

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Science agronomique.

Spécialité : Sol, plante et environnement.

THEME

Etude comparative de deux bioinsecticides et un insecticide commercial vis-à-vis de *Bruchus rufimanus* (Coleoptéra :Bruchidae).

Présenté par : M^{elle} Mekacher Radia
M^{elle} Ismiguaoua Safia

Soutenu le : 06/07/2017

Jury

Président : M ^{me} Alkama-Messous Nora	M.C.A	UMMTO.
Encadreur : M ^{elle} Abdellaoui Karima	M.A .A	UMMTO.
Examineur : M ^{me} Dahoumane-Larbaoui Akila	M.A.A	UMMTO.
Examineur : M ^{me} Lekmache-Arabdiou Yasmina	M.A .A	UMMTO.

Promotion : 2016/2017

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail , nos profonds et sincères remerciements vont:

Avant tout au bon DIEU de nous avoir donnée la force et la patience de mener à
terme notre travail.

A notre promotrice M^{me} Abdellaoui Karima .Maitre assistante classe "A" à
l'UMMTO pour sa précieuse aide et ses critiques constructives

On désire aussi remercier le responsable de notre spécialité **M^{me}Alkama
N.**, professeur à L' U.M.M.TO, de nous avoir fournis les outils nécessaires a la
réussite de nos études durant ces deux dernières années et de nous avoir fait
l'honneur de présider le jury.

Nous remercions aussi très sincèrement **M^{me} Dahoumene A et M^{me}
Lekmache Y.**D'avoir accepter d'examiner ce modeste travail.

Que tout les enseignants ayants contribués à notre formation trouvent ici
l' expression de notre profonde reconnaissance.

Dedicace

Tout d'abord je remercie le bon dieu de m'avoir donné la santé pour réaliser ce travail,

Je dédie ce travail à mes chers parents ; honorable, aimable : vous présentez pour moi le symbole de mon bonheur par excellence et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Aucune dédicace ne serait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez. Puisse dieux, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur

A mon seul et unique frères

A ma très chère cousine et sœur Houria

A celle que je considère comme ma deuxième maman Samia ,

A toute ma famille, amis Basma , Lydia, Mahmoud , Khalil, Marwa, Djazia.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

A mon cher binôme, Safia et sa famille

Radia

Dédicaces

Avec joie que je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de mon père

Ma mère que Dieu me la garde

Mes sœurs : Djamilia-Wassila

Mes frères : Mehdi-Nadir

Mon neveu : Samy que j'aime beaucoup

Ma nièce :Nourhane

Mes oncles et mes tantes et leurs familles

Mes ami (es)

Mon binôme et sa famille « Radia »

Ma chère copine Kenza

A tous ceux qui m'aiment et tous ceux que j'aime



LISTE DES FIGURES

Figure 1 .Montage d'hydrodistillation (Pavida et <i>al.</i> , 1976).....	19
Figure 2 .Partie aérienne de l'armoise arborescente (<i>Artemisia arborescens</i>).....	22
Figure 3 . planche de <i>lavandula angustifolia</i>	23
Figure 4 . Dégâts de <i>Bruchus rufimanus</i> sur fève (Originale, 2017).....	24
Figure 5 . Adulte de <i>Bruchus rufimanus</i>	26
Figure 6 . Dispositif expérimental du test d'inhalation (Originale, 2017)	30
Figure 7 . Dispositif expérimental du test de répulsivité (Originale,2017).....	31
Figure 8 . Le taux de mortalité des adultes <i>B. rufimanus</i> par inhalation traitée à différentes doses d'huile essentielle <i>Artemesia arborescens</i>	32
Figure 9 . Le taux de mortalité des adultes <i>B. rufimanus</i> par inhalation traitée à différentes doses d'huile essentielle <i>Lavandula angustifolia</i>	33
Figure 10 . Le taux de mortalité des adultes <i>Bruchus rufimanus</i> par inhalation traitée à différentes doses de Deltamethrine	34
Figure 11 . Taux moyen de répulsion des adultes de <i>Bruchus rufimanus</i> après une durée d'exposition d'une heure et en fonction des différentes doses.....	35
Figure 12 . Taux moyen de répulsion des adultes de <i>B.rufimanus</i> après 2H d'exposition de deux heures et en fonction des différentes doses testées.....	35
Figure 13 . Taux moyen de répulsion des adultes de <i>B.rufimanus</i> après 3H d'exposition de deux heures et en fonction des différentes doses testées.....	36
Figure 14 . Taux moyen de répulsion des adultes de <i>B.rufimanus</i> après 4H d'exposition et en fonction des différentes doses testées.....	36
Figure 15 . Taux moyen de répulsion des adultes de <i>B.rufimanus</i> après 5H d'exposition et en fonction des différentes doses testées.....	37
Figure 16 . Taux moyen de répulsion des adultes de <i>B.rufimanus</i> après 24Hd'exposition et en fonction des différentes doses testées.....	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Classification des pesticides (El Mrabet, 2006).....	3
Tableau0 2 : Avantages et inconvénients des pesticides.....	4
Tableau 03 : Persistance de quelques pesticides dans les eaux de rivière	7
Tableau 04 : les principaux extraits aqueux utilisés comme insecticides des denrées stockés...	17
Tableau 05 : Quelques poudres extraites des différentes parties végétales et leurs effets sur les ravageurs des denrées stockées (Gwinner et <i>al.</i> , 1996).....	18
Tableau 06 : les principaux composés biochimiques et quelques produits possédant ces éléments (Willem,2004)	21
Tableau 7. Description de <i>Bruchus rufimanus</i>	25
Tableau 8. Caractéristiques de la Deltamétrine.....	28
Tableau 9. Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et <i>al.</i> , (1970)	31

Introduction générale

Les pesticides sont des substances qui sont sensée prévenir, détruire, repousser ou contrôler tout ravageur animal et toute maladie causée par des micro-organismes ou encore des mauvaises herbes indésirables (Boland et *al.*, 2004).

Les pesticides représentent, de loin, les composés xénobiotiques les plus systématiquement introduits dans l'environnement et les plus largement utilisés sur les cultures les plus variées (Amiard, 2011).

Les pesticides agricoles contribuent à augmenter la productivité agricole, mais posent dans le même temps des risques potentiels pour la santé humaine et l'environnement (Oecd., 2008). L'Algérie est classée parmi les pays qui utilisent les plus grandes quantités de pesticides, dont l'Association Algérienne pour la protection de l'environnement tire la sonnette d'alarme «L'Algérie est un grand consommateur de pesticides: 30000 tonnes sont épandues chaque année » (Chiali, 2013).

La toxicité potentielle des pesticides, tant pour l'environnement que pour l'homme, a suscité et suscite de nombreuses polémiques. Du fait des enjeux économiques et des craintes que les pesticides engendrent, ils sont à l'origine de conflits d'intérêts (Gatignol, 2010)

Vu les effets négatifs, des insecticides chimiques classiques sur la santé humaine, la faune et la flore, il est impérieux de proposer de nouvelles alternatives, non seulement respectueuses de l'environnement mais aussi efficaces pour la lutte contre les ennemis des cultures (Regnault-Roger, 2008).

Bruchus rufimanus est l'un des ravageurs les plus nuisibles de la fève (*Vicia faba*). Ses larves provoquent des modifications quantitatives et qualitatives des réserves, contenues dans les graines et réduisent leur pouvoir germinatif (Gain, 1978).

Dans ce travail nous nous proposons d'évaluer l'activité insecticide par répulsivité et inhalation de deux huiles essentielles extraites de deux plantes : *Artemisia arborescens* et *Lavandula angustifolia* sur *Bruchus rufimanus* comme alternative à la lutte chimique par la Deltamethrine contre les ravageurs des graines de fève.

Cette étude est organisée en trois chapitres :

- le premier chapitre comporte des données bibliographiques sur les pesticides et les méthodes de lutte.
- le matériel et les méthodes utilisés seront présentés dans le deuxième chapitre.
- le troisième chapitre porte sur les résultats et leurs discussion et nous terminerons par une conclusion.

I. Pesticides

I.1. Définition des pesticides

Le terme de pesticide dérive de "Pest", mot anglais désignant tout organisme vivant (virus, bactéries, champignons, herbes, vers, mollusques, insectes, rongeurs, mammifères, oiseaux) susceptible d'être nuisible à l'homme et/ou à son environnement.

Selon la définition de la FAO, un pesticide est "une substance utilisée pour neutraliser ou détruire un ravageur, un vecteur de maladie humaine ou animale, une espèce végétale ou animale nocive ou gênante au cours de la production ou de l'entreposage de produits agricoles.

Les pesticides, encore appelés produits phytopharmaceutiques sont donc toutes les substances chimiques naturelles ou de synthèse utilisées en agriculture pour contrôler les différentes sortes de nuisibles (pests) (maladies, ravageurs et mauvaises herbes) à l'exception des produits à usage: médical et vétérinaire. Mais un certain nombre de produits peuvent être à usage mixte.

Certains usages ne sont pas spécifiquement agricoles (traitement du bois à l'extérieur ou à l'intérieur, voies ferrées, allées des cimetières et jardins, usage "militaire"...) et peuvent entraîner une accumulation identique. De même l'éradication des maladies transmises par des insectes (paludisme, trypanosomiase, fièvre jaune) a justifié le recours très large à des insecticides.

Les pesticides sont des produits chimiques ou des préparations utilisées pour la prévention, le contrôle ou l'élimination des organismes jugés indésirables (herbes, animaux, champignons ou bactéries). Ils jouent un rôle majeur dans l'agriculture.

I.2. Classification des pesticides

Les pesticides, aujourd'hui sur le marché, sont caractérisés par une telle variété de structures chimiques, de groupes fonctionnels et d'activités, ce qui rend leur classification assez complexe (ACTA, 2006). D'une manière générale, les substances actives peuvent être classées soit en fonction de la nature de l'espèce à combattre (1er système de classification), soit en fonction de la nature chimique de la principale substance active qui les compose (2ème système de classification).

Le premier système de classification repose sur le type de parasites à contrôler. Il existe principalement trois grandes familles d'activités que sont les herbicides, les fongicides et les insecticides (Tableau 1).

Le deuxième système de classification tient compte de la nature chimique de la substance active qui compose majoritairement les produits phytosanitaires. Compte tenu de la variété des propriétés physico-chimique des pesticides disponibles sur le marché, il existe un très grand nombre de familles chimiques (Tableau 1).

Tableau 1. Classification des pesticides (El Mrabet, 2006).

Premier système de classification	Deuxième système de classification
<p>Les herbicides Ce sont les plus utiliser dans le monde en tonnage et en surface, ils permettent d'éliminer les mauvaises herbes des cultures.</p> <p>Les insecticides Ce sont les premiers pesticides les plus utilisés en Algérie, ils interviennent en éliminant et empêchant la reproduction des insectes</p> <p>Les fongicides Quant a eux ils permettent de combattre la prolifération des maladies des plantes provoquées par les champignons ou encore les bactéries</p> <p>Outre ces trois grandes familles d'autres peuvent exister par exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Les taupicides contre les taupes. ✓ Les acaricides contre les acariens ✓ Les rodenticides contre les rongeurs ✓ Les nématocides contre les nématodes et les vers. ✓ Les molluscicides contre les mollusques, limaces et les escargots . ✓ Les corvicides contre les corbeaux et tout les oiseaux ravageurs de cultures. 	<p>Les pesticides organiques</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ organochlorés ✓ organophosphorés ✓ carbamates ✓ triazines ✓ urées substituées ✓ pyrèthrenoides <p>Les pesticides inorganiques Eléments chimiques qui ne se dégradent pas, leur utilisation entraine de grave effets toxicologiques sur l'environnement.</p> <p>Les biopesticides Ce sont des substances dérivées des plantes ou d'animaux, elles peuvent être constituées d'organismes tels que :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Moisissures ✓ Bactéries ✓ Virus ✓ Nématodes ✓ Composées chimiques dérivés de plantes ✓ Phéromones d'insectes.

I.3. Biopesticides

I.3.1. Définition

Les bioinsecticides peuvent se définir au sens large comme des pesticides d'origine biologique, c'est-à-dire, organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisée par ces derniers, et plus généralement tout produit de protection des plantes qui n'est pas issu de la chimie. Sous ce vocable, les biopesticides comprennent les agents de contrôle des insectes (auxiliaires) comme les arthropodes entomophages (ex. trichrogammes), les champignons hyphomycètes pathogènes pour les lépidoptères ou coléoptères (ex. *Beauvaria*), les baculovirus responsables des polyédroses nucléaires (NPV) ou des granuloses (GV) chez les

lépidoptères, les bactéries (*Bacillus*), ect... ,les insecticides d'origine végétale et les molécules de synthèse biologique (phéromones, molécules allélochimiques).

I.3.2. Avantages et inconvénients

L'utilisation de biopesticides en agriculture comporte des avantages et des inconvénients. Le tableau 2 énumère une liste non exhaustive des bienfaits d'une telle lutte et les inconvénients qui s'y rattachent (Tableau 2).

Tableau 2. Avantages et inconvénients des pesticides

Avantages	Inconvénients
-Restreindre ou éliminer l'utilisation d'insecticides chimiques; -Moins toxique que les pesticides chimiques Favoriser lors d'une utilisation en serre (culture serricole de haute valeur économique) ; -Diminuer les risques de développer de la résistance Favoriser par le nombre restreint d'insecticides homologués en serre ; -Plus grande spécificité d'action ; -Améliorer la qualité de vie des travailleurs agricoles ; -Prévoir aucun délai avant la récolte ; -Offrir aux consommateurs des produits sains; -Avoir une meilleure presse auprès des consommateurs ; - Dégradation rapide des biopesticides, diminuant les risques de pollution ; -Maintenir la biodiversité des biotopes.	-Lutte souvent faite en prévention et moins efficace lorsque curative - Effet moins drastique que les pesticides (plus d'applications) - Seuil de tolérance très bas pour les ravageurs - Efficacité pas toujours constante d'une production à l'autre - Activité restreinte lors d'une grande pression du ravageur - Conditions d'entreposage des produits biologiques (demi-vie et température plus fraîche) - Excellente connaissance dans la relation proie – prédateur.

I.3.3. Biopesticides

Les produits considérés comme des biopesticides par les agences de réglementation européennes et mondiales sont d'origines diverses. Ils peuvent être classés en trois grandes catégories, selon leur nature : les biopesticides microbiens, les biopesticides végétaux et les biopesticides animaux (Chandler et *al.*, 2011 ; Leng et *al.*, 2011).

I.3.3.1. Biopesticides microbiens

- **Bactéries** : Les biopesticides à base de *Bacillus thuringiensis* sont les plus commercialisés. Ils ont une action insecticide. *Bacillus thuringiensis* est une bactérie à Gram+ qui produit, durant sa phase stationnaire de croissance, des protéines cristallines. Ces protéines sont

libérées dans l'environnement et sont actives, une fois ingérées par les ravageurs, contre les lépidoptères, les diptères et les larves de coléoptères (Rosas-Garcia, 2009). Des espèces bactériennes du genre *Bacillus* utilisant des mécanismes d'action autres que celui employé par *B. thuringiensis* peuvent également protéger les plantes. Il y a, parmi ces espèces, des souches de *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens* ou *Bacillus subtilis*. *Bacillus amyloliquefaciens* et *B. subtilis* sont capables de coloniser les racines des plantes et de produire des molécules de nature lipopeptidique qui peuvent soit activer les défenses des plantes, soit avoir un effet antibactérien ou antifongique direct (Pérez-Garcia et al., 2011).

Des bactéries appartenant à d'autres genres que le genre *Bacillus* ont également été développées en tant que biopesticides contre des champignons phytopathogènes (Boulon, 2010 ; Tombolini et al., 1999).

- **Virus** : Les *Baculoviridae* sont des virus à double brins d'ADN circulaire, ayant un génome compris entre 100 et 180 kb, protégés par une paroi protéique (Chen et al., 2002). Ils infectent les arthropodes insectes ou larves. Ils représentent un faible risque sanitaire car aucun virus similaire n'a, à l'heure actuelle, été répertorié dans l'infection des vertébrés ou des plantes. Cette propriété les rend particulièrement intéressants pour une utilisation en qualité de bio-insecticide, d'autant plus qu'ils peuvent tuer leur hôte en quelques jours (Washburn et al., 2003).

- **Champignons** : Outre les bactéries et les virus, certains champignons présentent des activités contre les bio-agresseurs et sont exploités en tant que biopesticides. *Coniothyrium minitans* est connu pour parasiter les champignons du genre *Sclerotinia* spp. Ce genre fongique se retrouve dans le sol et est à l'origine de la maladie de la pourriture blanche qui peut affecter de nombreuses cultures (McQuilken et al., 2003).

Plusieurs souches du champignon filamenteux du genre *Trichoderma* spp. sont utilisées pour la protection biologique des plantes. Elles ont généralement une activité antifongique contre plusieurs pathogènes du sol ou contre des pathogènes foliaires (Dodd et al., 2003).

Les nématicides chimiques les plus efficaces contre *Meloidogyne* sp. ont été progressivement retirés du marché à cause de leur impact sur l'environnement (Anastasiadis et al., 2008). Le champignon *Paecilomyces lilacinus* est l'un des produits alternatifs les plus étudiés dans la lutte biologique contre ces nématodes. Il a la capacité d'infester plusieurs phases de développement du parasite (Dong et al., 2007).

I.3.3.2. Biopesticides végétaux

Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des plantes et des insectes. Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires qui, à l'origine, protègent les végétaux des herbivores. Le biopesticide d'origine végétale le plus utilisé est l'huile de neem, un insecticide extrait des graines d'*Azadirachta indica* (Schmutterer, 1990). L'azarachtine est le principal ingrédient actif de cette huile et a la propriété de perturber la morphogénèse et le développement embryonnaire des insectes (Srivastava et *al.*, 2007 ; Correia et *al.*, 2013). D'autres extraits de plantes ont des activités insecticides ; ainsi, le pyrèthre, est une plante herbacée vivace cultivée pour ses fleurs dont une poudre insecticide est extraite. Ses principes actifs, appelés pyréthrine, attaquent le système nerveux de tous les insectes.

Quassia amara dont est extraite la quassine, un insecticide qui a montré une faible toxicité pour l'Homme, les animaux domestiques et les insectes utiles. Certaines huiles végétales, qui n'ont pas d'activité antiparasitaire intrinsèque, peuvent être retrouvées sur le marché en tant que biopesticide. Dans ce cas, ce sont leurs propriétés physiques qui sont exploitées. Ainsi, l'huile de colza est l'ingrédient principal de quelques produits, aspergée sur les feuilles et les ravageurs, elle forme un film huileux qui asphyxie ces derniers. Les plantes à pesticides intégrés (Plant Incorporated-Protectants, PIPs) sont des organismes modifiés par génie génétique, capables de produire et d'utiliser des substances pesticides afin de se protéger contre des insectes, des virus ou des champignons (Shelton et *al.*, 2002 ; Bates et *al.*, 2005).

I.3.3.3. Biopesticides animaux : Ces biopesticides sont des animaux comme les prédateurs ou les parasites, ou des molécules dérivées d'animaux, souvent d'invertébrés comme les venins d'araignées, de scorpions, des hormones d'insectes, des phéromones (Goettel et *al.*, 2001 ; Saidenberg et *al.*, 2009 ; Aquiloni et *al.*, 2010). La coccinelle également est l'insecte auxiliaire le plus connu (Calderón Alvarez et *al.*, 2012).

Les biopesticides d'origine animale qui sont des signaux chimiques produits par un organisme et qui changent le comportement d'individus de la même espèce ou d'espèces différentes sont également répertoriés sous l'appellation « semio-chimiques ». Les semio-chimiques ne sont pas à proprement parler des « pesticides ». En effet, ils ne vont pas provoquer la mort des bio-agresseurs, mais plutôt créer une confusion chez ces derniers. Cette confusion les empêchera de se propager dans la zone traitée. Les phéromones d'insectes sont

de bons exemples de molécules semio-chimiques utilisées comme alternative à l'utilisation des insecticides.

I.4. Conception des pesticides

Un pesticide est composé d'un ensemble de molécules comprenant :

- une ou plusieurs matières actives à laquelle est du tout ou en partie l'effet toxique.
- un diluant qui est une matière soluble ou liquide (solvant) incorporé à une préparation et destiné à en abaisser la concentration en matière active. Ce sont le plus souvent des huiles végétales dans le cas des liquides, de l'argile ou le talc dans le cas des solides.
- des adjuvants qui sont des substances qui sont dépourvues d'activité biologique, mais susceptible de modifier les qualités du pesticide ou d'en faciliter l'utilisation.

I.5.Persistance des pesticides

La persistance est la durée nécessaire à la dégradation de 50% du produit. Elle est estimée dans les eaux, à une dizaine d'années pour le dichlorodiphényltrichloroethane (DDT), et plus de vingt ans pour la Dieldrine.

Le tableau 3 rassemble la persistance de quelques pesticides dans les eaux de rivière.

Tableau 3. Persistance de quelques pesticides dans les eaux de rivière.

Composé	Semaine 1 %	Semaine 2 %	Semaine 3 %	Semaine 4 %	Semaine 5 %
Lindane	100	100	100	100	100
Heptachlor	100	25	0	0	0
Aldrine	100	100	80	40	20
Endosuifan	100	30	5	0	0
Dieldrine	100	100	100	100	100
DDT	100	100	100	100	100
DDE	100	100	100	100	100
chlordane	100	86	86	86	86

I.6. Large utilisation des pesticides

En agriculture, pour détruire ou combattre les ennemis des cultures. En effet, afin de conserver des cultures saines, les agriculteurs mènent une lutte incessante contre les insectes, champignons et maladies des plantes, ainsi que contre les mauvaises herbes. Ceci permet donc une production agricole de qualité constante et la maîtrise des ressources alimentaires.

Des pesticides sont également utilisés pour le traitement des produits stockés tels que :

- les semences ou les céréales conservées dans les silos qui peuvent être altérés par des moisissures, des champignons ou encore détruits par certains insectes ;

- les fruits dont la conservation doit garantir les qualités sanitaires, gustatives et organoleptiques.

En sylviculture, le stockage du bois avant commercialisation et utilisation nécessite également l'emploi de fongicides et d'insecticides pour limiter toute altération.

Pour le désherbage des zones non cultivées, des voies ferrées, des clôtures, des lignes de transport de l'énergie, des allées de jardins publics, des pelouses ou encore des abords des plans d'eau de loisirs. L'utilisation d'herbicides est également réalisée en complément ou en remplacement des actions de débardages des berges de plans d'eau, carrières...

Pour le traitement de bâtiments d'élevage, de matériel de stockage et de transport d'animaux, de matériel de laiterie ou encore de matériel vétérinaire. L'utilisation d'insecticides, de bactéricides et de nématocides permet de garantir l'état sanitaire des bâtiments d'élevage ; des pesticides sont utilisés pour éviter toute prolifération de champignons, levures, bactéries et virus au niveau du matériel de laiterie et des instruments à usage vétérinaire.

Pour le contrôle de la santé humaine mondiale et la lutte contre les vecteurs de maladies telles que la malaria ou le typhus, avec l'utilisation d'insecticides efficaces permettant d'enrayer les épidémies. Nombre d'insecticides sont également utilisés dans la vie courante pour la lutte contre les espèces commensales telles que les blattes ou les mites, ainsi que contre les fourmis ou les moustiques.

En horticulture, pour empêcher l'action des ravageurs des plantes ornementales. L'utilisation des produits phytosanitaires, en limitant les pertes dues aux ravageurs, a permis d'améliorer la productivité des principales cultures vivrières. Une étude assez ancienne de Cramer (1967) a montré que les pertes par rapport à la production effective des cultures céréalières et sucrières, de pomme de terre, de fruits et légumes, de plantes stimulantes (thé, café), d'oléagineux et de plantes à caoutchouc, pouvaient être diminuées de 20% en moyenne, par le recours à l'usage des produits de traitement.

En plus de limiter les pertes pondérales, les produits phytosanitaires ont permis d'éviter d'autres préjudices comme :

- _ les préjudices organoleptiques ;
- _ les préjudices nutritionnels ;
- _ les préjudices technologiques ;
- _ les préjudices sanitaires.

Enfin, il ne faut pas non plus oublier qu'en matière de santé humaine, l'utilisation des insecticides a permis l'éradication des vecteurs de grandes maladies ; l'OMS estime que seul le DDT a sauvé 25 millions de vies humaines du paludisme.

I.7. Impact sur l'environnement et santé

Les substances actives phytosanitaires sont appliquées le plus souvent sous la forme de liquides pulvérisés sur les plantes et/ou sur le sol. Dans certains cas, elles sont incorporées au sol, déposées sous forme de granulés, ou encore par le biais des graines qui en sont enrobées. Dès qu'ils ont atteint le sol ou la plante, les pesticides peuvent être absorbés par les plantes ou des organismes du sol, les substances actives peuvent se volatiliser, ruisseler ou être lessivées, voire même rester dans le sol.

Ainsi, l'ensemble des compartiments environnementaux peuvent être potentiellement touché et impacté par les pesticides, en plus des cibles contre lesquelles ils sont théoriquement dirigés. Les effets toxiques indésirables pour les espèces non cibles des trois compartiments environnementaux sont liés et il est illusoire de vouloir les distinguer. En effet une même substance active pourra avoir des répercussions sur l'ensemble des espèces constitutives des différents compartiments de l'environnement.

Les adjuvants incorporés aux préparations phytosanitaires ont pour rôle de modifier des caractéristiques telles que l'efficacité ou la phytotoxicité. Ils peuvent influencer sur les effets environnementaux en modifiant le mode de dispersion du produit ou sa persistance (Levitán et *al.*, 1996).

I.7.1. Impacts sur l'environnement

Les pesticides sont des produits destinés à combattre des organismes considérés comme nuisibles, que ce soit des plantes (herbicides), des champignons (fongicides), des bactéries (bactéricides), des insectes (insecticides) ou d'autres animaux (raticides, taupicides, molluscicides, etc.).

L'agriculture est de très loin l'utilisateur principal. On retrouve des traces de pesticides dans la plupart des milieux aquatiques (eaux de surface ou eaux souterraines). Les concentrations atteintes peuvent dans 10 à 30% des cas selon les milieux, dépasser les normes réglementaires. Beaucoup des substances les plus souvent détectées et potentiellement les plus dangereuses du fait de leur faible dégradabilité dans l'environnement sont maintenant interdites.

I.7.1.1. Contamination du sol

La contamination diffuse des sols générée par les activités humaines provient de différentes sources et entre autres des pesticides.

La base de données BASOL (qui recense les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif) a dressé une liste des principaux polluants rencontrés dans le cas de pollution du sol ou des nappes d'eaux souterraines (données de mars 2012). On retrouve :

- en 3ème position les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), constituants des insecticides,
- en 6ème place le Cuivre, issu à 2/3 des fongicides,
- en 7ème l'Arsenic, lui aussi présent dans les fongicides.

Un sol pollué devient à son tour une source possible de diffusion directe ou indirecte de polluants dans l'environnement par le biais de l'eau, les envols de poussières dans l'air ou encore par une reconcentration et un transfert de polluants par des organismes vivants (bactéries, champignons, plantes qui seront ensuite absorbés par des animaux).

I.7.1.2. Contamination de l'eau

Les pesticides utilisés sur des surfaces imperméables ou peu perméables vont polluer les eaux de surface du fait du phénomène de ruissellement. De même, sur des surfaces perméables, les pesticides vont pouvoir s'infiltrer avec l'eau dans le sous-sol et provoquer la pollution de nappes souterraines. .

I.7.1.3. Contamination de l'atmosphère

Il ya un grand nombre de pesticides présent dans l'atmosphère, Ils s'y trouvent à cause de leur épandage (de 30 à 75% des produits épandus sont transférés), le taux de transfert dépend de plusieurs facteurs tels : les caractéristiques du produit (solubilité, volatilité, capacité à se dégrader), le type de sol, les pratiques agricoles, le type de pulvérisation, les conditions climatiques, les pesticides sont véhiculés par les flux atmosphériques, car les travaux de géochimistes et écologues américains ont confirmé que des pesticides peuvent contaminer de vastes zones en voyageant dans l'atmosphère, avant de retomber avec les intempéries ou sous forme de dépôts secs. Les eaux de pluie sont chargées de pesticides car le transfert des polluants de l'atmosphère à la pluie se fait au niveau du nuage (Berrah, 2011).

I.7.2. Impact sur la santé

Lorsqu'un pesticide atteint des zones non cible, ce qui peut arrivé de pire est que des gens s'empoisonnent. On estime à un million par an le nombre d'intoxications accidentelles par pesticides dans le monde et à 20 000 celui de cas mortels (WHO-UNEP, 1989). Si l'on ajoute les cas intentionnels (il s'agit surtout de suicides) on arrive à 3 millions d'empoisonnements, dont 220 000 morts (Levine, 1991). Le plus souvent, le toxique est ingéré sous forme de résidus présents dans la nourriture ; mais l'absorption peut se faire dans l'eau de boisson, par l'air inhalé ou par contact de la peau avec le produit (Spear, 1991). Les agriculteurs et les ouvriers qui préparent les mélanges et réalisent les traitements risquent plus que le reste de la population d'être atteints par contact de la peau ou par inhalation (Spear, 1991). Aux États-Unis, 99% des gens stockent du DDT (ou des dérivés de cet organochloré) dans leurs tissus adipeux, et ce à raison de quelque 4 ppm. On a trouvé beaucoup de pesticides dans le lait humain, parfois en quantité supérieure à la DJA pour le nourrisson (Jensen, 1983) Les répercutions sur la santé sont identifiées facilement quand elles sont consécutives à une intoxication massive, le lien étant objectivable entre exposition et effets.

Les maladies potentiellement liées aux expositions à long terme aux pesticides sont essentiellement étudiées dans les populations professionnellement exposées. La détermination des impacts des pesticides sur la santé repose sur la mise en évidence d'effets chez les personnes exposées par rapport à des personnes non exposées.

Les effets chroniques les plus étudiés sont les cancers, notamment les leucémies et les lymphomes, les effets sur la reproduction, les effets neurotoxiques et les effets perturbateurs endocriniens.

À ce jour, les atteintes de la fonction de reproduction, les troubles neurologiques et les pathologies cancéreuses sont les effets sanitaires les plus fréquemment évoqués en relation avec des expositions chroniques aux pesticides.

Les pesticides, qu'ils soient naturels ou de synthèse (la majorité), sont des produits biologiquement actifs et donc intentionnellement toxiques pour les organismes cibles. Du fait de leur dangerosité intrinsèque, le contact inopiné de ces substances avec des cibles non désignées risque d'entraîner des troubles graves pour ces dernières. L'homme constitue l'une de ces cibles involontaires du fait qu'il est l'applicateur de ces substances mais aussi, par exemple, consommateur de ressources alimentaires contaminées par des résidus.

II. Méthodes de lutte

La lutte contre les *Bruchidae* peut se faire avant que ceux ci n'attaquent les plantes, on parle alors de protection des cultures ou de lutte préventive. Cette lutte cherche à créer des

conditions défavorable aux ravageurs des cultures. En général, ce sont les méthodes de lutte préventive qui sont le plus efficaces et le plus rentable puisqu'elles empêchent l'application des dégâts.

Parfois, il est nécessaire de lutter directement contre la bruche, faute d'avoir pu éviter son développement. On parle de lutte curative elle s'applique lorsque la bruche est présente et active.

II.1. Lutte préventive

Cette lutte consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transports, des locaux de stockages, des installations de manutention et des machines de récoltes.

Il est important d'isoler des nouvelles récoltes de celles qui sont anciennes dans l'entrepôt (Kellouche, 2005).

Comme les locaux de stockage, les alentours des bâtiments doivent être propres et parfaitement dégagés. pendant le stockage, le produit doit être régulièrement inspecté et les locaux régulièrement nettoyés.

-propreté de la denrée avant la mise en stock, le produit doit être correctement nettoyé.

-A fin d'éviter, tout au moins limiter l'émigration des insectes vers les cultures, il convient de procéder au nettoyage, voire éventuellement à la désinfection des locaux dans lesquels étaient stockés les haricots et la fève.

La désinfection se fait par pulvérisation et badigeonnage des murs et du sol avec des insecticides homologués tels le DDT ,lindane, Malathion, Methoxycolore de préférence en formulation huileuse pour le DDT et le Méthoxycolore (Mills,1990).

-En culture, le dégagement des grains murs de la végétation est nécessaire (récolte rapide).

-L'utilisation des variétés résistantes peut également représenter une méthode de contrôle efficace, cependant quelques chercheurs s'intéressent à la résistance de l'haricot aux parasites animaux. Gepp (1977) signale que les poils crochus des feuilles peuvent contrarier de nombreux insectes; et suggère de sélectionner l'abondance de ces poils. Les causes de résistance et la plupart des cultivars de légumineuses à l'égard des bruches ne sont pas encore bien étudiées y compris le niébé. Pour cette raison les autres moyens de lutte sont les seuls à envisager pour le moment.

II.2.Lutte curative

Les traitements curatifs ont pour but d'empêcher le développement des ravageurs des légumineuses en cas d'infestation et avant d'arriver à des stades plus complexes irréversible.

II.2.1.lutte chimique

La lutte chimique est une méthode qui peut aboutir à la suppression totale du ravageur durant la période de traitement. Cependant, elle ne persiste pas à long terme, car les insectes ravageurs par leur métabolisme secondaire peuvent s'adapter à l'effet des produits chimiques et faire apparaître une souche résistante. En outre, cette méthode a de nombreux inconvénients tels que , le cout élevé de l'usage des produits chimique et l'ensemble des perturbations dus a l'introduction des résidus toxique dans les différentes échelles de l'écosystème.

La lutte contre les ravageurs peut débiter au jaunissement des premières gousses , avant la ponte, mais doit se poursuivre jusqu'a l'enlèvement des graines au champ et dans les lieux de stockages .ces insecticides utilisés sont classés en 2 groupes :

II.2.1.1.Insecticides de contact

Ils sont généralement employés contre les insectes rampants ou volant dans des espaces découverts ou à la surface de la structure des élévateurs a graines, et entrepôts on distingue :

A . Les composés organochlorés : le DDT et le Lindane sont très toxiques pour l'homme mais également très efficace contre *C.maculatus* . (Hussein et Abdel-Aal, 1982).

B. Les composés organophosphorés : (malathion, pirimiphos-méthyle, chlorpyrifos-méthyle,dichlorvos): groupe d'insecticides le plus polyvalent parmi les produits utilisés contre les insectes des denrées. Le pirimiphos-méthyle se révèle le plus efficace pour lutter contre la bruche du niébé (Pierrard, 1984).

C. Les carbamates : le carbaryl est de loin le plus employé. Sa DL50 sur *C. maculatus* est de 0,25 Ug /adulte (Husse.in et Abdel-Aal, 1982).

D. Les pyrèthrinoïdes de synthèse (perméthrine,cyfluthrine, deltaméthrine):

Produits synthétiques proches des pyrèthres naturels ayant une longue persistance d'action et une toxicité faible pour l'homme. En conditions sahéliennes, la deltaméthrine à la dose de 1 ppm assure une protection efficace du niébé pendant 6 à 7 mois de stockage (Seck et al., 1991b).

II.2.1.2.Fumigants

Les fumigants sont des insecticides à haute tension de vapeur qui agissent sous forme gazeuse. Ces composés très toxiques pour l'homme et les animaux sont soumis lors de leur application à des normes de Sécurité très strictes. Par rapport aux insecticides de contact, ils possèdent l'avantage de ne laisser aucun résidu sur les denrées. La fumigation est un traitement purement curatif. Une fois réalisée, le stock n'est plus protégé contre de nouvelles

Infestations. Dans les pays chauds, la phosphine (PH₃) est le fumigant le plus couramment utilisé (Howe, 1978; Hindmarsh et al., 1978) et s'avère très efficace contre les œufs et les larves de *C. maculatus* (Singh et al., 1990).

Les insecticides chimiques se révèlent très efficaces pour protéger les stocks des attaques des ravageurs (Abdel-Wahab et al., 1975). Malheureusement, leur emploi est limité par de nombreuses contraintes (Egwuatu, 1987) qui sont:

- ✓ leur coût élevé,
- ✓ les risques pour la sante humaine et animale encourus lors de leur utilisation,
- ✓ les résidus laissés dans les denrées par les insecticides de contact,
- ✓ le risque d'apparition d'insectes résistants ou tolérants suite à une utilisation plus importante de ces produits,
- ✓ l'indisponibilité à tout moment et en quantité suffisante des pesticides,
- ✓ le manque de matériel permettant une optimalisation des traitements.

Suite à ces nombreuses restrictions d'utilisation, les insecticides chimiques ne sont que très peu usités en milieu villageois.

II.2.2.Lutte biologique

L'utilisation de la lutte biologique pour le contrôle des insectes des denrées stockées s'est fortement accrue ces dernières années. Les lieux de stockage étant des espaces clos, ils sont d'excellents modèles pour l'utilisation des auxiliaires. De nombreux parasites et prédateurs de *C. maculatus* ont été identifiés (De Luca 1965; Van Huis 1991) toutefois les recherches dans ce domaine restent encore très limitées.

Comme les couts des pesticides restent élevés et présentent un certain nombre d'inconvénients, il est préférable d'appliquer une lutte biologique pour les *Bruchidae* (Van huis, 1991).

La lutte biologique contre les ravageurs d'une culture est celle qui utilise les parasites ou les prédateurs de ces ravageurs en vue de diminuer leurs dégâts, il ya deux façons de la pratiquer (Dupriez et DE Leener, 1987).

II.2.2.1. Lutte biologique directe : est celle qu'on réalise en introduisant dans les champs les ennemis du ravageur.

II.2.2.2.Lutte biologique indirecte : est celle qui consiste à aménager le milieu de culture de telle sorte qu'il accueille le plus grand nombre possible d'ennemis des principaux ravageurs des plantes cultivées.

Actuellement, c'est la méthode la plus favorisée dans le programme de recherche vue ses intérêts économiques et agro-environnementales qui présentent le maintien d'un équilibre bioécologique.

II.2.3.Lutte physique

C'est une méthode qui consiste à utiliser des agents physiques (mouvement, chaleur, lumière froid, eau, électricité, radiation....)

II.2.3.1. Lutte par le froid ou cryotherapie

Au dessous de 10°C le développement des insectes est bloqué, Quand on sait que l'activité de la bruche est nettement ralentie, voire arrêtée l'osque la température descend au dessous de 10°C, on peut éviter le développement de l'insecte en conservant les graines dans un local suffisamment frais.

Le maintien des entrepôts à une température de 1°C pendant un mois ou quelques heures a 10°C, entraine la mortalité des adultes (Goix,1986 ; Serpeille,1991).

II.2.3.2. Lutte par la chaleur ou thermothérapie

Toutes formes de ravageurs des denrées, se trouvent dans une masse de graines sont éliminées après 10 minutes d'exposition à une température de 60°C sans conséquence sur le pouvoir germinatif des graines (Fleurat-Leussard,1978; Scotti,1978).

Selon Khelil (1977), le maintien d'une température de 40°C pendant deux jours empêche toute éclosion possible des œufs d'âge très jeune, pour les œufs âgés de 96 à 120heures, la sensibilité ne se manifeste qu'à a partir du troisième jour.

II.2.3.3. Modification de l'atmosphère du milieu

Il s'agit d'abaisser le taux d'oxygène de l'atmosphère inter-granulaire jusqu'à un taux létal pour les insectes (<1% d'O₂) (Gruz et *al.*,1988). En effet, les insectes des graines stockés ne survivent pas dans une atmosphère riche en gaz carbonique (60%) et en nitrogène (97% à 99%) en raison de la raréfaction de l'oxygène (-1%), ce qui provoque l'asphyxie des insectes (Jay & D'orazio,1983 ; Adler,1994).

II.2.3.4. Irradiation gamma

L'irradiation par des rayons gamma est une méthode de lutte physique utilisée dans divers pays contre de nombreux insectes des denrées. Son principe repose sur l'exposition des

populations d'insectes, soit à des doses élevées d'irradiation pour tuer tous les stades de développement de l'insecte, soit à des doses plus faibles pour les stériliser (Elbadry et Ahmed, 1975; Hekal et El-Kady 1987).

II.2.4.Lutte par les plantes

L'usage des plantes indigènes dans la conservation des récoltes a été pratiqué avant même l'apparition des insecticides de synthèse. Les plantes sont utilisées contre les ravageurs pour leurs effets répulsifs, de contact ou fumigant. Les molécules actives peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille et la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à un autre.

Il a été observé dans les pratique empiriques que les agriculteurs introduisent souvent dans les greniers des plantes aromatiques issues de la pharmacopée locale pour protéger les graines entreposées contre les insectes (Sanon et *al.*,2002).

Les produits extraits a partir des végétaux sont utilisés comme biopesticides contre les ravageurs pour leur effets répulsifs, de contact ou fumigant et ce sous plusieurs formes, extraits organiques, extraits aqueux , poudre de plante, huiles essentielles et végétales. en outre la multitude de variété de certain cultivar peut être exploiter dans la phytothérapie.

II.2.4.1.Extraits organiques

La composition chimique des plantes aromatiques est complexe et elle est constitué de deux fractions, La première fraction dite volatile est présente dans différents organes de la plante.

Selon la famille. la deuxième fraction dite non volatile (CONV), composés organique non volatils, est composée essentiellement de coumarines et flavonoïdes (Cisowski, 1985), cette dernière fraction est utilisée dans la production des extraits organiques qui ont un effet insecticide.

Selon Regnault-Roger et Hamraoui (1993), les extraits organiques les plus puissants sont:

- Le menthol extrait de thym: *Thymus vulgaris*.
- l'eugénol extrait de clou de girofle: *Eugenia caryophyllata*.
- La pulégone extraite de la menthe pouliot: *Mentha pulégium*.
-

II.2.4.2.Extrait aqueux

Selon Gakuru et Foua-bi(1996), c'est une méthode couramment utilisée par les fermiers africains qui réalisent un trempage de feuilles dans l'eau pour obtenir une solution à l'effet insecticide.

D'après (Regnault-Roger et *al.*, 1997) les plantes les plus efficaces appartiennent à la familles des labiées (la lavande, le thym, le basilic , le marjolaine, le romarin , la mentheect).

Tableau 4. Les principaux extraits aqueux utilisés comme insecticides des denrées stockés .

Méthodes	Actions
Aspersion de la marchandise a l'extrait de pyrèthre	Effet insecticide et répulsif, efficace sur la totalité des ravageurs des stocks
Extrait de Neem (25 à 50 g/l) aspersion de graine dans une proportion de 0.5à 5%	Effet insecticide et répulsif, inhibition de développement
Aspersion de la marchandise aux extraits de poivrons	Effet insecticide et répulsif sur de nombreux ravageurs durant plusieurs mois .
Aspersion de la marchandise aux moyens d'un extrait a 2.5% de racine d'Annona	Puissants effets répulsif et insecticides, pendent 2 à 4 mois sur les bruches

II.2.4.3. Huiles végétales

Les huiles végétales sont utilisées très tôt dans la lutte contre les insectes sous forme d'émulsion. Ce sont à la fois des insecticides de contact qui agissent par leurs propriétés physique et chimique, et des adjuvants des molécules liposoluble et dans certain cas des synergistes.

Les huiles végétales sont des esters d'acide gras à poids moléculaire élevé. elles sont visqueuses. Peu volatile et insoluble dans l'eau . Elles sont divisées en huiles siccatives ou semi siccatives, selon leurs capacités à s'épaissir en présence d'oxygène. leurs extraction se fait par pression et qui présente une toxicité de contact induite par la formation d'un film imperméable isolant l'insecte de l'air provoquant son asphyxie (Regnault-Roger et Hammraoui, 1994 ; Weinzeirl, 1997).

II.2.4.4.Poudre de plantes

Un nombre important de plantes aromatiques et médicinales a été testé sous forme de poudres et elles ont montré une action anti appétante ou répulsive vis à vis de nombreux insectes ravageurs des denrées stockées. Ces poudres proviennent des différents organes (feuilles ,écorces, fruits, graines.....ect), des plantes séchées à une température ambiante de 26 à 28°C)(Gwinner et *al.*,1996).

Tableau 5. Quelques poudres extraites des différentes parties végétales et leurs effets sur les ravageurs des denrées stockées (Gwinner et al., 1996).

Poudres	Action
Poudre d'écorce d'acajou d'Afrique (<i>khaya senegalensis</i>), ajoutée a raison de 50 à 1000 g/kg de grains.	Action insecticide probable jusqu'à 3 mois sur les bruches des légumineuses.
Poudre de noyau de Neem, ajoutée à raison de 0.5 à 4 % du volume de marchandise.	Inhibition du développement des coléoptères nuisibles aux graines stockées.
Poudre de rhizome séchées de (<i>Acorus calamus</i>) ajoutée à raison de 0.2 à 1 % du poids de la marchandise.	Effet insecticides et répulsif, inhibition du développement de nombreux ravageurs durant plus de 6 mois
Poudre d'annona, ajoutée a raison de 0.5 à 2 % du poids de la marchandises.	Puissant effet répulsif et insecticide, pendant 3 à 4 mois sur les bruches.

II.2.4.5. Huiles essentielles

Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux.

Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, anti nutritionnelle et inhalatoire (Kéïta et al., 2000 ; Regnault-Roger, 2002).

A. Définition de huiles essentielles

Le terme "Huile Essentielle" est un terme générique qui désigne les composants liquides et hautement volatiles des plantes, marqués par une forte et caractéristique odeur. Les terpènes (principalement les monoterpènes) représente la majeure partie (environ 90%) de ces composants.

B. Conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles de bonne qualité peuvent se conserver plusieurs années sous certaines conditions, jusque cinq ans pour les H.E.C.T par exemple. Seules les essences de Citrus se gardent un peu moins longtemps (trois ans). Les huiles essentielles sont volatiles, il ne faut donc pas oublier de bien fermer les flacons. Il est préférable de les conserver dans un flacon en aluminium ou en verre teinté (brun, vert, ou bleu) et de les garder à l'abri de la lumière à une température ambiante jusque vingt degrés. Il existe des normes spécifiques sur l'emballage, le conditionnement et le stockage des huiles essentielles (norme AFNOR NF T 75-001, 1996) ainsi que sur le marquage des récipients contenant des HE (norme NF 75-002, 1996).

C. procédé d'extraction des huiles essentielles

- **Hydodistillation**

L'hydrodistillation est sans aucun doute le procédé chimique le plus ancien, en effet il fut importé en Europe par les Arabes entre le VIII^{ème} et le X^{ème} siècle mais le principe était déjà connu et utilisé par les Egyptiens dès le IV^{ème} siècle après J.C. (il aussi le plus utilisé, le plus rentable et celui convenant le mieux à l'extraction des molécules en vue d'une utilisation thérapeutique (Willem, 2004).

Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène qui met en jeu l'application de deux lois physiques (loi de Dalton et loi de Raoult) .

Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité (Pavida et *al.*, 1976). Au laboratoire, le système équipé d'une cohobe généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger.

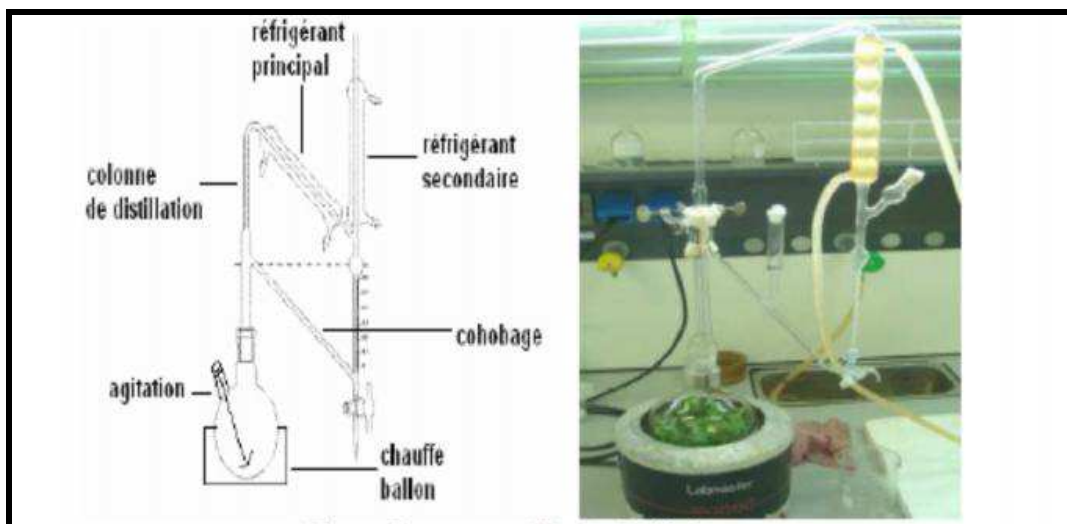


Figure 1. Montage d'hydrodistillation (Pavida et *al.*, 1976).

Les eaux aromatiques ainsi prélevées sont ensuite recyclées dans l'hydrodistillateur afin de maintenir le rapport plante/eau à son niveau initial. La durée d'une hydrodistillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement

mais également sur la composition de l'extrait (Pavida et *al.*, 1976).

- **Expression au solvants volatil**

Cette technique est utilisée avec les plantes dont l'extraction d'huiles essentielles a l'hydrodistillation est inefficace : c'est le cas du jasmin , de certaines roses, de la narcisse, de néroli de mimosa cette méthode est aussi utilisée en parfumerie: l'absolu de concrète, très parfumée, est a la base de la production de certains parfums.

L'avantage de cette méthode est qu'elle ne demande aucune énergie mécanique , elle est totalement passive. Néanmoins , l'inconvénient majeur est la possibilité de traces de solvants si l'évaporation n'est pas totale. De plus , l'utilisation du solvant implique des consignes strictes de sécurité.

D. propriétés biochimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des esters d'acides gras à poids moléculaire élevés, visqueuse, solubles dans l'alcool et la plupart des solvants organiques. Elles recèlent une grande hétérogénéité d'acides gras saturés, à moyenne ou longue chaîne de carbone. (Bruneton,1995).

Bien qu'une huile essentielle contienne un grand nombre d'éléments biochimiques, les plus fréquemment rencontrés sont les alcools, les cétones, les aldéhydes, les esters, les éthers et les terpènes (Tableau 6).

Tableau 6. Les principaux composés biochimiques et quelques produits possédant ces éléments (Willem, 2004).

Eléments biochimique	Quelques produits possédant ces éléments
Les acides	On en trouve surtout dans le clou de Girofle et le genévrier.
Les aldéhydes	On en trouve dans le citron, la mélisse, la verveine des Indes, la coriandre douce, la cannelle de chine .
Les cétones	On en trouve dans l'absinthe, la camomille noble, le fenouil, le romarin officinal; l'eucalyptus mentholé.
Les coumarines	On en trouve dans les coumarines dans l'angélique, le céleri, l'oranger doux et amer....etc
Les éthers	On en trouve dans l'anis étoilé, l'estragon, le basilic, la rose de Damas .
Les esters	On en trouve dans le lavandin, la lavande officinale, le ylang-ylang, le géranium rose...etc
Les monoterpènes	On en trouve dans le thym, le cyprès , la sauge officinale... Diluer les huiles essentielles avec des mono terpènes dans des huiles végétales biologiques.

Les monoterpénols	On en trouve dans le bois de rose, la camomille noble, l'eucalyptus, le lavandin, la marjolaine.
Les phénols	On en trouve dans le clou de Girofle, le thym; l'origan d'Espagne, le poivre noir...etc
Les sesquiterpenes	On en trouve dans la mélisse, l'ylang-ylang, le cèdre d'Atlas
Les sesquiterpenols	On en trouve dans le patchouli, la grande carotte sauvage, le santal blanc.

Quelle que soit la forme de lutte, il faut accepter que les ravageurs prennent leur part de récoltes, le but de ces différentes formes de luttés (préventives et curatives) est de diminuer le taux de parasitisme au dessous d'un seuil acceptable.

I. But de l'expérimentation

L'objectif de notre travail est en premier lieu d'évaluer l'activité insecticide de deux huiles essentielles extraites à partir d'une Astéracée (*Artemisia arborescens*) et d'une Lamiacée (*Lavandula angustifolia*) vis à vis de la bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*) d'une part, et d'autre part comparer les résultats obtenus avec ceux d'un insecticide de synthèse « la Deltamétrine » et ceci pour voir si nos huiles essentielles peuvent être proposées dans des formulations insecticides.

II. Matériel

II.1. Matériel biologique utilisé

II.1.1. Huiles essentielles

Les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation par Melle Abdellaoui au laboratoire de Génie de la Réaction, faculté de Génie Mécanique et Génie des Procédés à l'Université Houari Boumediene de Bab Ezzouar.

II.1.1.1. Présentation de l'Armoise arborescente (*Artemisia arborescens*)

L'armoise arborescente (*Artemisia arborescens*) est un petit arbuste persistant, de forme érigée, de la famille des *Asteraceae*. C'est une armoise analogue à l'absinthe.

Selon Guignard (1998), l'armoise arborescente appartient au :

- ✓ **Embranchement** : Spermatophytes
- ✓ **Sous-Embranchement** : Angiospermes
- ✓ **Classe** : Eudicotylédones
- ✓ **Famille**: *Asteraceae*.
- ✓ **Genre**: *Artemisia*
- ✓ **Espèce**: *Artemisia arborescens*.



Figure 2. Partie aérienne de l'armoise arborescente (*Artemisia arborescens*).

II.1.1.2. Présentation de la lavande (*Lavandula angustifolia*)

Lavande officinale, Lavande vraie ou encore appelé Lavande à feuilles étroites, elle appartient à la famille des Lamiacées. Ces arbustes sont célèbres pour leurs fleurs très parfumées et pour leur feuillage aromatique et persistant. originaire des régions sèches, ensoleillées et rocailleuses du monde (Saadatian et *al.*, 2013)



Figure 3. Planche de *Lavandula angustifolia*.

Selon Mills (1768) ainsi que Dupont et Guignard (2007), la lavande appartient au :

- ✓ **Embranchement** : Spermatophytes
- ✓ **Sous-Embranchement** : Angiospermes
- ✓ **Classe** : Eudicotylédones
- ✓ **Famille** : *Lamiaceae*.
- ✓ **Genre** : *Lavandula*
- ✓ **Espèce** : *Lavandula angustifolia*

II.1.2. Présentation de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*

La bruche de *Bruchus rufimanus* provient d'un lot commercial de fèves infesté du marché local de la Wilaya Tizi Ouzou. Les fèves étaient conditionnées dans des sacs en plastique (figure 4).

Les graines infestées sont distinguées par la présence d'un opercule à travers lequel il est possible de voir l'adulte de l'insecte en question par la transparence du tégument de la graine.



Figure 4. Dégâts de *Bruchus rufimanus* sur fève (Originale, 2017).

II.1.2.1. Position systématique de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*

Selon Hoffmann *et al.* (1962) et Bukejs (2010), la systématique de la bruche de la fève, *Bruchus rufimanus*, appartient à :

- ✓ **Règne** : Animal
- ✓ **Embranchement** : Arthropoda.
- ✓ **Sous/embranchement** : Ptérygotes
- ✓ **Classe** : Insecta.
- ✓ **Section** : Néoptères
- ✓ **Sous/section** : Endoptérygotes
- ✓ **Ordre** : Coleoptera.
- ✓ **Sous/ordre** : Phytophages
- ✓ **Famille** : Bruchidae
- ✓ **Sous/Famille** : Bruchinae
- ✓ **Genre** : *Bruchus*
- ✓ **Espèce** : *Bruchus rufimanus* Boheman (1833).

II.1.2.2. Caractéristiques de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*

Le tableau 7 décrit la bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*)

Tableau 7. Description de *Bruchus rufimanus*

Stade de développement	Caractéristiques et descriptions
Les œufs	Les œufs ont 0,55 X 0,25 mm ; ils ont un aspect gélatineux et sont collés à la gousse sur toute sa longueur. Ils sont lisses et ne présentent pas d'ornementation visible de chorion (Dupont, 1990).
Les larves	Lorsqu'elles ont acquis leurs entiers développements, ont de 5 à 7 millimètres de longueur ; un corps gras renflé, courbé en arc de cercle et très court. Elles sont jaunâtres, légèrement recourbées, fortes, massives ; leurs petite tête est revêtue d'un tégument coriace et armé de solides mandibules tranchantes.
Les nymphes	La nymphe est l'insecte parfait manquant complètement d'instruments de perforation. Est de couleur blanc crème, ressemble a l'adulte, mais n'a pas encore acquis sa couleur brune. La tête est partiellement visible que du haut (Teixeira,1997).
Les adultes	les adultes de <i>Bruchus rufimanus</i> , mesurent de 3 à 5 mm, ils présentent un prothorax un peu moins long que large avec une tache blanche très vague devant l'écusson, une face dorsale avec pubescence tachetée, jaune et blanche, parfois uniformément grise et une grande longueur au niveau de sa base, dont les angles sont aigues et divergents (Balachows, 1962). Les pattes antérieurs sont entièrement jaunes, les pates médianes et postérieurs sont noirs, le pygidium est de couleur gris pale, les males présentent une échancrure a la face ventrale du dernier segment abdominal, ce qui permet de les différencier des femelles (Boughdad, 1994).



Figure 5. Adulte de *Bruchus rufimanus*

II.1.2.3. Critères de choix de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*

Le choix de la bruche de la fève est basé sur les critères suivants :

1. Aire de répartition

Espèce cosmopolite, sa présence est signalée dans toute les parties du monde (Balachowsky,1962). Son aire de distribution géographique est très vaste, elle est rencontrée dans toute l'Europe moyenne et méridionale : Angleterre; France, Allemagne. Autriche, Italie, Espagne et autour du bassin méditerranéen depuis l'Algérie jusqu'à l'Egypte (Lepesme,1944 et Hoffmann,1945) ;

2. Biologie de la bruche de la fève

Bruchus rufimanus présente un cycle biologique annuel strictement dépendant de celui de sa plante hôte *Vicia faba*. La colonisation des cultures doit se faire nécessairement par des adultes à partir des sites d'hivernation : écorces d'arbres, lichens, anfractuosités du sol, entrepôts de stockage (Hoffmann et al., 1962) ou à partir des graines non désinsectisées, qui hébergent encore des bruches vivantes lors du semis. (Dupont et Huignard, 1990).

3. Dégâts causés par la bruche

Bruchus rufimanus est un insecte qui vit au dépens des graines de *vicia faba* (Lahmar,1987). Les dégâts causés par *B.rufimanus* sont plus importants sur les fèves et féveroles (Taupin, 1985;Berne et Dardy,1987). Chez *B .rufimanus*, c'est la larve qui occasionne des dégâts à l'intérieur des graines de *V.faba* (Berene et Dardy, 1987).

✓ **pertes pondérales :** Selon Boughdad (1996), les pertes sont occasionnées en fonction du nombre de bruches adultes développées par graines et de l'intensité de l'infestation des graines. En effet, ces pertes sont de 2.84% pour les graines avec une seule bruche, 5.87% avec

deux bruches, 8.27% avec trois bruches, 11.40% avec quatre bruches et 14.15% pour les graines avec cinq bruches (Boughdad, 1996).

✓ **pertes de germination** : La larve de *B.rufimanus* occasionne non seulement des pertes pondérales, mais affecte aussi la germination des graines de *V.faba* au dépens desquelles elle s'est développée (Balachowsky, 1962;Boughdad et Lauge, 1997).

Chittenden (1912) in Balachowsky (1962) a estimé que le pouvoir germinatif des graines est fortement diminué par les galeries larvaires. Il est de 60% lorsqu'il existe une seule galerie larvaire. et n'est plus que de 45 % quand on observe les deux galeries. Bessaci et Merabtene (2004) rapportent que le taux de germination diminue au fur et à mesure que le nombre de bruche par graine augmente.

✓ **Dépréciation des graines** : Les attaques de *B.rufimanus* sur les graines de *V.faba* provoquent leur dépréciation gustative Balachowsky (1962).

En plus, ces dégâts génèrent considérablement la vente du produit, le seuil toléré à l'exportation et l'industrie agro-alimentaire est fixé de 2 à 3 % des graines buchées, au-delà de cette norme, il se pose d'importants problèmes de tirage et d'usinage (Iboukhoulef et Sadoudi, 2003).

II.2. Matériel du laboratoire

Pour les différentes expériences, nous avons utilisé le matériel suivant :

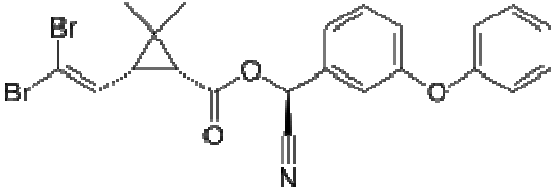
- ✓ des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre et de 2 cm de hauteur pour les tests de répulsivité ;
- ✓ des bocaux en verre de 500ml de volume pour les tests d'inhalation ;
- ✓ une micropipette (5-50 μ l) pour un pipetage de précision des huiles essentielles et une micropipette (10-100 μ l) pour pipetage d'acétone ;
- ✓ du papier filtre pour les tests de répulsivité et d'inhalation ;
- ✓ de l'acétone pour la dilution des huiles essentielles (test de répulsivité) ;
- ✓ autres accessoires : ciseaux, rouleau adhésif, papier film et embouts jaune.

II.3. Pesticide utilisé

Dans notre travail expérimental, nous nous sommes intéressées à une seule famille d'insecticide; les pyrethrinoides représenté par la deltamethrine dont le nom commercial est la Decis.

Cet insecticide est utilisé avec nos huiles essentielles dans un but comparatif.

Tableau 8. Caractéristiques de la Deltaméthrine

Caractéristiques	Deltamethrine
Formule chimique	
Nomenclature	(1R, 3R)-3-(2,2Dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate de (S)- α -cyano-3-phénoxybenzule.
Cultures traitées	<ul style="list-style-type: none"> -Les céréales. -La vigne. -L'arboriculture. -Les cultures légumineuses. -Les pommes de terre.
Utilisation	Lutte adulticide.
Formes commerciales	<ul style="list-style-type: none"> -Solutions. -concentrés émulsionnables. -Poudres et poudre mouillables. -Granulés. -Suspensions concentrées.
Propriétés physiques	<ul style="list-style-type: none"> - Molécule lipophile peu soluble dans l'eau (0.2 ug/l à 25 °C); -Soluble dans de nombreux solvants organiques (acétone...); -Masse molaire 505.2; -point de fusion 98 à 102°C; -Point d'ébullition, se décompose à partir de 270°C; -Densité D_4^{20} 0.5; -Tension de vapeur 1.24×10^{-8} à 2.10^{-6} Pa à 25° C. -Coefficient de partage log Pow 4.6 à 25°C; -Peut être absorbé par différentes voies d'exposition.
Propriétés chimiques	<ul style="list-style-type: none"> -Concentration 25 g/l; -Bonne stabilité thermique; -Dégradation par effet de rayonnement lumineux; -DL 50(rat): 150mg/kg; -Présente des fonctions variées; -Autant de point d'attache par des réactifs variés .
Caractéristiques technique	<ul style="list-style-type: none"> -Toxique chez les insectes par inhalation et par ingestion, dangereux pour l'environnement; - Taux d'absorption par inhalation faible, peut être majoré par des solvants organiques; -La substance administrée sous forme de poudre, classée toxique par inhalation

III. Méthodes

III.1. Extraction des Bruches

L'espèce étudiée est *Bruchus rufimanus*, les adultes sont utilisés après avoir retiré manuellement des graines infestées au niveau du laboratoire à l'aide d'une aiguille. L'adulte de la bruche de la fève sort après avoir enlevé les enveloppes.

III.2. Bioessais

Le travail expérimental consiste à mettre en évidence l'effet des huiles essentielles et de la Deltaméthrine sur l'activité biologique de *B.rufimanus* à travers les différents tests effectués (inhalation et répulsion).

III.2.1. Test d'inhalation

Ce test consiste à étudier la longévité des adultes de *B. rufimanus* et cela en dénombrement des individus morts toutes les 24 heures pendant 7 jours, pour cela nous procédons comme suit:

Nous introduisons une dose d'huile essentielle sur du papier filtre découpé au préalable en cercle de 2mm de diamètre suspendu à l'aide d'un fil à la face interne du couvercle d'un bocal de 250 ml de volume, nous mettons à l'intérieur 10 individus âgés de moins de 24h et nous fermons hermétiquement les bocal.

Nous utilisons des étiquettes pour chaque bocal, indiquant la dose d'huile ainsi que le numéro de la répétition.

quatre répétitions sont réalisées pour chaque dose d'huile avec témoin, ce test nous permet d'étudier les paramètres de longévité en dénombrant au bout de 24h,48h,72h,96h...jusqu'au 7ème jour le nombre de morts pour chaque dose utilisée.

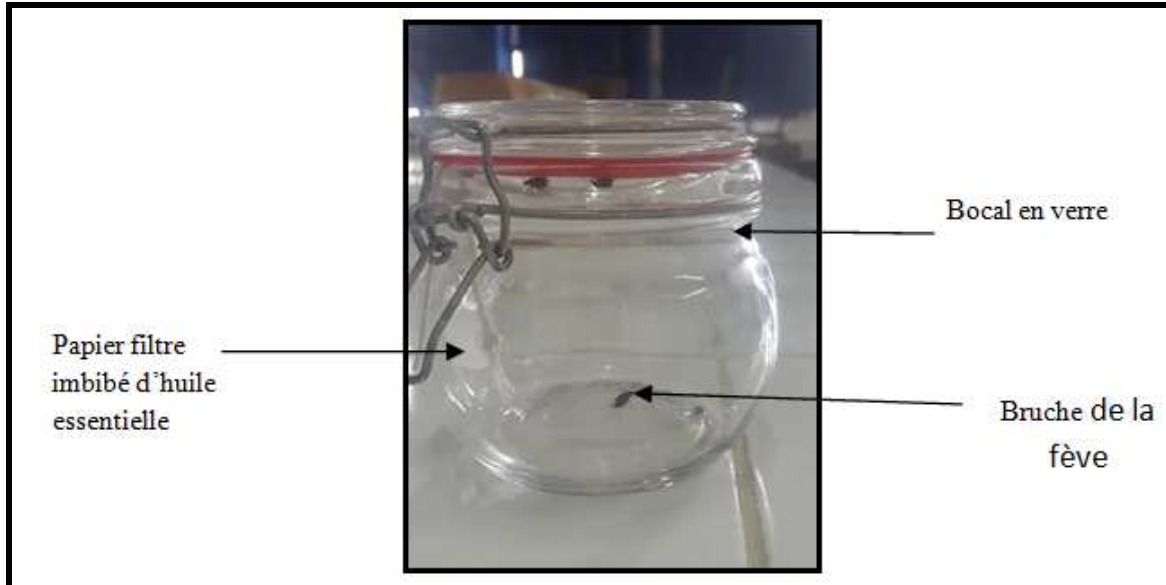


Figure 6. Dispositif expérimental du test d'inhalation (Originale, 2017).

III.2.1. Test de répulsion

Ce test consiste à étudier l'effet répulsif des deux huiles essentielles et de la Deltaméthrine sur les adultes de *Bruchus rufimanus*.

Pour le réaliser nous avons suivi les étapes suivantes :

- ✓ découpage en deux parties égales un disque de papier filtre de 10 cm de diamètre ;
- ✓ préparation de quatre doses différentes de 5, 10, 15 et 20 μ l dans 1 ml d'acétone pour chaque huile essentielle ;
- ✓ pour chaque test un demi-disque est traité avec une dose d'huile essentielle diluée dans l'acétone et le deuxième ne reçoit que de l'acétone ;
- ✓ après évaporation du solvant, nous rassemblons les deux parties traitée et non traitée par une bande adhésive et nous les plaçons dans une boîte de pétri (figure 7) ;
- ✓ vingt charançons adultes sont ensuite déposés au centre de la boîte ;
- ✓ au bout de chaque heure, nous comptons le nombre de charançons présents sur la partie du disque traitée avec l'huile essentielle et le nombre d'individus présents sur la partie traitée uniquement avec l'acétone ;
- ✓ le pourcentage de répulsion (PR) est calculé comme suit :

$$\text{PR (\%)} = [(N_c - N_t)] / [(N_c + N_t)] \times 100$$

N_c : nombre d'insectes présents sur le demi-disque traité avec l'acétone uniquement.

N_t : nombre d'insectes présents sur le demi-disque traité avec la solution huileuse.



Figure 7. Dispositif expérimental du test de répulsivité (Originale,2017).

Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque huile est calculé et attribué à l'une des différentes classes répulsives, selon le classement de Mc Donald et *al.*, (1970) qui sont indiqués dans le tableau 9.

Tableau 9. Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et *al.*, (1970).

Classe	Intervalle de répulsion	Propriétés
Classe 0	$PR \leq 0,1\%$	Très faiblement répulsif
Classe I	$0,1 \% < PR \leq 20\%$	Faiblement répulsif
Classe II	$20\% < PR \leq 40 \%$	Modérément répulsif
Classe III	$40 \% < PR \leq 60 \%$	Moyennement répulsif
Classe IV	$60\% < PR \leq 80 \%$	Répulsif
Classe V	$80 \% < PR \leq 100 \%$	Très répulsif

I. Test d'inhalation

Ce test à été réalisé afin de déterminer l'effet inhalatoire d'*Artemesia arborescens* et de *Lavandula angustifolia* ainsi que la Deltamethrine vis à vis des adultes de *B.rufimanus*.

I.1. Evaluation de l'effet insecticide de l'huile essentielle *Artemesia arborescens* par inhalation

Les résultats obtenus, représentés dans le Figure 8, montrent que la mortalité des adultes de *Bruchus rufimanus* augmente proportionnellement avec la dose et avec le temps d'exposition de l'huile essentielle testée. Dans le lot témoin, les adultes vivent beaucoup plus longtemps que la durée de traitement.

Dés la plus faible dose 5 μ l, l'huile essentielle montre déjà un effet toxique très faible, à la plus forte dose 20 μ l, l'huile induit un taux de mortalité total des individus après 72h d'exposition.

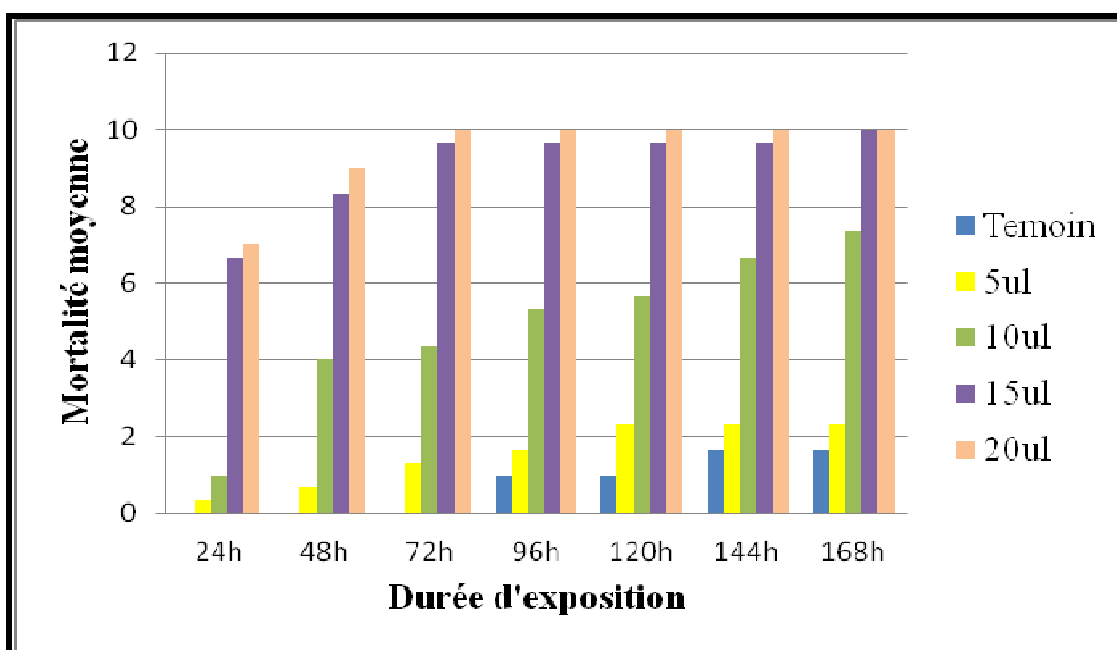


Figure 8. Le taux de mortalité des adultes *B. rufimanus* par inhalation traitée à différentes doses d'huile essentielle *Artemesia arborescens*.

I.2. Evaluation de l'effet insecticide de l'huile essentielle *Lavandula angustifolia* par inhalation

Les résultats représentés dans la figure 9 montre que le taux de mortalité augmente avec la durée d'exposition jusqu'à atteindre un taux de mortalité totale à la plus faible dose après une durée d'exposition de 120h.

La toxicité de l'huile essentielle *Lavandula angustifolia* est très prononcée à 24h d'exposition jusqu'à atteindre un taux de mortalité totalité pour toutes les doses à 120h.

L'effet inhalatoire de *Lavandula angustifolia* est plus important que celui engendré par l'huile essentielle d'*Artemesia arborescens*.

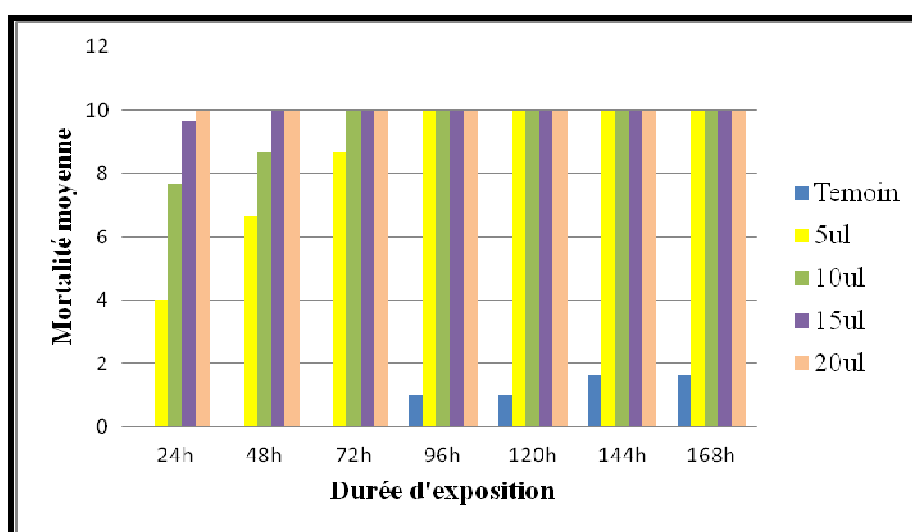


Figure 9. Le taux de mortalité des adultes *B. rufimanus* par inhalation traitée à différentes doses d'huile essentielle *Lavandula angustifolia*.

I.3. Evaluation de l'effet insecticide de la Deltamethrine par inhalation

Les résultats obtenus dans la figure 10 montrent que l'effet de la Deltamethrine augmente proportionnellement avec la dose et la durée d'exposition, pour atteindre un pourcentage avoisinant les 80% à la dose de 20µl après une durée de 168 jours.

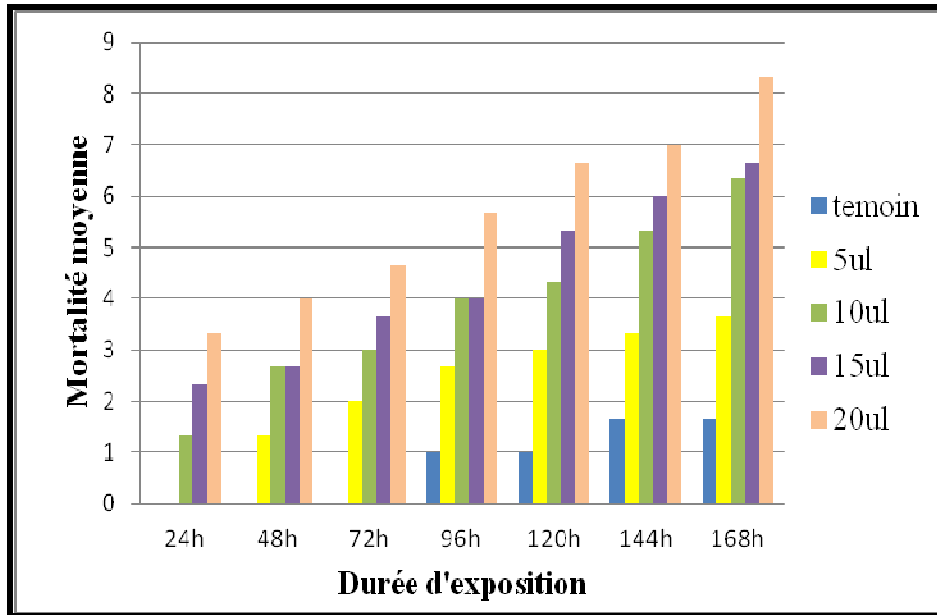


Figure 10. Le taux de mortalité des adultes *Bruchus rufimanus* par inhalation traitée à différentes doses de Deltaméthrine.

I. Test de répulsion

Nous avons évalué l'effet répulsif des deux huiles essentielles de *Lavandula angustifolia* et *Artemesia arborescens* ainsi que la Deltaméthrine.

A cet effet, nous avons remarqué qu'aux différentes doses et selon la durée, le nombre de bruches présent dans la partie traitée est moins important que celui des bruches présents dans la partie non traitée.

Pour mieux évaluer l'effet répulsif, nous avons calculé les pourcentages de répulsion selon la formule utilisée par Nerio et al. (2009) :

$$PR (\%) = (NC - NT) / (NC + NT) * 100$$

II.1. Evaluation de l'effet répulsive de *Artemesia arborescens*, *Lavandula angustifolia*, et la Deltaméthrine vis à vis de *B.rufimanus*

Après une heure de temps d'exposition nous observons dans la figure 11 que le taux de répulsion des deux bioinsecticides (*Artemesia arborescens*, *Lavondula angustifolia*) et la Deltamétrine augmente en fonction de la dose chez les adultes de *B.rufimanus*.

cependant, nous remarquons que l'effet de la Deltaméthrine est plus répulsif, nous le comparons avec les huiles essentielles testées.

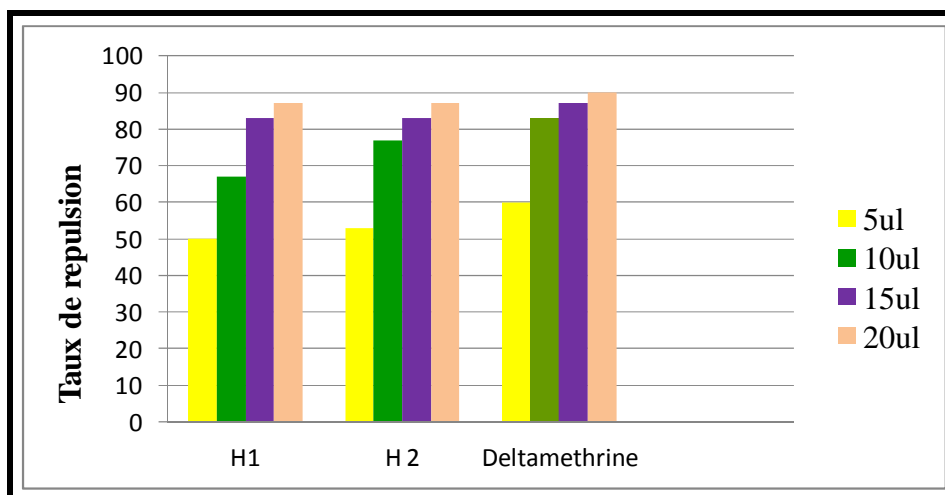


Figure 11. Taux moyen de répulsion des adultes de *Bruchus rufimanus* après une durée d'exposition d'une heure et en fonction des différentes doses.

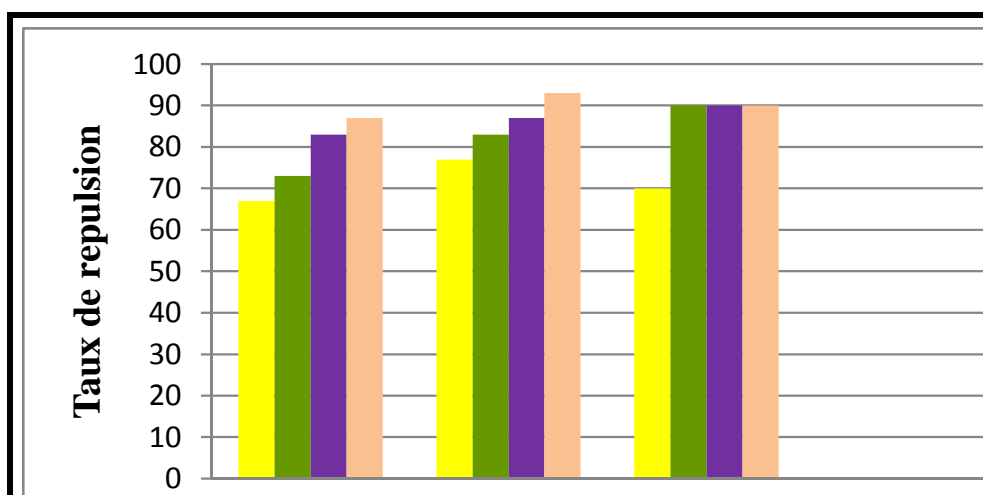


Figure 12. Taux moyen de répulsion des adultes de *B.rufimanus* après 2H d'exposition de deux heures et en fonction des différentes doses testées

Dans la figure 12 nous remarquons que le taux de répulsion des deux bioinsecticides (*Artemesia arboresens*, *Lavondula angustifolia*) et la Deltamethrine augmente avec les doses testées .

Après tout juste deux heures d'exposition la Deltamethrine présente déjà un effet répulsif plus important que celui des bio insecticides à des doses élevées. À la plus faible dose 5 μ l l'effet de *Lavandula angustifolia* est plus répulsif, on le comparant à celui de la Deltamethrine.

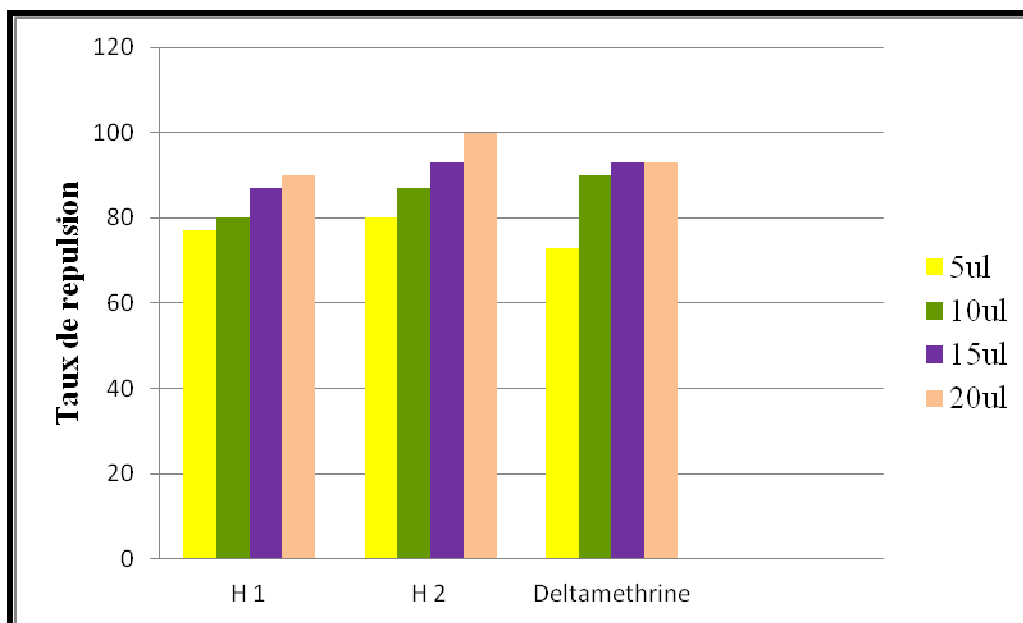


Figure 13. Taux moyen de répulsion des adultes de *B. rufimanus* après 3H d'exposition de deux heures et en fonction des différentes doses testées

Dans la figure 13, nous remarquons nettement la différence entre les deux bioinsecticides, *Lavandula angustifolia* a donné de meilleurs résultats en la comparant à *Artemesia arborescens* l'effet est très fortement répulsive vis a vis des adultes de *B. rufimanus* avec un PR=100% pour la plus forte dose 20µl.

La deltamethrine a son tour donne des résultats comparables à ceux de *l'Artemesia arborescens*.

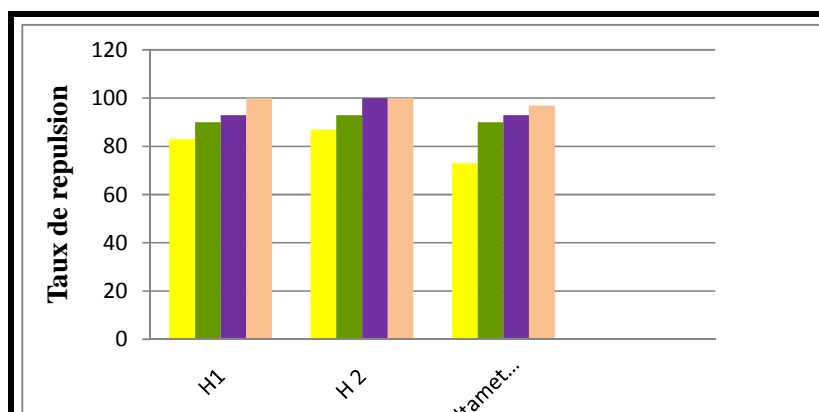


Figure 14. Taux moyen de répulsion des adultes de *B. rufimanus* après 4H d'exposition et en fonction des différentes doses testées .

Les résultats représentés dans la figure 14 montrent que le taux de répulsion des deux bioinsecticides (*Artemesia arboresens* , *Lavondula angustifolia*) et la Deltametrine augmente après 4 heure d'exposition selon les doses testées.

Nous remarquons que l'effet de *Lavandula angustifolia* est plus répulsive en le comparant avec celui d'*Artemesia arboresences* et la Deltamethrine.

A 4H d'exposition le taux de répulsion est très important, il atteint un PR=100% pour l'*Artemesia arborescens* à une dose de 20µl, ainsi que pour *Lavandula angustifolia* mais à partir d'une dose plus faible 15 µl. La Deltamethrine n'atteint tout juste PR=97% même à de forte dose.

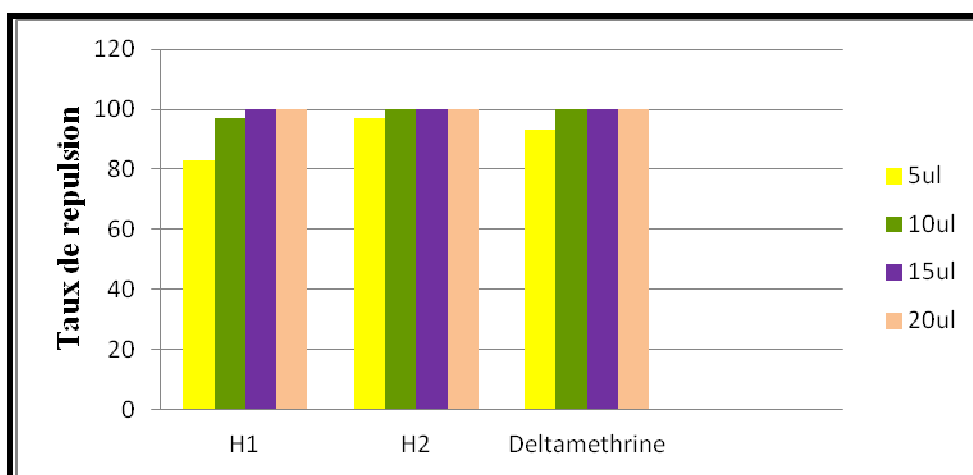


Figure 15. Taux moyen de répulsion des adultes de *B.rufimanus* après 5H d'exposition et en fonction des différentes doses testées.

D'après la figure 16, nous remarquons que le taux de répulsion dans les trois cas de figure c'est à dire des deux bioinsecticides (*Artemesia arboresens* , *Lavondula angustifolia*) et la Deltametrine présente une augmentation proportionnelles en fonction les doses étudiées.

Chez *Lavandula angustifolia*, l'effet répulsif est plus élevé par rapport a celui de l'*Artemesia arboresences* ou encore de la Deltamethrine.

Cependant, le taux de répulsion est très prononcé après 5h d'exposition jusqu'à atteindre un PR=100% pour les trois insecticides testées à partir de la dose 10 µl.

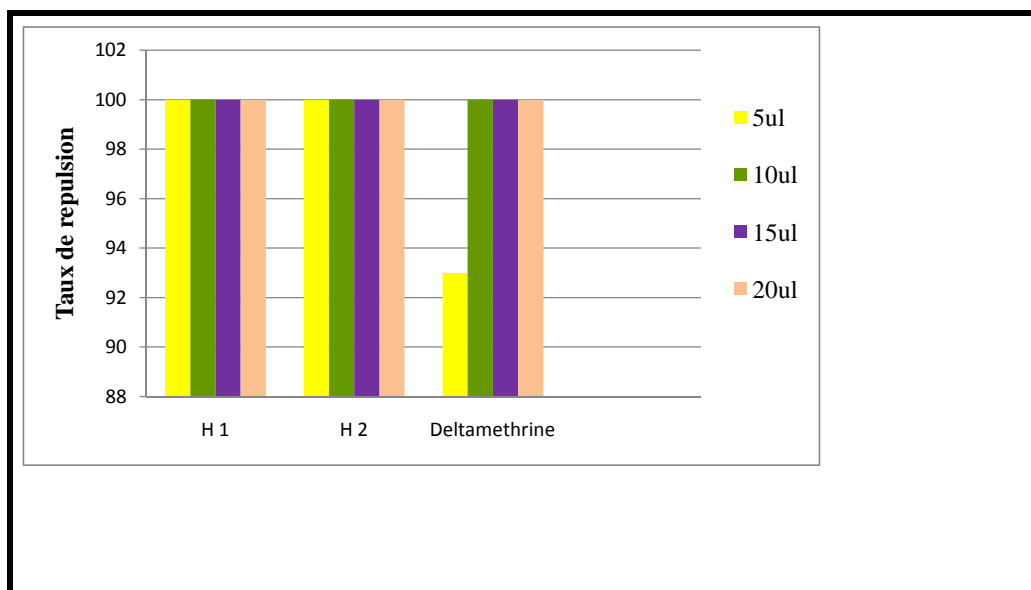


Figure 16. Taux moyen de répulsion des adultes de *B.rufimanus* après 24Hd'exposition et en fonction des différentes doses testées.

La figure 16 montre que le taux de répulsion des deux bioinsecticides (*Artemesia arborescens*, *Lavandula angustifolia*) et la Deltamethrine s'accroît plus avec l'augmentation des doses.

Contrairement aux deux bioinsecticides qui montrent un taux de répulsion total après 24H, la Deltamethrine à la plus faible dose 5 μ l est tout juste à 93% comparée aux autres doses plus élevés (10 μ l,15 μ l,20 μ l).

Ces résultats laissent apparaitre que l'effet des deux huiles essentielles extraites des plantes aromatique (*Lavandula angustifolia*, *Artemesia arborescens*) est fortement répulsif en comparaison à celui de l'insecticide commercial (Deltamethrine).

II. Discussion

Notre étude rentre dans le cadre de la recherche de solutions alternatives qui permettent de réduire les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des denrées stockées, comme la Bruche de la fève dans le cas de notre étude, pour diminuer l'utilisation des produits chimiques et ainsi protéger l'environnement et la santé humaine.

L'étude comparative entre l'insecticide commercial et les huiles essentielles (*Lavandula angustifolia*, *Artemesia arborescens*), montre qu'ils agissent de la même façon en fonction du test appliqué (répulsion, inhalation), cependant l'effet des bioinsecticides s'est montré plus important arrivant parfois au 100 % à seulement 24h d'exposition.

Cet effet insecticide est lié à plusieurs paramètres comme la dose d'huile utilisée ou encore à la durée d'exposition.

Une utilisation des deux huiles provoque une importante toxicité par inhalation, en effet, elle réduit la durée de vie des adultes de *B.rufimanus* d'une manière très forte au fur et à mesure que la dose et la durée d'exposition augmentent, cela en fonction de l'huile utilisé .

À la plus forte dose 20µl de *Lavandula angustifolia* enregistre une mortalité totale des adultes de *B.rufimanus* après 24H d'exposition ,or que pour l'*Artemesia arborescens*, nous enregistrons une mortalité total qu' après 72h d'exposition a la plus forte dose 20µl .

Dans le cas de l'insecticide commercial, son utilisation provoque une toxicité par inhalation moins importante que les bio insecticides, nous avons pu constaté que l'effet inhalatoire atteint une mortalité total après 168h à la plus forte dose 20 µl .

L'effet répulsive dans notre étude semble être vraiment efficace, les taux de répulsion avaient atteint les (PR=100%) à de fortes dose pour les deux l'huiles testées et nos résultats semblent être conforme à ceux obtenus par de nombreux auteurs.

Regnault-Roger & Hamraoui (1994) ont testé l'efficacité des huiles essentielles extraites de vingt-quatre plantes aromatiques de plusieurs familles sur la bruche *A. obtectus*, les résultats ont montrée que les huiles de sept plantes de la famille des Lamiacées, *Thymus serpyllum*, *Origanum vulgare*, *Satureia hortensis*, *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Origanum majorana* et *Ocimum basilicum*, et *Petroselinum sativum* de la famille des Apiacées sont les plus toxiques provoquant une mortalité de 100 % après 1-4 jours d'exposition, à faible dose soit 10-2 µl/cm³.

Elgherissi et Haddak (2009) rapportent que l'huile essentielle de bouleau (*Betula papyrifera*), montre une mortalité des adultes de 50% à la plus faible dose (5µl) après 24h, celle-ci augmente au fur et à mesure que les deux facteurs dose et temps d'exposition augmentent.

Les résultats obtenus par Benaissa (2009) rapportent qu'une mortalité totale des adultes de *C. maculatus* est obtenue après 24h d'exposition à l'huile d'*Ocimum basilicum* à la dose 35µl, et le même résultat est observé dans les lots traités avec les doses 20µl et 30µl après deux jours d'exposition.

Ouzir & Rabehi (2009) signalent l'effet inhalatoire de l'huile essentielle de la cannelle à l'égard de la bruche du niébé à la dose 60µl (100% de mortalité après 72h d'exposition). L'huile essentielle de pamplemousse montre une mortalité d'individus de 100% au bout de 96h aux doses 75µl et 90µl.

Sur une bruche polyvoltine voisine, *C.maculatus*, Tapondjou et al. (2003) ont également mis en évidence les propriétés répulsives élevés des huiles essentielles des feuilles de *C.ambrosioides* L. (Chénopodiacées) (PR=89 %) par comparaison à celle des feuilles d'*Eucalyptus saligna* Smith (Myrtacées) (PR=71%)

Dans le cas de notre étude L'efficacité de ces deux huiles essentielles peut être attribuée à leur composition chimique, généralement à leur richesse en monoterpènes oxygénés et sesquiterpènes oxygénés, composés terpenoïques et à des limonènes. Ces composés présentent des capacités à réduire la longévité des adultes *d'A. obtectus* qui elle-même dépend de l'effet toxique des huiles essentielles sur les adultes (Regnault-Roger et Hamraoui, 1995).

Cette étude portant sur l'évaluation de l'effet insecticide de deux huiles essentielles extraite de la lavande (*Lavandula angustifolia*) et de l'armoise (*Artemisia arborescens*) ainsi qu'un insecticide commercial (Deltaméthrine) sur les adultes de la bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*).

Les résultats obtenus, donne à conclure que l'huile essentielle *Lavandula angustifolia* s'est révélée plus toxique que *Artemisia arborescens*, et que *Artemisia arborescens* est plus toxique que la Deltaméthrine vis-à-vis des adultes de *B.rufimanus*, cette toxicité varie selon le type de test effectué (inhalation et répulsion) ; selon les doses et la durée d'exposition.

Nos résultats confirment ceux déjà obtenus par d'autres études ; les huiles essentielles présentent une toxicité vis-à-vis de bruche de la fève, elles sont plus élevées par répulsion que par inhalation.

Pour l'ensemble des tests effectués, le test par répulsion s'est avéré être le plus efficace pour lutter contre les adultes de la bruche de la fève par rapport au test d'inhalation.

Nous avons constaté que le calcul du pourcentage de répulsion par la méthode de McDonald et al. (1970), permet de montrer que les deux bio insecticides arrivent à un (PR=100 %) qui est très fortement répulsive.

L'ensemble des résultats obtenus lors de ce travail pourrait constituer des solutions alternatives ou complémentaires à l'utilisation des pesticides commerciaux pour la protection des graines des denrées stockées du féverole. Le développement des bio insecticides extraits des plantes aromatiques s'inscrit dans le cadre de l'agriculture et du développement durable ainsi que dans la protection de l'environnement et de la santé humaine.

De nombreuses perspectives de recherche peuvent être dégagées de notre travail notamment, l'évaluation de l'activité insecticide des composés majeurs des huiles essentielles vis-à-vis de la bruche de la fève. Il serait également intéressant de faire des extractions de ces huiles essentielles à partir de plantes aromatiques et d'étudier leurs principes actifs.

Toutefois, ce travail ne constitue qu'une approche au laboratoire, pour connaître l'effet insecticide des deux huiles essentielles (*Lavandula angustifolia* et *Artemisia arborescens*) et l'effet de l'insecticide commercial (Deltaméthrine) à l'égard de *B.rufimanus*, il serait intéressant de faire des formulations à base de ces bio insecticides et d'évaluer leur efficacité sur le terrain, des études à grande échelle doivent être entreprises.

- ✓ **Abdel-Wahab A. M., Abdel-Rahim W. A. et Rizk M. 1975.** Comparative susceptibility of male and female southern cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (F.) to thirteen insecticides (Coleoptera: Bruchidae). *Bull. Soc. Entomol. Egypte, Ser. Econ.* 10,165-170.
- ✓ **Anastasiadis I., Giannakou I., Prophetou-Athanasiadou D. & Gowen S., 2008.** The combined effect of the application of a biocontrol agent *Paecilomyces lilacinus*, with various practices for the control of root knot nematodes. *Crop Prot.*, **27**, 352-361
- ✓ **Aquiloni L. & Gherardi F., 2010.** The use of sex pheromones for the control of invasive populations of the crayfish *Procambarus clarkia*: a field study. *Hydrobiologia*, **649**, 249-254.
- ✓ **Balachowsky .A S., 1962.**Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed Masson Cies ,Tome I,Vol 1,564p.dx
- ✓ **Bates S., Zhao J.-Z., Roush R. & Shelton A., 2005.** Insect resistance management in GM crops: past, present and future. *Nat. Biotechnol.*, **23**, 57-62.
- ✓ **BENAISSA R. (2009):** Evaluation de l'effet bio – insecticide de l'huile essentielle du basilic *Ocimum basilicum* (L), à l'encontre de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus*(F) (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'Ingénieur en Ecologie animale. Option : Gestion des populations animales. U.M.M.T.O. 57 p.
- ✓ **Boheman,1933.** *Vicia faba* au Maroc:These d'Etat en science , N°:3628 Université de Paris ,Orsay.France.182p
- ✓ **Boughdad A, 1994.** Statut de nuisibilité et écologie des populations de *bruchus rafimanus*
- ✓ **Boulon J.-P., 2010.** Qu'est-ce que ? *Pseudomonas chlororaphis* souche MA342 bio-fongicide en traitement de semences de blé, triticales et seigle. *Phytoma Défense Végétaux*, **632**, 10-12.
- ✓ **Calderón-Alvarez C. et al., 2012.** Monitoring the effects of *Rodolia cardinalis* on *Icerya purchasi* on the Galapagos Islands. *BioControl*, **57**, 167-179.
- ✓ **Chandler D. et al., 2011.** The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B.*, **366**(1573), 1987-1998.
- ✓ **Chen X. et al., 2002.** Comparative analysis of the complete genome sequences of *Helicoverpa zea* and *Helicoverpa armigera* single-nucleocapsid nucleopolyhedroviruses. *J. Gen. Virol.*, **83**, 673-684

Références bibliographiques

- ✓ **Cisowski W.,1985.**Flavonoid compounds in *Myrrhis odorata* L.Scop.Herba Polonica.31,PP13-19.
- ✓ **Correia A. et al., 2013.** Microscopic analysis of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) embryonic development before and after treatment with azadirachtin, lufenuron, and deltamethrin. *J. Econ. Entomol.*, **106**(2), 747-755.
- ✓ **Dodd S., Lieckfeldt E. & Samuels G., 2003.** *Hypocrea atroviridis* sp. nov., the teleomorph of *Trichoderma atroviride*. *Mycologia*, **95**(1), 27-40.
- ✓ **Dong L., Yang J. & Zhang K., 2007.** Cloning and phylogenetic analysis of the chitinase gene from the facultative pathogen *Paecilomyces lilacinus*. *J. Appl. Microbiol.*, **103**(6), 2476-2488.
- ✓ **Dupont P.et Huignard J.,1990.**Relationships between *Bruchus rafimanus* (BOH) (Coleoptera: Bruchidae) and the phenologie of its host pplant *V.faba* L their importance in the special distribution of the insects, symp.Biol.Hung.N° 39.pp 255-263.
- ✓ **DUPRIEZ H .et DELEENER P.,1987.**Jardins et vergers d'Afrique, Nivelles, Belgique.PP128-173.
- ✓ **Eigwuatu R. 1. 1987** .Current status of conventional insecticides in the management of stored product insect pests in *the* tropics. *Insect Sci. Aplplic.8* (4/5/6), 695-701
- ✓ **El habib azzouzi.,2013.**Processus physico-chimique d'elimination des pesticides dans l'environnement cas de : Imazéthapys. Tese de doctocrat, faculté des science Rabat.,PP 16-17.
- ✓ **El Mrabet .K.,2006.** Developpement d'une methode d'analyse de residus de pesticide par dilution isotropique associée à la chromatographie en phase liquide couplée à la spectometrie de masse en tandem dans les matrices ceréalières apres extraction en solvant chaud pressurisé.These de doctorat,Uniersité pierre et marie curie.PP 17-18-20.
- ✓ **El-Badry E.A.et Ahmed M.Y.Y.1975.** Effects of gamma radiation on the egg stage of southem cowpea weevil,*callosobruchus maculatus* F.Z.Angew .Enthomol.79-32.
- ✓ **ELGHRISSI M. & HDDAK Y. (2009) :** L'activité biologique de quatre huiles essentielles à l'égard de *Callosobruchus maculatus*(F) (Coleoptera : Bruchidae). P : 19.
- ✓ **Fleurat -Leussard F.1978.**Les insectes et les acariens des denrées stockées, Autres methodes de lutttes.Coed AFNOR-ITCF,Paris.PP 67-81.

Références bibliographiques

- ✓ **Gakuru et Foua-bi K .1996.**Effet d'extraits de plantes sur la bruche du niébé (*C.maculatus* Fab.) et le charançon deriz (*sitophilus oryzae* L.).
- ✓ **Gepp J.1977.**Bewegungs behindering von.Arthropoden durch.Trichome an Bohnen pflanzen Anz.fur.Schad.Pflanzen schutz Univelz.PP 8-12.
- ✓ **Goettel M. & Hajek A., 2001.** Evaluation of non-target effects of pathogens used for management for arthropods. *In: Wajnberg E., Scott J.K. & Qimby P.C., eds. Evaluating indirect ecological effects of biological control.* Wallingford, UK: CABI Publisher, 81-97.
- ✓ **Goix J.1986.**La bruche de Haricot , revue phytoma- Defence des cultures.PP 48-49.
- ✓ **GWINNER J .,HARMISCH R . ET MUER F.,1996.**Manuel sur manutention et la conservation des grains après récolte, GT2.Esehborn.368p.
- ✓ **Hoffman A, et al.,1962.** Famille des bruchidae .In Entomologie app. à l'agriculture 434-494,(1),Balachowsky Ed., Masson publ., Paris,564p.
- ✓ **Howe R. W. 1978.**Introduction-The principles and problems of storage and pest control. *Outlook Agric. 9(5)*, 198-203.
- ✓ **Hussein M. H. et Abdel-Aal Y, A. 1. 1982.**Toxicity of some compounds against the cowpea seed beetle *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Int. Pest Control 24*, 12-16.
- ✓ **Jay E.et D'Orazio R.1983.**Progress in use of controlled atmospheres in actual field situation in the United States.In Proc.Int.Symp.Practical Aspects of Controlled Atmosphere and fumigation in grain Storages, 11-12 April in Perth.Western Australia.PP 3-13.
- ✓ **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 science naturelles,specialité entomologie.UMMTO.154p
- ✓ **LEVITAN L., MERWIN I., KOVACH J., 1996.** Assessing the relative environmental impacts of agricultural pesticides: the quest for a holistic method. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 55, 153-168.
- ✓ **Luca Y. (de), 1965.**Catalogue des métazoaires parasites et prédateurs de Bruchides (Coleoptera).*J. Stored Prod. Res.* 151-98.
- ✓ **McQuilken M. et al., 2003.** Production of macrosphelide A by the mycoparasite *Coniothyrium minitans*. *FEMS Microbiol. Lett.*, 2009, 27-31.
- ✓ **Mills J.T.1990.**Protection des grains et des graines oléagineuses stockées à la ferme contre les insectes, acariens et les moisissures. Pub185/F.Agr,Canada,PP49.

Références bibliographiques

- ✓ **Pérez-García A., Romero D. & de Vicente A., 2011.** Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of *Bacilli* in agriculture. *Curr. Opin. Biotechnol.*, **22**(2), 187-193.
- ✓ **Pierrard G. 1984.** Management and control of insect pests of stored grain legumes. In *Proc. Inr. Workshop on IPC for Grain Legumes* Goiania, Goias (Brésil), 3-9 avril 1983, pp. 276-286.
- ✓ **REGNAULT-ROGER C. et HAMRAOUI A., 1993.** Efficiency of plants from the south of France used as traditional protectants of *Phaseolus vulgaris* L. against its bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Say). *J. stored Prod. Res.*, **29**, PP259-264.
- ✓ **REGNAULT-ROGER C., HAMRAOUI A., 1997.** Lutte contre les insecticides phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules alléochimiques. *Ed Acta bot. Gallica*, PP401-412.
- ✓ **REGNAULT-ROGER, C. & HAMRAOUI, A. 1994.** Inhibition of reproduction of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera), a kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) bruchid, by aromatic essential oils. *Crop Protection*, **13** (8): 624-628.
- ✓ **Rosas-Garcia N.M., 2009.** Biopesticide production from *Bacillus thuringiensis*: an environmentally friendly alternative. *Recent Pat. Biotechnol.*, **3**(1), 28-36.
- ✓ **Saidenberg D. et al., 2009.** Monoamine oxidase inhibitory activities of indolylalkaloid toxins from the venom of the colonial spider *Parawixia bistriata*: functional characterization of PwTX-I. *Toxicon*, **54**(6), 717-724.
- ✓ **SANON A. GARBA M. AUGER J. et HUIGNARD J., 2002.** Activity of methylisothiocyanate on *Callosobruchus maculatus* F (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). *J. Stor. Prod. Res.* **38**, PP 129-138p.
- ✓ **Schmutterer H., 1990.** Properties and potentials of natural pesticides from neem tree. *Annu. Rev. Entomol.*, **35**, 271-298.
- ✓ **SCOTTI G. 1978.** Les insectes et les acariens des céréales stockées. *Coed. AFNORI.T.F.C.*, pp 238.
- ✓ **Seck D., Sidibe B., Haubruge E., Hemptinne J. L. et Gaspar Ch. 1991b.** La protection chimique des stocks de nié et de maïs contre les insectes au Sénégal. *Meded. Fac. Landbouww. Rijikuniv. Gent.* **56/3b**, 1.225-1233.
- ✓ **SERPEILLE A. 1991.** La bruche du haricot : un combat facile? *Bulletin semences* N°116, Ed : FNAMS, Paris, pp :32-34.

Références bibliographiques

- ✓ **Shelton A.M., Zhao J.-Z. & Roush R.T., 2002.** Economic ecological, food safety, and social consequences of the deployment of BT transgenic plants. *Annu. Rev. Entomol.*, **47**, 845-881.
- ✓ **Singh S. R., Jackai L. E. N., Dos Santos J. H. R. et Adalla C. B. 1990.** Insect pests of cowpea. In *Insect Pests of Tropical Food Legumes* (Edited by Singh S. R.), pp. 43-49, Chichester, Wiley
- ✓ **Srivastava M. & Raizada R., 2007.** Lack of toxic effect of technical azadirachtin during postnatal development of rats. *Food Chem. Toxicol.*, **45**(3), 465-471.
- ✓ **VAN HUIS D. 1991.** Biological method of Bruchid control in the tropic. *Review insect scion. Applic.* 12(1-2-3), PP87-102
- ✓ **Washburn J., Trudeau D., Wong J. & Volkman L., 2003.** Early pathogenesis of *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus and *Helicoverpa zea* single nucleopolyhedrovirus in *Heliothis virescens*: a comparison of the 'M' and 'S' strategies for establishing fatal infection. *J. Gen. Virol.*, **84**, 343-351.
- ✓ **WEINZEIR I., 1997.** Botanicals insecticides, soaps and oils. In: *Rehchigl N A Biological, biotech. Biological control of insect pest in . Lewis publ. Boca Raton. Florida.* PP101-121.
- ✓

Résumé

Les pesticides de synthèse sont devenues ces dernières années un sujet de préoccupation majeure dont les effets indésirables de leur utilisation ont conduit à leur déclin dans tous les milieux environnementaux et affectent aussi le milieu sanitaire.

Ces jours-ci, l'utilisation des biopesticides à base d'huiles essentielles est de plus en plus répandue en vue de réduire les pertes occasionnées par les ravageurs des denrées stockées comme une alternative à la lutte chimique. Les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques *Lavandula angustifolia* et *Artemisia arborescens* ainsi qu'un insecticide chimique Deltaméthrine ont été testées selon différents paramètres ; par inhalation et par répulsion à différentes doses sur les adultes de *Bruchus rufimanus* afin de démontrer si les huiles essentielles pouvaient être aussi meilleures que l'effet de l'insecticide commercial.

Les bioinsecticides présentent une activité inhalatoire plus importante par rapport à celle de l'insecticide commercial (Deltaméthrine), entraînant une augmentation significative de la mortalité par rapport à celle du témoin. Le traitement par répulsion s'est avéré encore plus efficace chez *Lavandula angustifolia* que chez *Artemisia arborescens*, il induit une mortalité totale des adultes de *B. rufimanus* à tout juste 3H d'exposition. La Deltaméthrine prend beaucoup plus de temps pour atteindre une mortalité totale par inhalation elle va jusqu'à 168H d'exposition.

Mots-clés: *B. rufimanus*, *Lavandula angustifolia*, *Artemisia arborescens*, Mortalité, répulsion, Deltaméthrine, environnement

Abstract

Synthetic pesticides have become the last years a major concern of which the undesirable effects of their use has led to their decimation in all environmental environments and also affect the sanitary environment.

Today, the use of biopesticides based on essential oils is being increasingly responded to in order to reduce the losses caused by pests of stored foodstuffs as an alternative to chemical control. Essential oils extracted from aromatic plants *Lavandula angustifolia* And *Artemisia arborescens* as well as a chemical insecticide Deltamethrin were tested according to different parameters; By inhalation and by repulsion at different doses on the adults of *Bruchus rufimanus* in order to demonstrate whether the essential oils could be as better as the effect of the commercial insecticide.

Bioinsecticides show a greater inhalation activity compared to that of the early insecticide (Deltamethrin), resulting in a significant increase in mortality compared to that of the control. Reproductive therapy was found to be even more effective in *Lavandula angustifolia* than in *Artemisia arborescens*, causing total mortality of *B. rufimanus* adults at just 3H exposure. Deltamethrin takes much longer to reach a total inhalation mortality, which is up to 168H exposure.

Key words: *B. rufimanus*, *Lavandula angustifolia*, *Artemisia arborescens*, Mortality, repulsion, Deltamethrin, environment