicide de l'huile essentielle d'Artemisia herba alba sur *Plodia interpunctella* et *Ephestia kuehniella*, deux espèces ravageurs des denrées stockées.
- **Sharada,R.and B.Lalitha ; 2017.** Lavanga (*Syzygium aromaticum*LINN)-A Spicy boon.
- **Sophie, Barbelet ; 2015.** Le giroflier : historique, description et utilisation de la plante et de ses huiles essentielles.Vol5.P22-26
- **Steffan J. (1978).** Les insectes et les acariens des céréales stockées. 1ère édition, Paris : TTCF-Afnor, 237p.
- **Storey C.L, D.B. Sauer, and D. Walker ; 1983 :** Insect populations in wheat, corn, and oats stored on the farm. J. Econ. Entomol.76 : 1323-1330.
- **Tsuji. 1959 :** Study on the diapause of the Indianmeal-moth *Plodia interpunctella* (Hb). II, the effect of population density on the induction of diapause (Jap.J.appl.Ent.Zool ; 3 (1), pp.33-44).
- **Vick K.W, P.G Koehler, and J.J Neal ; 1986 :** Incidence of stored-product Phycitinae moth in food distribution warehouses as determined by sex pheromonebaited traps. J. Econ. Entomol.79 : 936-939.
- **Wichtl (M), Anton(R)-** Plantes thérapeutiques-1999, Technique et Documentation, Paris.