

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



MÉMOIRE

Présenté par

Safi Nouria

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Ecologie animale

Thème

**Comportement insecticide des huiles essentielles des
plantes aromatiques sur *Tribolium castaneum* (Herbst)
(Coleoptera: Tenebrionidae)**

Soutenu le, devant le jury composé de :

Présidente : M ^{elle} DAMERDJI A	Professeur	Université de Tlemcen
Encadrante : M ^{me} BOUKLIKHA-KASSEMI N	M. C. B	Université de Tlemcen
Examineur : M ^{er} BOUCHIKHI TANI Z	M. C. A	Université de Tlemcen

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

Je remercie notre grand Dieu de m'avoir donné la santé, la volonté, le courage et la chance de faire cette étude et de la terminer.

Mes remerciements les plus vifs s'adressent à mon encadreur Mme BOUKLIKHA-KASSEMI N, maître de conférences à l'université ABOUBAKR BELKAID de TLEMCEN, qui a aimablement accepté de diriger ce travail, sa précieuse aide ses encouragements et ses conseils.

Mes remerciements s'adressent également à Melle DAMERDJI A, Professeur à l'université ABOUBAKR BELKAID, d'avoir accepté la présidence du jury de ce travail.

Je suis très reconnaissante à l'honneur que m'a fait Mr. BOUCHIKHI TANI Z, Maitre de conférences à l'université de Tlemcen, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, plus particulièrement Monsieur Baba Ali, M.C.A. à l'université de TLEMCEN, pour son aide concernant l'identification des espèces végétales.

Mes remerciements s'adressent à toutes les responsables de l'université de TLEMCEN, les responsables de la bibliothèque de biologie et la promotion de master II Ecologie animale.

Dédicaces

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance...

Tous simplement que je dédie ce mémoire de fin d'étude à :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude

A mes chères sœurs (Aicha et Souad), pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral

A mon frère Khalil et à sa femme Fatima Zohra

A mes nièces et neveux

A mon cher oncle BELHADRI Ibrahim

A toute ma famille

A mes amis

A mes camarades de la promotion Ecologie animale

Sommaire

Introduction générale	01
Chapitre 1 : présentation de l'insecte étudié	03
1-Caractères généraux de Tenebrionidae	04
2-Caractères généraux du genre <i>Tribolium</i>	04
3-Caractères généraux de <i>Tribolium castaneum</i>	04
4-Classification taxonomique	05
5-Description sur <i>Tribolium castaneum</i>	05
6-Cycle de développement	06
7-Facteurs de développement	07
8-Biologie	07
9-Origine et répartition géographique	07
10-Dégâts et distribution	08
11- Moyens de lutte contre le <i>Tribolium castaneum</i>	08
Chapitre 2 : étude des plantes testées et des huiles essentielles	10
1- <i>Inula viscosa</i>	11
1-1 Généralité	11
1-2 Etymologie	11
1-3 Systématique	11
1-4 Nomenclature	11
1-5 Description	12
1-6 Composition chimique	13
1-7 Intérêt écologique	13
1-8 Répartition géographique	13
2- <i>Ruta chalepensis</i>	14
2-1 Description	14
2-2 Systématique	14
2-3 Composition chimique	15
2-4 Toxicité de la plante	15
3-les huiles essentielles (HE)	16
4-Domains d'utilisation	16
4-1 Domaine agroalimentaire	16
4-2 Domaine cosmétique	16
4-3 Domaine pharmaceutique	17
5-Extraction des huiles essentielles	17
5-1 Hydro distillation	17
5-2 Hydro-diffusion	18
5-3 Entraînement à la vapeur d'eau	18
5-4 Extraction par solvants volatils	19
5-5 Extraction assistée par micro-onde	19
Chapitre 3 : matériel et méthodes	20
1-Matériel du laboratoire	21

1-1Matériel animal	21
1-2Matériel végétal	21
2-Cycle de développement de <i>Tribolium castaneum</i>	22
3-Doses et traitements	22
3-1- Effet des huiles essentielles sur les adultes de <i>Tribolium castaneum</i>	22
3-2-Effet des huiles essentielles sur les larves de <i>Tribolium castaneum</i>	22
4-Estimation de la mortalité et calcul de DL50	22
5-Analyse statistique des données	23
Chapitre4 résultats et discussion	24
1- Cycle de développement d'insecte étudié	25
2- Effet des huiles essentielles	26
2-1Effet insecticide de l'huile essentielle sur les adultes de <i>Ttribolium castaneum</i>	27
3- La toxicité des huiles essentielles	28
3-1d' <i>Inula viscosa</i> sur les adultes de <i>Tribolium castaneum</i>	28
3-2de <i>Ruta chalepensis</i> sur les adultes de <i>Tribolium castaneum</i>	29
4- Comparaisons de la toxicité des huiles essentielles sur les adultes de <i>Tribolium castaneum</i>	30
Discussion	31
Conclusion	32
Référence bibliographique	33

Liste des figures

Figure 1 : Cycle de développement de <i>Tribolium castaneum</i>	07
Figure 2 : <i>Inula viscosa</i> fleurit à la fin de l'été et au début de l'automne	12
Figure 3 : <i>Ruta chalepensis</i>	14
Figure 4 : Schéma du principe de la technique d'hydro distillation	18
Figure 5 . Montage d'un hydrodistillateur type Clevenger.	21
Figure 6 : Cycle de vie de <i>Tribolium castaneum</i> sur la semoule dans les conditions de laboratoire (photo originale).	25
Figure 7 : Evolution de la mortalité des adultes de <i>Tribolium castaneum</i> en fonction du temps et des doses en huiles des feuilles <i>Inula viscosa</i>	27
Figure 08 : Evolution de la mortalité des adultes de <i>Tribolium castaneum</i> en fonction du temps et des doses en huiles des feuilles <i>Ruta chalepensis</i>	28
Figure9 : Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition l'huile des feuilles <i>Inula viscosa</i> /mortalité (probits) des adultes <i>Inula viscosa</i>	29
Figure 10 : Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition l'huile des feuilles <i>Ruta chalepensis</i> /mortalité (probits) des adultes	29

Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison entre l'effet des huiles essentielles des deux plantes.....	30
--	-----------

Introduction

La protection des céréales entreposées contre les détériorations fait partie intégrante de leur production. Laissées sans protection, ces récoltes risquent d'être déclassées. Les denrées stockées peuvent être attaquées par les insectes, les champignons et les rongeurs. Le poids et la qualité des grains infestés diminuent rapidement (**DAVE et al., 2001**). Les dégâts causés par les insectes sont les plus importants (**INGE DE GROOT, 2004**). Même si le problème se pose de manière globale, il est plus important dans les pays en voie de développement et dans ceux de l'Afrique en particulier à cause des conditions climatiques favorables à leur développement (**NDOMO et al., 2009**).

Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (**CSEKE et KAUFMAN, 1992**). Que ce soit dans les pays développés ou en voie de développement, les huiles essentielles détiennent actuellement une place importante dans les systèmes de lutte, leur rôle dans la recherche phytopharmaceutique dans certains pays du monde n'est plus à démontrer. Les substances d'origine naturelle et plus particulièrement, les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection contre les insectes ravageurs (**LAHLOU, 2004**). Les recherches à l'heure actuelle s'orientent vers les plantes aromatiques contenant des huiles essentielles qui agissent comme des bio-pesticides. Cette efficacité a été démontrée contre une grande variété d'insectes ravageurs des stocks des denrées alimentaires telles que Bruchidae (**KELLOUCHE, 2005**). Aussi les poudres de feuilles des plantes aromatiques ont fait l'objet de nombreuses recherches en vue de réduire les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des grains stockés (**MUNYULI, 2009**).

En raison de son efficacité et de son application facile et pratique, l'utilisation d'insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les insectes nuisibles. Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré de ces insecticides ont provoqués une contamination de la chaîne alimentaire. De plus, l'usage très répandu de ces pesticides a entraîné l'apparition de formes de résistances chez les insectes traités (**LEONARD et NGAMO, 2004**). En raison de l'interdiction de l'utilisation l'OMS (Organisation mondiale de la Santé) a interdit l'usage de certains insecticides chimiques, la majorité des pays ont eu recours à de nouvelles méthodes de lutte plus propres dans le but de limiter l'utilisation des produits chimiques. A cet effet, de nombreux travaux récents se sont

penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides et respectueux de la santé humaine et de l'environnement.

Notre travail consiste à la recherche du comportement insecticide des huiles essentielles de plante aromatique *Inula viscosa* qui appartiennent à la famille de Lamiacée sur l'insecte *Tribolium castaneum*

Ce travail est organisé en 4 Chapitres :

- ✓ Le premier chapitre consiste à la présentation de l'insecte étudié.
- ✓ Le deuxième chapitre comporte la présentation des plantes testées et des huiles essentielles.
- ✓ Le troisième chapitre porte sur le matériel et les méthodes utilisées.
- ✓ Les résultats et discussion sont présentés dans le quatrième chapitre.

Chapitre1

Présentation de l'insecte étudié

1- Caractères généraux de Tenebrionidae

La famille des Tenebrionidae compte **20000 espèces** dans le monde, l'origine de ce nom vient que la plupart ont des élytres de couleur sombre cependant il existe des espèces de couleur claire et variée(LERANT, 2015).

Selon (Haines 1991), le terme Ténébrionidae signifie ceux qui sont Tenebrio, un mot qui désigne plus tard littéralement les chercheurs d'endroits sombres (Haines, 1991).

C'est la famille la plus évoluée des coléoptères (DAJOZ, 2010).

Leur répartition est mondiale, mais c'est sans doute dans les régions désertiques et subdésertiques qu'ils atteignent leur plus grande diversité (Delobel et Trane, 1993).

Ces insectes colonisent les ruines, les éboulis et le dessous des pierres (Lerant, 2015).

2- Caractères généraux du genre *Tribolium*

Le genre *Tribolium* comporte 36 espèces dont quatre sont cosmopolites (ANGELINI et al, 2008).

Pour l'identification du genre *Tribolium*, FERRER (1995), deux caractères sont essentiels :

- ♣ L'existence d'une suture carénée
- ♣ La méso tibia et méta tibia sont simples.

Les Triboliums sont des Coléoptères Tenebrionidae qui sont très souvent associés aux denrées alimentaires.

Dans ce genre on trouve :

T. confusum, *T. castaneum*, *T. destructoret*, *T. madens* (CALMONT et SOLDATI, 2008).

3- Caractères généraux de *Tribolium castaneum*

Le Coléoptère de la farine rouge, *Tribolium castaneum* est un ravageur cosmopolite des produits (Rees, 1996; Nenaah, 2014).

Il appartient à la famille des scarabées sombres Tenebrionidae.

Le nom de l'espèce *Tribolium castaneum* vient du grec ; Tribolos qui signifie trois pointes (LAROUSSE, 2017), et du latin ; Castaneum ou castenea par rapport à la couleur brune rougeâtre de fruit du châtaignier (CLIFFORD et BOSTOCK, 2007).

D'après DELOBEL et TRAN (1993), quelques appellations ont été accordées à *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797)

- ♣En français :Tribolium rouge de la farine, petit ver de la farine
- ♣Anglais : Red ou Rust – red flour beetle
- ♣Espagnol :Tribolio castaneo,Gorgojocastano de la harina

4- Classification taxonomique

Selon (Haines, 1991; Bolev, 2014; Myers et al., 2016) la classification de *Tribolium castaneum* est la suivante :

Règne: Animalia
Phylum: Arthropoda
Subphylum: Hexapoda
Classe: Insecta
Ordre: Coléoptères
Superfamille: Tenebrionoidea
Famille: Tenebrionidae
Sous-famille: Tenebrioninae
Tribu: Triboliini
Genre : *Tribolium*
Espèce : *castaneum*

5- Description sur *Tribolium castaneum*

Tribolium rouge de la farine (*Tribolium castaneum*) est un insecte appartenant à la famille des Tenebrionidae, il est un des insectes des stocks plus ubiquiste et le plus polyphage. Les adultes et les larves ne s'implantent généralement dans les grains qu'après les attaques de ravageurs primaires qui leur ouvrent la porte (CAMARA, 2009), ou lorsque les grains sont brisés (SECK, 1992). *T. castaneum* est considéré comme un ravageur secondaire strict causant d'importants dégâts sur les stocks de très nombreuses denrées amylacées notamment les farines de céréales (BONNETON, 2010).

5-1 Œufs

Les œufs sont blanchâtres ou sans couleur et leur taille est d'environ 5mm, avec des particules de nourriture adhérentes à la surface (GODON et WILIM, 1998).

5-2 Larve

Les larves sont vermiformes et pourvues de pattes à l'extrémité du dernier segment abdominal et une paire de courts appendices, les « urogomphes ». La larve mesure 6 mm, environ 8 fois plus longue que large, d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies jaunes. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement rougeâtres (GODON et WILLM, 1998).

5-3 Nymphe

Selon **CHRISTINE (2001)**, la forme nymphe chez *T. castaneum* est cylindrique et de couleur blanchâtre virant vers le jaune.

5-4 Adulte

L'adulte de *T. castaneum* mesure de 3 à 4 mm, de couleur uniformément brune rougeâtre Il est étroit, allongé, à bords parallèles. La tête et la partie supérieure du thorax sont couvertes de minuscules ponctions. Les ailes et les élytres sont striés sur toute leur longueur, le dernier article des antennes est légèrement renflé avec des yeux de couleur rouges. Le prothorax a généralement des bords tranchants. La partie terminale de l'abdomen porte deux épines. (**CHRISTINE, 2001**).

6- Cycle de développement

Selon **GUEYE et al. (1997)**, *T. castaneum* est considéré parmi les insectes des stocks le plus ubiquiste, polyphage et le plus redoutable. La température optimale du développement de *Tribolium castaneum* est comprise entre 25 à 38 °C. Dès l'âge de trois jours, la femelle pond entre 500 à 800 œufs. Les larves sont mobiles, d'une teinte blanche avec du jaune et passent par 5 à 11 mues avant d'atteindre 5 mm à la fin de leur croissance. A la fin du dernier stade larvaire, les larves s'immobilisent, cessent de se nourrir et se transforment en nymphes immobiles. Ce processus s'étend sur 3 à 9 semaines, Les nymphes se retrouvent nues, dans les mêmes aliments que les larves. Elles sont blanches au départ mais leur couleur s'assombrit graduellement avant de devenir adultes. 9 à 17 jours plus tard, les adultes se nourrissent des mêmes aliments que les larves et vivent entre 15 et 20 mois. On peut rencontrer cinq générations par an (**GUEYE et al., 1997**).

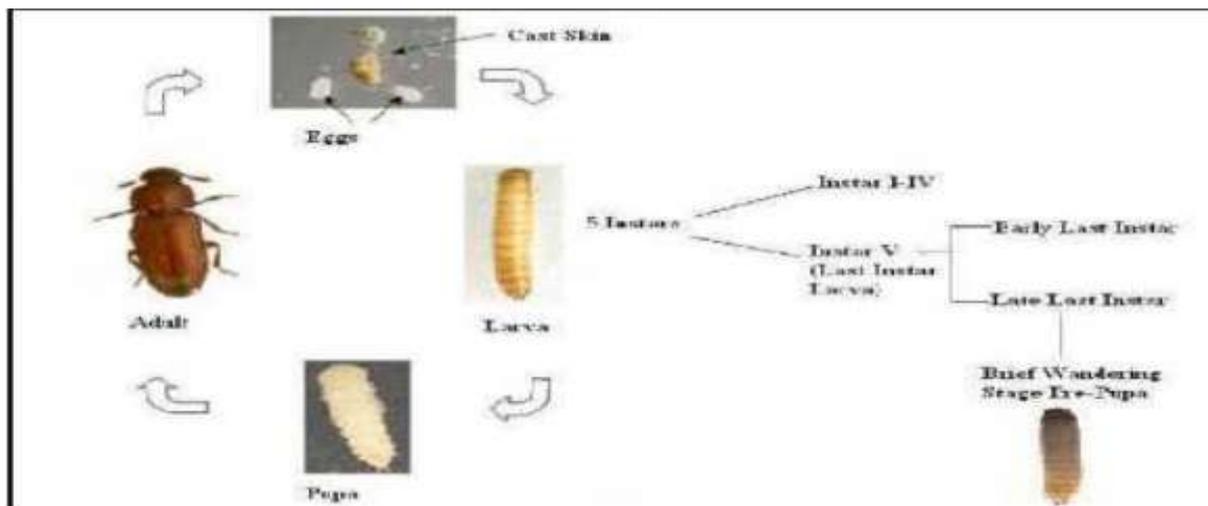


Figure 1 : Cycle de développement de *Tribolium castaneum* (ARAB, 2012)

7- Facteurs de développement

D'après **ROBINSON (2005)**, les phénomènes biologiques chez *T. castaneum* sont gouvernés surtout par la température et l'humidité, mais il ya d'autres facteurs comme les champignons et la prédation qui sont inclus. Les limites de croissance en fonction de la température sont : minimum (22 - 22.5) °C et maximum (37.5 - 40) °C.

8- Biologie

La longévité de l'insecte est de 2 à 8 mois suivant les conditions abiotiques. Dès l'âge de trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs qui, vers 30°C, éclosent au bout de cinq jours. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler. Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphosent sans cocon.

À 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation.

C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 et 33°C, son développement cessant au-dessous de 22°C et qui résiste très bien aux basses hygrométries.

La femelle pond entre 500 et 800 œufs. La durée du cycle dure environ un mois. Les adultes et larves sont capables de cannibalisme vis-à-vis des œufs et des nymphes (**Aissata, 2009**). Ils peuvent se nourrir de champignons qui pourraient envahir le stock et d'une infinie variété de matières végétales sèches et sont toujours présents dans les stocks. Ils affectionnent les farines dans lesquelles ils creusent des galeries. Ils leur communiquent une teinte brunâtre et une odeur âcre et rendent la panification difficile (**Gatel, 2003**).

9- Origine et répartition géographique

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

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

Selon (**DELOBEL et TRAN, 1993**) probablement originaire d'Asie du Sud, le *T. castaneum* est devenue cosmopolite

10- Dégâts et distribution

Dans la nature et selon **BONNETON (2010)**, cet insecte vit sous l'écorce des arbres. Le Tribolium rouge de la farine est un polyphage de très nombreuses denrées amylacées, surtout les farines de céréales. On le rencontre généralement dans les silos à grains, dans le fumier de volaille et il est attiré par la lumière. Cet insecte peut pénétrer dans les habitations il est capable d'infester ; l'avoine grain et farine de blé, Riz, Maïs, Orge, Pois sec, Haricot, les graines de coton, Cacao, Gingembre et divers épices (**DELOBEL et TRAN, 1993**).

Son mouvement et sa dispersion dans la nature d'après **CAMPBELL et HAGSTRUM (2002)**, sont favorisés par plusieurs facteurs comme :

- ♣ Densité des insectes
- ♣ L'âge des insectes
- ♣ Qualité de nutrition
- ♣ L'hérédité (facteurs génétique) de dispersion
- ♣ La réponse aux substances volatiles de l'alimentation et aux phéromones d'agrégation

11- Moyens de lutte contre le *Tribolium castaneum*

Les insectes ravageurs des céréales, peuvent causer la perte totale d'un stock. Le moyen de lutte le plus courant pour limiter leurs activités est l'usage des pesticides dont les effets indésirables, de ces produits sont malheureusement très nombreux. Ce moyen de lutte a provoqué une intoxication humaine et environnementale au cours des deux dernières décennies

11-1- Lutte chimique

Deux familles chimiques d'insecticides sont signalées par **FLEURAT-LESSARD (2011)**: les organo-phosphorés et les pyréthrinoïdes (inclus les pyréthrines naturelles) employées sous deux formes :

- Liquide Pyrimiphos- méthyl (5mg/kg), Chlorpyrifos-méthyl (3mg/kg), Deltaméthrine (2mg/kg), cette dernière représente la moindre proportion des résidus dans les grains de céréales
- Fumigant: **GUEYE et al (2011)** indiquent le Phosphore d'aluminium (570 g / l)

11-2- Lutte biologique

L'utilisation anarchique des pesticides a engagé depuis quelques années des effets néfastes considérables. Ces effets ont incité les scientifiques à chercher des alternatives de lutte pour remplacer ces pesticides chimiques par des biopesticides végétaux biodégradables et respectueux de l'environnement tels que l'utilisation des huiles essentielles (**MADJDOUB, 2013**).

11-3 Lutte physique

Cette méthode utilise des stimuli physiques et chimiques qui agissent sur le comportement ou le développement des insectes nuisibles, il y a deux types :

-  **Piégeage de masse**
-  **Technique de l'insecte stérile (TIS)**

11-4- La lutte génétique

Comme le *Tribolium* est capable de résister à toutes les classes d'insecticides, le contrôle de ce ravageur nécessite de nouvelles stratégies de lutte. Le séquençage du génome (**RICHARDS et al.,2008**), a justement permis d'identifier des protéines susceptibles d'être ciblées par de nouveaux insecticides, comme des canaux ioniques, des récepteurs nucléaires (**BONNETON,2010**).

Chapitre II

Présentation des plantes étudiées

1- *Inula viscosa*

1-1 Généralités

Inula viscosa appartient à la grande famille des composées, cette famille est l'une des plus distribuées dans le règne végétal et représentée principalement dans les régions tempérées et froides du globe.

Cette grande famille comprend plus de 13 tribus répartis en 1500 genres et 23000 espèces. En Algérie, il en existe 109 genres répartis en 408 espèces. Parmi les genres appartenant à la famille Compositae, le genre *Inula* comprend une variété d'environ 90 espèces. Il est largement distribué dans le bassin méditerranéen. (Reeb, 2010)

1-2 Etymologie

Inula viendrait du grec «**Inéo**» qui signifie «je purge», faisant allusion à une propriété thérapeutique de la plante (Fauron et Moati, 1983) d'où le nom d'Aunée visqueuse (Fournier 1947).

1-3 Systématique

D'après (FOURNIER, 1947) la Systématique d'*Inula viscosa* est la suivante :

- Règne : Végétal
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-Embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots
- Sous Classe : Astéridées
- Ordre : Astérales
- Famille : Astéracées
- Genre : *Inula*
- Espèce : *Inula viscosa*

1-4 Nomenclature

Français: Inule visqueuse (LÉGER, 2007)

Anglais: Woody fleabane (LÉGER, 2007)

Arabe: Magramane, Bagramane

Berbère: Amagramane ou bayraman

1-5 Description botanique

Quezel et Santa (1963), décrivent *Inula viscosa* comme étant une plante annuelle herbacée, pérenne ou vivace chez laquelle les branches ligneuses bourgeonnent à chaque printemps. C'est une plante pouvant atteindre 120 cm de hauteur avec des tiges de 5-10 cm (**Haoui et al, 2011**). D'après **Kaddem (1990)**, les feuilles sont oblongues, sessiles, alternes, dentées, glanduleuses sur les deux faces et visqueuses, dégagent pendant la phase végétative une forte odeur caractéristique, avec une racine pivotante lignifiée pouvant atteindre 30 cm de long.

Reeb (2010), mentionne que les fleurs d'*I.viscosa* sont regroupées en capitules, d'environ 10-20 mm de diamètre. Les capitules sont groupés eux-mêmes en panicule assez dense ; ils sont portés par des ramifications nombreuses de la tige principale, l'ensemble ayant une forme grossièrement pyramidale. L'ensemble est rassemblé en inflorescences en longues grappes pyramidales entourées par un involucre de bractées, qui peuvent être en partie membraneuses et ciliées. L'inule porte deux types de fleurs : des fleurs ligulées à pétales soudés en languettes jaunes, qui dépassent assez franchement l'involucre et se situent à l'extérieur du capitule, et des fleurs tubulées jaune orangé, au centre du capitule et sont caractérisées par une forte odeur rayonnante (**fig 2**).

Les étamines sont accolées par leurs anthères. L'ovaire infère, se trouve sous les pièces florales. Les fruits secs, un peu ovoïdes, sont surmontés par une petite aigrette jaunâtre de soies denticulées. *Inula viscosa* fleurit à la fin de l'été et au début de l'automne (**Al-Dissi et al, 2001**)



Figure 2 :*Inula viscosa* fleurit à la fin de l'été et au début de l'automne
(Original)

1-6 Composition chimique

Les travaux de **BENAYACHE et al.(1991)**, rapportent que la partie aérienne d'*Inula viscosa* contient des Flavonoïdes, des acides sesquiterpéniques (forme une classe de molécules de la famille des terpènes, de formule moléculaire brut $C_{15}H_{24}$) et des triterpènes et des esters. Elle est riche en huile essentielle dont les constituants majoritaires sont: γ -terpinène (36,9%), α -pinène (18,9%), β -pinène (8,9 %), p-cymène (7,5 %), limonène (18,9%), β -maaliène (7,4%), β -phellandrène (7,3%), isocomène (6,2 %), 2,5-dimethoxy-p-cymène (21,2%), β -caryophyllène (16,58%), δ -caninène (5,9%) et α -cadinol (4,2%).La plante contient un acide gras (**Remli, 2013**)

1-7 Intérêt écologique

L'inule visqueuse tire surtout sa réputation de sa qualité d'insecticide végétal qui combat la mouche de l'olive. Le mécanisme d'action est le suivant :

- **L'inule abrite un parasite de *Bactroceraoleae***

C'est une plante relais dont les inflorescences sont parasitées par la larve d'une mouche (*Myopitesstylata*) qui provoque des galles sur les inflorescences, La larve de myopites est à son tour parasitée en hiver par un parasitoïde, la larve de la mouche de l'olive sera parasitée, à son tour, en été par une petite guêpe qui va également parasiter et tuer la larve de la mouche de l'olive. (**WARLOP, 2005**). On la trouvait fréquemment dans les oliveraies avant qu'elle ne soit arrachée comme "mauvaise herbe" envahissante et encombrante. Des observations montrent que dans une oliveraie "rénovée", l'arrachage de l'Inule a été suivi d'une attaque de mouche de l'olive sans précédent. Après réintroduction de l'Inule, il faut compter 4 à 5 ans pour que le cycle de la plante relais s'amorce avec l'olivier. C'est un travail à long terme qui exclut l'emploi d'insecticides "durs". Ce qui indique bien la relation Inule-olivier connue intuitivement par les anciens. Lorsque l'on sait que cette dernière est le principal ravageur de l'olivier, on mesure tout l'intérêt pour les oléiculteurs d'avoir la "mauvaise herbe" dans ou à proximité de leurs oliveraies. Assez répandue dans notre région, il n'est généralement pas nécessaire d'en planter, mais il ne faut surtout pas l'arracher (**WARLOP, 2005**)

1-8 Répartition géographique

Le genre *Inula* est largement distribué dans le bassin méditerranéen, en Europe (Espagne, France...), Asie (Chine, Turquie, Japon, Corée...) et en Afrique (Egypte, Algérie, Maroc...)

2- *Ruta chalepensis*

2-1 Description botanique

Ruta chalepensis est une espèce méditerranéenne, relativement commune dans toute l'Algérie septentrionale (Babaïassa, 1999), au Nord-est de l'Afrique, Sud de l'Europe et le Sud-ouest de l'Asie (Mioulane, 2004). *Ruta chalepensis* est une plante herbacée à tige ligneuse à la base, pouvant atteindre 1m (Babaïassa, 1999). Les feuilles de 6 à 12cm de long, sont aromatiques, ovales, larges, pennatiséquées, bleu-vert, elles présentent de nombreux lobes oblongs, lancéolés ou aborales. En été, s'épanouissent des fleurs de 1 à 2cm de diamètre, en coupe, de couleur jaune foncé, portant quatre ou cinq pétales frangés de longs poils. Elles sont réunies en cymes lâches (Mioulane, 2004) (Figure 3).



Figure 3: *Ruta chalepensis* (Duke et al, 2008).

2-2 Systématique

Règne: *Plantae*

Sous règne: *Tracheobionta* (plantes vasculaires)

Superdivision: *Spermatophyta* (plantes à graine)

Division: *Magnoliophyta* (plantes à fleurs)

Sous division: *Angiospermae*

Classe : *Magnoliopsida* (dicotylédons)

Sous classe : *Rosidae*

Ordre: *Sapindales*

Superordre: *Rutanae*

Famille: *Rutaceae*

Genre: *Ruta*

Espèce: *Ruta chalepensis* (Bonnier, 1999; Wiart, 2006; Takhtajan, 2009)

2-3 Composition chimique

- **Les Alcaloïdes**
- **Furoquinolinealcaloïdes:** skimmianine, gamma-fagarine, dictamnine, kokusaginine, pteleine
- **Acridinealkaloids:** arborinine- 2-arylquinoline, rutacridone, Gravacridiol (Waterman,1975), chalaridone [4,5-dioxymethylene-11-methylfuro (2,3-c) acridin-6 (11H)-on] (Ulubelenet Terem, 1988).
- **Quinazolinealcaloïdes:** comme l'arborine
- **Quinolinealcaloïdes:** parmi eux: graveoline, graveolineine (Waterman, 1975).

2-4 Toxicité de la plante

Selon (July, 2007), L'effet toxique le plus connue de *Ruta chalepensis* et des autres espèces du même genre est la phototoxicité, qui est due à sa richesse en Furanocoumarines (psoralènes). En effet celles ci induisent, par contact des feuilles contuses suivi d'une exposition au soleil, une dermatite aiguë qui ressemble à une brûlure du premier ou du deuxième degré. Secondairement la peau gardera une hyperpigmentation qui peut persistée assez longtemps.

Selon (Gunaydinet al., 2005 ; July, 2007), Plus grave, après absorption digestive, ces coumarines sont toxiques pour le rein et le foie, voire cancérigènes, car elles altèrent les acides nucléiques (ADN en particulier) par formation de réticulations et d'adduits avec ces derniers et peuvent ainsi provoquer des lésions du génome .

-L'administration d'une infusion aqueuse des parties aériennes de *Ruta chalepensis* au cours de la période d'organogénèse, chez des souris gestantes, a provoqué des modifications morphologiques significatives, un retard du développement des organes (*thymus*) et des réflexes et un gain de poids (Zeichen De Sa et al., 2000).

3- Les huiles essentielles (HE)

Se rencontrent dans tout le règne végétal, cependant, elles sont particulièrement abondantes chez certaines familles : Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae et Piperaceae (**Talbaoui et al, 2012**).

Elles sont très recherchées, car elles sont généralement dotées de propriétés biologiques intéressantes. Certaines ont des propriétés pharmaceutiques reconnues, d'autres sont utilisées comme bases de parfums ou comme additifs alimentaires (**Marghache et al, 2009**).

Selon **Endrias (2006)**, les essences peuvent être localisées dans des organes sécréteurs spécialement différenciés et variables suivant les familles botaniques, tels que: les poils sécréteurs des Lamiacées, les poches sécrétrices des Rutacées et les canaux sécréteurs des Conifères. Elles peuvent être, également, retrouvées dans des cellules sécrétrices isolées (cas des Lauracées et Magnoliacées).

Elles peuvent être stockées dans tous les organes de la plante, par exemple : dans les sommités fleuries (menthe, lavande), les feuilles (eucalyptus, laurier), les rhizomes (gingembre), les fruits (agrumes, badiane, anis), les racines (vétiver), les graines (muscades), bien que cela soit moins habituel dans des écorces (cannelier) (**Yahyaoui, 2005**).

La norme **AFNOR T75-006 (1998)**, définit l'huile essentielle comme « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques, soit par distillation sèche » (**Bruneton, 1999**).

4- Domaines d'utilisation

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie, cosmétique, alimentaire et médicinale (**Grysole, 2004**)

4-1 Domaine agroalimentaire

En ce qui concerne l'industrie alimentaire, les huiles essentielles sont utilisées pour rehausser le goût des aliments, pour parfumer et colorer. Le nombre de produits augmente et le consommateur recherche d'avantage les produits avec des ingrédients naturels, telle que l'huile essentielle d'orange qui est la plus utilisée dans le monde (**Confédération Suisse, 2009**).

4-2 Domaine cosmétique

L'utilisation des huiles essentielles comme base dans la fabrication des parfums et des savons constitue une pratique courante depuis des siècles dans la plupart des civilisations. Leur consommation dans ce secteur se caractérise par le besoin d'une très grande variété de produits, de quantités relativement faibles et de prix souvent élevés. La parfumerie technique

a également recours aux huiles essentielles pour l'image de propreté à laquelle elles sont associées, mais aussi parfois pour leurs propriétés antiseptiques, comme par exemple, la Citronnelle dégage un parfum qui indique au visiteur que l'endroit a été fraîchement lavé (**Elhaib, 2011**).

4-3 Domaine pharmaceutique

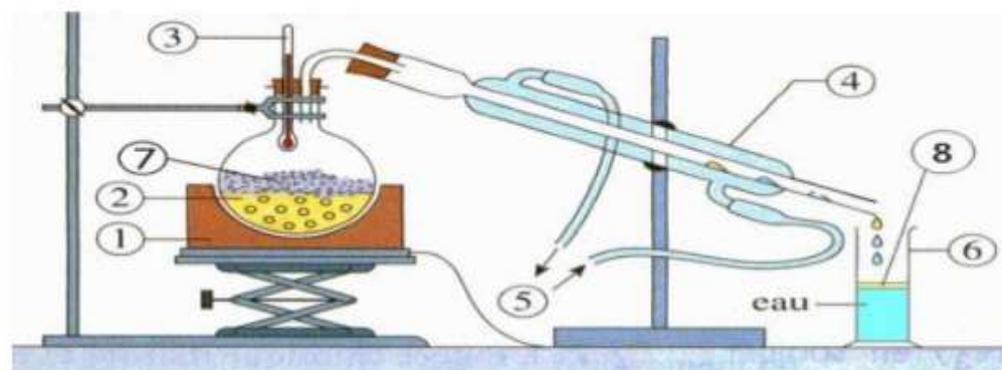
Les HE à utilisations médicinales peuvent être vendues en petits flacons ou sous forme de vaporisateurs, de pastilles, de bonbons. Ces huiles peuvent également être utilisées comme inhalant pour soulager les difficultés respiratoires, comme dentifrice (dans l'eau), ainsi que pour rafraîchir ou soulager la gorge (**Turgeon, 2001**). L'homéopathie et l'aromathérapie sont des exemples courants d'usage des huiles essentielles en médecine douce, et leur popularité s'est accrue d'une façon considérable ces dernières années (**Elhaib, 2011**).

5- Extraction des huiles essentielles

Il existe plusieurs méthodes d'extraction dont voici les principales

5-1 Hydro distillation

Il s'agit de la méthode la plus simple et la plus anciennement employée pour extraire les huiles essentielles. Le procédé consiste à immerger le matériel végétal dans un récipient rempli d'une quantité adéquate d'eau. 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. L'HE forme avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Puis, les vapeurs sont condensées au moyen d'un réfrigérant. Dans un autre récipient de collecte, l'huile essentielle se sépare de l'eau par différence de densité. L'HE étant plus légère que l'eau, elle surnage au-dessus de l'hydrolysat. Cependant, l'hydro distillation possède des limites. En effet, un chauffage prolongé et trop puissant engendre la dégradation de certaines molécules aromatiques **Lucchesi, (2005)**. Au laboratoire, le système équipé d'une cohobe généralement utiliser pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger.



- | | |
|-------------------|--|
| 1- Chauffe ballon | 5- Entrer et sortie d'eau de refroidissement |
| 2- Ballon | 6- Eprouvette graduée |
| 3- Thermomètre | 7- Matière à extraire l'essence |
| 4- Réfrigérant | 8- La couche d'HES |

Figure 4 : Schéma du principe de la technique d'hydro distillation (Lucchesi M.E.2005)

5-2 Hydro-diffusion

Cette technique est relativement récente. Elle consiste à faire passer, du haut vers le bas et à pression réduite, la vapeur d'eau au travers de la matrice végétale.

L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils. Cependant, l'huile essentielle obtenue avec ce procédé contient des composés non volatils ce qui lui vaut une appellation spéciale: « essence de percolation » (Franchomme, 1990; Richard, H., 1992). De plus, l'hydro diffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée, de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur

5-3 Entraînement à la vapeur d'eau

La distillation par entraînement à la vapeur d'eau, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter. Le principe de la distillation à la vapeur d'eau consiste à faire passer la vapeur d'eau à travers la plante à une température adéquate pour détruire les cellules végétales, libérer les molécules aromatiques et les entraîner dans un serpentin de refroidissement. Là, les vapeurs refroidies retournent à l'état liquide formant un mélange «eau+ huile essentielle». Recueillies dans un essencier, l'huile essentielle et l'eau florale se séparent par simple différence de densité. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile (Neffati, .2010).

5-4 Extraction par solvants volatils

La technique d'extraction « classique » par solvant, consiste à placer dans un extracteur un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique.

L'extraction par solvant organique volatil reste la méthode la plus pratiquée. Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol, le méthanol, le dichlorométhane et l'acétone (**Kim.N.S, D.S. Lee. J. Chrom. A. 2002, 982, 31**). Le solvant choisi, en plus d'être autorisé devra posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène, sa température d'ébullition sera de préférence basse afin de faciliter son élimination, et il ne devra pas réagir chimiquement avec l'extrait. L'extraction est réalisée avec un appareil de Soxhlet ou un appareil de Lickens-Nickerson.

Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau si bien que les extraits ne contiennent pas uniquement des composés volatils mais également bon nombre de composés non volatils tels que des cires, des pigments, des acides gras et bien d'autres substances (**Boutekedjiret, 1999**).

L'emploi restrictif de l'extraction par solvants organiques volatils se justifie par son coût, les problèmes de sécurité et de toxicité, ainsi que la réglementation liée à la protection de l'environnement. Cependant, les rendements sont généralement plus importants par rapport à la distillation et cette technique évite l'action hydrolysant de l'eau ou de la vapeur d'eau.

5-5 Extraction assistée par micro-onde

Extraction assistée par micro-ondes est une nouvelle technique qui combine l'utilisation des micro-ondes et d'autres méthodes traditionnelles. Dans ce procédé, la matière végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques condensation, refroidissement, et décantation. Des études démontrent que cette technique possède plusieurs avantages tels que le gain de temps d'extraction, utilisation de petites quantités de solvant, et un rendement d'extraction élevé (**Hemwimon et al, 2007**).

Les auteurs de ce procédé lui attribuent certains avantages tels que le temps d'extraction (dix à trente fois plus rapide), l'économie d'énergie et une dégradation thermique réduite.

Chapitre III

Matériel et méthodes

1- Matériel du laboratoire

Afin de réaliser nos expériences, plusieurs outils sont nécessaires au laboratoire nous avons utilisé :

2. Une étuve réglée à 27°C
3. Une loupe binoculaire pour pouvoir observer les insectes
4. Le petit matériel comprend les bocaux en plastique pour l'élevage en masse, des boîtes de Pétri et une micropipette réglable.

1-1 Matériel animal

Les individus de *Tribolium castaneum* sont maintenus dans une étuve à température 27°C et une humidité relative 70%, dans un bocal en verre contient des grains endommagés.

1-2 Matériel végétal

Les plantes utilisées dans notre expérimentation sont *Inula viscosa*, *Ruta chalepensis*, les huiles essentielles sont obtenues suite à une extraction par la méthode d'hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger (**Clevenger, 1928**).

Huiles essentielles de l'ensemble des parties aériennes (feuilles, fleurs, tiges) des deux plantes ont été fournies par **Dr Kassemi N.**



Figure 5. Montage d'un hydrodistillateur type Clevenger. (**ALAOUI BOUKHRIS, 2009**)

2- Cycle de développement de *Tribolium castaneum*

L'étude du cycle de développement de *Tribolium castaneum*, se fait dans des boites de Pétri en plastique avec 20g de semoule comme substrat alimentaire, toutes les boites sont infestées par cinq couple de *Tribolium castaneum*(âges de 0 à 48h), les essais sont répétés 3 fois.

3- Doses et traitement

3-1- Effet des huiles essentielles sur les adultes de *Tribolium castaneum*

Concernant les adultes de *Tribolium castaneum*, pour chaque essai, 1ml d'une solution acétonique contenant chacune des huiles essentielles à 0, 0,075, 0,15, 0,22, 0,3, 0,45, 0,6µl/ml d'acétone est ajouté à 20g de grains de blé contenus dans une boîte de Pétri et l'ensemble est convenablement mélangé. Toutes les boites sont infestées par 5 couples de *Tribolium castaneum* (âgés de 0 à 48h). Les essais sont répétés 3 fois pour chaque dose et le témoin (traitées avec l'acétone uniquement).

3-2-Effet des huiles essentielles sur les larves de *Tribolium castaneum*

Concernant les larves de *T. castaneum*, nous avons utilisé comme substrat alimentaire les grains de blé. Les boites sont ensuite infestées par dix larves, nous avons utilisé la même démarche expérimentale que celle utilisée pour l'évaluation de l'efficacité des huiles essentielles sur les adultes de *T. Castaneum*, avec les mêmes doses à savoir 0,075µl/20g grains de blé, 0,15µl/ 20g grains de blé, 0,22µl/ 20g grains de blé, 0,3µl/ 20g grains de blé, 0,45µl/ 20g grains de blé et 0,6µl/20g grains de blé. Les expériences ont été répétées trois fois. Les comptages des larves mortes ont été réalisés après la correction avec les résultats du témoin.

4- Estimation de la mortalité et calcul de DL50

Le dénombrement des adultes et des larves de *Tribolium castaneum* morts est réalisé quotidiennement pour tous les traitements pendant une période de six jours. La mortalité observée est exprimée après correction par la formule d'Abbott (**ABBOTT, 1952**).

La dose létale pour 50% de la population d'insectes DL50 est calculée par la méthode des probits (**FINNEY,1971**). Les pourcentages de mortalité sont transformés en probits; la régression du logarithme de la dose en fonction des probits de mortalités à l'aide de logiciel MINITAB (version16) a permis de déterminer la DL50 pour les adultes et les larves.

$$\% C = \frac{MT - MT_0}{100 - MT_0} \times 100$$

C% = Pourcentage de mortalité corrigé.

MT= Mortalité des objets traités.

MTO= Mortalité des objets non traités.

5- Analyse statistique des données

Les résultats sont soumis aux tests d'analyse de la variance à deux critères de classification, utile pour l'étude de l'action de deux facteurs (**DAGNELIE, 1975**).

Nous avons utilisé ce type d'analyse pour tester l'effet de la dose et la durée d'exposition de la l'huile des feuilles de la plante étudiée, sur le taux de mortalité des ravageurs des grains secs. L'étude statistique est réalisée sur le logiciel Microsoft Office Excel 2007

Chapitre IV

Résultats et discussion

1- Cycle de développement d'insecte étudié

Le cycle de développement de *Tribolium castaneum* (fig.6) comporte comme pour tous les Coléoptères quatre stades de développement : œufs, larve, nymphe et adulte. La durée du cycle de développement, de l'œuf à l'adulte est en moyenne (28 jours) dans la semoule et dans nos conditions de laboratoire (27°C et 70% d'humidité). La larve à la tête de couleur brune jaunâtre et corps blanc, et sa taille augmente avec le temps. Quand la croissance de la larve est terminée, elle tisse un cocon, cesse de s'alimenter et devient une nymphe et après 7 jours, il en sort un adulte.

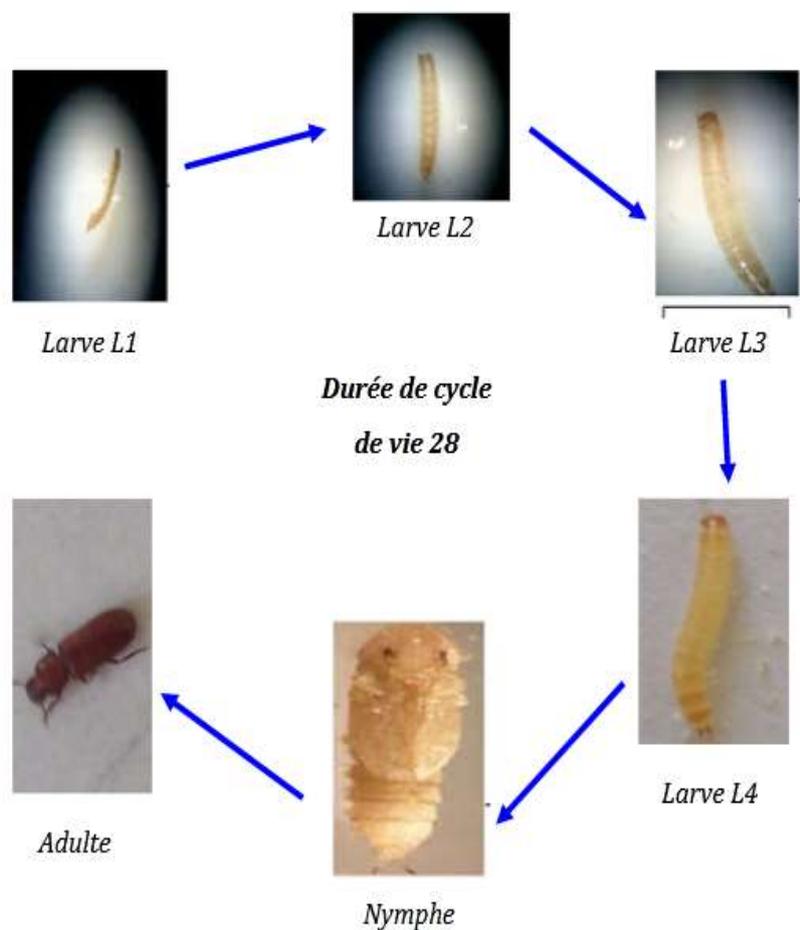


Figure 6 : Cycle de vie de *Tribolium castaneum* sur la semoule dans les conditions de laboratoire (photo originale).

Discussion

Pour mieux contrôler les dégâts édités par les insectes ravageurs tels que *Tribolium castaneum* des stocks il est important de connaître et étudier leur cycle de développement, dans les conditions écologiques bien définies. Au cours de leur développement, les coléoptères subissent une métamorphose complète. *Tribolium castaneum* est considéré comme un ravageur secondaire stricte causant des dégâts importants sur les stocks de mil battu dans toutes les zones sahéliennes (**Roorda et al., 1982**).

A partir des résultats obtenus, la durée de cycle de développement de *Tribolium castaneum* est en moyenne 28 jours dans les grains de blé et dans nos conditions de laboratoire (27°C et 70% d'humidité). Les œufs sont pondus en vrac, la taille des larves augmente avec le temps et elle circule librement dans la denrée infestée où elle devient une nymphe et après quelques jours il en sort un adulte.

D'après **MILS (2012)**, le stade adulte atteint 28 jours après la ponte dans les conditions optimales de températures (31°C) et humidité (75%). Si l'humidité est à peine 8%; le développement est plus lent par temps chaud. Les adultes s'envolent où peuvent être transportés par le vent dans des maisons ou d'autres bâtiments.

D'après **SCOTTI, (1978)**, la durée du stade larvaire varie de 22 à plus de 100 jours selon la température ambiante, quant au stade nymphal il dure huit jours, après cela les imagos vont émerger. Les premiers accouplements auront lieu après deux jours de l'émergence des imagos et dureront 3 à 15 minutes. La durée du cycle complet varie généralement entre 7 semaines à 3 mois. La température favorisant le développement de ces insectes est de 20 à 37°C avec 60 à 80% d'humidité relative (**Shazali et Smith, 1986**). *Tribolium castaneum* ne se développe pas au dessous de 18°C. Egalement, à une d'humidité relative de 10% le développement de cette espèce peut se faire à 25-28°C et il est impossible à 35-38°C (**Delobel et Tran, 1993**).

Selon **How (1956)** la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs dès l'âge de trois jours, au cours de sa vie pond entre 300 et 1000 œufs. Les œufs éclosent au bout de 5 à 12 jours selon la température et l'humidité relative. Les œufs n'éclosent pas à une température de 40 °C et plus. La température idéale pour l'éclosion est de 28,5°C.

Holdaway (1932) signale que le taux d'éclosion augmente avec l'augmentation de la température. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler. Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphosent sans cocon.

Mickel et Standish (1946) et **How (1956)** notent que les larves sont plus sensibles aux variations climatiques que les œufs. Les larves se développent plus rapidement lorsque la température est de 35°C et l'humidité relative est de 100 %. A 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines. La durée de développement de la nymphe n'est pas influencée par l'humidité relative mais par la température, le développement de la nymphe est influencé par la température et l'humidité relative. La durée du cycle dure 33 jours à une température de 28,5°C et une humidité relative variant entre 65 et 75 % **Dawson (1964)**. **Young (1970)** rapporte que le cycle de vie de *Tribolium castaneum* se répartit en: 4,7 jours pour les œufs, 20 jours pour les larves et 6,7 jours pour les nymphes. L'adulte qui émerge de la nymphe vit en moyenne 6 mois mais il peut survivre jusqu'à une année et demie. Durant sa vie l'adulte s'accouple plusieurs fois.

2- Effet des huiles essentielles

2-1 d'*Inula viscosa* sur les adultes de *Tribolium castaneum*

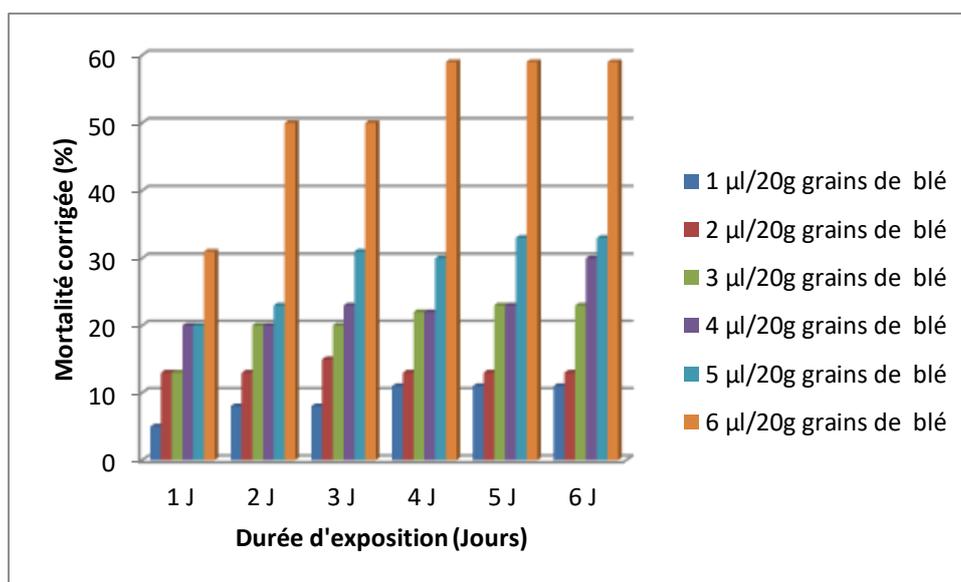


Figure 7 : Evolution de la mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* en fonction du temps et des doses en huiles des feuilles *Inula viscosa*

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre une différence significative entre les taux de mortalité, selon les doses en huile d'*Inula viscosa*, avec $F=5.922$ pour $P=0.0009615$

Selon le facteur durée d'exposition, il y a une très haute différence significative avec $F=80.067$ $p=1.4529.10^{-14}$

2-2de *Ruta chalepensis* sur les adultes de *Tribolium castaneum*

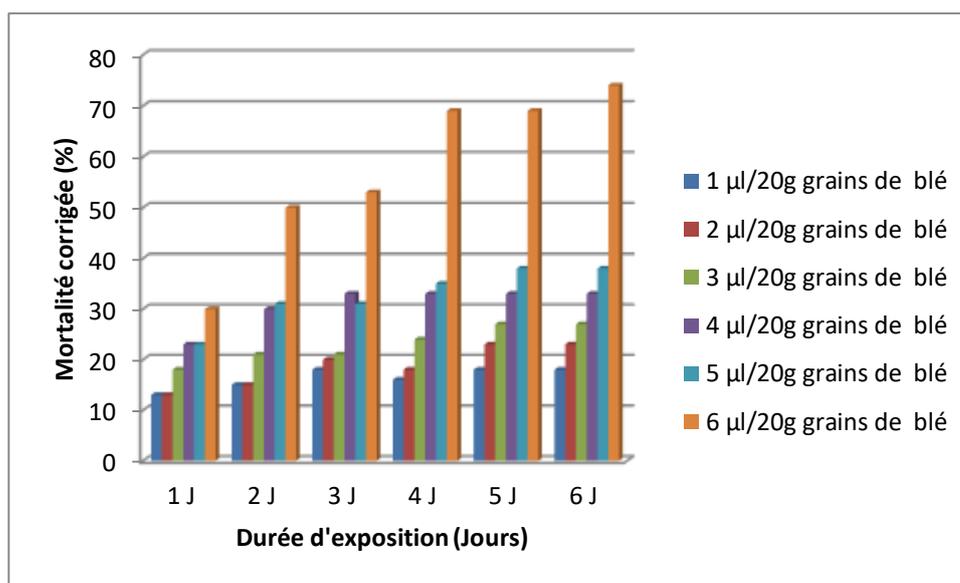


Figure 08 : Evolution de la mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* en fonction du temps et des doses en huiles des feuilles *Ruta chalepensis*

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre une différence significative entre les taux de mortalité, selon les doses en huile de *Ruta chalepensis*, avec $F=6.452$ pour $P=0.00055902$

Selon le facteur durée d'exposition, il y a une différence très significative avec $F=43.444$ $p=1.548.10^{-11}$

3- La toxicité des huiles essentielles

3-1 d'*Inula viscosa* sur les adultes de *Tribolium castaneum*

La transformation des mortalités corrigées des adultes en probits et la régression de ces données en fonction des logarithmes des durées d'exposition a permis d'obtenir les résultats suivants :

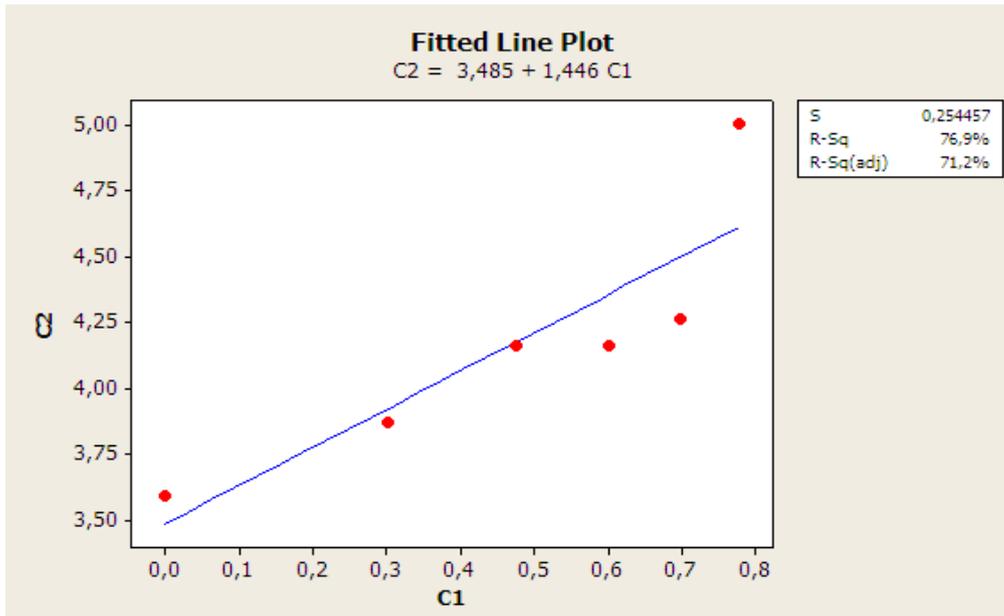


Figure9: Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition l'huile des feuilles *Inula viscosa*/ mortalité (probits) des adultes *Inula viscosa*

3-2de *Ruta chalepensis* sur les adultes de *Tribolium castaneum*

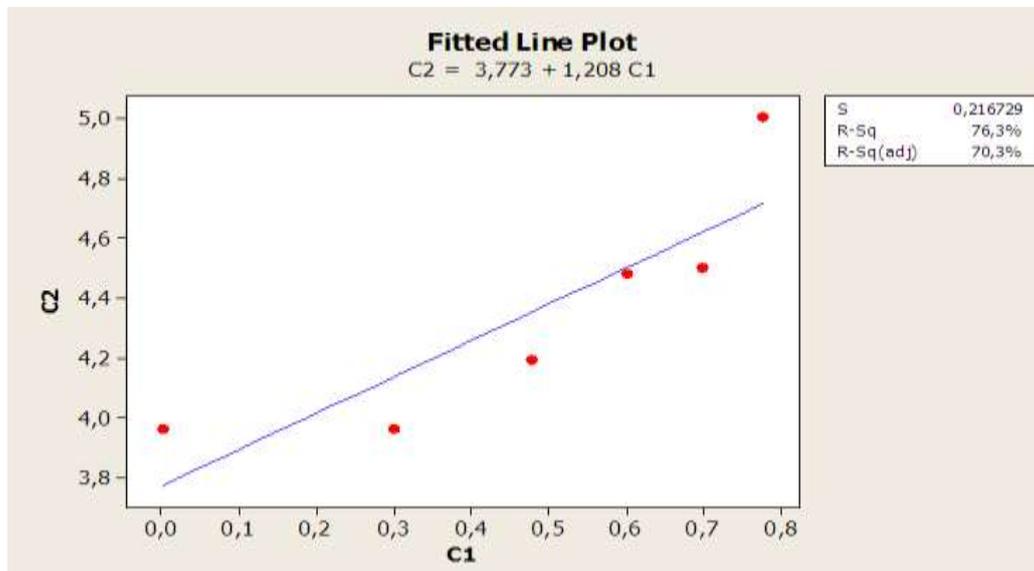


Figure 10 : Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition l'huile des feuilles *Ruta chalepensis*/ mortalité (probits) des adultes

4- Comparaisons de la toxicité des huiles essentielles sur les adultes de *Tribolium castaneum*

La transformation des pourcentages de mortalité des insectes étudiés après deux jours d'exposition en probits et la régression de ces données en fonction du logarithme de la dose en huiles essentielles a permis d'obtenir les équations et les DL50 suivants :

Inula viscosa , $Y=3,485+1,446 X(R^2=76,9\%)$ DL50=11,16µl/ml

Ruta chalepensis, $Y=3,773 +1,208 X(R^2=76,3 \%)$ DL50=10,36 µl/ml

Tableau 1 : Comparaison entre l'effet des huiles essentielles des deux plantes.

Huile	<i>Inula viscosa</i>	<i>Ruta chalepensis</i>
Espèce testé		
<i>Tribolium castaneum</i> (adulte)	DL50=11,16 µl/ml	DL50=10,36 µl/ml

Les résultats obtenus montrent que l'huile des plantes aromatiques testée présente un effet insecticide sur les adultes de *Tribolium castaneum*. L'efficacité de l'huile des feuilles d'une telle plante aromatique varie selon le stade de développement traité.

Nous pouvons déduire que les huiles des plantes étudiées sont douées de propriétés insecticides significatives. Ce pendant cette toxicité est très variable selon l'espèce végétale, la quantité utilisée, la durée de traitement et le ravageur en question. On constate que les huiles des feuilles de *Inula viscosa* est efficace avec une mortalité maximale 30% contre *Tribolium castaneum*. Nous avons constaté qu'avec les plantes étudiées; le taux de mortalité des ravageurs augmente en fonction de temps. En effet le maximum est observé 144 heure après le traitement et ceci pour les différentes dose, *Inula viscosa* et *Ruta chalepensis* représentent une toxicité peu variable avec DL50=11,16µl/20g grains de blé et DL50=10.36 µl/20g grains de blé respectivement.

Discussion

Les résultats obtenus montrent que les huiles essentielles extraites des feuilles des deux plantes aromatiques testées présentent un effet insecticide sur les adultes de *Tribolium castaneum*. Les huiles essentielles de *Ruta chalepensis* sont plus toxiques contre les adultes de *Tribolium castaneum* que les huiles essentielles d'*Inula viscosa*.

Avec la dose la plus élevée en d'huile essentielle d'*Inula viscosa* la mortalité atteint 60% et un DL50 10,36µl/20g grains de blé, elle s'élève à 73% avec l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* et un DL50 11.16 µl/20g grains de blé pour la même dose.

Utilisation de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* sur des individus de *Tribolium*, par ingestion entraîne une forte toxicité qui conduit à la mort des adultes et leur réponse est plus rapide

YAHYAOUI (2005) a réalisé des tests sur l'efficacité par inhalation et contact des huiles essentielles de la menthe verte agit sur *Rhyzopertha dominica* et *Tribolium confusum*; à la dose de 3,12% l'huile essentielle de la menthe verte agit pratiquement de la même manière sur *Rhyzopertha dominica* et sur *Tribolium castaneum* avec 100% de mortalité.

L'étude de l'activité insecticide de certaines HEs tels que la menthe, le thym, la sauge, le romarin...etc. sur quelques insectes parmi lesquels: *Rhyzopertha domonica*, *Sitophilus oryzae* et *Tribolium castaneum* montre que ces huiles sont très efficace contre (**Benazzeddine, 2010**). L'effet insecticide des HEs par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les prédateurs des denrées entreposées (**Isman, 2002**). Les insectes utilisés pour l'évaluation de la toxicité des HEs des feuilles fraîche et feuilles sèches, sont des petits vers de farine, appartenant au genre *Tribolium*. Le but est déterminé la dose des HEs la plus toxique c'est-à-dire la plus faible pouvant induire 100% de mortalité de l'insecte (**Kouninki et al., 2007**)

D'après **KASSEMI (2014)** Dans les conditions de laboratoire (27°C température et 70 d'humidité relative), la durée de cycle de développement de *Tribolium castaneum* est en moyenne de 28+ ou- 2 jours. Le cycle de développement montre que les stades larvaires et nymphaux sont prédominants par leur durée où la larve, circule librement dans la denrée infestée, L'émergence de l'adulte a lieu six jours après la nymphose.

Les espèces de Rutaceae ont, aussi, attiré beaucoup d'attention en raison de leurs Activités biologiques induites par les métabolites secondaires, et leurs propriétés antifongiques, antioxydantes et anti-inflammatoires (**Gonzalez-Trujano et al., 2006; Lauk et al., 2004; Kabouche et al., 2003; Meepagala et al., 2005; Milesi et al., 2001; Raghav et al., 2006**).

Conclusion

Les Huiles essentielles des deux plantes ont permis d'obtenir un contrôle très satisfaisant des dégâts de *Tribolium castaneum* (adultes) sur les grains de blé. Ces résultats sont en concordance avec plusieurs auteurs rapportant l'efficacité des huiles pour la protection des denrées stockées.

L'huile des feuilles de *Ruta chalepensis* testée est plus efficace contre les adultes de *Tribolium castaneum* comparativement avec l'huile des feuilles d'*Inula viscosa*. La toxicité de ces plantes varie selon la dose utilisée et la durée d'exposition.

Dans certains cas, les résultats étaient similaires ou meilleurs car l'insecte était affecté par la dose, le temps d'exposition, la manière dont l'activité insecticide de l'huile essentielle était démontrée et les espèces de plantes produisant l'huile essentielle..

De nouvelles perspectives peuvent être envisagées par une étude plus poussée de l'activité insecticide. Il serait nécessaire de compléter l'étude avec des tests de toxicité des mêmes huiles essentielles sur les principales espèces d'insectes ravageurs des grains des céréales (*Rhyzopertha dominica* et *Sitophilus granarius*) et des légumineuses stockées (*Callosobruchus maculatus* et *Acanthoscelides obtectus*).

Référence bibliographique

1. **ABBOTT W.S., 1925.** *A method for computing the effectiveness of an insecticide. Journal Ecological Entomology, (18).*
2. **AISSATA C., 2009**–lutte contre *sitophilus oryzae* L. (Coléoptère: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coléoptère:Tenebrionidae) dans les stock de Riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales, Thèse Doc. Sc. Montréal.
3. **AL-DISSI, N., SALHAB A., AL-HAJJ, H. (2001).** *Effects of Inula viscosa leaf extracts on abortion and implantation in rats, Journal of Ethnopharmacology, 77.*
4. **ANGELINI D.R., JOCKUSCH E.L.,2008.** *Relationships among pest flour beetles of the genus Tribolium (Tenebrionidae) inferred from multiple molecular markers. Mol Phylogenet Evol; 46.*
5. **ARAB, R., 2012.** *Effet insecticide des plantes Melia azedarach L. et Peganum harmala L. sur l'insecte des céréales stockées Tribolium castaneum Herbst (Coleoptera,Tenebrionidae).Thèse de Magister, Sétif: Algérie.*
6. **AZIEZ M, HAMMADOUCHE O., MALLEM S. Et TACHERIFET S., 2003**–Le guide pratique pour l'agréeur céréales et légumineuses alimentaires. C.N.M.Z, Algérie
7. **BABA IASSA F., 1999 :** *Encyclopédie des Plantes Utiles : Flore d'Algérie et du Maghreb ; Ed : LIBRAIRIE MODERNE – ROUIBA.*
8. **BENAYACHE, S., BANAYACHE, F., DENDOUGHI, H., JAY, M. (1991).** *Les Flavonoïdes de Inula viscosa L. Plantes médicinales et phytothérapie. Tome 25, n° 4.*
9. **BENAZZEDDINE S,2010,** *Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis-à -vis de Sitophilusoryzae (Coleoptera; Curculionidae) et Triboliumconfusum (Coleoptera; Curculionidae). Mémoire, Ecole nationale supérieure agronomique El-Harrach d'Alger.*
10. **BOLEV, V. 2014.** *Bug guide. Species Tribolium castaneum. Iowa State University, Department of Entomology. Accessed at <http://bugguide.net/node/view/478936>. Accessed on 24/02/2016*
11. **BONNETON F., 2010.** *The beetle by the name of Tribolium Typology and etymology of Tribolium castaneum Herbst, 1797. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 38, description*

12. **BONNETON, F.** (2010). *Quand Tribolium complète la génétique de la drosophile. Médecine /Sciences, 26.*
13. **BONNIER G., 1999 :** *La Grande Flore en Couleur; Ed : BELIN; Tome 3, 205 – 206*
14. **BOUTEKEDJIRET. C,** *Etude des procédés d'extraction appliqués à la récupération des essences de romarin : transfert de matière et modélisation, thèse de doctorat. DPT genie chimique. E.N.P. Alger 1999*
15. **BRUNETON, J.** (1999). *Pharmacognosie « Phytochimie Plantes » médicinales 3eme éd, Tec et Doc, Paris*
16. **CALMONT, B., ET SOLDATI, F.** (2008). *Découverte de Tribolium madens (Charpentier, 1825) dans le département du Puy-de-Dôme (France) ; clé de détermination et distribution des espèces du genre Tribolium en France. Research Gate. T. XVII (2).*
17. **CAMARA A., 2009-***Lutte contre Sitophilus oryzae L. (coleoptera: curculionidae) et Tribolium castaneumherbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse. Doctorat., Univ., Québec, Montréal.*
18. **CAMPBELL, J.F., HAGSTRUM, D.W.** (2002). *Patch exploitation by Tribolium castaneum: movement patterns, distribution, and oviposition . Journal of Stored Products Research, 38 (2002).*
19. **CHRISTINE, B., 2001.** *Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique.2ieme Edition*
20. **CLIFFORD TREVOR, H., BOSTOCK, P. D.** (2007). *Etymological Dictionary of Grasses. New York: Springer –Verlagheidelberg .*
21. **CSEKE, L.J. ET .KAUFMAN P., 1992.** *How and why these compounds are synthesized by plants. Pages 37-90 in P.B. KAUFMAN, L.J. CSEKE, S. WARBER, J.A. DUKE et H.L. BRIELMANN (eds.), Natural Products from Plants. CRC Press, Boca Raton, FL*
22. **DAGNELIE P.**1975. *Théories et méthodes statistiques. Les presses agronomiques de Gembloux.*
23. **DAJOZ, R.** (2010). *Dictionnaire D'entomologie. Paris : Tec & Doc. 348 p*
24. **DAVE A., COLIN J.,DEMIANYK P.G.,FIELDS D.S., JAYAS J.T.M., WILLIAM E.M., BLAINE T., NOEL D.G.W., 2001.***Protection des céréales, des oléagineux et des légumineuses à grain entreposés à la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures. (éd. rev.) (Manitoba) Canada. 59p.*

25. **DAWSON P.S., 1964.** *Age at sexual maturity in female flour beet Tribolium castaneum and T.confusum.* Ann.Ent.Soc.Am., 57.
26. **DELOBEL, A., TRAN, M. (1993).** *Les coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes.* Paris: IRD édition.
27. **DELOBEL, A., TRAN, M. (1993).** *Les coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes.* Paris: IRD édition
28. **DUKE A.J., DUKE P.A.K. et DUCCELLIE J.L., 2008 :** *Duke's handbook of medicinal plants of the bible,* Ed: CRC PRESS.
29. **EL HAIB, A. (2011).** *Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques.* Thèse, Doctorat De l'Université de Toulouse. 158p
30. **ENDRIAS, A. (2006).** *Bio-raffinage de plantes aromatiques et médicinales appliqué à l'Hibiscus sabdarif Ja L. et à l'Artemisia annua.* Thèse N° 2340, Docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse
31. **FAURON,R., MOATI,R., DONADIEU,Y. (1983).** *Guide pratique de phytothérapie.* Ed. Maloine.
32. **FERRER, J. (1995) .** *A key to the Flour beetles of the genus Tribolium Macleay in Sweden (Coleoptera, Tenebrionidae), with distributional notes.* Ent. Tidskr. 116 :123
33. **FINNEY D.J., 1971.** *Statistical method in biological Assay, 2nd edition.* London: Griffin
34. **FLEURAT-LESSARD, F. (2011).** *Détermination des facteurs de transfert des résidus de pesticides des céréales traitées aux produits transformés par une approche expérimentale a priori [présentation],* INRA, 11/06/2011 paris
35. **FOURNIER, P. (1947).** *Livre des plantes médicinales et vénéneuses de France.* Ed. Lechevalier. Tome 1.
36. **FRANCHOMME, P. PENOËL, D. 1990.** *L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles.* Roger Jallois éditeur. Limoges. 445 p.
37. **GATEL F., 2003** -stockage et conservation des grains à la ferme, Ed. Arvalis, 80p
38. **GODON, B. & WILLM, C., 1998.** *Les industries de première transformation des céréales.* Lavoision tec, doc Paris
39. **GONZALEZ-TRUJANO, M.E., CARRERA, D., VENTURA- MARTINEZ, R., CEDILLO-PORTUGAL, E., NAVARRETE, A. 2006.** *Neuropharmacological profile of an ethanol extract of Ruta chalepensis L. in mice.* J. Ethnopharm. 106.

40. **GRYSOLE, J.** (2004). *La commercialisation des huiles essentielles. Manuel pratique des huiles essentielles : de la plante à la commercialisation.*
41. **GUEYE, A. DIOME, T. THIAW, CH. SEMBENE, M. APPL, J.** 1997. *Évolution des paramètres biodémographiques des populations de Tribolium castaneum H. (Coleoptera, Tenebrionidae) inféodé à l'mil (Pennisetum glaucum Leek) et le maïs (Zea mays L.) Journal of Applied Biosciences*
42. **GUEYE, M.T. SECK, D., WATHELET, J.P., LOGNAY, G.** (2011). *Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : Synthèse bibliographique. Biotechnol. Agron. Soc. Environ, 15(1).194*
43. **GŸNAYDIN, K. & SAVCIB, S.** (2005). *Phytochemical studies on Ruta chalepensis (lam.) lamarck. Natural Product Research, 19 (3).*
44. **HAINES, C. P.** (1991). *Insects and arachnids of tropical stored products: their biology and identification (a training manual).*
45. **HAINES, C. P.** (1991). *Insects and arachnids of tropical stored products: their biology and identification (a training manual).*
46. **HAOUI, I.E., DERRICHE, R., MADANI, L., OUKALI, Z.** (2011). *Analysis of the chemical composition of essential oil from Algerian Inula viscosa(L.) Aiton. Arabian Journal of Chemistry.in press.*
47. **HEMWIMON S., PAVASANT P. & SHOTIPRUX A.** *Microware-assisted extraction of antioxidative anthraquinones from roots of Morinda Citrofolia. Separation and Purification Technology, 2007, Vol.54.*
48. **HOLDAWAY F.G., 1932.** *An experimental study of the growth of populations of the flour beetle, Tribolium confusum (Duv.) as affected by atmospheric moisture. Ecol. Monogr., 2.*
49. **HOW. R.W. 1956.** *The effects of temperature and humidity on the rate of development and mortality of Tribolium castaneum (Herbst.), Ann. Appl. Biol. 44.*
50. **INGE DE GROOT., 2004.** *Protection des céréales et des légumineuses stockées. ed. Fondation Agromisa. Wageningen, Pays Bas, 74p.*
51. **ISMAN M. B., 2000,** *Plant essential oils for pest and disease management, Jollois Ed. Limoges, France, vol. 19.*
52. **JULY, L. (2007).** *La rue, ruta, plante médicinale, plante magique, plante toxique. Rev. perubiol, 13(3).*
53. **KABOUCHE, Z., BENKIKI, N., SEGUIN, E., AND BRUNEAU, C.** 2003. *A new dicoumarinyl ether and two rare furocoumarins from Ruta montana, Fitoterapia 74.*

54. **KADDEM, S.** (1990). *Les plantes médicinales en Algérie*. 3ème CIMT: 87
55. **KASSEMI N.,** 2014. *Activité biologique des poudres et des huiles essentielles de deux plantes aromatiques (Pseudo cytisus integrifolius Salib et Nepeta nepetella L.) sur les ravageurs du blé*
56. **KELLOUCHE A.,** 2005. *Etude de la bruche du poi-chiche, Callosobruchus muculatus (Coleoptera : bruchidae) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte, Thèse. Doc d'état. Univ. Tizi-Ouzou, Algérie, 154p.*
57. **KOUNINKI H., HANCET., MARTINN., NGAMOL S.T., L.S.T ET NGASSOUM M.B,** 2007, *Potential use of essential oils from local Cameroonian plants for the control of red flour weevil Tribolium castaneum (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae), African journal of food of agriculture nutrition and development, 7(5).*
58. **LAHLOU M.,** 2004 - *Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils, Phytother. Res. N°18, pp. 435-448*
59. **LAUK, L., MANGANO, K., RAPISARDA, A., RAGUSA, S., MAIOLINO, L., MUSUMECCI, R., COSTANZO, R., AND SERRA, A.** 2004. *J. Ethnopharm. 90.*
60. **LEGER, J.** (2007). *fiche de Flore de Dittrichia viscosa subsp. Viscosa. Tela botanicavol3.*
61. **LEONARD S. et NGAMO T.,** 2004 - *Conseil phytosanitaire interafricain, bulletin d'informations phytosanitaires. ed. F.A.O Rome, N°44, 58 p*
62. **LEPESME P.,** 1944-*Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés Ed. Chevalier., Paris, 335p*
63. **LERANT, P.** (2015). *Les insectes : Histoires insolites. Versailles : Quae.*
64. **LUCCHESI M. E.,** 2005-*Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat. Université de La Réunion.*
65. **MADJDOUB,** 2013. *étude de l'activité insecticide des huiles essentielles de rutacha lepensis(l.) sur les adultes de tribolium castaneum (herbst.) et sitophilus zeamais (motsch.). 4ème journées scientifiques sur la valorisation des bios ressources .Masson (Paris).*
66. **MARGHACHE, S., HAMZA, M., TABTI, B.** (2009). *Etude physicochimique de l'huile essentielle de Ruta Chalepensis L. De Tlemcen, Algérie. Afrique SCIENCE 05(1).*

67. **MEEPAGALA, K.M., SCHRADER, K.K., WEDGE, D.E., AND DUKE, S.O.** 2005. *Algicidal and antifungal compounds from the roots of Ruta graveolens and synthesis of their analogs. Phytochemistry* 66.
68. **MILESI, S., MASSOT, B., GONTIER, E., BOURGAUD, F., AND GUCKERT, A.** 2001. *Ruta graveolens L.: a promising species for the production of furanocoumarins. Plant Science* 161.
69. **MILSK.A.,**2012-*Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco .J. Stored Prod. Res.*
70. **MIOULANE P.,** 2004 : *Encyclopédie Universelle des 15000 plantes et fleurs de jardins ; Larousse ; Ed : PROTEA.*
71. **MUNYULI T. M. B.,** 2009. *On-Farm Storages Participatory Evaluation and Validation of the Capability of Native Botanicals for Control of Bean Bruchids (Acanthoscelides obtectus L., Coleoptera: Bruchidae) in South-Kivu Province, Eastern of Democratic Republic of Congo. Tropicultura J., 27 (3), pp: 174-183.*
72. **Myers, P., R. ESPINOSA, C. S. PARR, T. JONES, G. S. HAMMOND, and T. A. DEWEY.** 2016. *The Animal Diversity Web (online). Accessed at <http://animaldiversity.org>. Accessed 24/02/2016*
73. **NDOMO A.F., TAPONDJOU A.L, TENDONKENG F., TCHOUANGUEP F.M.,** 2009.*Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de Callistemon viminalis (Myrtaceae) contre les adultes d'Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera; Bruchidae).Tropicultura.27(3), 137-143*
74. **NEFFATI, A.,** Thèse de doctorat en Sciences de l'université de Caen, *Etude de la composition chimique et évaluation d'activités biologiques de l'huile essentielle d'une Apiaceae de Tunisie : Pituranthos chloranthus, 2010.*
75. **NENAAH, G. E.** (2014). *Chemical composition, toxicity and growth inhibitory activities of essential oils of three Achillea species and their nano-emulsions against Tribolium castaneum (Herbst). Industrial Crops and Products, 53, 252-260*
76. **QUEZEL, P., SANTA, S.** (1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Centre national de la recherche scientifique .Tome 2.*
77. **RAGHAV, S.K., GUPTA B., AGRAWAL C., GOSWAMI K., and DAS H.R.** 2006. *Anti-inflammatory effect of Ruta graveolens L. in murine macrophage cells. J. Ethnopharm. 104: 234- 239*
78. **REEB, C.** (2010). *Plantes mellifères l'inule visqueuse. Abeilles & Fleurs*720.

79. **REES, D. P.** 1996. Coleoptera. In *Integrated management of insect in stored product*, - Subramanyam, B. and Hagstrum, D. W. (Eds). Marcel Dekker, New York
80. **REMLI, B.** (2013). *Extraction des flavonoïdes de la plante Inula viscosa, de la région d'Oran et mise en évidence de l'activité microbienne. Mémoire de Magister en chimie. Université d'Oran.*
81. **RICHARD, H.** 1992. *Épices et Aromates. Technologie et Documentation Lavoisier. Paris.*
82. **RICHARDS et al., 2008.** *The genome of the model beetle and pest tribolium castaneum nature.* 452: 949–55. [Google scholar]. **ROBINSON (2005),** *Urban Insect and Arachnids: A Handbook of Urban Entomology.* Cambridge: Cambridge University Press. 472p.
83. **ROBINSON, W. H.** (2005). *Urban Insects and Arachnids: A Handbook of Urban*
84. **ROORDA, FA** 1982-*Laboratory observations on the development of Tribolium Herbst castaneum HE. (Col., Tenebrionidae) on millet at different temperature and relative humidities. Zeitschrift für angewandte Entomologie* 93
85. **SCOTTI, G.,** 1978-*Les insectes et les acariens des céréales stockées. Normes et Technique. Institut technique des céréales et des fourrages. Association française de Normalisation AFNOR.*
86. **SECK, D.** 1992. *Importance économique et développement d'une approche de lutte intégrée contre les insectes ravageurs des stocks de maïs, mil et niébé en milieu paysan Proceedings deuxième séminaire sur la lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel, Bamako (Mali), 2-4 Janvier 1990*
87. **SHAZALI, M.E.H., ET SMITH, R.H.** 1986-*Life history studies of externally feeding pests of stored sorghum: Corcyra cephalonica (Staint.) and Tribolium castaneum (HBST). Journal of Stored Products Research, 22(2).*
88. **TAKHTAJAN A., 2009:** *Flowering Plants; Ed 2: SPRINGER.*
89. **TALBAOUI, A., JAMALY, N., ANEB, M., II IDRISSE, A., BOUKSAIM, M., GMOUH, S., AMZAZI, S., EL MOUSSAOUITI, M., BENJOUAD, A. Et BAKRI, Y.** (2012). *Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from six Moroccan plants. Journal of Medicinal Plants Research, Vol 6 (31).*
90. **TURGEON, M.** (2001). *Profil des produits forestiers première transformation : huiles essentielles. Ministère des Ressources naturelles, Secteur des forêts, Direction du développement de l'industrie des produits forestiers. Québec.*

91. **ULUBELEN A. et TEREM B., 1988:** *Alkaloids and Coumarins from roots of Ruta chalepensis*; *Pargamon Journals, Phytochemistry* 27 (2).
92. **WARLOP F, 2005.** *Etude de la biologie d'un parasite Eupelmus urozonus. Thèse de Doctorat en Parasitologie. Université Paul Sabatier de Toulouse.*
93. **WATERMAN P. G., 1975:** *Alkaloids of the Rutaceae: their distribution and Systematic Significance, Biochemical Systematic and Ecology* 3; Ed: **PERGAMON PRESS.**
94. **WIART C., 2006:** *Medicinal Plants of the Asia – Pacific: Drugs for the future*; Ed: **WORLD SCIENTIFIC.**
95. **YAHYAOU, N. (2005).** *Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de Menthe Spicata L sur Rhyzoperlhu dominicu (F.) (Coleoptera, Bostrychidae) et Triboium confusm (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae).* Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach. Site parkesbi.
96. **YOUNG.A.M. 1970.** *Predation and abundance in population soft flour beetles. Ecology, 51.*
97. **ZEICHEN de SA, R., REY, A., ARGAÑARAZ, E. & BINDSTEIN, E. (2000).** *Perinatal toxicology of Ruta chalepensis (Rutaceae) in mice. Journal of Ethnopharmacology,69: 93 - 98.*

العنوان: سلوك المبيدات الحشرية للزيوت الأساسية للنباتات العطرية على حشرة تريبوليوم كاستانيوم (هيربست) (كولوبتيرا تينبيرينيدا).

ملخص

قمنا باختبار الزيوت الأساسية المستخرجة من نباتين عطريين من غرب الجزائر *Ruta chalepensis* و *Inula viscosa* على حشرة سوسة المخازن *Tribolium castaneum* من أجل تقييم تأثيرها البيولوجي على الحبوب المخزنة، الاختبارات كانت باستعمال المواد الغذائية المعالجة

تم استخلاص الزيوت الأساسية لكل نبتة عن طريق التقطير المائي باستعمال جهاز الاستخلاص كليفنجر يختلف مردود الزيوت الأساسية حسب نوع النبات.

تشير النتائج إلى أن الزيوت المستخرجة من *Inula viscosa* و *Ruta chalepensis* لهما تأثير سام على الحشرة التي شملتها الدراسة حيث أثبتت جميع الاختبارات أن زيت أوراق المستخرجة من *Ruta* هي الأكثر فعالية على البالغين مقارنة بزيت أوراق *Inula* فهي أقل فعالية.

الكلمات المفتاحية: التقطير المائي، النباتات العطرية، *Tribolium castaneum*، الزيوت الأساسية.

Titre : Comportement insecticide des huiles essentielles des plantes aromatiques sur *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coléoptère: Tenebrionidae)

Résumé :

Nous avons testé les huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques de l'ouest algérien, (*Inula viscosa*, *Ruta chalepensis*) sur le charançon des stocks *Tribolium castaneum* afin d'évaluer son effet biologique sur les grains stockés. Les tests ont été effectués sur des matières alimentaires traitées.

Les huiles essentielles des plantes ont été extraites par distillation de l'eau à l'aide d'un appareil d'extraction Clevenger. Le rendement en huiles essentielles varie selon le type de plante.

Les résultats indiquent que les huiles extraites d'*Inula viscosa* et de *Ruta chalepensis* ont un effet toxique sur l'insecte inclus dans l'étude. Tous les tests ont montré que l'huile extraite de *Ruta chalepensis* est plus efficace sur les adultes par rapport à l'huile de feuille d'*Inula viscosa*, qui est moins efficace.

Mots clés : Hydrodistillation, Plantes aromatiques, *Tribolium castaneum*, Huiles essentielles.

Title : Insecticide behavior of essential oils of aromatic plants on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleopter: tenebrionidae)

Abstract:

We tested the essential oils extracted from two aromatic plants from western Algeria, (*Inula viscosa*, *Ruta chalepensis*) on the barley weevil *Tribolium castaneum* in order to assess its biological effect on stored grains. The tests were carried out on processed food materials.

The essential oils of each plant were extracted by distillation from the water using a Clevenger extraction device. The yield of essential oils varies depending on the type of plant.

The results indicate that the oils extracted from *Inula viscosa* and *Ruta chalepensis* have a toxic effect on the insect included in the study. All tests have shown that the oil extracted from *Ruta chalepensis* is more effective on adults compared to with *Inula viscosa* leaf oil, which is less effective.

Key words: Hydrodistillation, aromatic plants, *Tribolium castaneum*, Essential oils.