



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'enseignement Supérieur et de Recherche Scientifique

Université Djillali Bounaama de Khemis-Miliana

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie et Sciences de la Terre

Département des sciences agronomiques

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques.

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de
mastère en Production végétale**

Thème

**Effet insecticide de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira*
(*Pittosporaceae*) sur l'insecte ravageur du blé en post-récolte
« *Tribolium castaneum* » (Herbst).**

Présenté par:

***M^r*: HAMDANI Hassan**

***M^r*: BOUREGA Houssem Eddine**

Devant le jury :

- ***Présidente* : *M^{me}*. AYOUNI. Z** M.A. A (UNIV.K.Miliana)
- ***Promoteur* : *M^r*. KARAHACANE.T** M.C.B (UNIV.K.Miliana)
- ***Examineur* : *M^r*. BOUZAR. K** M.A. A (UNIV.K.Miliana)
- ***Examinatrice* : *M^{me}*. ALIM. D** M.A. A (UNIV.K.Miliana)

Année universitaire : 2017/2018

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*A mes grands chers parents ma mère TEFALIA et mon père YAHYA
à ceux qui m'ont toujours encouragé pour que je réussisse dans mes
études, pour leur sacrifice et leur soutien tous au long de mes études.*

*A mes chers frères Amina, Hocine, Mohamed amine, Inass, Abd
Eldjalil*

A tout la famille Hamdani et la famille Loutani.

A mon binôme Houssam Eddine Bourega

Pour mes très chers amis :

*Benmbarek islam, Aggoun khalil, Kadour yahya, Lazali sofyane,
Raffed noureddine, Mohamed ali salem ali fadel salem, Mohamed
boudina, Hakim barodi, Ammar mohamedi, Abd ellah tassalit, abd
allah hadoch, Zanati omar, Samai bilal Noureddine hassan, Bouthria
hamza, Mohamed Amin et mostafa loutani, Bouziane Chrife
elrahmani khalile*

A tous mes camarades de la promotion 2017 /2018

HASSAN

Dédicace

Avec l'aide de dieu, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie A:

Mon père Mohamed qui m'a soutenu moralement tout au long de mes études

Ma très chère mère Fatima Zohra en reconnaissance de son sacrifice, de ses précieux conseils, de son soutien moral et de ses encouragements

A mes chers frères : Abdelhak, Youcef, Abdelmonaim.

A ma très chère seule sœur : Malak.

A mes oncles et mes tantes surtout Rabe'h, Lahcen et Hocine.

A ma chérie Aicha

A tout la famille Bourega et la famille Cha'her.

A mon très cher binôme Hamdani Hassan.

A tous mes amis Labdi Walid, Talbi Abdellah, Benbarek Islam, Sidali, Kadour Yahya, Miloudi Adel, Lazali Sofiane, Belalouane Rodoine, Labdi youcef, Meharzi Amine, Belouenas Mahfoud, Benharhat Yacine, Raffed Nourddine, Agoune Khalile, Salem Mohamed, Benali Mohamed, Ali Agha Mohamed, Bouziane Chrife Elrahmani Khalile, Boudina Mohamed, Tassalit Abdellah, Zennati Omar, Hakim barodi, Ammar mohamedi, Samai bilal, Labdi Mohamed, Ziyane Youcef, Labdi Amine,

A ceux qui ont attribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail

HOUSSEM EDDINE

Remerciements

Avant tout nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

Au terme de ce travail nous tenons à remercier tout d'abord notre promoteur Mr KARAHACANE T, pour son encadrement, sa précieuse aide, son appui et ses conseils.

Nous tenons également à remercier Mme AYOUNIZ, Enseignante à l'Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana pour ses orientations mais également pour avoir accepté de présider notre jury.

Nos remerciements s'adressent à Mr BOUZAR K et Meme Alim D, Enseignants à l'Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous voudrions aussi remercier Mr MERROUCHE A qui nous a aidés pour faire les analyses statistiques.

On remercie les ingénieurs du laboratoire de chimie en particulier Mr BOUDJELLAL F.

On remercie également M^{elle} MEKHATI Ouahiba, Ingénieur de laboratoire « Eau Roche Plante »

Nous tenons également à exprimer nos remerciements :

A tous les enseignants de l'Université de Khemis Miliana, particulièrement ceux du département des sciences agronomiques.

En fin, nous remercions les amis et les étudiants du département pour leur soutien en particulier nos amis les plus proches de notre promotion, ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

ملخص

البحث عن طرق بديلة لحماية الحبوب المخزنة ضد حشرة خنفساء الطحين الصدئية مخربة القمح أثناء التخزين, مرتبط بمدى معرفة اتخاذ القرارات ثم استعمال المبيدات ذات التركيبة النباتية. إنشاء تنوع بيئي محلي يمثل اليوم حل بديل واعد, المبيدات ذات التركيبة النباتية المستخلصة من الزيوت الأساسية للنباتات العطرية المعدلة تعتبر كمسلك جدي.

الدراسة المقدمة تهدف إلى تحديد التأثير الابادي لخليط الزيوت الاساسية لل لاوراق و الفواكه الجافة لنبنة القرنفل الياباني (*Pittosporum tobia*) علي الحشرة المفسدة للقمح أثناء التخزين خنفساء الطحين الصدئية وتقدير الجرعات والوقت اللازم للقضاء علي نسبة 50% و9%بينما ال0% من مجتمع هذه الحشرة.

النتائج أثبتت أن التأثير الابادي لخليط الزيوت الأساسية المستخلصة من أوراق وفواكه النبتة على خنفساء الطحين الصدئية كانت بدلالة الجرعات المستعملة . ومدة التعرض.

النتائج أثبتت تأثير قاتل قوي علي حشرات خنفساء الطحين الصدئية الشابة وهذا راجع إلي الكميات الكبيرة للمواد الفعالة المتواجدة في أوراق وفواكه هذه النبتة حيث تم تقدير الجرعة اللازمة للقضاء على 50% و90% من مجتمع هذه الحشرة ب: $187,44 \mu l$ و $417,11 \mu l$ بينما الوقت اللازم للقضاء على 50% و90% من مجتمع هذه الحشرة ب: 11,52 سا و 14,86 سا على التوالي.

الكلمات المفتاحية : القمح, المبيدات النباتية, الزيوت الأساسية, القرنفل الياباني , التأثير الابادي ,خنفساء الطحين.

Résumé

La recherche des méthodes alternatives de protection des denrées stockées contre le ravageur de blé en poste récolte *Tribolium castaneum* (Herbst) issues du savoir-faire des anciens puis l'usage des phytopesticides, produits de la biodiversité locale se présente aujourd'hui comme une alternative prometteuse. Les phytopesticides formulés à partir des huiles essentielles des plantes aromatiques condimentaires constituent une piste sérieuse.

La présente étude a pour objet de déterminer l'effet insecticide de mélange d'huile essentielle de (feuilles et fruits) sèches de la plante *Pittosporum tobira* sur l'insecte ravageur de blé en post-récolte *Tribolium castaneum* (Herbst 1797), et d'évaluer les doses et les temps nécessaires pour tuer 50% et 90% des populations de cet insecte.

Les résultats ont montré que l'effet insecticide de mélange d'huile essentielle extraites des feuilles et fruits de la plante sur *Tribolium castaneum* étaient en fonction des doses utilisées et du temps d'exposition.

Les résultats montrent un effet létal fort sur les adultes de *Tribolium castaneum* ; ceci due aux grandes quantités des substances actives contenues dans les feuilles et les fruits de cette plante, Les doses létales DL₅₀ et DL₉₀ qui a été estimée pour tuer 50% et 90% de la population de cet insecte avec 187,44 µl et 417,11µl, tandis que les temps létaux TL₅₀ et TL₉₀ pour tuer 50% et 90% de la population de cet insecte soit respectivement 11,52h et 14,86h.

Mots clés : blé, phytopesticides, huiles essentielles, effet insecticide, *Pittosporum tobira*, *Tribolium castaneum*.

Summary

The search for alternative methods of protecting the stored products against the wheat pest in post Harvest *Tribolium castaneum* (Herbst) from the know-how of the ancient then the use of phytopesticides, products of local biodiversity is presented today as an alternative promising. The phytopesticides formulated from the essential oils of the aromatic plants constitute a serious track.

The purpose of this study was to determine the insecticidal effect of dry (leaves and fruit) essential oil mixture of *Pittosporum tobira* on the post-harvest insect pest *Tribolium castaneum* (Herbst 1797), evaluate the doses and times required to kill 50% and 90% of this insect's populations.

The results showed that the insecticidal effect of the essential oil mixture extracted from the leaves and fruits of the plant on *Tribolium castaneum* depended on the doses used and the exposure time.

The results show a strong lethal effect on adults of *Tribolium castaneum*; this due to the large amounts of active substances contained in the leaves and fruits of this plant, the lethal doses LD₅₀ and LD₉₀ which was estimated to kill 50% and 90% of the population of this insect with 187.44 µl and 417, 11µl, while lethal times LT₅₀ and LT₉₀ to kill 50% and 90% of the population of this insect are respectively 11.52h and 14,86h.

Key words: Wheat, phytopesticides, essential oils, insecticidal effect, *Pittosporum tobira*, *Tribolium castaneum*.

	Liste des tableaux	page
01	Composition chimique des différentes parties d'un grain de blé : Valeurs moyennes et écarts courants exprimés en % de la matière sèche de la partie considéré (Godon, 1991).	05
02	Composition moyenne en minéraux du grain de blé et des différents produits de mouture (en mg / 100g de matière sèche) (Pilon et Mazerand, 1988).	05
03	Les principaux ennemis des denrées stockées et leurs dégâts (Aziez et <i>al.</i> 2003).	11
04	Effet de l'extrait de <i>Pittosporum tobira</i> sur <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation	30
05	Tableau de transformation du pourcentage en probit (Cavelier, 1976).	35
06	Moyennes des mortalités en % des adultes de <i>Tribolium castaneum</i> traités par l'huile essentielle de mélange (feuilles et grains) de <i>Pittosporum tobira</i> .	36
07	Efficacité de l'huile essentielle de <i>Pittosporum tobira</i> sur <i>Tribolium castaneum</i> à travers l'analyse de la variance	37
08	Classement des groupes homogènes de facteur dose.	38
09	Classement des groupes homogènes de facteur temps.	38
10	Transformation des mortalités en probit et les doses létales en log dose (4h)	39
11	Transformation des mortalités en probit et les dose létales en log dose (8h)	40
12	Transformation des mortalités en probit et les dose létales en log dose (12h)	41
13	Transformation des mortalités en probit et les dose létales en log dose (16h)	42
14	Doses Létales calculées à partir des équations des droites de régression	43
15	Transformation des mortalités en probit et les temps létaux en log temps (100µl)	44
16	Transformation des mortalités en probit et les temps létaux en log temps (200µl)	45
17	Transformation des mortalités en probit et les temps létaux en log temps (300µl)	46
18	Transformation des mortalités en probit et les temps létaux en log temps (400µl).	47
19	Temps létaux calculées à partir des équations des droites de régression	48

	Liste des Figures	page
01	Coupe d'un grain de blé (Feillet, 2000).	04
02	La composition du grain de blé (Source : http://www.boulangeries-net/MP/Infoblefar).	04
03	Œuf, larve, nymphe et Adulte de <i>Tribolium castaneum</i> L. (Herbst, 1797).	15
04	Hydro-distillation à l'aide de l'appareille clevenger (Photo originale).	22
05	Plante <i>Pittosporum Tobira</i> (Photos originales)	26
06	La distribution et habitat de l'espèce de <i>Pittosporum tobira</i> (Anonyme, 2010).	27
07	Chambre d'élevage de <i>Tribolium castaneum</i> , (photo originale).	29
08	Opération de séchage des feuilles et des fruits de <i>Pittosporum tobira</i> (Photos originales).	29
09	Dispositif d'extraction des huiles essentielle de <i>Pittosporum tobira</i> (Hydrodistilation) (photo originale).	30
10	Conservation des huiles essentielles (Photos originales).	31
11	Matériel de traitement utilisé (photo originale).	32
12	Préparation des doses des huiles essentielles de <i>Pittosporum tobira</i> à l'aide der la micropipette. (Photos originales).	33
13	Test inhalation crée dans une boîte de pétrie (Photos originales).	33
14	Dispositif expérimentale (Photo originale).	34
15	Moyennes des mortalités en % des adultes de <i>Triboluim castaneum</i> traités par l'huile essentielle de mélange (feuilles et grains) de <i>Pittosporum tobira</i> .	35
16	Efficacité de l'huile essentielle de <i>Pittosporum tobira</i> après 4 heures de traitement chez <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.	39
17	Efficacité de l'huile essentielle de <i>Pittosporum tobira</i> après 8 heures de traitement chez <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.	40
18	Efficacité de l'huile essentielle de <i>Pittosporum tobira</i> après 12 heures de traitement chez <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.	41
19	Efficacité de l'huile essentielle de <i>Pittosporum tobira</i> après 16 heures de traitement chez <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.	42
20	Efficacité de la dose D ₁ de l'huile essentielle de <i>Pittosporum tobira</i> chez <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.	44
21	Efficacité de la dose D ₂ de l'huile essentielle de <i>Pittosporum tobira</i> chez <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.	45
22	Efficacité de la dose D ₃ de l'huile essentielle de <i>Pittosporum tobira</i> chez <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.	46
23	Efficacité de la dose D ₄ de l'huile essentielle de <i>Pittosporum tobira</i> chez <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation	47

Liste des Annexes		
1	Effet de l'extrait de <i>Pittosporum tobira</i> sur <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation	Annexe
2	Tableau de transformation du pourcentage en probit (Cavelier, 1976).	35
3	Moyennes des mortalités en % des adultes de <i>Tribolium castaneum</i> traités par l'huile essentielle de mélange (feuilles et grains) de <i>Pittosporum tobira</i> .	Annexe

ABREVIATIONS

- **C.M : carré moyen**
- **C.V : coefficient de la variabilité**
- **D₁, D₂, D₃, D₄ : Dose de traitement**
- **DDL : degré de liberté**
- **DL₅₀ : dose létal pour tuer 50% de population**
- **DL₉₀ : dose létal pour tuer 90% de population**
- **F : facteur**
- **FAO: Food and Agriculture Organisation**
- **H : heurs**
- **ml : millilitre**
- **P : probabilité**
- **R : répétition**
- **S.C.E : somme des carrées des écarts**
- **T° : température**
- **T : Témoin**
- **TL₅₀ : temps létal pour tuer 50% population**
- **TL₉₀ : temps létal pour tuer 90% population**
- **μL : Microlitre**

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	1
Chapitre I : Généralités bibliographique	
I.1 Généralités sur le blé.....	3
I.1.1 Caractères botaniques et classification du blé.....	3
I.1.2 Composition histologique du grain de blé.....	3
I.1.3 Composition biochimique du grain de blé.....	4
I.1.4 Mode de stockage et conservation du blé.....	5
I.1.4.1 Stockage traditionnel.....	6
I.1.4. 2 Stockage en sac.....	6
I.1.4.3 Stockage du blé en silos.....	6
I.1.4.4 Autres méthodes de stockage.....	7
I.1.4.4.1. Stockage en gerbes.....	7
I.1.4.4.2. Stockage en épis.....	7
I.1.4.4.3. Stockage des grains avec leurs balles.....	7
I.1.5 Facteurs d'altération des grains durant le stockage.....	7
I.1.5.1 Facteurs abiotiques.....	7
I.1.5.1.1 Température.....	7
I.1.5.1.2 Humidité relative.....	8
I.1.5.1.3 Teneur en oxygène et en gaz carbonique.....	8
I.1.5.1.4 Altérations physiques.....	8
I.1.5.2 Facteurs biotiques.....	8
I.1.5.2.1 Altérations d'origine enzymatique.....	8
I.1.5.2.2 Altérations d'origine biologique.....	8
I.1.5.2.2.1 Microorganismes.....	9
I.1.5.2.2.2 Ravageurs animaux.....	9
I.1.5.2.2.3 Rongeurs.....	9

I.1.5.2.2.4 Oiseaux.....	9
I.1.5.2.2.5 Acariens.....	9
I.1.5.2.2.6 Insectes.....	10
I.2 Caractères généraux de <i>Tribolium castaneum</i>.....	12
I.2.1 Origine et répartition géographique	12
I.2.2 Systématique.....	13
I.2.3 Morphologie.....	13
I.2.4 Biologie.....	13
I.2.4.1 Description des différents stades de développement	14
I.2.5 Dégâts.....	15
I.2.6 Moyens de lutte.....	16
I.2.6.1 Lutte préventive.....	16
I.2.6.2 Lutte curative.....	17
I.2.6.3 Lutte physique	17
I.2.6.4 Lutte chimique.....	17
I.2.6.5 Lutte biologique.....	18
I.3 Généralités sur les huiles essentielles.....	19
I.3.1 Définition.....	19
I.3.2 Répartition et localisation.....	19
I.3.3 Caractérisation de l'huile essentielle.....	20
I.3.3.1 Composition chimique	20
I.3.3.1.1 composés terpéniques.....	20
I.3.3.1.2 Composés aromatiques.....	21
I.3.4. Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	21
I.3.4.1 Hydro-distillation.....	21
I.3.4.2 Hydro-diffusion.....	22

I.3.4.3	L'entraînement à la vapeur d'eau.....	22
I.3.5	Rôles des huiles essentielles.....	22
I.3.6	Conditions de conservation et de stockage.....	23
I.4	Généralités sur la plante <i>Pittosporum tobira</i>.....	23
I.4.1	Origine.....	23
I.4.2	Classification.....	24
I.4.3	Description morphologique.....	24
I.4.4	Répartition géographique.....	25
I.4.5	Composition chimique.....	26
I.4.6	Propriétés biologiques.....	26
I.4.7	Effets thérapeutiques	26

Chapitre II: Matériels et méthodes

2	Objectifs.....	27
2	Matériel animal.....	27
3	Matériel végétal.....	28
4	Extraction de l'huile essentielle.....	29
4.1	Calcul de rendement.....	30
5	Préparation des doses de traitement.....	30
6	Mode de traitement	31
7	Expression des résultats.....	33
7.1	Calcul des doses létales (DL₅₀ et DL₉₀) et des temps létaux (TL₅₀ et TL₉₀).....	33

Chapitre III: Résultats et discussion

1	Résultats.....	35
1.1	Rendement.....	35
1.2	Mortalité	35

1.3 Analyse de la variance	36
1.4 Doses létales DL_{50} et DL_{90}	38
1.5 Temps létaux TL_{50} et TL_{90}	43
2 Discussion.....	48
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	



Introduction

Introduction

Introduction générale

Les céréales constituent la base principale de l'alimentation humaine Asiatiques, méditerranéennes, du proche Orient (Ait Sliman et *al.*, 2008) et en Algérie (Lerin, 1986).

En Algérie Les superficies réservées aux céréales sont de l'ordre de 06 millions d'hectares. Chaque année 03 à 3.5 millions d'hectares sont emblavés, Soit 70% est destinée particulièrement à la culture du blé. L'orge et l'avoine n'occupent qu'une faible superficie. Le reste étant laissé en jachère c'est à-dire non cultivé. La majeure partie de ces emblavures se fait dans les régions de Sidi Bel Abbés, Tiaret, Sétif et El Eulma. Ces grandes régions céréalières sont situées dans leur majorité sur les hauts plateaux. Ceux-ci sont caractérisés par des hivers froids, un régime pluviométrique irrégulier, et des gelés printanières, des vents chauds et desséchants (Belaid, 1968; Djekoun et *al.*, 2002).

Les denrées stockées peuvent être attaquées principalement par les insectes, les rongeurs et les champignons. Les dégâts causés par les insectes sont les plus importants. Même si le problème se pose de manière globale, les dégâts sont plus importants dans les pays en voie de développement et dans ceux de l'Afrique en particulier à cause des conditions climatiques favorables à leur développement (Alzouma, 1990).

Les insectes sont les plus nuisibles et les plus redoutables car ils déprécient le stock tout entier, quelque soit leur nombre (Fleurrat-Lessard, 1982).

Les insectes des denrées stockées dont *Tribolium castaneum* représentent une partie très importante des ravageurs. (Syed Shayfur et *al.*, 2007). Ils peuvent causer des pertes importantes en réduisant la qualité et la quantité des produits stockés.

D'après l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), les pertes dues aux insectes nuisibles correspondent à 35% de la production agricole mondiale. En raison de son efficacité et de son application facile et pratique, l'utilisation des insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus pratiquée pour lutter contre les insectes ravageurs.

Les insecticides ne sont pas seulement toxique pour les organismes cibles, mais également, à des degrés divers, pour l'homme, les animaux, et l'environnement. (Gwinner et *al.*, 1996).

Introduction

Pour cela, de nombreux chercheurs s'orientent vers les moyens naturels et l'utilisation des insecticides d'origine végétale moins toxiques (Camara, 2009).

Les huiles 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, anti-nutritionnelle et inhalatrice (Kéïta et *al.*, 2000 ; Regnault-Roger, 2002).

L'objectif principal de cette étude est de déterminer les potentialités insecticides de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* par le test de toxicité sur le ravageur *Tribolium castaneum* à l'aide du traitement par inhalation au niveau du laboratoire <<**Eau-Roche-Plante**>> de l'université Djillali Bonnama de Khemis-Miliana.

L'efficacité de l'huile essentielle est mesurée par l'évaluation de la mortalité, le calcul des doses létales et des temps létaux.



Chapitre I :
Généralités bibliographiques

Chapitre I : Généralités bibliographiques

I.1 : Généralités sur le blé

De nos jours, les céréales en général, le blé (dur et tendre) en particulier constituent la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs algériens. Il présente, un rôle social, économique et politique dans la plupart des pays dans le monde (Ammar, 2015).

I.1.1 Caractères botaniques et classification du blé

Dans le règne végétal, le blé appartient au groupe des Spermaphytes, au sous-groupe des Angiospermes, à la classe des Monocotylédones, la famille des Graminées, au Genre *Triticum* (Grignac, 1981).

I.1.2 Composition histologique du grain de blé

Le grain de blé se compose d'un certain nombre de tissus avec des structures et des compositions spécifiques (Hemery *et al.*, 2007) comme il est illustré dans la (fig.01). Le grain de blé est formé de trois parties : l'enveloppe ou le son (13 %), l'albumen (84 %) et le germe (3 %) (Boudreau *et al.*, 1992).

-**Le son:** est composé de plusieurs couches, qui protègent la partie principale du grain (Šramková *et al.*, 2009). Il est formé de six tissus différents : l'épiderme du nucelle, le tégument séminal ou la testa (enveloppe de la graine), les cellules tubulaires, les cellules croisées, le mésocarpe et l'épicarpe (Feillet, 2000).

-**L'albumen:** est constitué d'albumen amylicé et de couche à aleurone. Dans l'albumen amylicé se trouvent des cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique et dont les parois celluloses sont peu visibles (Feillet, 2000).

-**Le germe:** est l'embryon qui donnera naissance à une future plante. Il est constitué de deux parties, l'axe embryonnaire d'une part, composé de cellules parenchymateuses mérismatiques, dont les parois sont fines et non lignifiées, et d'autre part le cotylédon, qui fonctionne comme un organe de stockage (Pomeranz, 1987; Feillet, 2000).

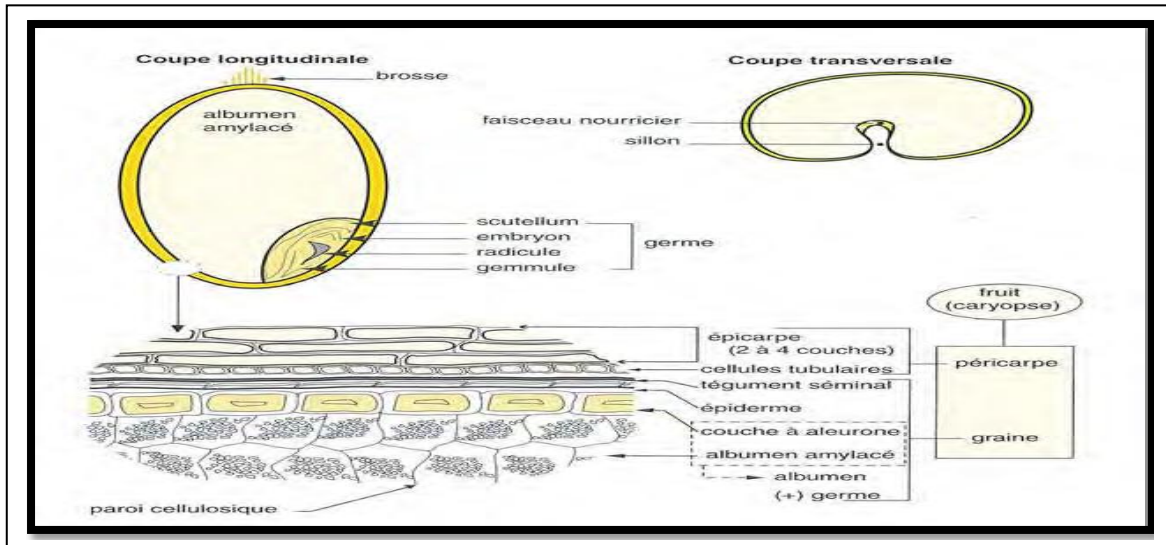


Figure 01. - Coupe d'un grain de blé (Feillet, 2000).

I.1.3 Composition biochimique du grain de blé

Les grains de céréales sont des organes végétaux particulièrement déshydratés, leur teneur en eau est environ de 14 %. Le cotylédon du blé représente 82 % à 85 % du grain, il accumule toutes les substances nutritives nécessaires : glucides, protéines, lipides, substances minérales et vitamines (Tableau n°01 et Tableau n°02) (Cretois, 1985).

Pendant la maturité de la graine les substances de réserves sont accumulées soit dans le cotylédon, soit dans le péricarpe. Ces substances sont principalement des métabolites qui assurent la nutrition de la plantule lors de la germination (Fig. 02).

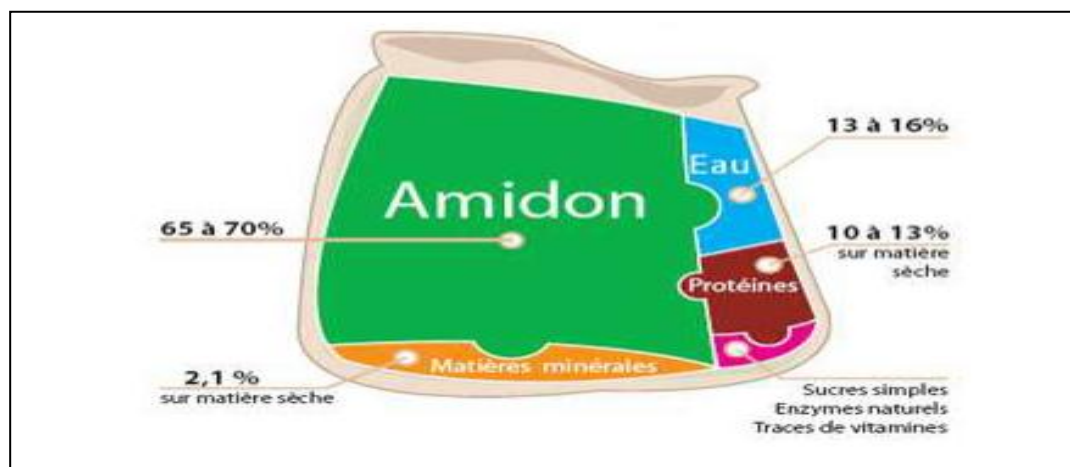


Figure 02. - La composition du grain de blé (Source : <http://www.boulangeries-net/MP/Infoblefar>).

Tableau 01.- Composition chimique des différentes parties d'un grain de blé : Valeurs moyennes et écarts courants exprimés en % de la matière sèche de la partie considéré (Godon, 1991).

Parties du grain (%)	Amidon (petites glucides)	Protéines	Lipides	Cellulose Hémicellulose Pentosanes	Minéraux
Péricarpe	16 (\pm 2)	12 (\pm 2)	1 (\pm 0,2)	67 (\pm 7)	4 (\pm 1)
Tégument séminal	10 (\pm 1)	16 (\pm 3)	4 (\pm 1)	58 (\pm 5)	12 (\pm 3)
Assise protéique	12 (\pm 2)	32 (\pm 3)	8 (\pm 1)	38 (\pm 3)	10 (\pm 5)
Germe	20 (\pm 1,5)	38 (\pm 2)	15 (\pm 2)	22 (\pm 2)	5 (\pm 1)
Albumen (Amande)	85 (\pm 10)	11 (\pm 3)	2 (\pm 0,1)	1,5 (\pm 1,5)	0,5 (\pm 0,2)

Tableau 02.- Composition moyenne en minéraux du grain de blé et des différents produits de mouture (en mg / 100g de matière sèche) (Pilon et al., 1988).

	Potassium	Phosphore	Fer	Zinc	Calcium	Magnésium
Grain entier	500	350	5	6	50	150
Germe	400	1200	16	4	100	500
Son	1300	1100	20	20	130	550

I.1.4 Mode de stockage et conservation du blé :

Les grains des céréales constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'homme et des animaux. La connaissance des phénomènes régissant leur conservation

et la maîtrise des techniques de stockage est déterminante pour l'alimentation humaine (Multon, 1982).

Le stockage permet de prévenir les calamités naturelles (sécheresse, faible récolté et chute de production) et la distribution régulière durant toute l'année en assurant la préservation de la valeur initiale des grains. De bonnes conditions de stockage de grains impliquent une teneur en eau de 11 à 12% et une température inférieure à 12°C (ketfi, 1982). Il a pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains (Ndiaye, 1999).

Le stockage des grains est une opération complexe qui demande la prise en compte de multiples paramètres (température, humidité, etc.) lors des différentes étapes, entre la récolte et l'expédition (Niquet, 2006). On en, distingue plusieurs modes

I.1.4.1 Stockage traditionnel

Le stockage se fait dans un sol argileux, appelé « **El matmour** » ou dans des sacs en toiles de jute, entreposés dans divers locaux, magasins ou hangars. La trop forte humidité et les eaux d'infiltration sont les inconvénients majeurs de cette méthode de stockage favorisant le développement des moisissures et les phénomènes de fermentations bactériennes (Doumandji et *al.*, 2003).

I.1.4.2 Stockage en sac

Les grains de blé sont stockés dans des sacs fabriqués en toile de jute, doublés par un sac plastique afin d'assurer normalement une très bonne conservation. Il faut que les grains soient secs, que le sac plastique intérieur ne soit pas percé, qu'il n'y ait pas de fumigant et que le sac soit bien attaché (Ndiaye, 1999 ; Ntsam, 1989). Les sacs doivent être maintenus hors du sol pour éviter la détérioration par l'humidité. Des plates-formes basses, des bâches ou des feuilles de plastique peuvent servir à cette fin, mais si il ya un risque de dommages par les rongeurs ou autres animaux. S'il y a un risque de pluie pendant la période de stockage, les sacs devraient être couverts avec des bâches imperméables. Le besoin de méthodes chimiques de lutte antiparasitaire ne doit pas survenir si la période de stockage est courte (FAO, 1994).

I.1.4.3 Stockage du blé en silos

De nos jours, les silos permettent de stocker les différents types de céréales (Duron, 1999). Ce sont des enceintes cylindriques en béton armé ou en métal inoxydable. L'emploi des silos réduit la main d'œuvre, augmente l'aire de stockage et supprime l'utilisation des sacs onéreux (Doumandji et *al.*, 2003).

I.1.4.4 Autres méthodes de stockage

I.1.4.4.1 Stockage en gerbes

C'est la méthode traditionnelle appliquée depuis le haut Moyen âge au moins dans presque toute l'Europe non méditerranéenne. On peut entasser les gerbes en plein air (gerbiers, meules), mais cette variante semble plutôt récente (18ème siècle) car l'usage le plus courant étant le stockage en grange. En gerbes, le grain est à l'abri de l'échauffement et du charançon (Multon, 1982).

I.1.4.4.2 Stockage en épis

Le stockage en épis est une technique très répandue pour toutes sortes de céréales dans le monde. Il demande bien moins de volume que le stockage en gerbes, d'où un coût moindre en bâtiments et par conséquent le contrôle de l'ambiance du stockage est plus facile (Multon, 1982).

I.1.4.4.3 Stockage des grains avec leurs balles

Bien qu'il soit assez peu fréquent, ce mode de stockage n'est pas sans intérêt. Il semble que la présence des balles ralentisse la propagation des insectes ou celle de l'échauffement par rapport à ce qui se passe dans le grain en vrac, sans exiger beaucoup de volume supplémentaire. Le mélange grains-balles est parfois stocké en grenier, comme le grain en vrac. Plus souvent, semble-t-il, il est stocké dans un contenant clos, quoiqu'à parois non étanches au gaz (Multon, 1982).

I.1.5 Facteurs d'altération des grains durant le stockage

Les grains de blé subissent des altérations diverses au cours de leur stockage. Ces derniers réduisent la qualité du grain et le rendent impropre à la consommation. Ces altérations ont plusieurs origines :

I.1.5.1 Facteurs abiotiques

I.1.5.1.1 Température

La température est le facteur clé responsable des pertes en post récolte. Elle exerce une forte influence sur le taux de respiration des grains stockés et celui des organismes parasites, de même que sur l'humidité relative de l'air, la teneur en eau des produits stockés et enfin sur le développement des ravageurs des stocks (Gwinner et *al.*, 1996).

I.1.5.1.2 Humidité relative

Généralement, les grains sont stockés à une humidité inférieure ou équivalente à 70% de l'activité de l'eau pour éviter la détérioration par les micro-organismes, notamment les moisissures (Sharma et *al.*, 2014).

I.1.5.1.3 Teneur en oxygène et en gaz carbonique

En présence d'oxygène, si la température et l'humidité sont élevées, l'amidon est transformé en sucres libres au cours de la respiration du grain, ce qui produit de la vapeur d'eau, du gaz carbonique et de la chaleur. Quand l'air se trouvant entre les grains est renouvelé avec apport d'oxygène par une faible ventilation ou par tirage naturel, la production de chaleur peut devenir très importante et provoquer un échauffement jusqu'à 55-60°C (Berhaut et *al.*, 2003).

I.1.5.1.4 Altérations physiques

Elles sont dues à des chocs lors des opérations de manutention répétées et brutales entraînant la cassure des grains. Lorsque la structure granulaire est détruite, les constituants peuvent entrer plus facilement en contact avec les microorganismes et les enzymes (Boudreau et *al.*, 1992).

I.1.5.2 Facteurs biotiques**I.1.5.2.1 Altérations d'origine enzymatique**

Elles sont essentiellement provoquées par les enzymes propres du grain. En mauvaises conditions de stockage, ces derniers entrent en activité et favorisent la dégradation de l'amidon et le rancissement des lipides (Berhaut et *al.*, 2003). Ce sont des hydrolases agissant sur les protéines (protéases), les lipides (lipases) et les glucides (glucosidases) ainsi que l'ensemble des équipements enzymatiques complexes qui régissent les phénomènes de respiration et de fermentation (Multon, 1982).

I.1.5.2.2 Altérations d'origine biologique

Il faut souligner qu'un stock de grains est un écosystème artificiel créé par l'homme et constitué d'un ensemble de différentes entités vivantes, d'une part et obligatoirement les grains avec leur germes et microorganismes (moisissures, levures, bactéries), d'autre part, de façon non obligatoire mais cependant très fréquente, les animaux déprédateurs (insectes, acariens, rongeurs et oiseaux) (Multon et *al.*, 1982).

I.1.5.2.2.1 Microorganismes

Les microorganismes et notamment les moisissures sont toujours présents à la surface des grains sous la forme de spores. Dès que les conditions de température et humidité deviennent favorables, ces microorganismes se développent en envahissant progressivement le grain. Les conditions climatiques en régions tropicales et notamment en zones humides sont très favorables à la croissance de ces microorganismes (Coraf, 2007).

En zones sèches, les risques d'attaque par les moisissures sont également présents si les conditions de stockage sont mauvaises. Les moisissures altèrent l'aspect, l'odeur et goût des grains sur lesquels elles se développent rendant ces derniers impropres à la consommation humaine ou animale (Coraf, 2007).

I.1.5.2.2.2 Ravageurs animaux

La faune déprédatrice des céréales entreposées est composée de différentes espèces de Rongeurs, d'oiseaux, d'Acariens et d'Insectes (Nacef et *al.*, 2004).

I.1.5.2.2.3 Rongeurs

Les rongeurs consomment le grain et endommagent les sacs, les palettes et les magasins. Ils contaminent également avec leurs urines et leurs déjections beaucoup de grains, ce qui en altère donc la qualité. Ils contaminent les céréales qui, une fois consommées par l'homme, peuvent lui occasionner des maladies (Bell, 2000).

I.1.5.2.2.4 Oiseaux

Ils sont présentés par les pigeons, les moineaux et les étourneaux. Les dégâts occasionnés par les oiseaux sont d'ordre quantitatif, par prélèvement de grains, et surtout qualitatif, par dépôts de fientes, de plumes, de cadavres sur les grains ou de débris végétaux utilisés pour la construction de leur nid. Leur présence est liée à un mauvais entretien des locaux et des abords extérieurs (Bell, 2000).

I.1.5.2.2.5 Acariens



Les acariens de stockage, appelés aussi acariens des denrées alimentaires entreposées, ont une prédilection pour les aliments conservés dans des lieux humides. ils se nourrissent essentiellement de moisissures (Bessot et *al.*, 2011). Ils appartiennent principalement à la famille des Acaridae et des Glycyphagidae. Ils se reproduisent selon un rythme accéléré et ils ont une fécondité élevée (Pauli et *al.*, 2013). Leur cycle de développement est très court avec seulement 10 à 12 jours entre 23 à 25°C (Berhaut et *al.*,

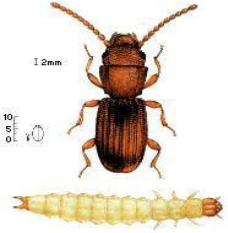
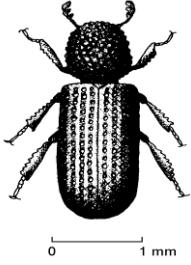
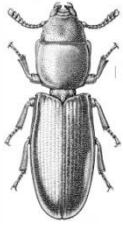


2003). Chez les acariens, les seuils de températures nécessaires à leur multiplication sont inférieurs à ceux des insectes, ils se situent entre 8 et 35 °C, mais il leur faut au minimum 70% d'humidité relative (Feillet, 2000), soit dans les grains à 17-18 % de teneur en eau (Berhaut et *al.*, 2003).

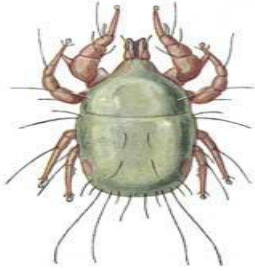
I.1.5.2.2.6 Insectes

De tous ravageurs, ce sont les insectes qui causent d'importantes pertes économiques au niveau du stockage des céréales. Deux ordres principaux comprennent la majorité des espèces inféodées au stock. Il s'agit des lépidoptères et les coléoptères. Ces derniers 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, en particulier les espèces de *Tribolium castaneum* et de *Sitophilus granarius* qui sont très fréquentes (Karahacane, 2015).

Tableau 03.- Les principaux ennemis des denrées stockées et leurs dégâts (Aziez et *al.*, 2003).

Insectes	Nom d'insecte	Condition de Prolifération	Dégâts occasionné	Nature des dégâts
	Charançon (<i>Sitophilus granarius</i>)	Population multipliée par 20 en 80 jours (30°C et grains à 14%)	Larves	-Trous dans les grains -Germe et amende dévorés
	Silvain (<i>Oryzaephilus Surinamensis</i>)	Population multipliée par 50 en 28 jours (32°C, HR90%)	Larves	-Aggravation des dégâts des charançons

	<p>Cryptoleste (<i>Cryptolestes ferrugineus</i>)</p>	<p>Population multipliée par 60 en 28 jours (35-40°C, HR70-90%)</p>	<p>Adultes et Larves</p>	<p>-Détruit le germe</p>
	<p>Capucin (<i>Rhyssopertha dominica</i>)</p>	<p>Population multipliée par 20 en 28 jours (34°C, HR70%)</p>	<p>Adultes</p>	<p>-Réduction en poudre du contenu du grain</p>
	<p>Cadelle (<i>Tenebroides</i>)</p>	<p>Développement larvaire en 100 jours à 28°C</p>	<p>Larves</p>	<p>Des grains dévorés</p>
	<p>Dermeste (<i>Trigoderma granarium</i>)</p>	<p>Population multipliée par 12.5 en 28 jours à 35°C</p>	<p>Larves</p>	<p>Grains creusés jusqu'à évidement complet</p>
	<p>Alucite des céréales (<i>Sitotroga cerealella</i>)</p>	<p>Population multipliée par 25 en 28 jours à 35°C</p>	<p>Larves</p>	<p>-Attaque le germe -Déprédation de la marchandise avec les fils de soie gluants de son cocon</p>

	<p>Acarien (<i>Acarus siro</i>)</p>	<p>Varie selon les conditions de température et la durée de vie</p>	<p>Adultes</p>	<p>-Attaque les germes de blé et les détruit -Cause des allergies chez les sujets sensibles</p>
---	---	---	----------------	---

Parmi les insectes cités sur le tableau nous donnons plus d'importance à l'espèce de *Tribolium castaneum* car c'est une espèce très fréquente dans les milieux de stockage en Algérie.

I.2 Caractères généraux de *Tribolium castaneum*

Les insectes des denrées stockées dont *Tribolium castaneum* représentent une partie très importante des ravageurs des denrées stockées (Syed Shayfur et al., 2007). Ils peuvent causer des pertes importantes en réduisant la qualité et la quantité des produits stockés. D'après l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), les pertes dues aux insectes nuisibles correspondent à 35% de la production agricole mondiale.

I.2.1 Origine et répartition géographique

On le trouve dans toutes les parties du monde. Sous les climats froids, uniquement dans les stockages à température élevée (Aziez et al., 2003).

Tribolium castaneum est une espèce cosmopolite, distribuée dans le monde entier qui selon (Lepesme, 1944) est probablement originaire de l'Inde.

I.2.2 Systématique

Catalogue of Life : *Tribolium castaneum* [archive] (en consulté le 23 octobre 2013)

- **Embranchement :** Arthropodes.
- **Classe :** Insectes.
- **Ordre :** Coléoptères.
- **Sous Ordre :** Polyphaga.
- **Famille :** Tenebrionidae.
- **Sous Famille :** Ulominae.
- **Genre :** Tribolium.
- **Espèce :** *Tribolium castaneum* (**Herbst**).

I.2.3 Morphologie

C'est un insecte appartenant à la famille des Tenebrionidae. L'adulte mesure de 3 à 4mm, de couleur uniformément brun rougeâtre. Il est étroit, allongé, à bord parallèles, à pronotum presque aussi large que les élytres et non rebordé antérieurement. Les trois derniers articles des antennes sont nettement plus gros que les suivants. Contrairement à *Tribolium confusum*, le chaperon ne dépasse pas l'œil latéralement. La larve mesure 6mm, environ 8 fois plus longue que large, d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies jaunes. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement rougeâtres (Camara, 2009).

I.2.4 Biologie

La longévité de l'insecte est de 2 à 8 mois suivant les conditions abiotiques. Dès l'âge de trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs qui, vers 30°C, éclosent au bout de cinq jours. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler. Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphosent sans cocon. À 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation. C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 et 33°C, son développement cessant au dessous de 22°C et qui résiste très bien aux basses hygrométries. La femelle pond entre 500 et 800 œufs. La durée du cycle dure environ un mois. Les adultes et larves sont capables de cannibalisme vis-à-vis des œufs et des nymphes (Aissata, 2009).

Ils peuvent se nourrir de champignons qui pourraient envahir le stock et d'une infinie variété de matières végétales sèches et sont toujours présents dans les stocks. Ils affectionnent

les farines dans lesquelles ils creusent des galeries. Ils leur communiquent une teinte brunâtre et une odeur âcre et rendent la panification difficile (Gatel, 2003).

I.2.4.1 Description des différents stades de développement

L'œuf : Les œufs sont ovulaires, sans sculpture. Ils mesurent en moyenne 0.6mm de long (Steffan, 1978). Les œufs éclosent après une incubation qui une semaine en moyenne à 25°C. Les durées extrêmes étant de 4 jours à 38°C et de 2 semaines à 19°C (Multon, 1982).

Larve : La larve est vermiforme de couleur tachetée de jaune avec une capsule céphalique. Les pièces buccales et la face dorsale sont légèrement plus sombre (Lepesme, 1944). Les segments thoraciques portent en dessous 6 pattes bien développées et de même couleur que le reste du corps (Fig. 3).

La première paire de pattes est plus développée que les deux autres paires (Dajoz, 2002 ; Anonyme, 2003).

La jeune larve devient progressivement jaune, à l'exception des pièces buccales et de la tête plus foncée. Les larves perdent progressivement de leur mobilité au cours du développement qui comporte 7 à 8 mues, quelque fois beaucoup plus en conditions défavorables, et qui dure six (06) semaines à quatre (04) mois. Elles vivent directement dans les produits céréaliers ou se nourrissent de grains endommagés. Les larves âgées remontent près de la surface avant de ce déplacer.

Le sexe peu être déterminé à ce stade par l'observation microscopique (Multon, 1982).

• **La nymphe :** Elle est de couleur blanche et nue. Les segments de son abdomen sont ex planés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés (Balachowski, 1962).

La nymphe reste sans protection et est incapable de se déplacer. Le sexe peut être bien visible à ce stade.

• **L'imago :** Après avoir subi une mue imaginale, la nymphe donne un imago. A son émergence, l'imago devient clair (Fig. 3). Après deux à trois jours, la couleur devient brun rouge et sa taille atteint 3 à 4 mm (Balachowsky et *al.*, 1936).



Figure 03. - Œuf, larve, nymphe et Adulte de *Tribolium castaneum*. (Herbst, 1797)
(Camara, 2009)

I.2.5 Dégâts

D'après Steffan In Scotti (1978), ils sont très polyphages, ce sont des cléthrophages secondaires, car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures, elles attaquent les grains endommagés, escortent souvent les charançons ou parachèvent leurs dégâts.

Le *Tribolium* cherche surtout les denrées amylacées pulvérulentes comme la farine, le son... (Lepesme, 1944), les adultes secrètent une substance nauséabonde riche en quinones qui communique au lot infecté une odeur particulièrement désagréable.

Sur les graines d'arachide le *Tribolium castaneum* provoque un accroissement notable de la Teneur En acides gras dans l'huile qui en est extraite et s'attaque le blé, maïs, orge, sorgho, millet ; manioc, igname, arachide, coton, ricin, cacao (Delobel et *al.*, 1993; Cruz et *al.*, 1988).

I.2.6 Moyens de lutte**I.2.6.1 Lutte préventive**

Cette lutte consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transport, des locaux de stockage, des installations de manutention et des machines de récolte. Il est important d'isoler les nouvelles récoltes de celles qui sont anciennes dans l'entrepôt (Kellouche, 2005).

Il est couramment admis que plus de 80 % de la lutte contre les insectes repose sur l'intervention sanitaire qui repose sur :

a. Protection des locaux de stockage

Avant la mise en stock des denrées, il est indispensable de nettoyer correctement les structures de stockage :

- Balayage correcte des locaux, brossage des murs et colmatage des fissures.
- Toutes les balayures et débris rassemblés doivent être détruits car il pourrait constituer un foyer d'infestation. En magasin il faudra traiter les sacs vides et détruire le vieux sac.
- Comme les locaux de stockage, les alentours des bâtiments, doivent être propres et parfaitement dégagé (Belmouzar, 2004).
- La désinsectisation de l'emballage et des locaux de stockages qui doivent être hermétiquement fermés ainsi que la denrée destinée au stockage.
- Utiliser un emballage résistant tels que les sacs en polyéthylène doublé, coton que les insectes sont incapable de percer (Amari, 2014).

b. Protection de la denrée

Avant la mise en stock, le produit doit être correctement nettoyé, la présence de brisures et de fines constitue un élément favorable au développement des insectes.

Tout nouveau lot doit être considéré à priori comme douteux est correctement inspecté car du produit attaqué introduit même en faible quantité peut infester un magasin ou un silo. La lutte contre les insectes sera souvent vaine si l'on ne considère pas que c'est l'ensemble des structures de stockage des denrées stockées qui doit être correctement tenu et si l'on observe pas des principes élémentaires pouvant prévenir les infestations (Philippe, 2006).

I.2.6.2 Lutte curative

Les traitements curatifs ont pour but d'empêcher le développement des ravageurs de denrées stockées en cas de l'infestation et avant d'arriver à des stades plus complexes irréversibles.

I.2.6.3 Lutte physique

C'est une méthode qui consiste à utiliser des agents physiques (mouvement, chaleur, lumière, froid, eau, électricité, radiation...) afin de ralentir au maximum l'activité biologique des ravageurs des graines.

D'après Cruz et *al* (1988), les basses températures ont pour effet de ralentir l'activité alimentaire de l'insecte et d'en réduire les mouvements. Lorsque la température baisse au dessous de 10°C, l'activité du bruche est nettement ralentie ou bien arrêtée (Goix, 1986). D'après Laybeyrie (1962), le maintien des entrepôts de stockage à une température de -1°C pendant un mois entraîne la mort des adultes. L'exposition des graines aux radiations ultra-violettes de longueur d'onde inférieure à 3126 Å° provoque la mort des œufs et des larves du premier stade et engendre des individus anormaux après l'émergence (Labeyrie, 1962). L'irradiation des denrées par des rayons gamma est une technique utilisée dans de nombreux pays pour lutter contre les insectes ravageurs, les doses élevées de rayons tuent les insectes, alors que les faibles doses les stérilisent (El-Badry et *al.*, 1975).

I.2.6.4 Lutte chimique

Les moyens de protection les plus efficaces sont les pesticides chimiques (Relinger et *al.*, 1988; Haubruge et *al.*, 1988; Hall, 1970). Pour la protection des stocks vivriers et les semences, les pesticides fréquemment utilisés sont les organophosphorés, les pyréthriinoïdes de synthèse et des produits composés à partir des matières actives appartenant aux deux familles (Gwinner et *al.*, 1996).

Deux types de traitement sont généralement employés :

Traitement par contact (qui consiste à recouvrir les grains, l'emballage ainsi que les locaux de stockage d'une pellicule de produit insecticide qui agit par contact sur les déprédateurs, dont l'effet est plus ou moins rapide avec une persistance d'action plus longue). (Cruz et *al.*, 1988). Tel que les pyréthriinoïdes de synthèse en provoquant souvent effet de choc sur les insectes comme *Tribolium castaneum*.

Et le traitement par fumigation (qui consiste à traiter les grains à l'aide d'un gaz toxique qu'on appelle fumigant). L'intérêt majeur de la fumigation est de faciliter la pénétration des gaz à l'intérieur du grain et donc de détruire les œufs, les larves et les nymphes qui s'y développent (Cruz et *al.*, 1988).

I.2.6.5 Lutte biologique

La lutte biologique repose sur l'utilisation d'organismes vivants pour diminuer la population des pathogènes, de manière à réduire les dégâts dans la culture. Champignons, nématodes, bactéries, insectes, tous les organismes sont potentiellement des prédateurs pour les parasites et les ravageurs (Anonyme, 2006).

Cette méthode entre dans le cadre du 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 pathogènes, ainsi que des produits naturels d'origine végétale comme des poudres minérales des huiles végétales, huiles essentielles..., issue du phénomène de la phytothérapie

Selon (Padin et *al.*, 1997) l'agent pathogène comme *Beauveria bassiana* utilisé à la dose 0,5 g/q s'est montrée efficace vis-à-vis *Tribolium castaneum*. Les mortalités ont dépassé 50 % après 14 jours des traitements.

Les plantes aromatiques ont été utilisées pour des fins médicales ; elles sont traditionnellement utilisées pour protéger les graines entreposées (Sanon et *al.*, 2002). Actuellement, la lutte biologique est la méthode la plus favorisée dans les programmes de recherche vu ses intérêts économiques et agro-environnementaux qui permettent le maintien d'un équilibre bioécologique (Amari et *al.*, 2014).

Les huiles essentielles extraites des feuilles des plantes aromatiques ont également révélé des propriétés insecticides très intéressantes contre une grande variété d'insectes ravageurs des stocks des denrées alimentaires (Tapondjou et *al.*, 2003 ; Kellouche, 2005).

L'activité insecticide de plusieurs huiles essentielles, poudres et d'autres extraits de plantes ont été évalués contre différents ravageurs des céréales et des légumes (Yazdani et *al.*, 2014). L'activité biologique des huiles essentielles sur les insectes phytophages s'exerce à plusieurs niveaux et limite le renouvellement des générations (Regnault-Roger et *al.*, 2008). Dans ce contexte nous nous sommes basés sur l'emploi des huiles essentielles et leur description dans le chapitre qui suit

I.3 Généralités sur les huiles essentielles

I.3.1 Définition

Les huiles essentielles, appelées essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelette dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches et les bois. Elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal. Elles sont odorantes et très volatiles et s'évaporent rapidement dans l'air (Padrini et *al.*, 1996).

Pour certains auteurs, il est important de distinguer huile essentielle et essence (Carette et *al.*, 2000).

Essence : est une sécrétion naturelle élaborée par l'organisme végétal. Elle est contenue dans divers types d'organes producteurs, variables selon la partie de la plante considérée.

Huile essentielle : est un extrait naturel de matières premières d'origine végétale. Elle est obtenue par distillation à l'aide de la vapeur d'eau. L'huile essentielle est l'essence distillée.

C'est une substance volatile et odorante obtenue des végétaux par entraînement à la vapeur d'eau. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme produits du métabolisme secondaire (Afnor, 1987).

I.3.2 Répartition et localisation

Les huiles essentielles sont produites par certains végétaux grâce à leurs organes sécréteurs localisés dans différentes parties de la plante (fleur, fruit, bois, racine, feuille...). Ces plantes, dites aromatiques, représentent seulement 10% de toutes les espèces végétales de la planète. En effet, la plupart des végétaux possèdent une odeur caractéristique mais ne font pas forcément partie des plantes aromatiques. Pour qu'un végétal appartienne à la famille des plantes aromatiques, il doit contenir une quantité plus ou moins importante d'essences dans une ou plusieurs parties de sa structure. (Bonnafoous, 2013 ; Miles, 2013).

La synthèse des huiles essentielles peut s'effectuer dans des cavités, alvéoles ou poches ou canaux sécréteurs se situant soit à la périphérie du fruit, soit dans les tissus plus profonds des racines, des feuilles ou des tiges (Perrin et *al.*, 1985).

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Elles sont alors stockées dans tous les organes végétaux (fleurs, feuilles). Si tous les organes d'une même espèce peuvent renfermer une huile essentielle, la composition de ce dernier peut varier selon la localisation (Bruneton, 1999).

I.3.3 Caractérisation de l'huile essentielle

I.3.3.1 Composition chimique

La composition chimique d'une huile essentielle est très complexe (Jocteur, 2007; Couic-Marinier et *al.*, 2013). Ce sont des mixtures naturelles d'hydrocarbures et d'oxygène (alcools, aldéhydes, cétones, carboxyles, acides, esters et lactones). Elles sont susceptibles de s'oxyder rapidement, donc leur composition peut évoluer après extraction selon leur condition de stockage (Vigan, 2009). Connaître avec exactitude les constituants d'une huile essentielle est fondamentale, à la fois pour vérifier sa qualité, expliquer ses propriétés et prévoir sa toxicité potentielle (Couic-Marinier et *al.*, 2013).

La plupart des huiles essentielles sont constitués de 20 à 60 composés. Elles ne contiennent ni protéines, ni lipides, ni glucides, ne de minéraux ni de vitamines. Elles n'ont donc aucune valeur nutritionnelle (Couic-Marinier et *al.*, 2013). Ce sont des mélanges complexes de composants appartenant principalement à deux groupes, caractérisés par des origines biogénétiques apparentes dont les terpinoïdes et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Bruneton, 1993).

I.3.3.1.1 Composés terpéniques

Une huile essentielle renferme majoritairement des terpénoïdes ou terpènes volatils, issus de la condensation d'unités isopréniques. Seuls les monoterpènes en C₁₀ et les sesquiterpènes en C₁₅ peuvent être extraits par distillation contrairement aux autres terpènes (diterpènes en C₂₀ et triterpènes en C₃₀) (Couic-Marinier et *al.*, 2013).

I.3.3.1.2 Composés aromatiques

Dérivés du phénylpropane ($C_6 - C_3$), ils sont beaucoup moins fréquents dans les huiles essentielles que les monoterpènes et les sesquiterpènes (Bruneton, 2009 ; Couic-Marinier et *al.*, 2013).

Ils appartiennent aux différentes classes de la chimie organique: hydrocarbures, alcools, aldéhydes (Billerbeck et *al.*, 2002).

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse est une technique qui permet d'étudier la composition chimique et l'identification des composés des huiles essentielles (Bakkali et *al.*, 2008 ; Tajkarimi et *al.*, 2010).

I.3.4 Méthodes d'extraction des huiles essentielles

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des huiles essentielles :

I.3.4.1 Hydro-distillation

L'hydro-distillation consiste à immerger la matière première dans une solution d'eau. L'ensemble est porté à ébullition. Elle est généralement conduite à pression atmosphérique. La distillation peut s'effectuer avec ou sans cohobage des eaux aromatiques obtenues lors la décantation (Laguznez, 2006) (Fig. 4),

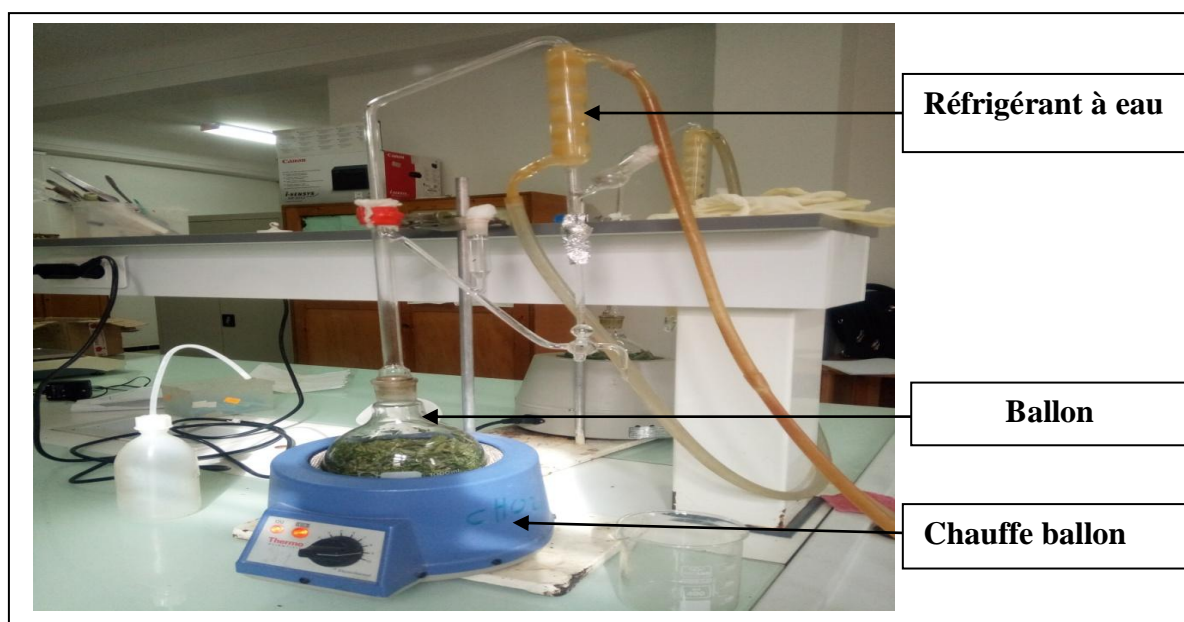


Figure 04.- Hydro-distillation a l'aide de l'appareille clevenger (Photo originale).

I.3.4.2 Hydro-diffusion

Elle consiste à faire passer de haut vers le bas et à pression réduite, la vapeur d'eau au travers de la matrice végétale (Richard, 1992).

I.3.4.3 L'entraînement à la vapeur d'eau

A la différence de l'hydro-distillation, cette technique ne met pas en contact directe l'eau et la matière végétale à traiter, durant le passage de la vapeur à travers le matériel ; les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle » (Lucchesi, 2005).

La vapeur d'eau volatilisée entraîne l'huile essentielle puis se condense ensuite dans le serpentin du réfrigérant. A la sortie de ce dernier, le mélange est récupéré ensuite séparé (Roux-Sitruk et *al.*, 2008).

I.3.5 Rôles des huiles essentielles

En générale, les huiles essentielles constituent un moyen de défense naturel contre les insectes prédateurs et les microorganismes (Mann, 1987).

Jouent un rôle de protection des plantes contre un excès de lumière et attirer les insectes pollinisateurs (Dunstan et *al.*, 2013).

Les plantes aromatiques sécrètent ces substances afin de se protéger contre les maladies, le froid, le dessèchement et certains prédateurs, comme les insectes nuisibles. Ainsi, la quantité d'essence fabriquée par la plante est directement proportionnelle à l'intensité de la rudesse climatique contre laquelle la plante doit faire face. Inévitablement, le taux d'essence obtenu à partir d'une plante qui pousse dans des conditions sauvages sera plus élevé que celui obtenu à partir d'une plante cultivée par l'homme. Cependant la culture des plantes aromatiques demeure dispensable pour la sauvegarde de la biodiversité naturelle (Purchon, 2008 ; Festy, 2008). Les essences aromatiques permettent également l'instauration d'une « communication » au sein d'une même espèce. Ainsi, l'ensemble des pins constituant une forêt sont capables de s'envoyer des signaux indispensables à la pérennité de l'espèce, par exemple, en cas d'invasion par des champignons, les premiers pins infectés alertent leurs congénères par le biais des essences aromatiques et leur ordonnent d'augmenter leur production de molécules antifongiques (Miles, 2013).

Les huiles essentielles présentent des activités insecticides (Ünlü et *al.*, 2002 ; Ayvaz et *al.*, 2002) Elles sont aussi utilisées dans la lutte biologique contre les ravageurs. En effet, ces bio-pesticides présentent un réel avantage par rapport aux produits phytosanitaires qui comportent des risques pour la santé humaine et pour l'environnement. Les bio pesticides à partir des huiles essentielles sont caractérisés par leur faible rémanence, leur faible toxicité pour l'homme et par leur mode d'action sur les ravageurs (Shahi et *al.*, 2009; Miresmailli et *al.*, 2006; Koul et *al.*, 2008). L'action des huiles essentielles sur les insectes et acariens affecte la croissance, la mue, la fécondité et le développement.

I.3.6 Conditions de conservation et de stockage

Les récipients en verre teintés (brun ou bleu) sont recommandés pour conserver les huiles essentielles (la lumière étant une cause de dégradation). Toutefois, l'acier inoxydable ou l'aluminium, fermé avec des bouchons étanches et chimiquement inertes, peuvent également être utilisés. Ils doivent être conservés dans un endroit frais, de température inférieure à 20°C. La durée de conservation des huiles essentielles pures, dans de bonnes conditions, se situe aux alentours de 12 à 36 mois selon l'huile essentielle considérée. Il faut savoir que la durée de conservation des essences de zestes d'agrumes (citron, orange.....) est plus courte que celle des autres huiles essentielles (Roux, 2008).

I.4 Généralités sur la plante *Pittosporum tobira*

Pittosporum tobira est une plante qui appartient à la famille des Pittosporaceae. Cette famille comprend, en plus de *Pittosporum* dont l'aire est très vaste, un genre s'étendant sur l'Australie, l'Indonésie et les Philippines et sept autres qui sont endémiques en Australie (Cufodontis et *al.*, 1955). Elle comptabilise donc neuf genres et environ 200 espèces réparties dans les régions paléotropicales (Botineau, 2010).

Cette famille est donc difficile à classer, et pendant longtemps, a été considérée comme appartenant à l'ordre des Rosales (Botineau, 2010).

I.4.1 Origine

Le pittospore du Japon (*Pittosporum tobira*) est originaire d'Extrême-Orient, plus particulièrement de Chine, de Corée et bien sûr, comme son nom l'indique, du Japon. (<https://www.aujardin.info/plantes/pittosporum.php>).

I.4.2 Classification

Selon Cronquist (1981), la classification est la suivante :

Règne:	Plantae.
Embranchement:	Spermatophytes.
Sous embranchement:	Angiospermes.
Classe:	Magnoliopsida.
Ordre:	Rosales.
Famille:	Pittosporaceae.
Genre :	<i>Pittosporum</i> .
Espèce:	<i>Pittosporum tobira</i> .

I.4.3 Description morphologique

Pittosporum tobira est un arbre pouvant tout de même atteindre 10 mètres de hauteur pour 3 mètres d'étalement (Moufida, 2014) (Fig. 05).

Feuilles vert foncé et lustré au bord légèrement recourbé

Fleurs de petits bouquets de fleurs blanches semblables à de la porcelaine. De petites tailles (2 cm de diamètre) elles dégagent pourtant un parfum délicieux

Fruits En automne de petites capsules contenant des graines orange vif à rouge

Multiplication : Bouturage semi-ligneux en été, marcottage, semis. Planter au printemps



Figure 05.- Plante *Pittosporum tobia* (Photos originales).

I.4.4 Répartition géographique

Distribution et habitat (Fig. 06): L'espèce est une famille de zones tropicales et tempérées-chaudes où elle est cultivée fréquemment dans les parcs et jardins (Anonyme, 2010).

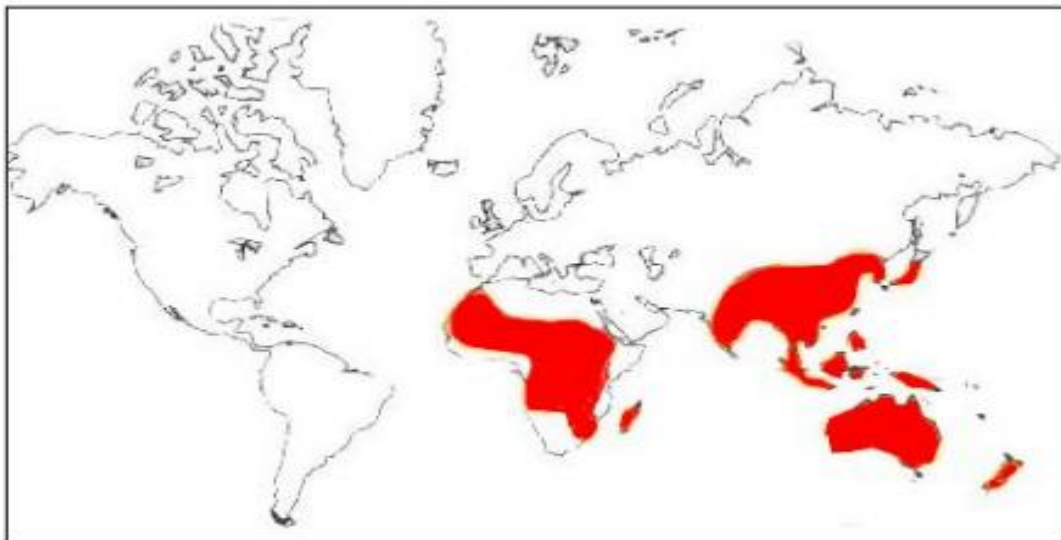


Figure 06.- La distribution et habitat de l'espèce de *Pittosporum tobia* (Anonyme, 2010).

I.4.5 Composition chimique

La composition chimique de l'huile essentielle obtenue à partir des feuilles de *Pittosporum tobira* a identifié les constituants majeurs comme l'undécane (31,11%), le 4-méthyl-1,3-pentadiène (11,34%), (1,3- diméthyl-2-butényl) benzène (5,45%) et L-limonène (14,08%). Les analyses ont été effectuées par chromatographie en phase gazeuse et spectroscopie de masse (GC-MS) (Chung et *al.*, 2010).

I.4.6 Propriétés biologiques

L'huile essentielle de *Pittosporum tobira* a des propriétés insecticide sur les larves de diptères (Chung et *al.*, 2010).

I.4.7 Effets thérapeutiques

L'huile essentielle de *Pittosporum tobira* montre que des sites cibles autres que ceux utilisés par les antibiotiques seront actifs contre les pathogènes microbiens multirésistants (Lee CK et *al.*, 1998).



Chapitre II :
Matériels et méthodes

Chapitre II : Matériels et méthodes

Dans ce chapitre nous abordons le matériel et les méthodes nécessaires à la réalisation du travail expérimental réservé à l'élevage de *Tribolium castaneum* (Herbst), à l'extraction des huiles essentielles des végétaux et leurs effets insecticides sur la population de *Tribolium castaneum*.

1. Objectifs

L'objectif principal de cette étude est de déterminer l'effet insecticide par le traitement d'inhalation de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* sur le ravageur du blé stocké *Tribolium castaneum* (Herbst) dans les conditions de laboratoire, par la détermination de la **DL₅₀** et **DL₉₀** et le **TL₅₀** et le **TL₉₀** au niveau du laboratoire (**Eau- Roche- Plante**) de l'université Djilali Bounaama de khemis Miliana.

2. Matériel animal

Pour obtenir les individus en adultes de *Tribolium castaneum* nécessaire à notre expérimentation, nous avons réalisé l'élevage au niveau du laboratoire de recherche << **Eau – Roche –Plante** >> de l'université de Khemis Miliana. L'élevage a été effectué dans une armoire aménagée en chambre d'élevage (Fig. 07) à une température de 25°C±2°C et une humidité relative variant de 65 à 70%.

50 adultes sont placés dans chaque bocal en verre d'une capacité de 500 grammes contenant 100g de semoule dont l'ouverture est fermée à l'aide d'un couvercle perforé permettant l'aération des adultes de *Tribolium castaneum*.

Afin d'éviter le phénomène de surpopulation dans des bocaux et avoir suffisamment, d'individus de *Tribolium castaneum* nous avons procédé à un transfert régulier des adultes dans des nouveaux bocaux. Cette procédure nous a permis d'assurer en permanence l'élevage et l'approvisionnement en individus nécessaires aux traitements.

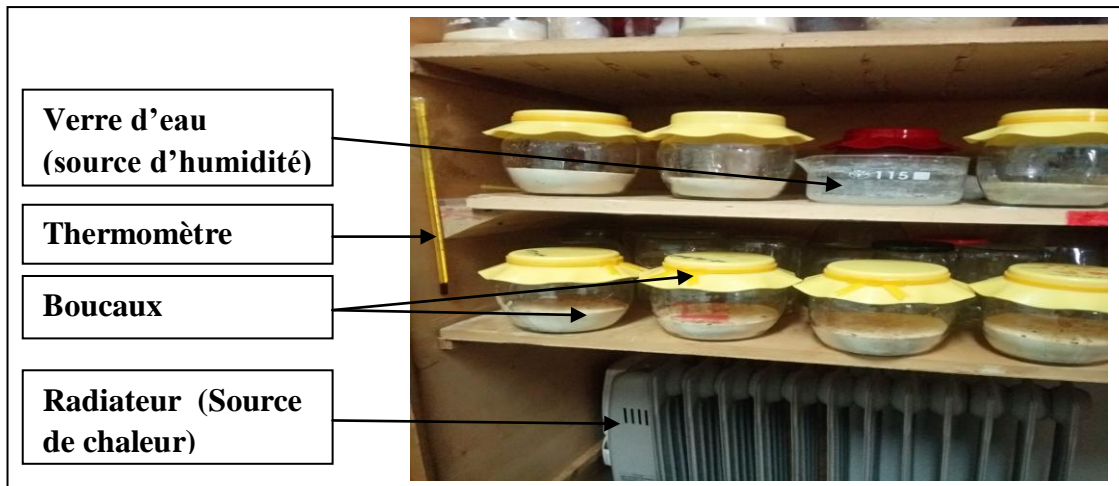


Figure. n° 07. - Chambre d'élevage de *Tribolium castaneum* (photo originale).

3. Matériel végétal

Les feuilles et les fruits des plantes de *Pittosporum tobira* utilisées pour l'extraction ont été récoltés à l'université Djillali Bonnama de Khemis-Miliana durant les mois de novembre et de décembre 2017. Les feuilles et les fruits de *Pittosporum tobira* ont été séchés à l'ombre au niveau du laboratoire pendant 07 à 10 jours (Fig.08). Les feuilles séchées sont ensuite broyées puis conservées dans des sacs en carton jusqu'à leur utilisation.



Figure. n° 08.- Opération de séchage des feuilles et des fruits de *Pittosporum tobira* (Photos originales).

4. Extraction de l'huile essentielle

L'extraction de huile essentielle a été effectuée au niveau du laboratoire de recherche << Eau – Roche – Plante >> de l'université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana. La méthode utilisée est l'hydro-distillation à l'aide de l'appareil de Clevenger (Fig. 09). On introduit 50 grammes de matière séchée dans un ballon d'une capacité de 1 litre contenant de l'eau distillée. L'ensemble est porté à ébullition pendant 2h. Le chauffage est assuré par un Chauffe-ballon électrique d'une puissance de 350 w.

Les vapeurs chargées d'huiles essentielles se condensent à leur arrivée au niveau du réfrigérant et elles retombent sous forme de gouttelettes dans l'essencier en formant avec l'eau un mélange d'eau et d'huile qui est récupéré dans une ampoule à décanter.

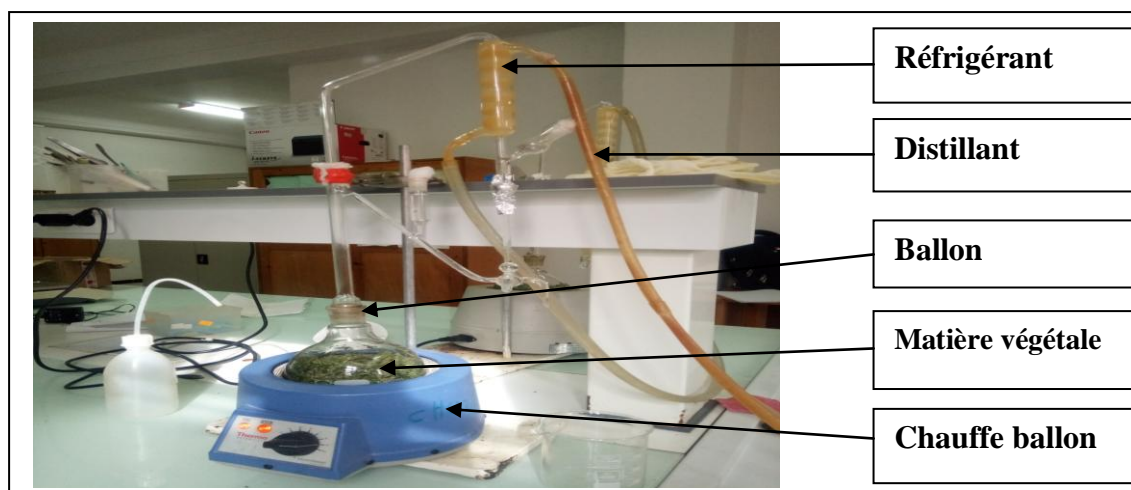


Figure. n° 09.- Dispositif d'extraction des huiles essentielle de *Pittosporum tobira* (Hydro-distillation) (photo originale).

L'huile essentielle obtenue est conservée dans des petits flacons en plastique de 1 ml (eppendorf), hermétiquement clos et recouvert avec du papier aluminium pour éviter tout risque d'altération et la dégradation de ces composantes (Fig. 10). Les flacons sont mis dans un réfrigérant à 4°C pour conserver l'huile essentielle.

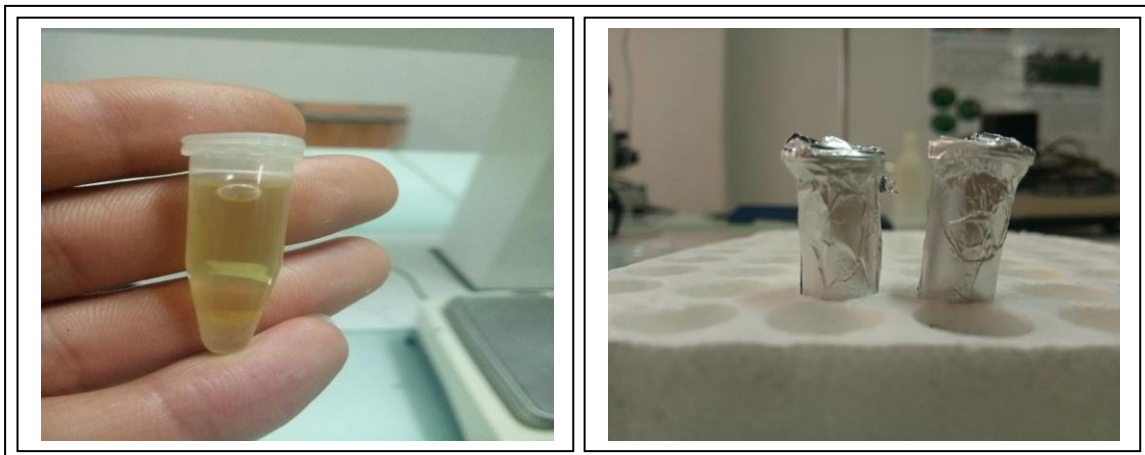


Figure. n° 10. - Conservation de l'huile essentielle (Photos originales).

4.1 Calcul de rendement

Le rendement en huiles essentielles est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids du matériel végétal utilisé (Kaid, 2007) Il est exprimé en pourcentage et il est calculé par la formule suivante :

$$\text{Rdt \%} = \frac{m1}{m2} \times 100$$

Rdt % : rendement en huile essentielle.

m1 : masse en grammes d'huile essentielle.

m2 : masse en grammes de la matière végétale sèche.

5. Préparation des doses de traitement

Pour déterminer la fourchette réelle des doses à utiliser et les temps d'exposition aux huiles essentielles on a opté par l'utilisation du test préliminaire. Le test a été réalisé sur dix individus adultes de *Tribolium castaneum* (herbst) dans des boîtes de pétrie à différentes doses.

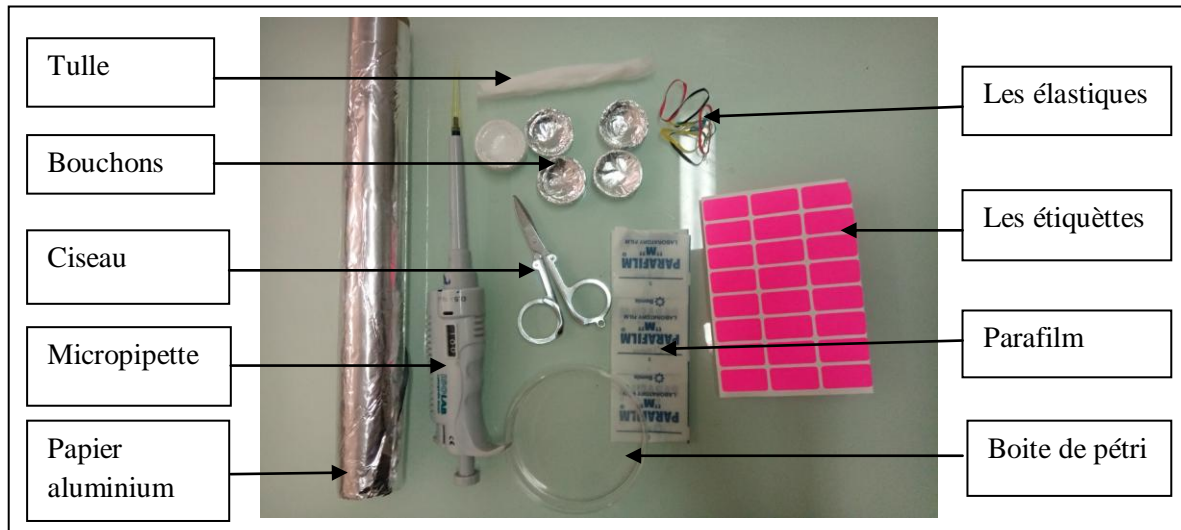


Fig. n° 11. - Matériel de traitement utilisé (photo originale).

6. Mode de traitement

Le traitement par inhalation consiste à étudier l'effet des huiles essentielles de la plante (*Pittosporum tobira*) sur la mortalité des adultes des insectes, Les mortalités des adultes ont été relevées après traitement et reportées sur un (tableau n°04).

Les individus adultes de *Tribolium castaneum* sont placés dans des boîtes de pétrie contenant chacune 10 individus. On rajoute dans la boîte un bouchon de 3 cm de diamètre et de 0,5 de profondeur contenant l'huile essentielle brute. Nous notons qu'au paravent les bouchons ont été couverts par du papier aluminium et recouverts avec des morceaux de toile (Fig. 10). On a faire des testes préliminaire avec des doses différentes (5 μ l, 10 μ l, 15 μ l, 20 μ l), (50 μ l, 100 μ l, 150 μ l, 200 μ l), (100 μ l, 200 μ l, 300 μ l, 400 μ l). L'ensemble des boîtes de pétrie préparées sont fermées avec du para-film afin d'éviter l'évaporation des huiles essentielles. L'ensemble des boîtes sont numérotées et sont remis dans la chambre d'élevage sous les mêmes conditions de température et d'humidité de l'élevage de masse.

Trois répétitions et un témoin ont été effectués pour chaque dose et pour chaque temps d'observation. Les témoins n'ont reçu aucun volume d'huile essentielle, seulement de l'eau distillée stérilisée).

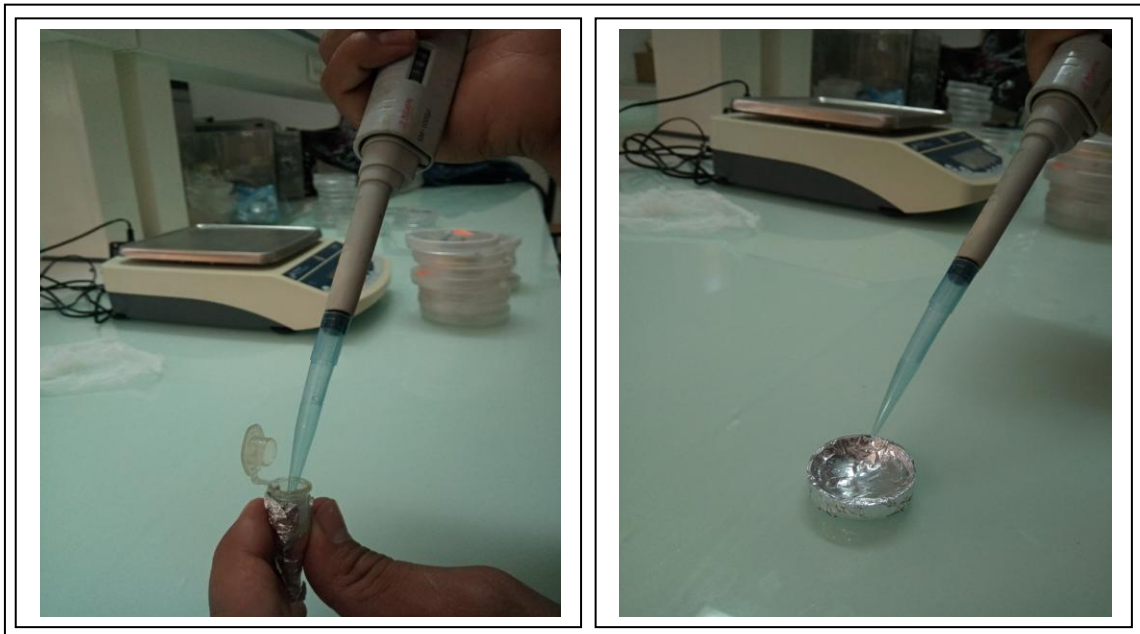


Fig. n° 12. - Préparation des doses des huiles essentielles de *Pittosporum tobira* à l'aide de la micropipette. (Photos originales).

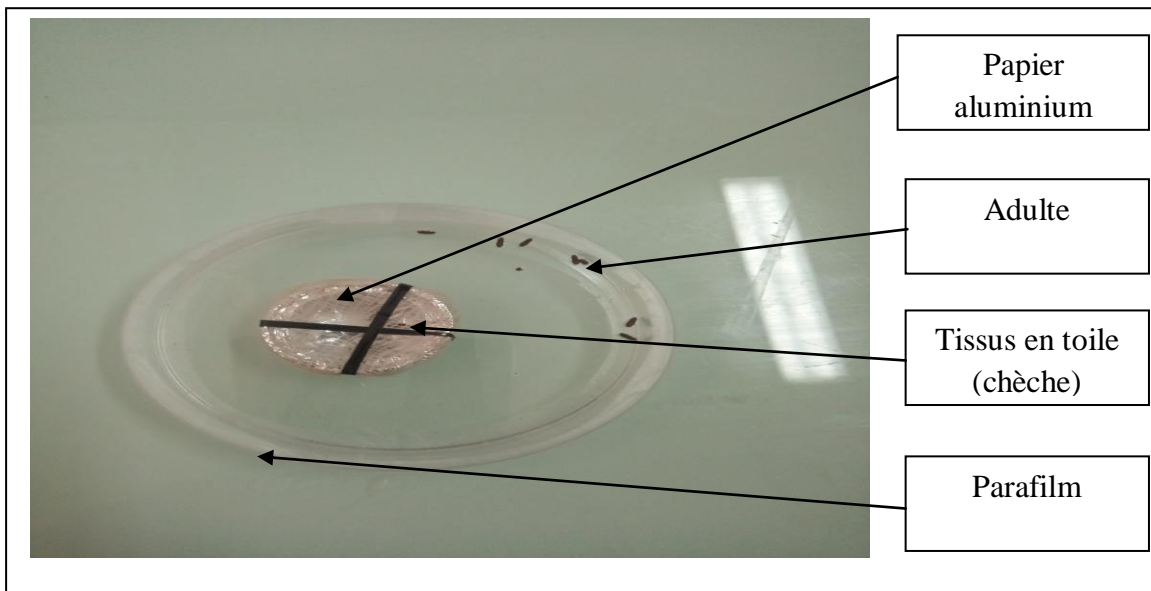


Fig. n° 13. - Test inhalation créée dans une boîte de pétrie (Photo originale)

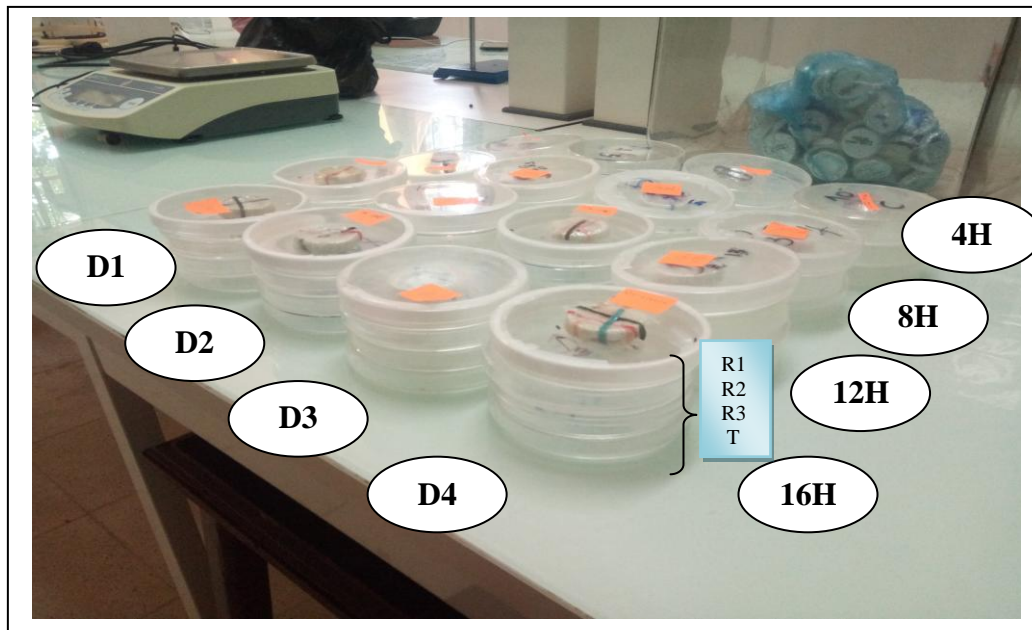


Figure n° 14.- Dispositif expérimentale (Photo originale).

7. Expression des résultats

7.1 Calcul des doses létales (DL_{50} et DL_{90}) et des temps létaux (TL_{50} et TL_{90})

Pour estimer la DL_{50} et les DL_{90} et le TL_{50} et les TL_{90} (temps au bout duquel il y a mortalité de 50% ou de 90% de la population) on se sert de la transformation des pourcentages des mortalités corrigées en probit et de la transformation en logarithme décimal des doses et du temps (Tableau n°05) (Cavelier, 1976).

Les transformations nous permettent par l'intermédiaire de logiciel Excel stat d'établir les droites de régression du type

$$Y = ax + b$$

Y = probit de mortalité corrigée.

X = logarithme de la dose ou du temps.

A partir de cette équation la DL_{50} – DL_{90} et le TL_{50} – TL_{90} sont déterminées.

Tableau n° 05. - Tableau de transformation du pourcentage en probit (Cavelier, 1976).

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,5	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,8	4,82	4,85	4,87	4,9	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,05	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
	0,0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,75	7,75	7,88	8,09

Par exemple, pour une réponse de 10%, le probit correspondant serait 3,72. En outre, pour une réponse de 13 %, le probit correspondant serait 3,87.



Chapitre III :
Résultats et discussion

Chapitre III : Résultats et discussion

Dans ce chapitre on donne les différents résultats obtenus suite au traitement à l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* sur des populations de *Tribolium castaneum*.

1. Résultats

1.1 Rendement

Le rendement en huiles essentielles de *Pittosporum tobira* obtenu durant notre expérimentation est de 0,0354 %.

1.2 Mortalité

Les résultats de mortalités suite à l'action d'huile essentielle de *Pittosporum tobira* sur *Tribolium castaneum* durant les différents temps d'observation (4h, 8h, 12h, et 16h) et les différentes doses utilisées de l'huile essentielle après le test préliminaire soient (100 µl, 200 µl, 300 µl et 400 µl). Sont résumés dans un (tableau n° 06).

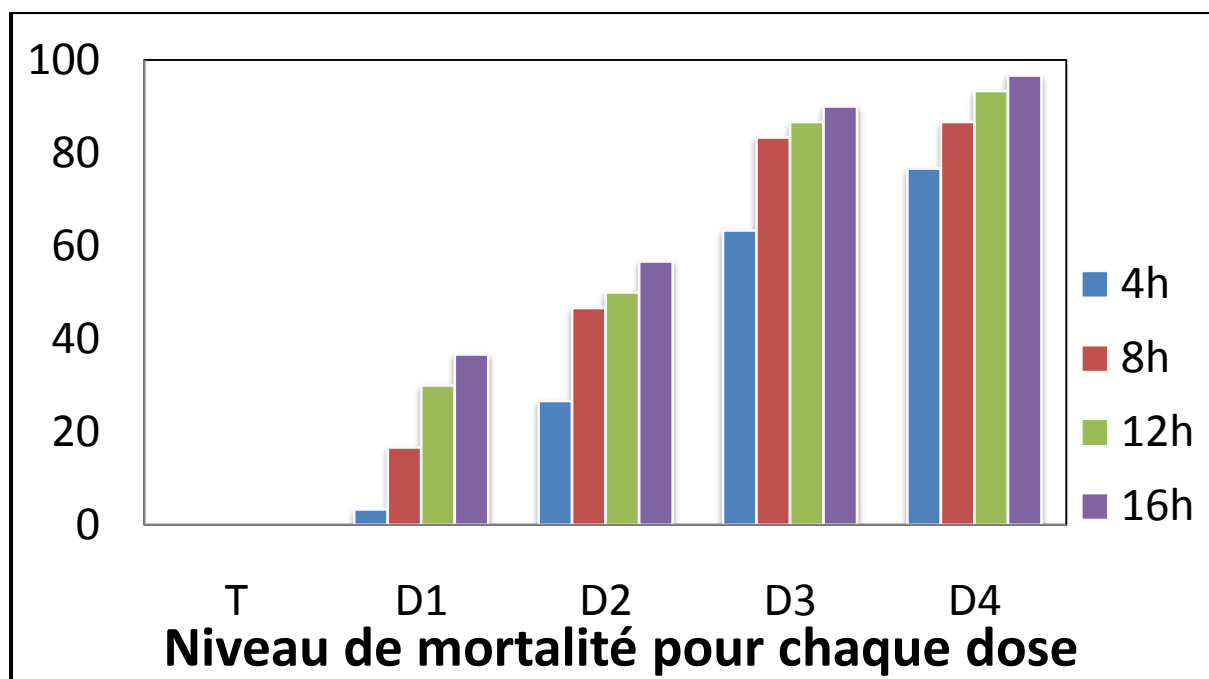


Figure n° 15- Moyennes des mortalités en % des adultes de *Tribolium castaneum* traités par l'huile essentielle de mélange (feuilles et grains) de *Pittosporum tobira*.

D'après les résultats obtenus à l'aide du traitement d'inhalation, on n'observe que les mortalités des individus de *Tribolium castaneum* augmentent en fonction des doses et du temps (Tableau n° 06).

Les mortalités des adultes de *Tribolium castaneum* ont commencé à apparaître dès le premier temps d'observation soit 4 heures après traitement à l'huile essentielle. Les mortalités varient de 3,33% en dose 1 à 76,66% en dose 4.

Ensuite elles ont commencé à évoluer pour arriver à 86,66%, 8 heures après traitement et 96,66%, 16h après traitement en dose 4.

Au niveau des témoins pour chaque dose les mortalités sont nulles pour chaque temps d'exposition.

1.3 Analyse de la variance

Pour bien expliquer nos résultats nous nous sommes appuyés sur l'analyse de la variance à deux critères de classification :

Facteur 1 : Doses avec 4 niveaux (D₁, D₂, D₃, D₄).

Facteur 2 : Temps avec 4 niveaux (4h, 8h, 12h, 16h).

L'analyse de variance a l'aide du logiciel statistica 9.0 au seuil de signification de 5% et représenté dans le tableau n°07.

Tableau n° 07. - Efficacité de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* sur *Tribolium castaneum* à travers l'analyse de la variance

Source	DDL	S.C.E	C.M	F	P	C.V
Répétition	2	204,2	102,1			
Dose	3	35122,9	11707,6	358,70	0,0000	
Résiduel Rep*Dose	6	195,8	32,6			
Temps	3	5156,2	1718,7	61,87	0,0000	
Interaction Dose*temps	9	302,1	33,6	1,21	0,3351	8,94
Résiduel Rep*Dose*temps	24	666,7	27,8			
Total	47					

L'analyse de la variance à deux critères de classification pour un seul traitement, montre une différence très hautement significative pour les doses et le temps (Tableau n°07). Ce qui implique que les facteurs ont une grande influence sur la mortalité. Les résultats sont moins précis avec 3 répétitions, nous souhaitons à l'avenir travailler avec 5 répétitions.

Les classements de moyennes à travers le test de NEWMEN-KEULS au seuil de 5% sont montrés sur les tableaux (n° 08 et 09).

*Facteur dose

Tableau 08. - Classement des groupes homogènes de facteur dose.

Modalité	Moyennes estimée	Groupe
D ₄	88,333	A
D ₃	80,833	B
D ₂	45,000	C
D ₁	21.667	D

Le facteur doses (tableau n°08) montre qu'il y'a 4 groupes homogènes (**A**, **B**, **C** et **D**).

Les groupes A, B, C et D les moyennes de mortalités provoquée par D₄, D₃, D₂, D₁, où le groupe **A** présente le maximum de mortalité 88,333% à la D₄, et le groupe **B** avec une mortalité de 80,833 % en D₃, et le groupe **C** avec une mortalité de 45,000 % en D₂ le groupe **D** ayant un minimum de mortalité avec 21,667% à la dose D₁.

La comparaison des moyennes 2 à 2 à l'aide du test de Newman et Keuls à donné les groupes homogènes suivant sur la base d'une PPDS = 5.7070 pour le facteur principal dose. Cette comparaison est effectuée au seuil de signification $\alpha = 0.05$.

Facteur temps*Tableau 09.- Classement des groupes homogènes de facteur temps.**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
16h	70,000	A
12h	65,000	B
8h	58,333	C
4h	42,500	D

Pour le facteur de temps (tableau n°09), le test révèle 4 groupes (**A**, **B**, **C** et **D**). Le maximum de Mortalité 70,000% observé à 16h est représentée par le groupe **A**. Ensuite 65,000 % à 12h, est représenté par le groupe **B** et le groupe **C** montre un taux de mortalité de 58,333 % après 8 heures, et le group **D** représente un mortalité de 42,500% observe après 4 heures.

La comparaison des moyennes 2 à 2 à l'aide du test de Newman et Keuls à donné les groupes homogènes sur la base d'une PPDS = 4.4408 pour le facteur Temps. Cette comparaison est effectuée au seuil de signification $\alpha = 0,05$.

Pour l'analyse de variance des deux facteurs d'analyse (doses, temps) est très hautement significative pour dose et temps et aucune différence significative pour interaction.

Le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% nous amène à dire :

- D'une manière générale, la mortalité augmente en fonction des doses.
- Plus la durée d'exposition est longue plus la mortalité est élevée.

1.4 Doses létales DL₅₀ et DL₉₀

Sur la base des probit des moyennes de mortalité pour chaque temps d'observation et des logarithmes des doses appliquées (Tableau 06), des droites de régression ont été tracées (Fig. 16, 17, 18,19) ont permis de définir les doses létales de 50% et de 90% (DL₅₀ et DL₉₀) de *Pittosporum tobira* sur les populations de *Tribolium castaneum*.

*1^{er} Temps = 4h

Tableau n°10.- Transformation des mortalités en probit et les dose létales en log dose (4h)

Doses	Log doses	Moyenne de mortalité en %	Probit
D ₁	2	3,33	3,1629
D ₂	2,3	26,66	4,3798
D ₃	2,47	63,33	5,3399
D ₄	2,6	76,66	5,7298

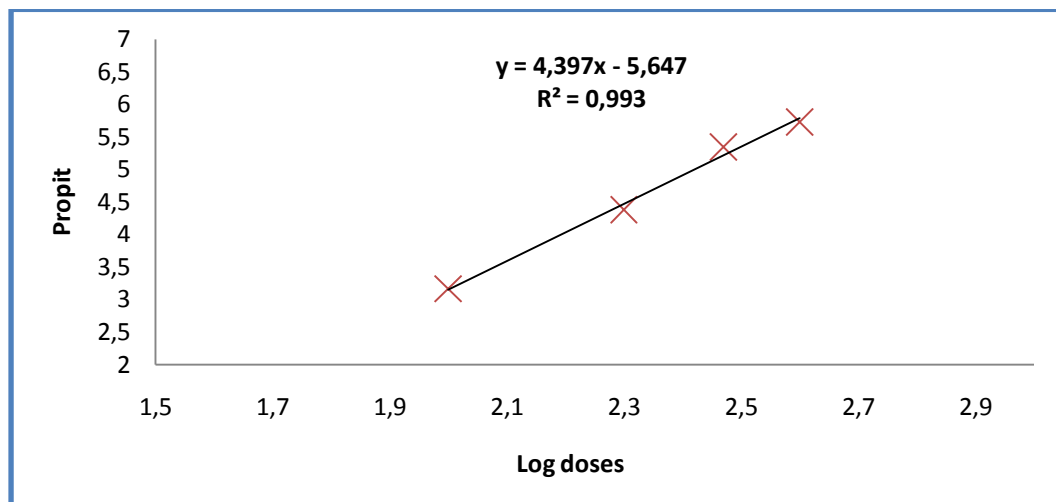


Figure n° 16. - Efficacité de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* après 4 heures de traitement chez *Tribolium castaneum* par inhalation.

Détail de l'équation

$$Y = 4,3973x - 5,647$$

$$Y = \text{Probit de } 50\% = 05$$

$$05 = 4,3973x - 5,6476$$

$$05 + 5,6476 = 4,3973x \text{ donc } 10,6476 = 4,3973x \Rightarrow x = 10,6476/4,3973 = 2,4213$$

$$\text{Inv log } 2,4213 = \text{DL}_{50} = 263,8729 \mu\text{L}$$

$$\text{DL}_{50} = 263,8729 \mu\text{L}$$

$$\text{DL}_{90} = 515,8015 \mu\text{L}$$

*2^{ème} temps = 8h

Tableau n°11. -Transformation des mortalités en probit et les dose létales en log dose (8h)

Doses	Log Dose	Moyenne de mortalité en %	Probit
D ₁	2	16,66	4,0364
D ₂	2,3	46,66	4,9132
D ₃	2,47	83,33	5,9632
D ₄	2,6	86,66	6,113

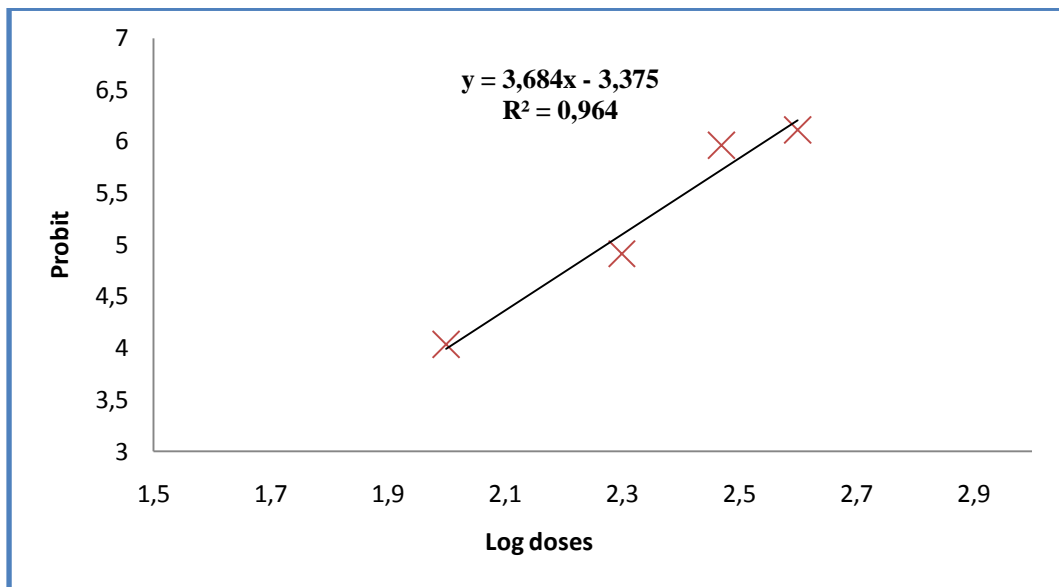


Figure n° 17. - Efficacité de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* après 8 heures de traitement chez *Tribolium castaneum* par inhalation.

DL₅₀ = 187,4466 µL

DL₉₀ = 417,1101 µL

*3^{eme} temps = 12h

Tableau n° 12. - Transformation des mortalités en probit et les dose létales en log dose (12h)

Doses	Log Dose	Moyenne de mortalité en %	Probit
D ₁	2	30	4,48
D ₂	2,3	50	5
D ₃	2,47	86,66	6,113
D ₄	2,6	93,33	6,5031

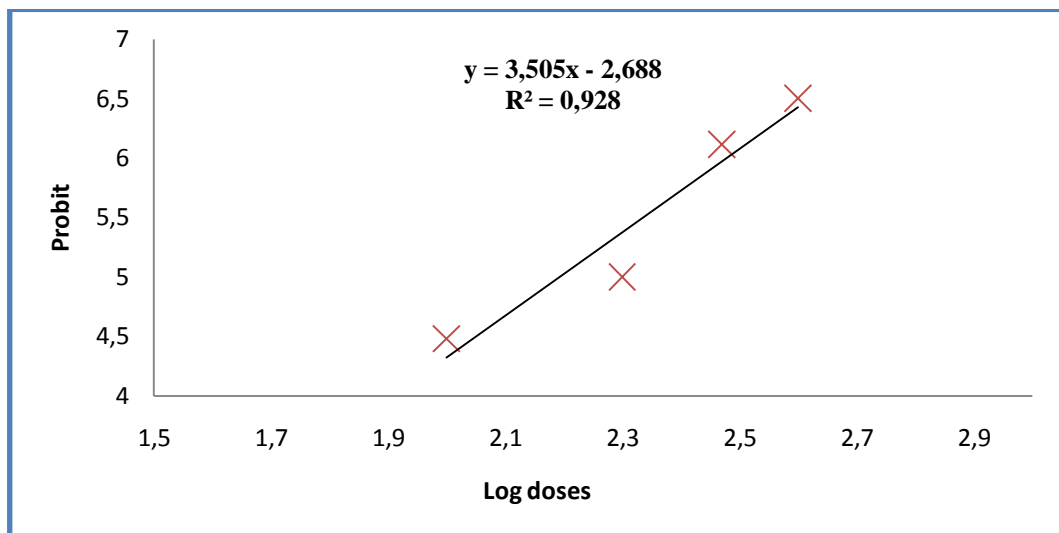


Figure n° 18. - Efficacité de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* après 12 heures de traitement chez *Tribolium castaneum* par inhalation.

$DL_{50} = 155,9717 \mu L$

$DL_{90} = 361,5304 \mu L$

*4^{ème} Temps = 16h

Tableau n° 13. - Transformation des mortalités en probit et les dose létales en log dose (16h)

Doses	Log Dose	Moyenne de mortalité en %	Probit
D ₁	2	30,66	4,5262
D ₂	2,3	56,66	5,1698
D ₃	2,47	90	6,28
D ₄	2,6	96,66	6,8358

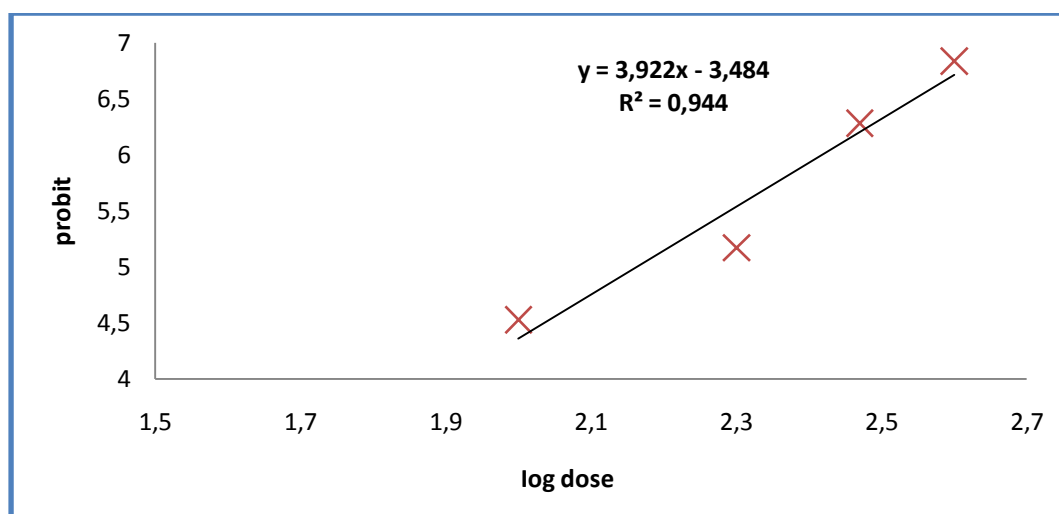


Figure n° 19. - Efficacité de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* après 16 heures de traitement chez *Tribolium castaneum* par inhalation.

$$DL_{50}=145,6411\mu L$$

$$DL_{90}=308,7792\mu L$$

Sur la base des équations tirées des droites de régressions (Fig. 16, 17, 18,19) nous avons les DL₅₀ et les DL₉₀ calculées.

Nous résumons toutes les DL₅₀ et DL₉₀ dans le tableau qui suit (**tableau n°14**)

Tableau n° 14.- Doses Létales calculées à partir des équations des droites de régression

Equation y	R ²	DL ₅₀	DL ₉₀
$Y_1 = 4,3973x - 5,647$	R ² = 0,993	263,8729µL.	515,8015µL
$Y_2 = 3,684x - 3,375$	R ² = 0,964	187,4466µL.	417,1101µL.
$Y_3 = 3,505x - 2,688$	R ² = 0,928	155,9717µL.	361,5304µL.
$Y_4 = 3,922x - 3,484$	R ² = 0,944	145,6411µL.	308,7792µL.

Les DL₅₀ et DL₉₀ qui semblent les plus correctes sont ceux obtenues à partir des droites de régression Y₂, car elles sont plus proches des doses appliquées. Il s'agit de **187,44 µl** pour la DL₅₀ et de **417,11µl** pour la DL₉₀.

1.5 Temps létaux TL₅₀ et TL₉₀

Pour le calcul de TL₅₀ et TL₉₀, on procède à la transformation des pourcentage des moyennes de mortalité en probit et du temps en logarithmes décimal pour les différentes doses d'huile essentielle de *Pittosporum tobira*.

Les valeurs des TL₅₀ et TL₉₀ relatives à chaque dose des huiles essentielles de la plante *Pittosporum tobira* sont tirées directement des équations des droites de régression et sont reportées sur le tableau cité ci-dessous

***Dose 1= 100 µl**

Tableau n° 15. - Transformation des mortalités en probit et les temps létaux en log temps (100µl)

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
Temps 1	0,6	3,33	3,1629
Temps 2	0,9	16,66	4,0365
Temps3	1,07	30	4,48
Temps4	1,2	30,66	4,5262

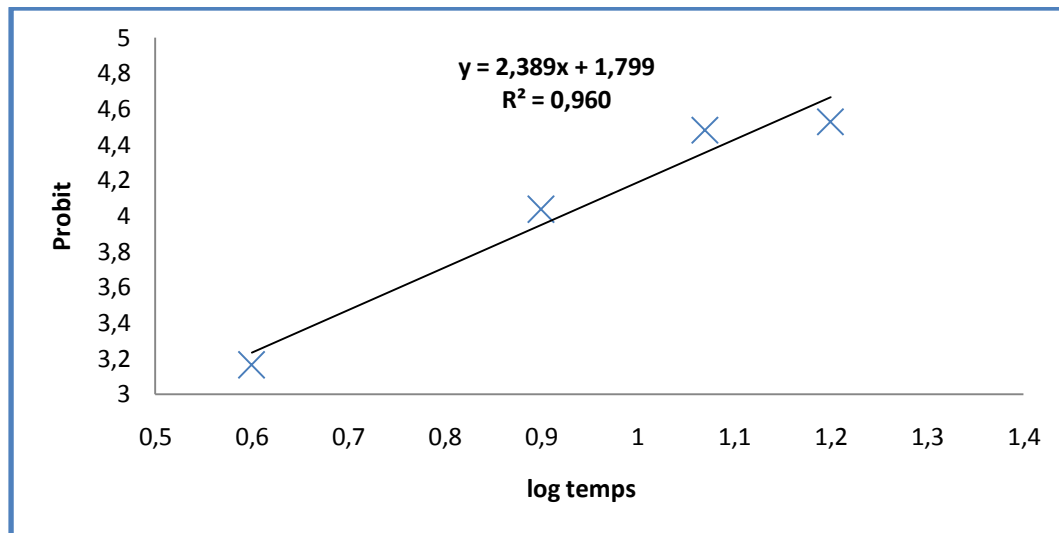


Figure n° 20. - Efficacité de la dose D₁ de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* chez *Tribolium castaneum* par inhalation.

$$TL_{50} = 21,8721h$$

$$TL_{90} = 75,1069h$$

*Dose 2 = 200µl

Tableau n° 16. - Transformation des mortalités en probit et les temps létaux en log temps (200µl)

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
Temps 1	0,6	26,66	4,3798
Temps 2	0,9	46,66	4,9132
Temps3	1,07	50	5
Temps4	1,2	56,66	5,1698

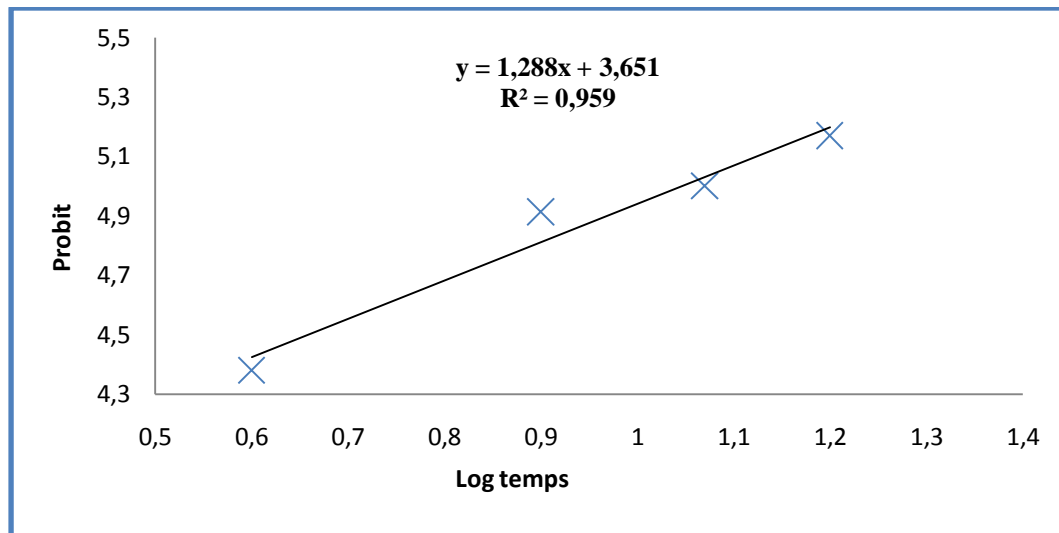


Figure n° 21. - Efficacité de la dose D₂ de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* chez *Tribolium castaneum* par inhalation.

$$TL_{50} = 11,1521 \text{ h.}$$

$$TL_{90} = 109,9384 \text{ h.}$$

*Dose 3 = 300 μ l

Tableau n° 17. - Transformation des mortalités en probit et les temps létaux en log temps (300 μ l)

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
Temps 1	0,6	63,33	5,3399
Temps 2	0,9	83,33	5,9632
Temps3	1,07	86,66	6,113
Temps4	1,2	90	6,28

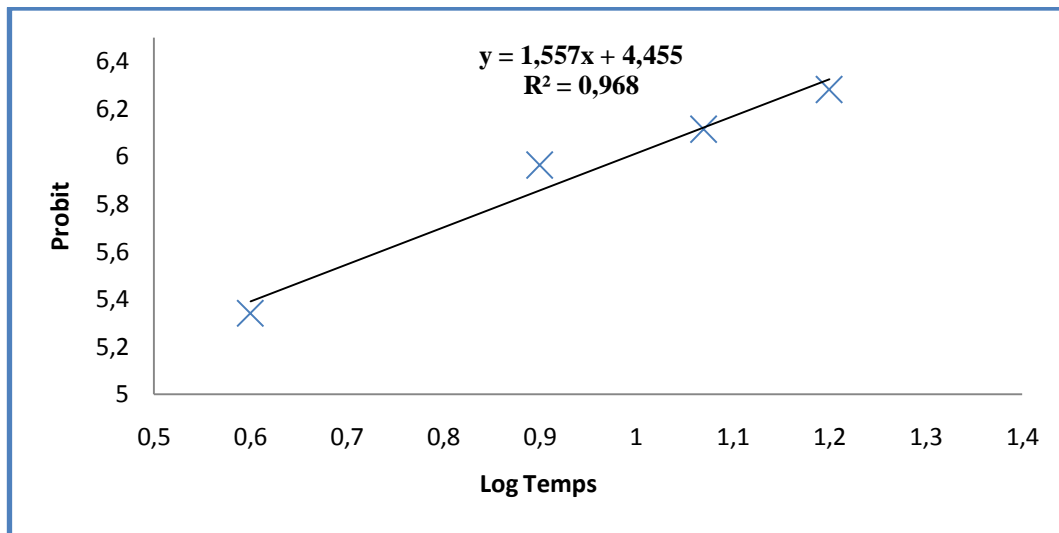


Figure n° 22. - Efficacité de la dose D₃ de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* chez *Tribolium castaneum* par inhalation.

$$TL_{50} = 2,2388 \text{ h.}$$

$$TL_{90} = 14,8636 \text{ h.}$$

*Dose 4 = 400 μ l

Tableau n° 18. - Transformation des mortalités en probit et les temps létaux en log temps (400 μ l)

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
Temps 1	0,6	76,66	5,7298
Temps 2	0,9	86,66	6,113
Temps3	1,07	93,33	6,5031
Temps4	1,2	96,66	6,8358

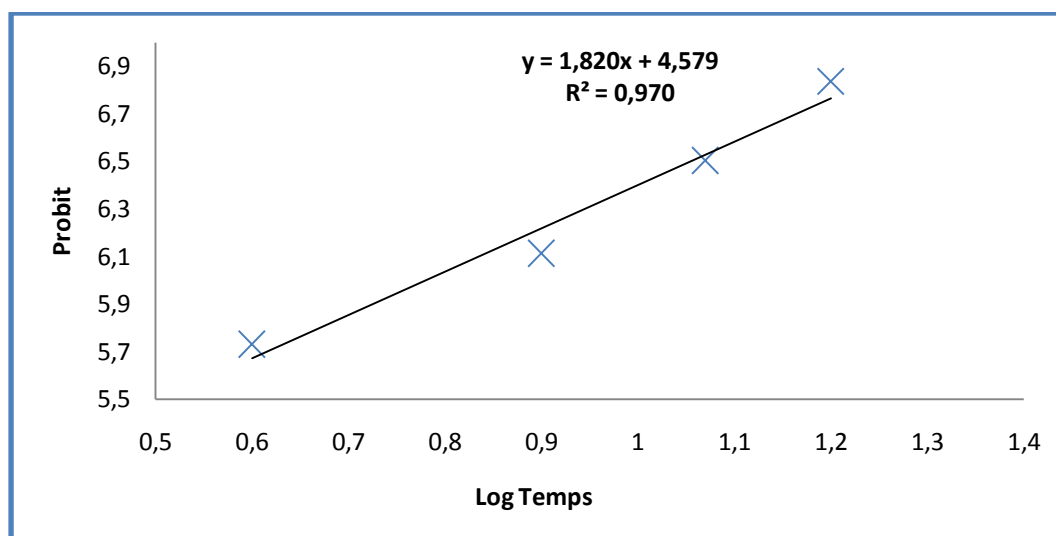


Figure n° 23. - Efficacité de la dose D₄ de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* chez *Tribolium castaneum* par inhalation

$$TL_{50} = 1,7034 \text{ h.}$$

$$TL_{90} = 8,6023 \text{ h.}$$

Sur la base des équations tirées des droites de régressions (Fig. 20, 21, 22 ,23), Nous résumons les résultats des TL₅₀ et TL₉₀ dans le tableau qui suit :

Tableau n° 19. - Temps létaux calculés à partir des équations des droites de régression

Equations y	R ²	TL ₅₀ (en heures)	TL ₉₀ (en heures)
Y ₁ =2,389x + 1,799	0,960	21,8721	75,1069
Y ₂ =1,288x + 3,651	0,959	11,1521	109,9383
Y ₃ =1,557x + 4,455	0,968	2,2388	14,8636
Y ₄ =1,820x + 4,579	0,970	1,7034	8,6023

Pour tuer 50% de la population de *Tribolium castaneum* le temps létaux est 21,8721h en D₁, 11,1521 h en D₂, 2,2388 h en D₃ et 1,7034 h en D₄. et pour tuée 90% de cette population traitée par l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* il faut 75,1069 h pour la D₁ et 109,9383h pour la D₂ , 14,8636 h pour la D₃ et 8,6023 h pour la D₄.

2. Discussion

L'objectif de notre travail est d'atteindre une dose létale permettant la destruction du ravageur visé le plus rapidement possible et de façon la plus homogène dans la masse du stock à traiter.

En générale le rendement en huiles essentielles varie d'une plante à une autre, du matériel employé pour l'extraction et l'origine de la plante. Ainsi cette différence en rendement peut être due à deux facteurs : la région et la période de collecte (Bonatirou et *al.*, 2007) ; aussi le climat (rythme des pluies, écart de températures, nature des vents) est un facteur déterminant en tout ce qui concerne la végétation (Béniston et *al.*, 1984).

Notre rendement en huiles essentielles est de 0.0354%, il est beaucoup inférieure par rapport à celui donné par Chung et *al.*, (2010) avec 0.1%.

Les résultats de la mortalité de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* montre une activité insecticide importante à l'aide du traitement par inhalation sur les individus adultes de *Tribolium castaneum* (herbst). Les mortalités sont progressives en fonction des doses et en fonction des temps. Elles ont commencé à apparaitre dès le premier temps d'observation soit 4 h après traitement avec des valeurs respectives de 3,33% en dose 1, 26,66 en dose 2 et 63,33 et 76,66 en doses 3 et 4. Elles passent à 46,66 en dose 2 et 86,66 en dose 4 après 8 h de traitement. Pour arriver à 90 et à 96,66 en doses 3 et 4 après 16 h de traitement.

Les travaux relatifs aux activités biologiques de *Pittosporum tobira* présentent peu d'information. Cette absence de données scientifiques sur cette plante aromatique est même confirmée par Maoka et *al.*, (2008).

Chung et *al.*, (2010) compte parmi les rares auteurs qui ont travaillé sur *Pittosporum tobira*. Ces travaux ont été limités à l'activité insecticide de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira* seulement sur quelques espèces de Diptères, en particulier sur le moustique *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae).

Les meilleures DL₅₀ et DL₉₀ doses létales ont été obtenues durant le deuxième temps d'observation soit 8 h après traitement avec des valeurs respectives de 187,44 µl et de 417,11µl.

Chung et al., (2010) a testé huile essentielle de *Pittosporum tobira* sur les larves précoces du quatrième stade d'*Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Les valeurs de CL₅₀ et CL₉₀ sont respectivement 58,92µl et 111,31µl.

Les meilleurs TL₅₀ et TL₉₀ temps létaux sont obtenus à la dose 2 et à la dose 3. Soient respectivement 11,1521h et 14,86h.

Sur une espèce de Lépidoptères étudiée, d'après (Rosa et al., 2009), l'huile essentielle de *Pittosporum undulatum* est toxique et a une activité ovicide, inhibitrice de la croissance et anti-appétit contre *pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera : Noctuidae). Cette espèce est un insecte polyphage et l'un des ravageurs les plus importants des cultures de Graminae y compris les paturages, dans les îles des Açores (Vieira et al., 2003). D'autres études ont démontré que limolène et α – pinène, les principaux composants présents dans l'huile essentielle de cette plante ont été testés avec succès contre certaines espèces de coléoptères (Bekele et al., 2001 ; Ngamo et al., 2007) et d'autres espèces nuisibles de Lépidoptères (Miyazawa et al., 1998 ; Hummelbrunner et al., 2001).



Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de notre étude, qui a porté sur l'évaluation de l'effets insecticide de huile essentielle extraite à partir de partie aérienne de *Pittosporum tobia* dans la région de wilaya de Ain Defla sur l'insecte ravageur du blé en poste récolte *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797).

L'extraction par hydro-distillation à fourni un rendement en huile essentielle de 0,0354%.

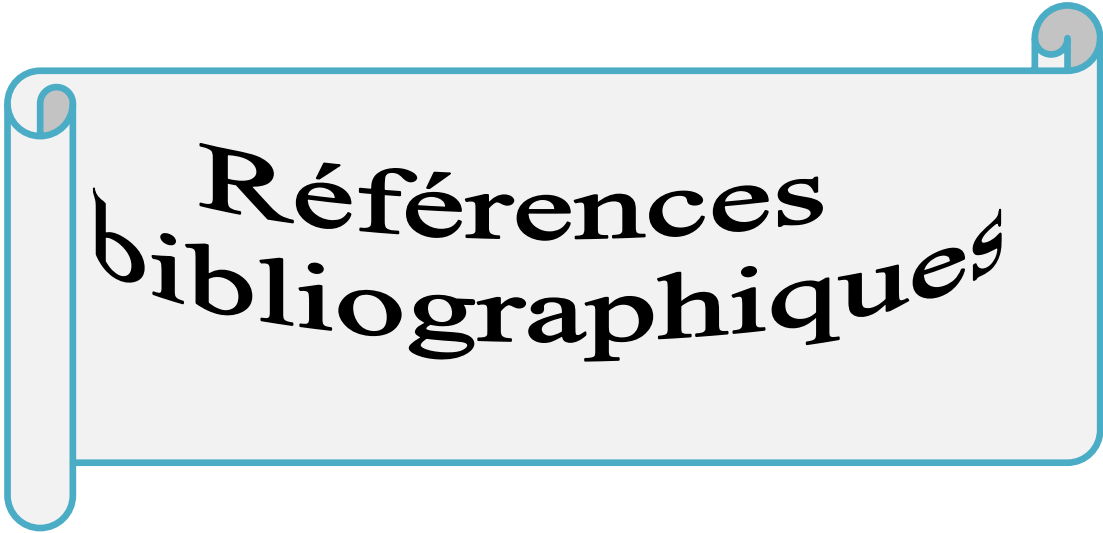
L'huile essentielle de la plante étudiée s'est montrée très toxique vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum*. Les résultats de mortalité liés au traitement par inhalation aux doses de 100µl, 200µl, 300µl et de 400µl, montrent que les mortalités des adultes étaient en fonction des doses utilisées et du temps d'exposition. Les doses D₃ et D₄ sont notées comme les meilleures doses en donnant des mortalités très élevées de 90% en D₃ et 96,66% en D₄ après 16 h de traitement.

Les meilleurs résultats des DL₅₀ et DL₉₀ trouvées sont respectivement 187,44 µl et 417,11 µl. elles correspondent au deuxième temps d'observation.

Les taux létaux varient selon les doses. Les meilleurs temps TL₅₀ et TL₉₀ sont obtenus à la dose 2 et dose 3, soient respectivement 11,15h et 14,86h.

Pour cela, nous proposons de poursuivre les efforts de recherche sur d'autres plantes afin d'élargir la liste, de généraliser l'étude sur les différents organes de la plante en combinant avec la date de récolte, les types d'extraction et les différents types de traitement.

Il reste à réunir aussi tous les autres paramètres nécessaires afin de les proposer à un programme de lutte éventuelle. Pour cela, une mobilisation des grands acteurs, est nécessaire pour répondre au déficit de l'alimentation de la population sans cesse croissante. En effet, le travail nécessite de grands efforts qui associent plusieurs spécialités afin de mettre les céréales stockées dans les meilleures conditions les plus favorables.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

1-Abbot M.S., 1925- A method of computing effectiveness of an insecticide. *J. econ. Entomol.*, p 18.

2-AFNOR., 1987- Huiles essentielles de Romarin (*Rosmarinus officinalis*). Norme française NFT, p75-214.

3-Aissata C., 2009- lutte contre *sitophilus oryzae* L. (Coléoptère : Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coléoptère : Tenebrionidae) dans les stocks de Riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales, Thèse Doc. Sc. Montréal, 154p.

4-Ait-Slimane-Ait-Kaki Sabrina., 2008- Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologique chez le blé dur en Algérie thèses de Doctorat en Sciences université Badji Mokhtar Annaba: pp 26, 29, 56.

5-Alzouma I., 1990- Les problèmes de la post-récolte en Afrique sahélienne. In: Fouabi K. and Philogène J. (eds.). Actes du Séminaire International de la post-récolte en Afrique. Abidjan, Côte d'Ivoire. 29 jan. - 02 fév : pp 22-27.

6-Ammar M., 2015- Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie états des lieux et perspective. thèse de doctorat de CIHEAM Montpellier. p17- 20.

7-Amari N., 2014- Etude du choix de ponte de la 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 l'activité biologique de l'insecte. mémoire de magistère : pp 23, 25.

8-Anonyme., 2003- Stockage et conservation des grains à la ferme. Ed. Arvalis., France. pp : 60-65.

9- Anonyme., 2006 – Les jardins potagers et la lutte biologique, Ed. S. C y. France. p45.

Références bibliographiques

- 10-Anonyme., 2010-** Guide de consultation botanique, Ed. Faculté des sciences exactes et naturel. Argentine, p 303.
- 11-Ayvaz A., Sagdic O., Karaborklu S et Ozturk I., 2002-** ‘Insecticidal Activity of the Essential Oils from Different Plants Against Three Stored-Product Insects’, Journal of Insect Science, Vol. 10, N°1, 2010.
- 12-Aziez M, Hammadouche O., Mallem S. Et Tacherifet S., 2003 –** Le guide pratique pour l’agréeur céréales et légumineuses alimentaires. C. N. M. Z, Algérie, 55 p.
- 13-Bakkali S., Averbek S., Verbech D et Idaomar M., 2008-** Biological effects of essential oils –A review .Food and chemical toxicology 46 : pp 446-475.
- 14-Balachowsky et Mensil., 1936 -** Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, et leur destruction. Ed. Etablissement. Busson, Tome II., Paris : pp1722-1724.
- 15-Balachowsky S., 1962-** Entomologie appliquée à l’agriculture. Ed. Masson et Cie, Paris. Tome I. pp 378-392.
- 16-Balaïd D., 1986-** Aspects de la céréaliculture Algérienne. Ed. Alger : pp 4-6.
- 17-Bartali H et Debbarh A., 1991-** “Evaluation et amélioration de la technique traditionnelle du stockage souterrain des céréales au Maroc”, Hommes, Terre et Eaux, Revue Marocaine des Sciences et Techniques du Développement Rural, n°82 : pp 3-20.
- 18-Bekele J et Hassanali A., 2001-** Blend effect in the toxicity of the essentials oils constituent of *Ocimum kilimandscharicum* and *Ocimum kenyense* (Labiatae) on two post-harvest insect pest. Phytochemistry 57 : p385–391.
- 19-Bell A., 2000-** Lutte contre les insectes des denrées stockées au Sénégal. Ed .Biotech. Agron., Soc. p 60-61.
- 20-Belmouaz A., 2004-** Contrôle phytosanitaire et surveillance des denrées stockées. Agréage et protection phytosanitaire. Ed. O.A.I.C. (Office Algérien Interprofessionnel des Céréales), p 18-34.

Références bibliographiques

21-Beniston N.T et Beniston W.S., 1984– fleurs D'Algérie. Entreprise Nationale du livre Alger, Algérie, 359 p.

23-Berhaut P., Le Bras A., Niquet G et Griaud P., 2003- Stockage et conservation des Grains à la ferme, ARVALIS, Institut du végétale, Ed. Tec et Doc, Paris, 108 P.

24-Bessot J.C., Metz-Favre C., Blay F et Pauli G., 2011- Acariens de stockage et Acariens pyroglyphides : ressemblances, différences et conséquences pratiques. Revue Française d'allergologie 51 : pp 607-621.

25-Billerbeck V.G., Roques C., Vanière P et Marquier P., 2002- Activité antibactérienne et antifongique de produits à base d'huiles essentielles, Hygiènes, Vol X, N° 3, p 248- 250.

26-Bonatirou S., Smith S., Miguel M.G., Faleiro M., Rajeb N., Neffati M., Costa M., Figueiredo A.C., Barroso J.G. et Pedro L.G., 2007– Chemical composition antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. Et Link. Food chemistry 105, p 146- 155.

27-Bonnafofus C ., 2013- Traité scientifique aromathérapie aromatologie et aromachologie. Editions Dangles ; Escalquens .

28-Botineau M., 2010- Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs, Ed.ec et Doc Lavoisier.

29-Boudreau A et Ménard G.,1992- Le blé: éléments fondamentaux et transformation. Edition Presses Université Laval, Paris : pp 25 - 62.

30-Bruneton J., 1993- Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Lavoisier., Paris, 623p.

31-Bruneton J., 1999- Pharmacognosie- photochimie, plantes médicinales, 2^{ème} éditions. Ed. Tec et Doc Lavoisier, Paris.

Références bibliographiques

- 32-Camara A., 2009-** Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (coleoptera: curculionidae) et *Tribolium castaneum* herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse. Doctorat., Univ., Québec, Montréal, 154 p.
- 34-Carette, A.S., 2000-** La lavande et son huile essentielle. In Besombes C., 2008. Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle, 289p.
- 35-Cavelier A., 1976-** Phytopharmacie. Cours poly. T. 1. Inst. Nat. Agro, El-Harrach, 514 p.
- 36-Chung M., Seo S., Kang E., Park W., Moon H., 2010-** Larvicidal effects of the major essential oil of *Pittosporum tobira* against *Aedes aegypti* (L.), Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 25:3, 391-393.
- 37-Coraf , 2007-** Programme de productivité agricole en Afrique de l'ouest. Plan de Gestion des pestes et pesticides. Rapport E1553., v 2. Dakar, pp 5 - 6.
- 38-Couic-marinier F et Lobstein A., 2013-** Composition chimique des huiles essentielles. Actualités pharmaceutiques N° 525: 22-25 pp.
- 39-Cretois A., 1985-** Valeur technologique de quelques variétés de blé. Bull. Industries des céréales N°20, p 26, 32.
- 40-Cronquist A., 1981-** The evolution and Classification of flowering plants. First Edition. Bronx, NY : The New York Botanical Garden.
- 41-Cruz J. F, Tronde F., Griffon D. et Heber J. P., 1988-** Conservation des grains en région chaudes « techniques rurale en Afrique ». 2^{ème} ed, Ministère de la coopération et du développement, Paris France, 545 p.

Références bibliographiques

42-Cufodontis G, Humbert H., 1955- Famille de Pittosporaceae, Gouvernement générale de Madagascar, Flore de Madagascar et des Comores(plantes vasculaires). Typographie Firmin-Didot et Cie, Paris, p 1-6, 33-39.

43-Dajoz R., 2002- Les coléoptères Carabidés et Ténébrionidés Ed. Lavoisier., Paris, p 1-89.

44-Delobel A., Tran M., 1993- Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. ORSTOM/CTA. Faune tropicale 32. désertiques méridionales, Tome II, Ed. CNRS, Paris, 424p.

45-Doumandji, A., Doumandji-Mitiche, B et Salaheddine, D., 2003- Cours de technologie des céréales technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stockage. Office des Publications Universitaires: pp 1-22.

46-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.

47-Duron, B.S., 1999- Le Transport Maritime des Céréales. Mémoire de D.E.S.S. Université d'Aix-Marseille, pp 81.

48-El – Badry E. A et Ahmed M. Y. Y., 1975- Effects of gamma radiation on The egg stage of southern Cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Z.Angew. Entomol*: pp 79- 32.

49-FAO., 1994- Synthèse de l'expérience africaine en amélioration des techniques après récoltes. *Basée sur les journées techniques accra*, Ghana, 4-8 juillet, 41p.

50-Feillet P., 2000- Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308 p.

51-Festy D., 2008- Ma bible des huiles essentielles. Editions Quotidien Malin ; Paris.

52-Flaurat-Lessard., 1982- Les insectes et les acariens. In. MULTON JL., conservation et stockages des grains et graines et produits dérivées. Ed .Lavoisier, Paris. Vol.01 ; pp 394-436.

Références bibliographiques

53-Garnero J., 1985– Semipréparative separation of terpenoids from essential oil. *Phytotherapy*. p15-19.

54-Gatel F., 2003 - stockage et conservation des grains à la ferme, Ed. Arvalis, 80p.

55-Godon B., 1991- Les constituants des céréales : nature, propriétés et teneurs. *In*: Godon B.(Ed.), *Biotransformation des produits céréaliers*. Ed. Lavoisier Tec & Doc, Paris : pp 1-22.

56-Goix J., 1986- Défense des cultures. *Phytoma*. November 1986 : PP48-49.

57-Grignac P., 1981- Rendement et composantes des blés d'hivers dans l'environnement méditerranéen Français.com.scient.présentée au séminaire. »Limites des potentialités de production du blé « Bai. Italie : pp 185-195.

58-Gwinner J., Harnisach R., Mück O., 1996- manuel sur la manutention et la conservation des graines après récolte, Ed. Eschborn, 368p.

59-Hall, D.W., 1970- Handling and Storage of Food Grains, in Tropical and Subtropical Areas, FAO. Rome, 350 p.

60-Haubruege, E. Shiffers, B. Gabriel, E. Verbstraeten., 1988- «Étude de la relation dose efficacité de six insecticides à l'égard de *Sitophilus granarius* L., *S. oryzae* L., et *S. zeamais* Mots. (Col., Curculionidae) ». *Med. Fac. Landbouww Ryksuniv .(Gent)*, 53: pp 719-26.

61-Hemery Youna, Rouau Xavier, Lullien-Pellerin Valérie, Barron Cécile and Abecassis Joël., 2007- Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of Cereal Science*, vol. 46: pp 327–347.

62-Hignar., 1985- Importances des pertes du aux insectes des légumineuses alimentaires. *Source de protéines végétales*. UACNRS, 340 : pp 193-204.Ed. INRA, Alger, p 56-64.

63-Hummelbrunner LA, Isman MB., 2001- Acute, sublethal, antifeedant, and synergistic effects of monoterpene essential oil compound on the tobacco cutworm,

Références bibliographiques

Spodoptera litura (Lep., Noctuidae). Journal of Agricultural and Food Chemistry 49, p715–720.

64-Jocteur G., 2007- Les huiles essentielles à l'approche de l'hiver : une alternative Naturelle pour booster votre conseil, le troisième forum des pharmaciens, Lyon, 7p.

65-Karahaçane T., 2015- Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. Thèse. Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique. El Harrach, 136p.

66-Keïta S.M. et al., 2000- Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Stored Prod. Res 36: pp 355-364.

67-Kellouche A., 2005- Etude de la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus*.F (Coleoptera : Bruchidae) ; Biologie, physiologie, reproduction et lutte, Thèse de Doctorat d'état en sciences naturelles, spécialité entomologie. U.M.M.T.O.154p.

68-Ketfi. A, 1982 - Le blé et ses problèmes de stockage en Algérie. Thèse. Ing. Inst. Tech. Comm, Algérie, p 55-60.

69-Koul O. Walia S and. Dhaliwal G., 2008- 'Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints', Biopesticide International, Vol. 4, N°1, pp. 63 – 84, 2008. [70] N. Dubey, B. Srivastava and A. Kumar, 'Current Status of Plant Products as Botanical Pesticides in Storage Pest Management', Journal of Biopesticide, Vol. 1, N°2: pp 182 – 186.

70-Labeyrie V., 1962- Les *Acanthoscelides obtectus*, entomologie appliquée à l'agriculture dans : Balachowsky. T1. Ed. Masson publ. Paris, p 469-484.

71-Laguznez R.L., 2006– Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffée par induction thermomagnétique directe. Thèse Doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse, p 15- 35.

Références bibliographiques

72-Lee CK, Kim HK, Moon KH, Shin KH., 1998- Screening and isolation of antibiotic resistance inhibitors from herb materials-resistance inhibition of volatile components of Korean aromatic herbs. Arch Pharm Res, p 62–6.

73-Lepesme P., 1944- Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés Ed.Chevalier., Paris, 335p.

74-Lerin François., 1986- Céréales et produits céréaliers en méditerranéen. Ed. Montpellier : pp 81- 93.

75-Lucchesi M. E., 2005- Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat. Université de La Réunion, 72p.

76-Mann J., 1987– Secondary metabolism. Clarendon press, oxford, 374 p.3

77-Maoka T, Akimoto N, Kuroda Y, Hashimoto K, Fujiwara Y., 2008– *Pittosporum xanthins*, cyclo addition products of carotenoids with alpha-tocopherol from seeds of *Pittosporum tobia*. J Nat Prod.

78-Miles E., 2013- Les huiles essentielles pour les nuls. Editions First-Gründ ; Paris.

79-Miresmailli S., Bradbury R et Isman M.B., 2006- 'Comparative toxicity of *Rosmarinus Officinalis* L. Essential Oil and Blends of its Major Constituents against *Tetranychus Urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on Two Different Host Plants'. Pest management Science, Vol. 62, N°4,pp 366 – 371.

80-Miyazawa M., Wada T., Kameoka H., 1998- Biotransformation of (+)- and (–)-limonene by the larvae of common cutworm (*Spodoptera litura*). Journal of Agricultural and Food Chemistry 46, p 300–303.

81-Moufida M., 2014- Plantes ornementales des ziban, Station de bio ressources El Outaya, p135.

Références bibliographiques

82-Multon J.L., 1982- Conservation et Stockage des grains et graines et Produits dérivés- Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Technique & Documentation Lavoisier, Paris : pp 576.

83-Nacef et Sadok Y., 2004 - Contribution à l'inventaire des insectes et estimation des pertes du blé tendre stocké dans une région semi-aride (CCLS de Khemis – Miliana) et région humide (CCLS de Ténès). Thèse. ing.Agro., C.U.K.Miliana, 84p.

84-Ndiaye B., 1999- Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. Cellule Centrale d'Appui Technique PADER II. Thiès (Sénégal), n°100, 23 p.

85-Ngamo TSL., Ngatanko I., Ngassou MB., Mapongmestsem PM., Hance T., 2007- Insecticidal efficiency of essential oils of 5 aromatic plants tested both alone and in combination towards *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Research Journal of Biological Sciences 2: pp75–80.

86-Niquet G., 2006 - Stockage à la ferme des grains issus de l'agriculture biologique. Office national interprofessionnel des céréales. Institut du végétal ARVALIS : pp 1- 4.

87-Padin S.B., Dal G.M et Vasicel L., 1997– Pathogenicity of *Beauveria bassiana* for adults of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: tenebrionidae) in stored. Ed. journal of herb spices and medicinal plante ; vol 7 N°4: pp 67-37.

88-Padin S.B., Dal G.M et Vasicel L , 1997- Pathogenicity of *Beauveria bassiana* for adults of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) in stored maize grain .pub Jour.Insect. Scien and Aplica.Vol.23.,N°: pp127-139.

89-Padrini F et Lucheroni M.T., 1996- Le grand livre des Huiles Essentielles- guide pratique pour retrouver vitalité, bien être et beauté avec les essences et l'aromassage. Energétiques avec plus de 100 photographies. Ed de Vecchi, Paris.

90-Perrin A. et Colsan M., 1985- L'appareil secteur chez les menthes modalités de stockagedes essences dans les grandes à tête pluricellulaires. Actes colloque : les menthes en France, Aspect scientifique, économique et industrielle. Université Claude Bernard, Lyon I.

Références bibliographiques

91-Pilon R., Mmazeraud C., 1988- La meunerie. Techniques des fabrications. Contrôle analytique. Ed. Louis David. Sajaltie ; pp 172.

92-Pomeranz Y., 1987- Cereal Crops-General. *In*: Pomeranz, Y., (Eds) VCH Publishers, Inc, New York. Modern Cereal Science and Technology : pp 14-23.

93-Purchon N., 2008- Huiles essentielles, initiation à l'aromathérapie. Editions de Noyelles ; Paris.

94-Regnault-Roger C., 2002- De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire ? *In*: Philogène B.J.R, Regnault-Roger C.et Vincent C., coord. Biopesticides d'origine végétale. Paris: Lavoisier-Éditions Tec et Doc, p 19-39.

95-Regnault-Roger C., 2008- Recherche de nouveaux biopesticides d'origine végétale à caractère insecticide: démarche méthodologique et application aux plantes aromatiques méditerranéennes. *In*: Regnault-Roger, C., Philogène, B.J.R., Vincent, C. (eds.), Biopesticides d'origine végétale. 2ème édition, Lavoisier, Tech et Doc, Paris, pp. 26-49.

96-Relinger L.M., Zettler J.L., Davis R et Simonaitis RA., 1988- «Evaluation of pirimiphos methyl as a protectant for export grain». *J. Eeon. Ent*, 81 : pp718-21.

97-Richard H, 1992- Epices et aromates. Ed. Tec et doc Lavoisier., collection science et techniques alimentaires. Paris, 339 p.

98-Rosa JS., Mascarenhas C., Oliveira L., Teixeira T., Barreto MC., Medeiros J., 2009- Biological activity of essential oils from seven azorean plants against *Pseudaletia unipunctata* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Applied Entomology*, p 134:346-354.

99-Roux-Sitruk D., 2008– Conseil en aromathérapie, Ed : Pro-officina. France. Scotti G., 1978 : Les insectes et les acariens des céréales stockées, Ed. Coed. AFNORI. T. F. C, 238P.

100-Roux-Sitruk D., Chaumont J.P., Cieur C., Millet J., Morel J.M., Tallec D., 2008- Conseil en aromathérapie, Ed. Pro-Officina Wolters Kluwer France : 187p.

Références bibliographiques

- 101-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 : Pteromalidae). J. Stor. Prod. Res. 38: pp 129 – 138 p.
- 102-Shahi C., Leitch M et Laforest S., 2009-** ‘Marketing Intelligence System for Small-Scale Essential Oils Industry of North-Western Ontario’, IUFRO 3.08 Small Scale Forestry Symposium Proceedings, Morgantown, West Virginia, June 7-11: pp 227 – 23.
- 103-Sharma N., Bhandari A S., 2014-** Management of Pathogens of Stored Cereal Grains, p87-107.
- 104-Šramková Z., Gregová E. et Šturdíka E., 2009-** Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. Acta Chimica Slovaca, vol. 2: pp 115 – 138.
- 105-Steffan J.R, 1978 -** Description et biologie des insectes. Ed. Afnor., I.T.C.F., Paris, 238p.
- 106-Syed Shayfur R., Mizanur R., Mohammad Mizanur R.K., Shameem A.B., Balaram R. et Fakruddin Shahed S. M.,2007-** "Ethanol extract of melgota (*Macaranga postulata*) for repellency, insecticidal activity against rice weevil (*Sitophilus oryzae*)". African Journal of Biotechnology, 6(4), p 379-383.
- 107-Tajkarimi M.M., Ibrahim S.A. et Cliver D.O., 2010-** Antimicrobial herb and compound in food. Journal of Ethnopharmacology.21 : pp1199-1218.
- 108-Ünlü M D., Daferera E., Dönmez M., Polissiou B.,Tepe A et Sökmen A., 2002 -** ‘Compositions and the in vitro antimicrobial activities of the essential oils of *Achillea setacea* and *Achillea teretifolia Compositae*); Journal of Ethnopharmacology, Vol. 83: pp. 117 – 121.
- 109-Vieira V., Pintureau B., Tavares J., McNeil JN., 2003-** Differentiation and gene flow among island and mainland populations of the true armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (Haworth) (Lepidoptera: Noctuidae). Canadian Journal of Zoology ,81 :pp 1367–1377.

Références bibliographiques

110-Vigan M., 2009- Les huiles essentielles : leur retour et leur toxicité.

Sites

1-<http://www.boulangeries-net/MP/Infoblefar>

2-<https://www.aujardin.info/plantes/pittosporum.php>.

A decorative scroll graphic with a light blue border and a light gray fill. The scroll is unrolled in the center, with the word "Annexes" written in a black, serif font. The scroll has small circular details at the top and bottom edges, suggesting it is a rolled-up document.

Annexes

Tableau n° 04 . - Effet de l'extrait de *pitosborum tobira* sur *Tribolium castaneum* par inhalation

Doses Heures	D1				D2				D3				D4			
	T	R1	R2	R3	T	R1	R2	R3	T	R1	R2	R3	T	R1	R2	R3
4h	0	00	10	00	0	30	20	30	0	70	50	70	0	70	80	80
8h	0	20	10	20	0	50	40	50	0	80	80	90	0	80	90	90
12h	0	30	30	30	0	50	50	50	0	80	90	90	0	90	90	100
16h	0	40	30	40	0	50	60	60	0	90	90	90	0	90	100	100

Tableau n° 05 . - Tableau de transformation du pourcentage en probit (Cavelier, 1976).

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,5	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,8	4,82	4,85	4,87	4,9	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,05	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
	0,0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,75	7,75	7,88	8,09

Tableau n° 06. - Moyennes des mortalités en % des adultes de *Tribolium castaneum* traités par l'huile essentielle de mélange (feuilles et grains) de *Pittosporum tobira*.

	Plante testée (<i>Pittosporum tobira</i>)				
temps	T	D₁	D₂	D₃	D₄
4h	0	3,33	26,66	63,33	76,66
8h	0	16,66	46,66	83,33	86,66
12h	0	30	50	86,66	93 ,33
16h	0	36,66	56,66	90	96,66