



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET SCIENCES AGRONOMIQUE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

En vue d'obtention du Diplôme de Master en Sciences Biologiques
Spécialité : Biologie et contrôle de populations d'insectes

THÈME

Activité de deux huiles essentielles sur un insecte ravageur
des denrées stockées : *Tribolium confusum*
(Coleoptera ; Tenebrionidae)

***Devant le jury :**

Promoteur : Mr KELLOUCHE. A

Co-promotrice : M^{lle} KHELOUL. L

Présidente de jury : M^{me} AIT-AIDER. F

Examinatrice 1 : M^{lle} AISSAOUI. F

Examinatrice 2 : M^{me} KERBEL. S

***Travail réalisée par :**

HAMIDOUCHE Salima

Session Juillet

2020/2021

Remerciements

A la première des choses je remercie le dieu qui ma donner tout et le courage et la volonté de réaliser ce travail de fin de mes études.

*Je tien a remercié mon promoteur Monsieur **KELLOUCHE. A** professeur et responsable de laboratoire d'entomologie appliqué à l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou qui a accepté la prise en charge de mon encadrement.*

*Un grand merci pour ma co-promotrice M^{lle} **KHELOUL. L** pour ces orientations et recommandations durant la réalisation de mon travail.*

*Je tiens à remercier Madame **AIT-AIDER. F** d'avoir accepté de présider le jury.*

*Je remercie aussi M^{lle} **AISSAOUI. F** et M^{me} **KERBEL. S** qui ont participées à ce jury.*

DEDICACES

Je dédie ce modeste de travail à :

Mes sources de courage et d'amour ma chère maman Naima et mon cher papa Ahmed que je souhaite au dieu de me les garder en bonne santé et un grand merci pour tout ce que vous m'avez donné et sacrifié pour moi.

*A ma première maman **Hakima***

Malheureusement tu n'as pas pu voire ta grande fille en train de finir ses études mais tu resteras toujours dans ma mémoire et mon cœur qui ne t'oubliera jamais.

*A mon cher mari **M'hand***

Aucun dédicace se serait exprimer l'amour et la tendresse et le courage et la soutenance que vous m'avez donné durant tout mon cursus universitaire et que dieu nous garde ensemble.

A mon frère et mes chères sœurs

Khaled, Imane, Hayat, Nora, Kamilia : toutes mes respects et amour pour vous et que dieu puisse vous gardez en pleine santé et bonheur et réussite dans votre vie.

A ma belle famille

Mon beau père Mahamed, ma belle-mère Ouardia ; mes beau frères Kader et Amine, tante Ouardia, ma belle sœur Sara ; que dieu puisse vous garder autour de nous et merci pour votre encouragement.

*A mon petit bébé **Youcef***

Merci à dieu qui m'a offert le plus beau cadeau au monde ; je te souhaite une très belle vie à côté de nous.

Liste des figures

Figure 1 : L'huile essentielle de bois de Hô	5
Figure 2 : Feuilles de camphrier.....	5
Figure 3 : Allure d'un giroflier de Madagascar.....	6
Figure 4 : Division de tronc a la base.....	7
Figure 5 : Feuilles jeunes de couleur rose et feuille mature de couleur vertes	8
Figure 6 : Œufs de <i>Tribolium confusum</i> (Gx40) (originale).....	11
Figure 7 : Larves de <i>Tribolium confusum</i> vu à l'œil nu au (Gx40) (originale).....	11
Figure 8 : Nymphes de <i>Tribolium confusum</i> (Gx40) (originale)	12
Figure 9 : <i>Tribolium</i> adulte (originale).....	12
Figure 10 : <i>Tribolium</i> adulte jeune face ventrale et dorsale au (Gx40) (originale).....	13
Figure 11 : Dégâts de <i>Tribolium</i> sur la semoule fine (originale)	14
Figure 12 : Pourriture de <i>Tribolium</i> sur la farine de blé (originale).....	14
Figure 13 : Dégâts de <i>Tribolium</i> sur des céréales déjà infestées (originale).....	14
Figure 14 : Elevage de masse de <i>Tribolium</i> sur la semoule fine.....	15
Figure 15 : Etuve de laboratoire.....	16
Figure 16 : 100 boîtes de pétri avec deux types de substrats : la semoule fine et le couscous moyen	16
Figure 17 : Des flacons pour la réalisation des tests par inhalation	17

Liste des tableaux

Tableau 1 : Durée du cycle de développement de <i>T. confusum</i> (en jours) sur deux substrats alimentaires	18
Tableau 2 : Résultats du taux de mortalité (%) des larves âgées de 15 J de <i>T. confusum</i> exposées aux huiles essentielles de <i>S. aromaticum</i> et <i>C. camphora</i> par inhalation.....	19
Tableau 3 : Résultats du taux de mortalité (%) des adultes de <i>T. confusum</i> exposés aux huiles essentielles <i>S. aromaticum</i> et <i>C. camphora</i> par inhalation	20
Tableau 4 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification	20
Tableau 5 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur dose à l'égard des adultes de <i>T. confusum</i>	21
Tableau 6 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur temps d'exposition à l'égard des adultes de <i>T. confusum</i>	21
Tableau 7 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur huile essentielle à l'égard des adultes de <i>T. confusum</i>	22
Tableau 8 : Résultats de l'analyse de la variance à quatre critères de classification	22
Tableau 9 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur dose	23
Tableau 10 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur temps d'exposition	23
Tableau 11 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur huile essentielle	23
Tableau 12 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur stade de développement	24

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	---

Matériels et méthodes

I- Matériels	4
---------------------------	----------

➤ Matériel végétal	4
---------------------------------	----------

1- Présentation de bois de Hô.....	4
------------------------------------	---

1-1 Description morphologique de la plante.....	4
---	---

1-2 Taxonomie	5
---------------------	---

1-3 Qualité	6
-------------------	---

2- Présentation de l'huile de giroflier.....	6
--	---

2-1 Description de l'arbre.....	6
---------------------------------	---

2-2 Racines	6
-------------------	---

2-3 Le tronc	7
--------------------	---

2-4 Les feuilles	7
------------------------	---

3- Classification.....	8
------------------------	---

4- Composition chimique	8
-------------------------------	---

➤ Matériel végétal	9
---------------------------------	----------

1- Présentation de l'espèce étudié : <i>Tribolium confusum</i>	9
--	---

1-1 Systématique	9
------------------------	---

1-2 Caractères généraux	10
-------------------------------	----

1-3 Origines et répartition.....	10
----------------------------------	----

1-4 Morphologie	10
-----------------------	----

1-5 Biologie de <i>Tribolium confusum</i>	13
---	----

1-6 Régimes alimentaires et dégâts causés par <i>T. confusum</i>	13
--	----

1-7 Les ennemis naturelles de <i>Tribolium confusum</i>	15
---	----

II- Méthodologie	15
1-1 Elevage de masse	15
1-2 Suivit de cycle de développement.....	16
1-3 Test par inhalation.....	17

Résultats et discussion

1- Le cycle de développement de <i>T. confusum</i> sur deux substrats alimentaires	18
2- Résultats des tests de toxicité par inhalation.....	19
2-1- Tests de toxicité par inhalation sur les larves âgées de 15 jours de <i>T. confusum</i>	19
2-2- Tests de toxicité par inhalation sur les adultes de <i>T. confusum</i>	19
2-3- Résultats de l'analyse statistique des tests d'inhalation sur les adultes	20
3- Résultat du test statistique pour les deux stades larvaires et adultes	22
Discussion	25
Conclusion générale	28

Références bibliographiques

INTRODUCTION

Introduction

En Algérie la céréaliculture demeure le pivot de l'agriculture ; c'est une filière stratégique qui représente un poids considérable dans l'économie agricole (Anonyme, 2009).

La production demeurent très insuffisante pour satisfaire la demande de ce produit de large consommation, estimé à 220kg/ habitant. Avec une production de 15qx / ha et face à une demande sans cesse croissante, l'Algérie continue d'importer massivement le blé dur de l'étranger pour couvrir une partie de ses besoins, ce qui pénalise grandement l'économie du pays (Zaghouane *et al.*, 2006).

Les denrées stockées occupent une partie importante ou majoritaire dans l'alimentation humaine, plus exactement dans les pays en voie de développement (blé ; semoule ; farine, orge, son de blé, maïs, farine de maïs).Elles sont exposées à des ravageurs qui vont se nourrir, se multiplier, croître et sécréter des substances collantes odorisées qui contaminent tout le stock (Anonyme, in Schef & Arthur, 2017).

En effet, la contamination qui débute au champ va se poursuivre au cours des processus de récoltes, de séchage, de manutention et de stockage (Boudra, 2009). La prolifération des moisissures sur le blé stocké engendre deux conséquences : altération de la qualité du grain qui va se répercuter sur la valeur nutritionnelle des produits dérivés et la production de mycotoxines (Hocking, 1991).

Les pertes causées par les insectes ravageurs des denrées stockées sont estimées à 100 millions de tonnes lors de leur stockage ; 13millions sont provoquées par les insectes, dans les pays développés, ces pertes avoisinent les 3% alors qu'en Afrique, elles atteignent les 30% (Benazzedine, 2010).

Les grains et les graines entreposés subissent de multiples agressions de la part d'insectes appartenant principalement à l'ordre des Coléoptères et des Lépidoptères comme la pyrale indienne. Ces insectes peuvent être répartis en deux groupes (Bekon et Fleural, 1989).

Les ravageurs primaires s'attaquent a des graines intactes dont *Sitophilus oryzae(L)* et *Rhyzoperta dominica*, les ravageurs secondaires sont capables d'attaquer les grains à partir des ouvertures causées par la ravageurs primaires servant de voies d'accès. Parmi les ravageurs secondaires, nous retrouvons *Tribolium confusum* (BENNAZEDDINE, 2010).

Les Tribolium recherchent surtout les denrées amylacées pulvérulentes comme la farine, le son et les issues (Lepesme, 1944). Les adultes sécrètent une odeur persistante et désagréable aux produits alimentaires envahis. La substance est irritante pour l'homme et peut causer des désordres gastriques (Roger, 2002).

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

Les pesticides sont largement utilisés dans la lutte contre les insectes ravageurs des denrées stockées mais ils sont toxiques pour la plante et l'homme, donc la recherche de moyens alternatifs de ces insecticides dangereux prend de plus en plus de l'importance (Auger *et al.*, 1999).

A cet effet, de nombreux travaux récents se sont penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides et respectueux pour la santé humaine et de l'environnement.

Les huiles essentielles végétales constituent une solution alternative aux produits chimiques, car elles sont riches en molécules bioactives avec des propriétés insecticides tels que le thymol, linalol, limonène et carvacrol (Boukhalfa *et al.*, 2020).

L'utilisation des plantes comme sources de pesticides est relatée par une abondante littérature (Regnaul-Roger *et al.*, 1993), les substances d'origine naturelle, plus particulièrement les huiles essentielles, que ce soit dans les pays développés ou en voie de développement, détiennent actuellement une place importante dans les systèmes de lutte, elles représentent aujourd'hui une solution alternative de lutte pour la protection des denrées stockées. (Lahlou, 2004 in Benazzedine, 2010).

Beaucoup d'études, Obeng-oferi *et al.*, 1997, Saheb, 2007, Kellouche *et al.*, 2010, ont été réalisées pour tester l'effet insecticide des huiles essentielles de différentes plantes, sur plusieurs espèces de ravageurs des denrées stockées. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude dans laquelle nous avons étudié dans un premier temps le cycle de développement de *T. confusum*, sur deux substrats alimentaires, afin de mieux connaître la biologie de l'insecte et dans un deuxième temps, évaluer l'effet d'insecticide de deux huiles essentielles, celles de bois de Hô et du giroflier, sur les adultes et les larves de *T. confusum*, dans les conditions de laboratoire.

Notre travail est structuré comme suit :

- Une introduction.
- **Partie 1** : matériels et méthodes, qui consiste en la présentation de l'espèce étudiée ainsi que des huiles essentielles testées, celles de bois de Hô et des clous de girofle et le Protocole suivi.
- **Partie 2** : Comprend les résultats et discussion et enfin nous clôturons notre travail par une conclusion générale accompagnée de quelques recommandations et perspectives.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

I- Matériels :

Composition chimique des huiles essentielles :

Les composés chimiques sont :

- Terpénoides : Ce sont les composés les plus volatiles avec une masse moléculaire faible, ce sont des hydrocarbures responsables d'une part de l'odeur dégagée par la plante et les fleurs (Boumediene et Agha, 2014).
- Les monoterpènes : Ce sont aussi des hydrocarbures aliphatiques saturés ou insaturés, cycliques ou acycliques et même aromatique, (Fekih, 2015).
- Les sesquiterpènes : Ont une variation structurale telle que les carbures, les alcools, les cétones étant les plus fréquents (Fekih, 2015).
- Composés aromatiques : Sont moins fréquents que les terpènes, ils sont dérivés du phénol-propane (Couderc, 2001).
- Composés d'origine diverse : Ce sont des carbures, acides, alcool, aldéhydes, esters qui sont entraînés lors de la préparation des huiles essentielles (Couderc, 2001).

➤ Matériel végétal :

1- Présentation de l'huile de bois de Hô :

1-1- Description morphologique :

Le bois de Hô est appelé aussi bois de Shiu ou laurier de chine c'est un arbre majestueux qui inspire à l'instar du linalol qu'il contient, le calme et la sérénité. Avec son huile essentielle de bois de rose, l'arbre est actuellement menacé d'extinction (Hilpipre, 2018).

Le bois de Hô est un arbre mesurant de 15 à 25 m de hauteur de la famille de Lauracées. Les feuilles sont coriaces persistantes et alternes, de formes ovale et peuvent dégager une odeur de camphre caractéristique quand on les froisse. Les fruits sont des drupes charnues ovoïdes, de couleur violet foncé ou noir, quand ils atteignent leur pleine maturité. Il aime les emplacements ensoleillés ou exposés à mi- ombre, mais supporte difficilement le gel et le vent. Il peut pousser sur des terrains acides neutres ou alcalins, mais il préfère les sols fertiles et sablonneux (Hilpipre, 2018).



Figure 1 : L'huile essentielle de bois de Hô (Anonyme, Wikipédia).



Figure 2 : Feuilles du camphrier (Anonyme, Wikipédia).

1-2- Taxonomie :

- **Règne** : Plantae
- **Division** : Magnoliophyta
- **Classe** : Magnoliopsida
- **Ordre** : Laurales
- **Famille** : Lauraceae
- **Genre** : Cinnamomum
- **Espèce** : *Cinnamomum camphora* (Presl, 1825)

1-3- Qualité :

L'huile de bois de est Hô 100% intégrale, pure et naturelle.

- Propriétés organoleptiques : elle a un aspect liquide mobile limpide, une couleur transparente à légèrement jaune et une odeur rafraichissante douce, semblable au bois de rose.
- Densité : 0.850-0.875
- Composition biochimique: Monoterpénols : linalol «99.11%» et Oxydes monoterpéniques «faibles pourcentages» (Anonyme ,Wikipédia).

2- Présentation de l'huile végétale de giroflier :

2-1- Description de l'arbre :

C'est à Antonio Pigafetta, un membre de l'expédition de Magellan, à qui serait due la première description de l'arbre producteur, observé en 1521, aux îles Moluques.

Il s'agit d'un ligneux de 6 à 12 m de haut, qui peut vivre jusqu'à 150 ans. C'est un arbre sempervirent, de forme pyramidale ou conique, qui possède un tronc principal de forme oblique. De nos jours, il ressemble souvent à un arbuste car il est régulièrement taillé pour faciliter la cueillette (Barbelet, 2015).



Figure 3 : Allure d'un giroflier de Madagascar (Barbelet, 2015)

2-2- Racines :

Bien que le pivot puisse atteindre 2 à 3 mètres de profondeur, la majorité des racines est peu développée et reste superficielle (à 60 cm du sol). Le faible ancrage dans le sol explique la faible résistance de cet arbre aux cyclones de Madagascar. Bien qu'il soit cultivé sur place

(Madagascar est un des plus gros producteurs mondial), il est originaire des îles Moluques, zone géographique ne présentant pas de risque cyclonique. Les racines superficielles forment un chevelu utilisant facilement les matières minérales du sol (Barbelet, 2015).

2-3- Le tronc :

D'allure oblique, il est en fait divisé en deux parties à la base, ce qui lui donne sa forme caractéristique de pyramide. Il est recouvert, ainsi que tous les rameaux, d'une écorce lisse et de couleur gris clair. Le bois des branches est dur mais fragile. Une fois les branches sectionnées ou cassées, elles bifurquent, ce qui donne un aspect buissonnant à l'arbre. Chaque rameau porte à son extrémité un bouquet de 4 à 10 feuilles avec un bourgeon terminal (Barbelet, 2015).



Figure 4 : Division de tronc à la base (Barbelet, 2015).

2-4- Les feuilles :

Les feuilles sont persistantes et coriaces. Elles sont positionnées de manière opposée sur le rameau, et leur limbe, simple, fait environ 10 cm de long pour 3cm de large, ce qui leur confère une forme ovale, voir lancéolée. Le pétiole portant le limbe mesure entre 0,5 et 1cm de long. Les nervures sont nombreuses mais ne se voient pas beaucoup et la marge de la feuille est lisse.

A l'état adulte, les feuilles sont vert foncé luisant, mais lorsqu'elles se développent, elles sont de couleur rose et comme saupoudrées d'or (figure 9). De fines punctuations peuvent être distinguées sur les feuilles, correspondant à des glandes schizogènes, dans lesquelles se concentre l'essence (Barbelet, 2015).



Figure 5 : Feuilles jeunes de couleur rose et feuilles mature de couleur vertes (Barbelet, 2015).

3- Classification :

- **Règne :** Plantae
- **Sous-règne :** Tracheobionta
- **Division :** Magnoliophyta
- **Classe :** Magnoliopsida
- **Sous-classe :** Rosidae
- **Ordre :** Myrtale
- **Famille :** Myrtaceae
- **Genre :** Syzygium
- **Nom binomiale :** *Syzygium aromaticum* (MERR & PERRY, 1939)

4- Composition chimique :

- Phénol : eugénol : 75 -88%.
- Acétate d'eugényl : 4-15%.
- B-caryophyllène : 5-14%.

➤ **Matériel animal :**

1- Présentation de l'espèce étudié : *Tribolium confusum* :

1-1- Systématique :

Le *Tribolium confusum* est classé comme suit : (Duval, 1868) :

- **Règne :** Animalia
- **Sous-règne :** Bilateria
- **Infra-règne :** Protostomia
- **Super-embranchement :** Ecdysozoa
- **Embranchement :** Arthropoda
- **Sous-embranchement :** Hexapoda
- **Classe :** Insecta
- **Sous-classe :** Pterygota
- **Infra-classe :** Neoptera
- **Superordre :** Holometabola
- **Ordre :** Coleoptera
- **Sous-ordre :** Polyphaga
- **Infra-ordre :** Cucujiformia
- **Superfamille :** Tenebrionoidea
- **Famille :** Tenebrionidae
- **Genre :** *Tribolium*
- **Espèce :** *Tribolium confusum*.

1-2- Caractères généraux :

Les coléoptères sont les ravageurs les plus importants de la classe des insectes qui représente le groupe le plus commun et plus destructeur des denrées entreposées (Delobel et Tran, 1993).

Comme tous les coléoptères, le tribolium possède deux paires d'ailes, la paire antérieure (élytre) joue un rôle d'une armure. Cette carapace protège les ailes postérieures membraneuses repliées en dessous. Il se déplace activement quand il est dérangé (Dubesset, 2012).

1-3- Origine et répartition :

L'espèce est probablement originaire d'Afrique mais a acquis une répartition cosmopolite, avec une préférence pour les climats tempérés à chauds, il est très abondant dans les régions tropicales. Il existe là où les céréales stockées existent sous forme de graines ou de farines. Elle a été signalée en Europe pour la première fois en 1900 en Tchécoslovaquie (Christine, 2001).

1-4- Morphologie :

Le Tribolium adulte est un petit insecte d'une longueur de 2,2 à 4,4 mm, et au corps allongé de couleur brun rougeâtre brillant, l'appendice prosternal est nettement élargi à l'apex. Les antennes se terminent en massue composée de cinq articles. L'insecte est très proche morphologiquement de *Tribolium castaneum* (Tribolium rouge de la farine).

Chez *Tribolium confusum*, la massue antennaire est plus graduellement élargie, l'espace entre les yeux est plus large (environ 50% de la largeur de la tête). Les yeux comportent seulement deux facettes à leur point le plus étroit. Les yeux, oblongs, mesurent en moyenne 0.6 x 0.3 mm. Ils sont de couleur blanchâtre, presque transparent. Ils sont recouverts d'une substance visqueuse qui leur permet de s'adhérer aux denrées infestées. Le tribolium est un insecte holométabole donc possède 4 stades de développement différents :

- **L'œuf** : (figure 6) : Il est oblong et blanchâtre presque transparent. Sa surface est lisse recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée, il mesure en moyenne 0.6 x 0.3mm (Lepesm, 1944 in Benazzedine, 2010).

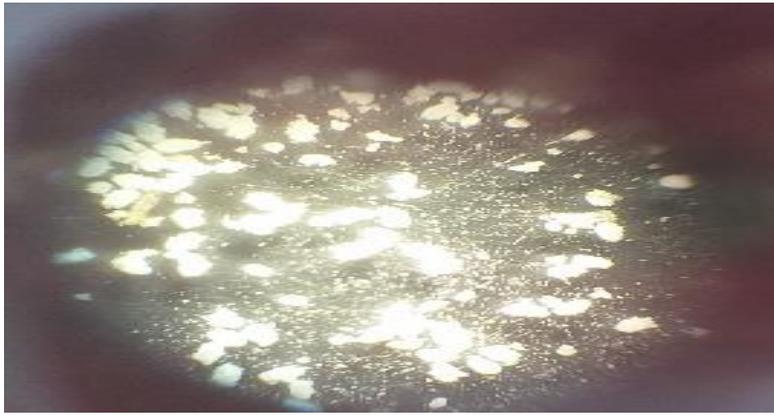


Figure 6 : œufs de *Tribolium confusum* (G×40) Originale.

- **La larve :** (figure 7) La larve L1 est de couleur blanche, elle mesure à peine 1,4mm, elle passe ensuite par différents stades larvaires différenciés par la taille et la couleur, la tête et l'appendice fourchu situé à l'extrémité de l'abdomen étant nettement plus foncés, particularité qui permet de distinguer les larves et les nymphes de Tribolium des larves d'autres coléoptères infestant les grains (Lepesme, 1944 in Benazzedine, 2010).



Figure 7 : Larves de tribolium vu à l'œil nu et au (G×40) Originale.

- **La nymphe :** (figure 8) Elle est blanche et nue, les segments de son abdomen sont explantés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés (Balachowsky, 1936 in Benazzedine, 2010) la nymphe reste sans protection, elle s'alimente pas et reste incapable de se déplacer.



Figure 8 : Nymphe de tribolium (G×40) « Originale »

- **L'imago (adulte) :** (figure 9-10) la nymphe subit une mue imaginale et donne naissance à un adulte. A son émergence, l'imago est de couleur claire. L'adulte est un coléoptère de couleur brun rouge dont la longueur varie de 3 à 5 mm. Les antennes sont nettement épaissies vers leurs extrémités. Les élytres sont allongés et munies de séries de points bien nets. Chaque inter strie porte en son milieu une fine cote longitudinale ceci différencie les autres genres de la sous familles. Les 3 paires de pattes sont courtes, les tarses antérieurs et médians sont formés de 5 articles, les tarses postérieurs avec 4 articles.



Figure 9 : Tribolium adulte. (Originale)



Figure 10 : Tribolium adulte jeune face ventrale et dorsale au (G×40).

1-5- Biologie de *Tribolium confusum* :

Quand ils sont dérangés, ils se déplacent avec rapidité, ils sont incapables de voler, la durée de vie moyenne est d'environ un an. Les femelles sont très prolifiques et pondent environ 450 à 700 œufs sur les matières alimentaires (farine, grains cassés) auxquelles ils adhèrent grâce à une sécrétion collante.

Les larves éclosent au bout de cinq à douze jours et achèvent leur croissance en un à quatre mois. Au dernier stade du développement, les larves, de couleur jaunâtre, mesurent environ 5mm. Le nombre de stades larvaires varie de 5 à 12 selon la température, l'humidité relative et la qualité de l'alimentation. L'émergence de l'adulte a lieu six jours après la nymphose, à 32,5°C et une humidité de 70%.

Le développement complet de l'œuf à l'adulte se fait en six semaines environ dans des conditions climatiques favorables et cela est en relation avec la température et la qualité de substrat. L'optimum thermique de l'espèce se situe entre 32 et 35°C, son développement s'arrête au-dessous de 22°C L'espèce résiste aux basses hygrométries. (Anonyme, 2001)

1-6- Régime alimentaire et dégâts causés par *T. confusum* :

Ces insectes ont un régime très polyphages. Le Tribolium brun attaque les grains endommagés ou brisés. On le trouve dans la farine, la poussière et les impuretés. Ce coléoptère cause des dégâts en s'alimentant mais probablement davantage en contaminant les grains, par les cadavres d'insectes, les mues et pelotes fécales, ainsi que des liquides (quinones), et en donnant une mauvaise odeur aux denrées infestées. Cela peut entraîner une mauvaise acceptation des aliments par le bétail et le rejet par les acheteurs de grains. Souvent,

l'infestation par les triboliums favorise le développement de moisissures qui contribuent à réduire considérablement la qualité et la valeur du grain. Les larves peuvent consommer les œufs, les nymphes et les adultes immatures, les adultes peuvent cannibaliser tous les stades sauf les adultes (Anonyme, 2001).



Figure 11 : Dégâts de tribolium sur la semoule fine. (Originale).



Figure 14 : Pourriture de tribolium sur la farine de blé. (Originale).



Figure 15 : Dégâts de tribolium sur des céréales déjà infestés (Originale).

1 7- Les ennemis naturels de *Tribolium confusum* :

Selon Lepesme (1955), quelques arthropodes tendent à limiter l'activité des triboliums en particulier les acariens et les Bethylides :

Les acariens : tels que *Pediculoides ventricosus*, *Acarophenax tribolii*, *Blattisocius keegani* et *Blattisocius tarsalis* (prédateur des oeufs) et des insectes hyménoptères parasitoïdes de la famille des Bethylidae, comme *Holepyris syvanidis* (syn : *Rhabdepyris zea*), qui parasitent les larves.

II- Méthodologie

1- Elevage de masse de T.confusum :

Des adultes de *Tribolium confusum* ont été élevés en masse dans de la farine du blé tendre et de la semoule de blé, à une température de 32,8°C et une humidité de 60 au laboratoire d'entomologie appliquée de la faculté des sciences biologiques et agronomiques, de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Les élevages de masse sont réalisés dans des flacons en verre d'une hauteur allant de 6 cm à 10 cm de hauteur et de 5 cm de diamètre. Ces pots sont remplis aux trois quart de semoule fine saine dans laquelle sont introduits plus de centaines d'adultes d'âges indéterminé (Figure 16-17).



Figure 16 : Elevage de masse de tribolium sur la semoule fine.



Figure 17 : Etuve de laboratoire.

Tout au long de l'expérience de nouvelles infestations sont réalisées afin de pouvoir disposer régulièrement d'individus pour la réalisation des tests.

2- Suivi du cycle de développement :

Pour le suivi de cycle de développement on a réalisé un élevage avec de la farine qui est infesté par des adultes pendant 24h pour l'accouplement.

Après les 24h, les adultes sont retirés et tamisés pour la récolte des œufs ; les œufs obtenus sont introduits dans une boîte de Pétri étiquetée et mise dans l'étuve, au bout de 5 jours, les œufs éclosent et donnent naissance à des larves L1 : très mobile, et d'une couleur blanc-transparent.

Par ailleurs, nous avons préparé 100 petites boîtes de Pétri : d'où 50 pour avec 0,5g de couscous moyen et 50 boîtes avec de la semoule fine. Puis on introduit dans chaque boîte une larve L1 et l'ensemble est conservé dans l'étuve. Chaque 24h, une observation est faite pour déduire la durée de développement des différents stades larvaires (et sa grâce à la présence de l'exuvie), la nymphose et l'émergence des adultes (Figure18).



Figure 18 : 100 boîtes de Pétri avec deux types de substrats : la semoule fine et le couscous moyen

3- Test par inhalation :

Dans des bocaux en verre nous avons introduit 20 individus adultes de *Tribolium confusum* âgés de 0-7jours, puis nous fixons sur le couvercle de chaque bocal un fil collé à du papier filtre sur lequel nous avons injecté une dose « 5-10-20 μ l » de l'huile essentielle de clous de Girofle ou de bois de Hô.

La durée d'exposition des triboliums aux vapeurs d'huiles essentielles varie de 24h à 48h.

Pour chaque test et le témoin, le nombre de répétitions est de cinq.

Le comptage de mortalité est déterminé pour chaque dose, chaque répétition et pour chaque temps d'exposition et pour chaque huile essentielle (Figure 19).



Figure 19 : Des flacons pour la réalisation des tests par inhalation.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1- Le cycle de développement de *T. confusum* sur deux substrats alimentaires :

Le cycle de développement de *T. confusum* a été suivi sur deux substrats alimentaires, à savoir la semoule fine et le couscous.

Les résultats (tableau 1) ont montré que le développement de l'insecte s'est arrêté au deuxième stade larvaire sur le couscous et l'insecte est allé jusqu'au bout de son développement sur la semoule fine. Nous avons observé que l'insecte passe par 9 stades larvaires, avec une moyenne de développement de $40,49 \pm 1,60$ jours. Nous avons également enregistré une faible mortalité larvaire de l'ordre de 12%, le cycle a été interrompu lors de 3^{ème} et 4^{ème} stades larvaires pour certains individus. La durée de la nymphose est plus longue (7-11j) par rapport aux autres stades de développement.

L'embryogenèse et le premier stade larvaire se sont réalisés en 5 jours.

La durée totale moyenne du cycle de développement est environ 40jours.

Tableau 1 : Durée du cycle de développement de *T. confusum* (en jours) sur deux substrats alimentaires

Stade de développement	Durée moyenne \pm Ecart-type (jours)	
	Semoule fine	Couscous
Durée d'incubation des œufs	5 \pm 0	5 \pm 0
1^{er} stade larvaire	2,09 \pm 0,09	2,09 \pm 0,9
2^{ème} stade larvaire	2,45 \pm 0,62	2,45 \pm 0,62
3^{ème} stade larvaire	3,27 \pm 1,44	-
4^{ème} stade larvaire	2,5 \pm 0,82	-
5^{ème} stade larvaire	2,31 \pm 0,82	-
6^{ème} stade larvaire	2,53 \pm 1,07	-
7^{ème} stade larvaire	3,82 \pm 1,46	-
8^{ème} stade larvaire	4,21 \pm 1,05	-
9^{ème} stade larvaire	5 \pm 0	-
Développement larvaire	28,18 \pm 1,01	-
Nymphose	7,31 \pm 1,28	-
Durée totale du cycle	40,49 \pm 1,60	-

2- Résultats des tests de toxicité par inhalation :

2-1- Tests de toxicité par inhalation sur les larves âgées de 15 jours de *T. confusum* :

Les huiles essentielles des clous girofle et bois de Hô testées n'ont montré aucune mortalité sur les larves âgées de 15 j, même à la plus forte dose testée (20 µl) et nous n'avons enregistré aucune mortalité dans le témoin (Tableau 2).

Tableau 2 : Résultats du taux de mortalité (%) des larves âgées de 15 J de *T. confusum* exposées aux huiles essentielles de *S. aromaticum* et *C. camphora* par inhalation.

Huiles essentielles	Doses µl	Mortalité après 24 h (%)	Mortalité après 48 h (%)
		Moyenne ± Ecart type	
<i>S. aromaticum</i>	Témoin	0,0±0,0	0,0±0,0
	5	0,0±0,0	0,0±0,0
	10	0,0±0,0	0,0±0,0
	20	0,0±0,0	0,0±0,0
<i>C. camphora</i>	Témoin	0,0±0,0	0,0±0,0
	5	0,0±0,0	0,0±0,0
	10	0,0±0,0	0,0±0,0
	20	0,0±0,0	0,0±0,0

2-2- Tests de toxicité par inhalation sur les adultes de *T. confusum* :

Les huiles essentielles testées ont montré une faible mortalité sur les adultes de *T. confusum*, moins de 15% à la forte dose de 20 µl, après 48h d'exposition.

Pour l'huile essentielle de clou de girofle, la mortalité moyenne augmente selon le temps (24H-48H) et atteint 12% pour la dose 20µl après 24H et 13% pendant 48H .Aussi le même résultat pour l'huile essentielle de bois de Ho et dans ce cas-là, la mortalité moyenne est à 10% (Tableau 3).

Tableau 3 : Résultats du taux de mortalité (%) des adultes de *T. confusum* exposés aux huiles essentielles *S. aromaticum* et *C. camphora* par inhalation.

Huiles essentielles	Doses μ l	Mortalité après 24 h (%)	Mortalité après 48 h (%)
		Moyenne \pm Ecart type	
<i>S. aromaticum</i>	Témoin	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
	5	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
	10	6,0 \pm 4,18	8,0 \pm 2,73
	20	12 \pm 4,47	13 \pm 4,47
<i>C. camphora</i>	Témoin	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
	5	1,0 \pm 2,23	4,0 \pm 2,23
	10	3,0 \pm 2,73	5,0 \pm 3,53
	20	5,0 \pm 5,0	9,0 \pm 4,18

2-3- Résultats de l'analyse statistique des tests d'inhalation sur les adultes :

L'analyse de la variance a montré des différences significatives pour les facteurs dose, temps et huile. Les interactions (dose- temps), (temps- huile) et (dose- temps- huile) ne sont pas significatives ($P > 0.05$). Par contre l'interaction dose huile est très hautement significative (Tableau 4).

Tableau 4 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Variation totale	2038,75	79	25,807		
VAR.FACTEUR 1 (dose)	1176,25	3	392,083	45,624	0
VAR.FACTEUR 2 (temps)	45	1	45	5,236	0,02413
VAR.FACTEUR 3 (huile)	45	1	45	5,236	0,02413
VAR.INTER F1*2	17,5	3	5,833	0,679	0,5718
VAR.INTER F1*3	182,5	3	60,833	7,079	0,0004
VAR.INTER F2*3	11,25	1	11,25	1,309	0,25575
VAR.INTER F1*2*3	11,25	3	3,75	0,436	0,73135
VAR.RESIDUELLE 1	550	64	8,594		

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, classe le facteur dose en 3 groupes homogènes A, B, C (Tableau 5). La dose 20 µl est la plus efficace, elle appartient au groupe A. La plus faible dose et le témoin sont classés dans le même groupe homogène

Tableau 5 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur dose à l'égard des adultes de *T. confusum*

F1	BELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
4.0	20 µl	9,75	A		
3.0	10 µl	5,5		B	
2.0	5 µl	1,25			C
1.0	Témoin	0			C

Pour le facteur temps d'exposition, le test de Newman et Keuls a fait ressortir deux groupes homogènes A et B (Tableau 6).

Tableau 6 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur temps d'exposition à l'égard des adultes de *T. confusum*

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	48h	4,875	A	
1.0	24h	3,375		B

Le test de Newman et Keuls classe les huiles essentielles testées en 2 groupes homogènes, l'huile essentielles des clous de girofle présente le plus grand taux de mortalité sur les adultes de *T. confusum* et classé dans le groupe A (Tableau 7).

Tableau 7 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur huile essentielle à l'égard des adultes de *T. confusum*

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	Clou de girofle	4,875	A	
1.0	Bois de ho	3,375	B	

3- Résultat du test statistique pour les deux stades larvaires et adultes :

L'analyse de la variance a montré des différences significatives pour les facteurs dose, temps, huile et stade de développement (Tableau 8).

Tableau 8 : Résultats de l'analyse de la variance à quatre critères de classification

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VAR.TOTALE	2719,376	159	17,103		
VAR.FACTEUR 1 (dose)	588,126	3	196,042	45,624	0
VAR.FACTEUR 2 (temps)	22,501	1	22,501	5,237	0,02254
VAR.FACTEUR 3 (huile)	22,501	1	22,501	5,237	0,02254
VAR.FACTEUR 4 (stade)	680,626	1	680,626	158,4	0
VAR.INTER F1*2	8,749	3	2,916	0,679	0,5703
VAR.INTER F1*3	91,249	3	30,416	7,079	0,00024
VAR.INTER F1*4	588,124	3	196,041	45,624	0
VAR.INTER F2*3	5,624	1	5,624	1,309	0,25352
VAR.INTER F2*4	22,499	1	22,499	5,236	0,02254
VAR.INTER F3*4	22,499	1	22,499	5,236	0,02254
VAR.INTER F1*2*3	5,626	3	1,875	0,436	0,73105
VAR.INTER F1*2*4	8,751	3	2,917	0,679	0,5702
VAR.INTER F1*3*4	91,251	3	30,417	7,079	0,00024
VAR.INTER F2*3*4	5,626	1	5,626	1,309	0,25345
VAR.INT.F1*2*3*4	5,624	3	1,875	0,436	0,73117
VAR.RESIDUELLE 1	550	128	4,297		

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, classe le facteur dose en 3 groupes homogènes A, B, C (Tableau 8). La dose 20 µl est la plus efficace, elle appartient au groupe A. La plus faible dose et le témoin sont classés dans le même groupe homogène.

Tableau 9 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur dose.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
4.0	20 µl	4,875	A		
3.0	10 µl	2,75		B	
2.0	5 µl	0,625			C
1.0	Témoin	0			C

Pour le facteur temps d'exposition, le test de Newman et Keuls a fait ressortir deux groupes homogènes A et B (Tableau 9).

Tableau 10 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur temps d'exposition

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	48h	2,438	A	
1.0	24h	1,688		B

Le test de Newman et Keuls classe les huiles essentielles testées en 2 groupes homogènes, l'huile essentielle des clous de girofle présente le plus grand taux de mortalité sur les adultes de *T. confusum* et classé dans le groupe A (Tableau 10).

Tableau 11 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur huile essentielle

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	Clou de girofle	2,438	A	
1.0	Bois de Ho	1,688		B

Le test de Newman et Keuls classe le stade de développement de l'insecte en 2 groupes homogènes, les adultes ont montré le taux de mortalité le plus élevé et classé dans le groupe A par rapport aux larves (Tableau 11).

Tableau 12 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur stade de développement

F4	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Adultes	4,125	A	
2.0	Larves	0		B

Discussion

Nos résultats relatifs à l'influence du substrat alimentaire sur le développement de *T. confusum* ont montré que le cycle s'est arrêté au 2^{ème} stade larvaire sur le couscous moyen et il a été complété sur la semoule fine, avec une durée totale de 40 jours. Nous pensons que le couscous industriel utilisé dans notre expérimentation est traité avec des produits chimiques, ce qui explique un arrêt du développement des larves de *T. confusum*.

Certains auteurs comme Hassaine (2017) a étudié le cycle du Tribolium sur la semoule fine et les résultats montrent que le cycle du Tribolium a duré $29J \pm 1j$ dans des conditions de $T=27^{\circ}C$ et une humidité de 70%.

Par ailleurs, Kheloul *et al.* (2020) a étudié le développement sur la semoule à grains moyens et le cycle a pris $43,07+0,29$ jours tandis que le développement larvaire qui s'est déroulé sur 8 stades qui ont duré $32,52+0,28$ jours et le stade nymphal a duré : $6,55+0,07$ jours (kheloul *et al.*, 2020).

Sur la farine, le Tribolium a eu une durée moyenne du cycle de : $49 \pm 2,02$ dans des conditions de température $25 \pm 1^{\circ}C$ et $65 \pm 5\%$ d'humidité (Stamopolus *et al.*, 2007).

Une étude biodynamique a été réalisée sur des adultes de *Tribolium castaneum* sur du mil et de maïs afin d'évaluer l'influence du substrat sur le développement ; les substrats utilisés sont : le mil : entier, décortiqué, brisé, farine et le maïs : entier, décortiqué, brisé, farine. Ces tests ont été réalisés dans des conditions de laboratoire à une température de $24-31^{\circ}C$ et une humidité de 41-80%. Les Triboliums provenant du mil pouvait se développer sur le mil entier 33J, le mil décortiqué : 37J, le mil brisé : 30J, la farine de mil : 41J alors que les triboliums provenant du maïs q'ont pas pu se développer sur le mil entier, mais sur le mil décortiqué (56J), mil brisé : (73J), et la farine de mil : (78j) .Donc le substrat a influencé sur la durée de développement et le poids de l'insecte (Gueye *et al.*, 2015).

Une autre étude a été également faite sur les caractéristiques biologiques et la croissance potentielle de la population de deux souches de laboratoire de coléoptères confus, de la farine de Grèce et de Serbie est menée sur l'orge concassée et le riz blanc concassé ; les résultats montrent que le *T.confusum* est capable d'achever son développement sur l'orge concassé mais pas sur riz blanc concassé. Par conséquent le riz blanc concassé s'avère être un produit inapproprié pour *T.confusum*. Le développement larvaire sur l'orge concassé est significativement plus court pour la souche serbe que pour la souche grecque (37.7- 47.7

jours) mais le développement nymphal ne diffère pas entre les deux souches (6.2 jours pour les deux souches) (Kavallieratos *et al.*, 2020).

Les résultats des tests de toxicité par inhalation ont montré que les huiles essentielles testées (clou de girofle et bois de Hô) n'ont aucun effet insecticide sur les larves âgées de 15 jours et une très faible mortalité sur les adultes dans nos conditions expérimentales.

Les résultats de Amrani (2017) concordent avec les nôtres, ils ont montré un faible effet insecticide de l'huile essentielle des clous de girofle sur les adultes de *T. confusum*, par contact, à la plus forte dose de 0,6ml, avec un taux de mortalité de 10% pendant 24h.

Par contre l'huile essentielle des clous de girofle testée sur *Rhyzoperta dominica* par contact à une dose de 30µl a causé une mortalité de 100% dès le premier jour de traitement ; par ailleurs leur étude a réveillé que cette huile essentielle a un effet insecticide par contact et un effet anti germinatif non négligeable (Houidef et Harrats, 2019).

Ainane *et al.* (2018) ont testé sur les graines du blé cinq huiles essentielles, *Syrgium aromaticum*, *Cedus atlantica*, *Citrus limonum*, *Rosmarinus officinalis*, *Eucalyptus globulus* sur les adultes de *Tribolium confusum*. Les résultats ont permis de comparer l'effet insecticide des huiles essentielles à différentes doses, la destruction maximale des triboliums à partir de 1jour. Toutes les espèces de tribolium sont complètement détruites à une dose de $3,5 \times 10^{-2}$ µl/cm³ pour les cinq huiles essentielles.

L'huile essentielle des clous de Girofle contient une faible quantité de composés sulfurés du fait de la non-efficacité des tests par inhalation, ce qui a donc réduit la pénétration de l'huile essentielle de Clou de Girofle dans le corps de *Tribolium confusum* (Amrani, 2017).

Par ailleurs, Renault *et al.* (1993) ont signalé la toxicité par inhalation des espèces végétales de la famille des Myrtacées vis-à-vis de bruche du haricot (Benazzeddine, 2010).

(BENAZZEDDINE, 2010) a également évalué l'effet insecticide des huiles essentielles de Romarin et de la menthe sur *Tribolium confusum*, après 24h de traitement, les huiles essentielles ont provoqué 100% de mortalité.

Selon Mohamed *et al.* (2015) ayant réalisé des tests avec l'huile essentielle de clou de girofle contre le *Tribolium confusum* par contact, la mortalité dans les différents traitements varie de 15 à 89%, en fonction de doses et du temps et les mort débute après 24H de

traitement pour toutes les doses testés ; la mortalité totale est obtenue avec les plus fortes doses après 24h et après 72h avec les faibles doses.

Les résultats des tests par inhalation sur les adultes de *T.confusum* en utilisant l'huile essentielle de bois de Hô ont a montré également une faible toxicité sur les adultes et aucune mortalité sur les larves âgées de 15jours.

Par contre, l'huile essentielle de *C.camphora* extraite des différentes parties de la plante a montré une forte toxicité par fumigation et par contact sur les adultes de *Tribolium castaneum* et de *Lasioderma serricorne* (Shanshan *et al.*, 2016).

Ceci est peut être dû à leur composé majoritaire qui est le camphor et que dans notre huile essentielle, il s'agit du linalool. Kheloul *et al.* (2020) ont trouvé que le linalool présente une très faible mortalité sur les larves âgées et les adultes de *T. confusum*.

Les huiles essentielles de plusieurs plantes aromatiques sont très riches en différents terpènes comme le camphènes, 18-linalol, l'alpha-Thuyone, l'isochysantenone et le bêta-Thuyone ce qui explique ces propriétés insecticides. Ces composés sont caractérisés par leur activité biocide et répulsives contre de nombreux ravageurs de denrées stockées. (kellouche *et al.*, 2010).

L'huile essentielle est riches en différents terpènes comme le linalol, en thun, et en carvacrol, elle exprime une activité insecticide vis-à-vis de nombreux insectes, ceci est confirmé par Traboulsi *et al.* (2002) qui ont testé huit composés contre les moustiques et ont prouvé que le linalol présente une activité insecticide très élevée.

Les propriétés insecticides du 1-8-cinéol, du l'inalol, du l'eugénol, de l'alpha-terpinéol et le cymol ont été démontrées sur plusieurs insectes ravageurs de denrées stockées tels que : *Tribolium confusum*, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae*, *Callosobruchus maculatus* (Obeng *et al.*, 1997).

Selon CASIDA (1990), l'efficacité des huiles essentielles vis-à-vis le *T. confusum* dépend de la composante brute de l'huile et de la sensibilité de l'insecte.

CONCLUSION

Conclusion :

Ce travail nous a permis d'étudier en premier lieu l'effet de la nature du substrat sur le cycle de développement d'un ravageur secondaire qui est le *Tribolium confusum*. En utilisant deux substrats différents : le couscous moyen et la semoule fine, dans les conditions contrôlées de laboratoire et en deuxième lieu l'efficacité de deux huiles essentielles des clous de girofle et bois du Hô sur les larves et les adultes de cet insecte ravageur.

La semoule fine apparait comme un substrat très favorable pour le développement de ce ravageur, l'insecte a complété son cycle de développement alors que sur le couscous moyen, le développement s'est arrêté au niveau du deuxième stade larvaire.

L'évaluation de l'activité biologique des deux huiles essentielles, par inhalation, a donné des mortalités très faibles à l'égard des adultes, voire nulles sur les larves âgées de 15 jours, aux doses et temps d'exposition testés.

En perspective, Il serait intéressant de tester ces huiles essentielles sur d'autres stades de développement de l'insecte notamment les œufs, les nymphes et essayer d'augmenter la dose et les temps d'exposition.

Il est souhaitable aussi de tester une mixture d'huiles essentielles sur les différents stades du développement de *Tribolium*.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Aianane A., Benhima R., Khammour F., Elkouali M., Talbi M. Abba E., Cherroud S., Ainane T., 2018.** Composition chimique et activité insecticide de cinq huiles essentielles : *Cedrus atlantica*, *Citrus limonum*, *Eucalyptus globulus*, *Rosmarinus officinalis* et *Syzyguim aromaticum*, pp 67-79.
- **Amrani T., 2017.** Etude de l'effet bio-insecticide de l'huile essentielle de clous de girofle (*eugenia aromatica*) vis-à-vis d'un ravageur des denrées stockées (coléoptères, Ténébrionidae) *Tribolim confusum*.
- **Anonyme. Wikipédia.** www.aroma.Zone.Com.
- **Anonyme, 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux .Ed . ITCF. 268P.
- **Auger J. C., Cadoux F. et Thebout E., 1999.** Thisoulfirate as substitue fumigants for methyl bromide, Pesticide science. Vol. N° 55 ?pp .200-202.
- **Barbelet. S, 2015.** Le girofler : historique, description et utilisation de la plante et son huile essentielle, thèse de doctorat en pharmacie.pp24-27, Université de Lorraine.
- **Benazzedine. M; 2010.** Activités insecticides de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *sitophilus oryzae* (coléoptera, curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera, Tenebrionidae). Ecole nationale supérieur agronomique El-Harrach d'Alger-ingénieur d'état en science agronomique.
- **Boudra H., 2009.** Les mycotoxines dans les fourrages : un facteur limitant insidieusement la qualité des fourrages et les performances des ruminants.
- **Boukhalfa H. et Rouabah I., 2020.** L'utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre les insectes des denrées stockées.
- **Boumediene N. Agha O. 2014.** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'une espèce de genre Rata de Djabel Tessala (Algérie occidentale) et à la faisabilité d'un plan de conservation ; Mémoire de Master 2 : Amélioration de la production végétale, Univer : Abou bekr belkaid Tlemcen, 68P.
- **Casida. 1990.** Pesticides and alternatives: innovative chemical and biological approaches to pest control.
- **Christine E., 2001.** L'utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre les insectes ravageurs alimentaires.
- **Couderc V. L. 2001.** Toxicité des huiles essentielles. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, 59P.
- **Dia et al. J. Appl. Biosci. 2017.** Identification morphologique des populations de *Tribolium castaneum* Herbest (Coleoptera, Tenebrionidae) inféodée à trois céréales a Widou Theingoli.

- **Dolubal A. et Tran M. 1993.** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes, Paris : ORSTOM, (Faune tropicale 32), 425P.
- **Fekih N. 2015.** Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre *Pinus Poussant* en Algérie ; Thèse de doctorats Es-Science en Chimie, Univer ; Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, 131p.
- **Franck. H et al., 2007.** Variabilité chimique des huiles essentielles.
- **Gueye et al., J. Appl. Biosci 2015.** Evaluation des paramètres biodémographiques des populations de *tribolium castaneum* H. (Coleoptera, tenebrionidae) inféodé dans le mil (*pennisetum glaucum* Leek) et le maïs (*Zea mays* L.)
- Guide pratique des huiles essentielles –Dr Nadine PERREAUT-Edition Myrtéa.
- **Hassaine S., 2017.** Activité biologique de quelques plantes sur les ravageurs des denrées stockées. Mémoire de fin d'étude master, en écologie et environnement.
- **Hilpipre C., 2018.** Docteur en pharmacie, spécialiste en aromathérapie.
- **Hocking, 1991.**In stored-grain ecosystems.
- **Houdaf. D et Harrats H., 2020.** Effet insecticide de l'huile essentielle et de l'extrait méthanoïque de clou de girofle (*Syzgium aromaticum*). Mémoir de master Biologie et valorisation des plantes.
- **Kheloul et al., 2020.** Fumigation toxicity of lavandula spica essential oil linalool on different life stages of *Tribolium confusum*(*Coleoptera*,*Tenebrionidae*).
- **Lahlou., 2004.** Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils.
- **Lepesme. P., 1944.** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. Paul le chevalier, Paris, 335P.
- **Mohamed C. Chahbar. A, Touati S, Teflel H, Gouar S.B.S.** Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles de trois plantes aromatiques contre un ravageur de denrées stockées *Tribolium castaneum*.
- **Nicholas G et al. Insects. 2020.** Biological features and population growth of two southeastern European *Tribolium confusum* du Val (Coleopteran: Tenebrionidae) Strains.
- **Obeng-oferi. D Reichmuth C.H, Bekele j. HassanaliAl. 1997.** Biological activity of 1,8-cineol, a major component of essential oil of *Ocimum Kenyense* (Ayobeingira) against stored product beetls J. Appl. Entomol 121, 237, 243P.
- **Renault.R, Hamraoui. C, Holmen. A, Theron. M. Pinet. R. 1993.** Insecticidal effect of essential oils from Mediterranean plants upon *Acanthoscelides obectus* Say (coleopetra, Bruchidae), a pest of kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). Journal of Chemical Ecology; vol.19, pp.1233-1244.

Références bibliographiques

- **Roger D. 2002.** Les coléoptères carabides et Ténébrionidae : Ecologie et biologie. Ed Lavoisier, Paris, 154P.
- **Saheb D. 2007.** Aactivité acaricide de quatre huiles essentielles sur *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval 1876 (Acri, Tetranychidae) et contribution à l'étude de leur composition chimiques par GC/MS, Mémoire de Magister Institut national Agronomique d'El Harrach – Alger, 83P.
- **Scheff, D, S, Arthur, F, H, 2017.** Fecondity of *Trinolium castaneum* and *tribolium confusum* adults after exposure to deltamethine packaging.
- **Shanshan Guo et al. 2016.** The chemical composition of essential oils from *Cinnamomum camphora* and their insecticidal activity against the stored product pests.
- **Stamopolus D.C, Damos. P, Karagianidou. G., 2007.** Bioactivity of five monoterpenoid vapours to *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera :Tenebrionidae).
- **Traboulsi A. F. Touabi K. EL-HAJ S, Bessiere J. M, Rammal S., 2002.** Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera : Culicidae). Pest Manag Sci. 491-5.

Résumé

Les insectes ravageurs des denrées stockées majoritairement des coléoptères peuvent causer la perte totale d'un stock. Le moyen le plus courant pour limiter leur activité est l'usage des pesticides dont les effets indésirables sont malheureusement très nombreux : l'intoxication humaine est l'une des principaux effets.

Notre étude a pour but d'étudier l'influence de deux substrats : (semoule fine et couscous moyen) sur le cycle de développement d'un ravageur secondaire : *Tribolium confusum*, mais aussi l'effet toxique de deux huiles essentielles qui sont celles des clous de girofle et du bois de Hô ; sur des larves âgées de 15 jours et des adultes âgées de 0-7 jours pendant deux temps d'exposition 24h et 48h. Toutes les expériences ont été réalisées dans les conditions de laboratoire à une température de 32°C et humidité de 70%.

Les résultats ont montré que le tribolium achève son cycle de développement sur la semoule fine avec une durée totale du cycle de $41,49 \pm 1,60$ jours, alors que sur le couscous le développement de l'insecte s'est arrêté au niveau du 2^{ème} stade larvaire. Les résultats des tests de toxicité par inhalation ont montré que les deux huiles essentielles testées présentent une faible toxicité sur les adultes, mais aucun effet insecticide l'égard des larves dans les conditions de laboratoire.

Mots-clés : *Tribolium confusum*, cycle, huiles essentielles, tests de toxicité, inhalation.

Abstract :

Summery insect that damage stored food mainky beetls, can cause the total loss of a stock, the most common way to limit their activity is the use of pesticides, the undesirable effect of wich are unfortunality very nemerous : human intoxication is on the main effects.

Our study aims to study the influence of two substrats (Fine semolina and medium couscous) on the development cycle of a secondary pest *Tribolium confusum*, but also the toxic effect of two essential oils wich are those of clovers wood and of ho, on larvae aged 15 days and adult aged 0-7 days for two exposure time 24h and 48h. All expriments were performed under laboratory conditions at temperature of 32°C.

The results showed that the beetle completes its development cycle in fine semolina wich a total cycle duration of 43 days while on couscous the development of the insect stopped at the level of the second larval stage. The results of the inhalation toxicity tests showed low toxicity on adults, but on insecticidal effect on larvae under laboratory conditions.

Key words: *Tribolim confusum*, cycle, inhalation, toxicity tests, essential oils.