

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGR/2017

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER II

Domaine : SNV Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Santé des plantes

Présenté par :

HADDAD Samira & KHIRI Ibrahim

Thème

Etude de l'activité insecticide de l'extrait d'*Inula viscosa* à l'égard de deux espèces d'insectes *Ceratitis capitata* et *Tribolium castaneum*

Soutenu le : 28/ 09/ 2017

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme. AMMOUCHE Zahia

MAA

Univ. de Bouira

Présidente

Mme. SAYEH Sihem

MAA

Univ. de Bouira

Promotrice

Mme. BOUBEKKA Nabila

MCB

Univ. de Bouira

Examinatrice

Année Universitaire : 2016/2017

Remerciments

Tout d'abord, Nous remercions Dieu d'avoir donné à l'homme le pouvoir de raisonner, d'exploiter et d'expliquer les vérités de l'univers.

*Nos remerciement les plus vifs s'adressent a notre promotrice Mme **SAYEH Sihem**, maitre-assistant à la faculté SNVST de l'université de BOUIRA, qui nous a accordé l'honneur de diriger ce travail, sa précieuse aide, ses encouragements, ses conseils et remarques pertinentes et sa disponibilité.*

*Nous exprimons également notre reconnaissance à Mme **AMMOUCHE Zahia**, Maitre- assistant à l'université de Bouira d'avoir bien voulu accepter de présider le jury de ce mémoire.*

*Nous exprimons notre profonde gratitude a Mme **BOUBEKKA Nabila**, Maitre de conférences à la faculté SNVST de BOUIRA, d'avoir bien voulu accepter de faire partie de notre jury et d'examiner ce travail et de l'enrichir par ses propositions.*

*Il est très agréable de remercier également Mr **BENCHIKH Chafie** Maitre-assistant à la faculté SNVST de BOUIRA pour son aide à identifier les espèces, au laboratoire.*

*Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements aux techniciennes des laboratoires de la faculté SNVST pour leurs aides et leurs patiences, un grand merci en particulier à Mme **HADIOUCHE Houria** technicienne de laboratoire de protection des végétaux et à Mme **MDERBEL Tassadit** la secrétaire au niveau de département d'agronomie pour son aide.*

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure.1 : Larve du <i>Ceratitis capitata</i> | 05 |
| Figure 2 : Pupa de <i>Ceratitis capitata</i> | 05 |
| Figure 3 : L'adulte de <i>Ceratitis capitata</i> | 06 |
| Figure 4 : Morphologie de l'œuf sous (M.E.B)..... | 12 |
| Figure 5 : Larve de <i>Tribolium castaneum</i> | 12 |
| Figure 6 : L'adulte de <i>Tribolium castaneum</i> | 13 |
| Figure 7 : La plante <i>Inula viscosa</i> | 17 |
| Figure 8 : Les feuilles d' <i>Inula viscosa</i> | 18 |
| Figure 9 : Les fleurs d'Inule visqueuse..... | 19 |
| Figure 10 : La plante d'inule visqueuse | 21 |
| Figure 11 : Séchage d'Inule visqueuse dans l'étuve | 23 |
| Figure 12 : Présentation des différentes étapes de l'élevage de <i>Ceratitis capitata</i> | 24 |
| Figure 13 : Elevage du <i>Tribolium castaneum</i> dans le phytotron..... | 24 |
| Figure 14 : Protocole d'extraction aqueuse <i>Inula viscosa</i> | 25 |
| Figure 15 : Traitement des adultes de la mouche méditerranéenne des fruits <i>C. capitata</i> | 27 |
| Figure 16 : Traitement des adultes de Tribolium rouge de la farine <i>T. castaneum</i> | 28 |
| Figure 17 : Taux de mortalité moyen des adultes de <i>Ceratitis capitata</i> traités par l'extrait aqueux d' <i>Inula viscosa</i> | 30 |
| Figure 18 : Mortalité corrigée des individus <i>C. capitata</i> en fonction du temps sous l'effet d'extrait aqueux d' <i>I. viscosa</i> | 30 |
| Figure 19 : Taux de mortalité moyen des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par l'extrait aqueux d' <i>Inula viscosa</i> | 31 |
| Figure 20 : Taux de mortalité moyen des larves de <i>Tribolium castaneum</i> traités par l'extrait aqueux d' <i>Inula viscosa</i> | 31 |
| Figure 21 : Mortalité des individus <i>T. castaneum</i> en fonction du temps sous l'effet d'extrait aqueux d' <i>I. viscosa</i> | 32 |
| Figure 22 : Probits de mortalité des adultes <i>C. capitata</i> sous l'effet de l'extrait <i>I. viscosa</i> après 72 h | 33 |
| Figure 23 : Probits de mortalité des larves <i>T. castaneum</i> sous l'effet de l'extrait <i>I. viscosa</i> après 96 d'exposition | 33 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Résultats du screening phytochimique effectué sur <i>Inula viscosa</i> | 29 |
| Tableau 2 : Probits de mortalité des adultes <i>C. capitata</i> sous l'effet de l'extrait aqueux d' <i>I. viscosa</i> sur les adultes de après 72 d'exposition | 32 |
| Tableau 3 : Probits de mortalité des larves de <i>T. castaneum</i> sous l'effet de l'extrait aqueux d' <i>I. viscosa</i> après 96 d'exposition | 33 |

Sommaire

Introduction

Chapitre I : Données bibliographiques

| | |
|---|----|
| I.1. Présentation de la mouche méditerranéenne des fruits <i>Ceratitis capitata</i> | 3 |
| I.1.1. Nomenclature et position systématique | 3 |
| I.1.2. Origine de <i>C. capitata</i> | 3 |
| I.1.3. Répartition géographique | 4 |
| I.1.4. Biologie de la ceratite | 4 |
| I.1.5. Plantes hôtes et dégâts | 8 |
| I.1.6. Moyens de contrôle et de lutte contre la Cératite | 9 |
| I.1.6.1. Méthodes préventives et culturales | 9 |
| I.1.6.2. Lutte chimique | 9 |
| I.1.6.3. Lutte biotechnique | 10 |
| I.1.6.4. Lutte biologique | 10 |
| I.2. Présentation de Tribolium rouge de la farine : <i>Tribolium castaneum</i> | 10 |
| I.2.1. Appellation | 10 |
| I.2.2. Classification | 11 |
| I.2.3. La famille des Tenebrionidae | 11 |
| I.2.4. Le genre Tribolium | 11 |
| I.2.5. Morphologie de l'insecte | 12 |
| I.2.6. Le Cycle biologique | 13 |
| I.2.7. Facteurs de développement | 14 |
| I.2.8. Dégâts et distribution | 14 |
| I.2.9. Méthode de lutte | 14 |
| I.2.9.1. Lutte préventive | 14 |
| I.2.9.2. Lutte physique | 15 |
| I.2.9.3. Lutte mécanique | 15 |
| I.2.9.4. Lutte chimique..... | 15 |
| I.2.9.5. Lutte biologique | 15 |
| I.3. Présentation de l'Inule visqueuse : <i>Inula viscosa</i> | 17 |
| I.3.1. Position systématique d'Inule visqueuse | 18 |
| I.3.2. La phénologie de la plante <i>Inule visqueuse</i> | 18 |
| I.3.3. Répartition géographique | 19 |
| I.3.4. Aspects pharmacologiques | 19 |
| I.3.5. Aspects phytochimiques | 20 |
| I.3.6. Pouvoir toxiques de l'inule visqueuse | 20 |

Chapitre II : Matériels et méthodes

| | |
|--|----|
| II.1. Matériels | 21 |
| II.1.1. Matériels animal | 21 |
| II.1.2. Matériels végétale | 21 |
| II.1.2.1. Choix de la plante | 21 |
| II.1.2.2. Site de prélèvement | 21 |
| II.1.3. Autres matériels..... | 22 |
| II.1.3.1. Matériel de collecte, séchage et de broyage de la plante | 22 |

| | |
|--|----|
| II.1.3.2. Matériel d'extraction de la plante | 22 |
| II.1.3.3. Matériel d'élevage et de traitement de la Cératite et de Tribolium rouge | 22 |
| II.2. Méthodes | 23 |
| II.2.1. Séchage de la plante | 23 |
| II.2.2. Broyage et tamisage des plantes | 23 |
| II.2.3. L'élevage de la mouche méditerranéenne des fruits <i>C. capitata</i> | 23 |
| II.2.4. L'élevage de <i>Tribolium castaneum</i> | 24 |
| II.2.5. Préparation des extraits | 25 |
| II.2.6. Méthode du screening phytochimique | 25 |
| II.2.7. Méthodes de traitements | 26 |
| II.2.7.1. Préparation des doses | 27 |
| II.2.7.2. Réalisation des essais | 27 |
| II.2.8. Exploitation des résultats | 28 |
| II.2.8.1. Calcul du pourcentage de mortalité | 28 |
| II.2.8.2. Calcul des doses létales DL ₅₀ | 28 |

Chapitre III : Résultats et discussions

| | |
|--|----|
| III.1. Résultats | 29 |
| III.1.1. Résultat du screening phytochimiques de l'extraits d' <i>I. viscosa</i> | 29 |
| III.1.2. Résultats des effets de l'extrait aqueux d' <i>Inula viscosa</i> sur <i>C. capitata</i> et <i>T. castaneum</i> | 29 |
| III.1.2.1. Effets sur les adultes de <i>C. capitata</i> | 29 |
| III.1.2.2. Effets sur les adultes de <i>T. castaneum</i> | 31 |
| III.1.2.3. Effets sur les larves de <i>T. castaneum</i> | 31 |
| III.1.3. Calcul de la DL ₅₀ | 32 |
| III.1.3.1. Calcul de la DL ₅₀ de l'extrait aqueux d' <i>I. viscosa</i> sur les adultes de <i>C. capitata</i> | 32 |
| III.1.3.2. Calcul de la DL ₅₀ de l'extrait d'inule visqueuse sur les larves <i>T. castaneum</i> | 33 |
| III.2. Discussion | 34 |
| III.2.1. Discussion du screening phytochimique de l'extrait de la plante Inule visqueuse..... | 34 |
| III.2.2. Discussion des résultats des effets insecticides, des extrais aqueux d' <i>I. viscosa</i> | 34 |
| Conclusion | 36 |

Introduction

Introduction

Le monde est confronté aux défis d'accroître la production vivrière pour répondre aux besoins d'une population croissante, tout en préservant l'environnement (**FAO, 2001 cité par KOUAKOU, 2004**). Avec la révolution dans le domaine agro-alimentaire, l'espèce humaine doit maximiser sa production alimentaire afin d'assurer une alimentation adéquate de la population mondiale.

Pour ce faire, l'homme doit réduire l'abondance des espèces animales qui sont en compétition alimentaire avec lui. Parmi ces animaux, les invertébrés dont les insectes représentent le groupe le plus diversifié et le plus riche en nombre d'espèces. Les insectes ravageurs peuvent causer des pertes importantes en réduisant la qualité et/ou la quantité des produits récoltés. D'après l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture (FAO), les pertes dues aux insectes nuisibles correspondent à 35% de la production agricole mondiale (**STROBE, 1996**).

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 a provoqué une contamination de la biosphère et de la chaîne alimentaire, une éradication des espèces non cibles telle que la faune auxiliaire ainsi que l'apparition d'insectes résistants. Ces dangers ont conduit l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) à interdire l'usage de certains insecticides chimiques, d'autres vont être prohibés dans un futur proche (**VARMA, 1999 et KOGEL, 2005**). D'après **OUELD EL HADJ *et al.* (2003)**, l'arsenal chimique quoique très diversifié n'a pas pu enrayer complètement le fléau des ravageurs, il a alourdi le bilan environnemental. Il est donc nécessaire de prolonger la recherche sur de molécules nouvelles en prenant en considération d'autres critères que l'efficacité. Cette recherche s'est orientée vers la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles actives, non polluantes et s'utilisant dans une lutte moins nocive et plus raisonnée.

Actuellement, la lutte contre les ravageurs des végétaux entre dans une nouvelle phase puisque les recherches privilégient une approche agro-écologique fournissant des moyens en meilleure adéquation avec l'environnement (**PHILOGENE, 1991**). Les substances naturelles qui présentent un large spectre d'action en pharmacologie comme bactéricides, fongicides, acaricides, nématicides, etc., peuvent aussi être utilisées comme insecticides de remplacement. La lutte biologique prend diverses formes, mais celles qui attirent l'attention

Introduction

des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles d'origines végétales comme insecticides (**BOUTALEB JOUTEI, 2010**).

L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides est connue depuis longtemps, en effet le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes (**CROSBY, 1966**). Dans des travaux encore plus récents, les propriétés insecticides de certaines plantes ont été testées sur les larves d'insectes.

L'objectif global de cette étude est de tester l'effet insecticide de la plante *Inula viscosa* sur deux espèces d'insectes d'ordres différents *Ceratitis capitata* et *Tribolium castaneum*.

Ce manuscrit se présente en trois chapitres, le premier évoque les données bibliographiques sur la plante choisie ainsi que les deux espèces d'insectes, la description du matériel et des méthodes utilisés sont présentés dans le deuxième chapitre. Concernant le troisième et dernier chapitre il est consacré pour l'exposition des résultats obtenus ainsi que la discussion de ces derniers. Notre travail se termine par une conclusion suivit par des propositions ressortis comme perspectives.

Chapitre I: Données bibliographiques

Ce premier chapitre traite des généralités concernant la morphologie, le cycle de développement, la taxonomie et la répartition géographique de deux espèces étudiées (*Tribolium castaneum* et *Ceratitis capitata*), ainsi que la présentation la plante choisie comme insecticide (*Inula viscosa*.)

I.1. Présentation de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata*

I.1.1. Nomenclature et position systématique

L'espèce *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN, 1829) est communément connue sous le nom de Cératite, mouche des fruits ou mouche méditerranéenne des fruits.

D'après **BALACHOWSKY et MENSIL(1935)** ; **DYCK et al. (2005)**, *Ceratitis capitata* est un insecte appartenant à :

| | |
|--------------|-----------------------------|
| Classe | : Insecte |
| Ordre | : Diptère |
| Sous ordre | : Brachycères |
| Division | : Cyclorraphes |
| Groupe | : Schizophores |
| Famille | : Tephritidae |
| Sous famille | : Trypetinae |
| Genre | : <i>Ceratitis</i> |
| Espèce | : <i>Ceratitis capitata</i> |

I.1. 2. Origine de *C. capitata*

Les informations concernant l'origine de la Cératite sont assez nombreuses et différentes mais restent assez proches les unes des autres. Le spécimen de type *Ceratitis capitata* a été collecté dans l'océan indien en 1817 probablement sur un bateau transportant une cargaison de fruits collectés à partir d'un port africain. L'Afrique tropicale et plus spécialement l'Afrique occidentale où vivaient plusieurs hyménoptères parasites indigènes de la Cératite sont probablement l'habitat d'origine de ce diptère (**GAHBICHE, 1993**). Selon **BUYCKX (1994)**, son origine est plus précisément l'Afrique sub-saharienne à partir de laquelle elle s'est répandue dans les deux hémisphères à une latitude supérieure à 40° au delà de laquelle la survie de la Cératite est limitée par le froid et les températures hivernales. En

Afrique du Nord, la Cératite a été signalée pour la première fois en Tunisie 1885, en Algérie en 1859 et en Egypte en 1904 (**HARRIS, 1989**).

I.1.3. Répartition géographique

L'aire de répartition de la Cératite est très vaste dans le monde. L'espèce s'est répandue dans de très nombreux pays dans le monde (Afrique, Amérique centrale et Sud, Bassin Méditerranéen, Australie, Hawaï,...). La présence de la Cératite est largement étendue dans le monde où sa distribution est inégale au niveau des deux hémisphères. Elle est quasiment totale dans celui du sud : Amérique du sud, Afrique subsaharienne et l'Australie alors qu'elle est partielle dans celui du nord (**LIQUIDO et al., 1990**). La Cératite est une espèce cosmopolite qui profite des climats chauds. Le meilleur climat pour son développement est le tropical sec et humide ainsi que le subtropical avec des températures élevées tout au long de l'année variant entre 25 et 27 °C. La Cératite est aussi présente essentiellement au niveau des zones à climat tempéré : climat méditerranéen, continental et aride (**BODENHEIMER, 1951**).

I.1.4. Biologie de la ceratite

La Cératite est une mouche présentant un développement holométabole. Son cycle de développement est caractérisé par la présence de quatre stades : adulte, œuf, larve et puppe.

- **Œuf**

L'œuf est de couleur blanche nacré, brillant, de forme allongée et arquée en son milieu, convexe du côté dorsal et concave du côté ventral. Il a une longueur de 0.9 à 1.1 mm et une largeur de 0.2 à 0.25 mm. Ce stade dure environ 2 à 4 jours (**BALACHOWSKY et MENSIL, 1935**).

- **Larve**

La larve de la cératite est communément appelée asticot est acéphale, apode, lisse et de couleur blanc crème. Elle mesure environ 1 mm à l'éclosion (fig.1). La larve passe par trois stades larvaires L₁, L₂ et L₃. elle atteint 7 à 8 mm à la fin de son développement c'est à dire au stade L₃ (**JERRAYA, 2003**).



Figure.1 : Larve de *Ceratits capitata* (Originale)

▪ **Pupe**

Le troisième stade larvaire (L_3) ne rejette pas son exuvie larvaire qui va lui servir d'une enveloppe à l'intérieur de laquelle il se nymphose formant le puparium. La puppe est de 4 à 5 mm de longueur, à la forme d'un petit tonnelet elliptique, lisse et résistant (fig.2). Elle change progressivement de couleur pour devenir brun foncé (JERRAYA, 2003).



Figure. 2 : Puppe de *Ceratitits capitata* (Originale).

- **Adulte**

L'adulte de la Cératite est une mouche qui mesure environ 5 à 6 mm de long (fig.3), il est caractérisé par un thorax noir luisant portant des ailes transparentes à larges bandes jaunes serties de brun (**BALACHOWSKY et MESNIL, 1935**).



Figure. 3 : L'adulte de *Ceratitidis capitata* (HASSANI, 2003).

D'après **BALACHOWSKY et MESNIL (1935)**, le dimorphisme sexuel est très net chez la femelle par un ovipositeur rétractile, large et rougeâtre, permettant l'insertion des œufs dans les fruits, alors que le mâle possède deux soies orbitales antérieures allongées et terminées chacune par une petite palette en forme de losange de couleur noirâtre.

- **Ponte et incubation**

Les femelles font pénétrer leur ovipositeur jusqu'à une profondeur d'approximativement deux millimètres (**FILIPPI, 2003**). Elles déposent entre 5 et 10 œufs par fruit. De plus, elles sont capables d'effectuer plusieurs pontes jusqu'à ce que le nombre total d'œufs pondus atteigne 300 à 400 œufs (**ATCITRUS, 2002 cité par ELAINI, 2003**). Selon **PRALORON (1971)**, le trou de ponte est facile à remarquer sur quelques fruits (agrumes et abricots). L'incubation des œufs est de 2 à 5 jours en été et plus de 20 jours en hiver (**DELASSUS et al., 1931**).

▪ Développement larvaire

Après l'éclosion des œufs, les larves s'enfoncent dans la pulpe du fruit (**HASNAOUI, 1974**). La durée du développement larvaire varie selon l'espèce fruitière, le degré de maturité des fruits et leur richesse en protéines ainsi que les conditions climatiques (**CAREY, 1984 ; ZUCCOLOTO et al., 2005**).

La larve du troisième stade « asticot » quitte le fruit par une brusque détente. Elle retombe sur le sol dans lequel elle s'enfonce pour se nymphose, donnant alors une puppe. Cette transformation ne dure que quelques heures (**DUYCK, 2005**). De cette puppe émerge un adulte qui recommence le cycle à nouveau (**SPROUL, 1983 cité par ALI AHMED- SADOUDI, 2007**). D'après **DELRIO (1986)**, la durée du cycle de développement de la cératite dans la zone méditerranéenne, varie de 20 jours en été à 2 ou 3 mois en hiver.

▪ Pupaison et émergence des adultes

La pupaison est une phase qui correspond à des transformations profondes. Sa durée varie selon la température et l'humidité du sol (**FLETCHER, 1989 ; ROBACKER, 2000**). Elle peut s'effectuer en 9 jours comme elle peut s'étendre sur 80 jours (**BODENHEIMER, 1951**). Selon **SMITH (1989)**, l'émergence des adultes commence à l'aube et dure jusqu'au début de la matinée.

▪ Durée du cycle de vie de la cératite et le nombre de générations annuelles

Le cycle de développement de la cératite est régi par l'interaction d'un ensemble de facteurs biotiques (disponibilité de l'espèce fruitière hôte et le degré de maturité du fruit) et abiotiques (température) (**GAHBICHE, 1993**). Le seuil de développement se situe à 14°C (**ROBACKER, 2000**). D'une manière générale, un cumul de 321 degré est nécessaire pour le déroulement d'un cycle complet. Ainsi, il a été retenu que le développement complet de l'œuf à l'adulte dure 12 à 18 jours dans les conditions optimales de laboratoire, et de un à trois mois dans la nature (**BODENHEIMER, 1951**). D'après **GAHBICHE (1993)**, la cératite trouve les conditions favorables pour sa pullulation, ce qui lui permet de développer jusqu'à 6 générations pendant l'été et 7 générations en automne-hiver.

▪ Comportement de la cératite

D'après **DJAZOULI *et al.* (2004)**, les adultes récemment émergés se nourrissent de substances sucrées présentes sur les arbres fruitiers, des sécrétions glandulaires des plantes, du nectar, des exsudations de sève et du miellat des Hémiptères. Les femelles ont en outre besoin de protéines afin de réaliser leur maturation sexuelle (dont la durée varie entre 4 et 10 jours) et élaborer leurs œufs. Une fois elles ont acquis leur maturité sexuelle (2 à 4 jours après l'émergence), les mâles se rassemblent en groupes sur les plantes et émettent ensemble une phéromone sexuelle attirant les femelles (**ZUCCOLOTO *et al.*, 2005**). Quand la femelle s'approche, le mâle initie un rituel qui consiste à secouer la tête et à faire vibrer les ailes en avant et en arrière. Si la femelle est réceptive la copulation aura lieu (**FERON, 1962; ARITA et KANESHIRO, 1989 ; BRICENO *et al.*, 1996; LIIMATAINEN *et al.*, 1997**).

▪ Longévité

En ce qui concerne la longévité des adultes, il a été démontré que les mâles vivent plus longtemps que les femelles (**MUNIZ *et al.*, 1986**) et que la longévité moyenne est de 28 à 40 jours en été et de 28 à 65 jours en hiver (**BODENHEIMER, 1951**).

▪ Besoins nutritifs

Les adultes acquièrent les nutriments nécessaires à partir d'une large gamme de ressources nutritives riches en protéines et en vitamines, indispensables pour leur développement (**DREW *et al.*, 1983 ; GAHBICHE, 1993**).

I.1.5. Plantes hôtes et dégâts

La cératite est connue pour sa large gamme d'hôtes ; elle est le ravageur polyphage le plus dangereux des Tephritidae. Elle compte 353 espèces hôtes appartenant à plus de 67 familles. Parmi celles-ci, 5 renferment 40% des plantes hôtes : Rosaceae (10%), Rutaceae (9%), Sapotacea (9%), Myrtaceae (6%) et Solanaceae (6%) (**LIQUIDO *et al.*, 1990**). De plus, certaines espèces sauvages sont considérées comme hôtes secondaires pour la Cératite à savoir: *Lycium europaeum*, *Aberia coffra*, *Ziziphus vulgaris*, etc (**DELANOUE, 1957 ; SORIA, 1962 ; WEEMS, 1981; CAYOL, 1996 ; ZUCOLOTO *et al.*, 2005**).

CHEIKH *et al.*, (1975) indiquent que la Cératite s'attaque à tous les fruits d'hiver et d'été en particulier le bigaradier, l'oranger, le mandarinier, le clémentinier, l'abricotier, le néflier du Japon, le pêcher, le prunier, la vigne, le figuier, le pommier, le poirier, le figuier de Barbarie et même le grenadier et le fraisier. Ce ravageur cause des dégâts considérables qui

peuvent engendrer, dans le cas de forte attaque, l'anéantissement de la totalité de la récolte. Ces dégâts se présentent comme suit :

- Des piqûres stériles qui induisent des tâches brunâtres à la surface de l'écorce du fruit. Ces tâches se cicatrisent et entraînent le dessèchement de la peau des fruits, ce qui déprécie la qualité.
- Des piqûres suivies d'une ponte qui produisent dans un premier temps des auréoles transparentes puis brunâtres. Ensuite, au terme du développement de la larve, la chair du fruit devient molle ce qui indique sa pourriture (**LOUSSERT, 1998**).

I.1.6. Moyens de contrôle et de lutte contre la Cératite

La lutte contre la Cératite demeure un problème très inquiétant compte tenu de la gravité des dégâts qui lui sont associés et la difficulté d'intervention. Plusieurs techniques ont été mises en œuvre sans arriver à limiter les effets indésirables de ce ravageur. Ces techniques sont:

I.1.6.1. Méthodes préventives et culturales

Elles consistent à éviter l'infestation ou à briser le cycle de la cératite par des mesures prophylactiques. Dans les régions endémiques on recommande lors de la création du verger, d'éviter de mettre en place des cultures hôtes ou variétés à maturité chevauchante. Il est également conseillé d'éviter la présence d'autres plantes hôtes dans les vergers agrumicoles à savoir les néfliers, les bigaradiers, les figuiers de Barbarie, les haies d'*Aberia* et de *Lycium*. Le ramassage des fruits non commercialisables ainsi que ceux infestés sur et sous les arbres est indispensable. Le ramassage doit se faire aux périodes opportunes avant la sortie des larves des fruits (**BODENHEIMER, 1951 ; GAHBICHE, 1993**). De plus, il est conseillé de ne pas laisser les fruits mûrs sur l'arbre. Les fruits ramassés doivent être enfouis dans le sol à une profondeur de 50 cm, ou mis dans des sacs en plastique fermés hermétiquement et exposés au soleil pendant deux mois au minimum (**DELANOUE et SORIA, 1962**).

I.1.6.2. Lutte chimique

La lutte chimique est le moyen le plus utilisé contre la mouche des fruits et la gamme d'insecticides ne cesse de s'élargir (**RÖESSLER, 1989 ; GAHBICHE, 1993**). Cette lutte est basée sur la surveillance des populations de mouches par les pièges à raison de un à deux pièges par ha. Ces pièges sont appâtés soit par un attractif alimentaire soit sexuel.

En général, lorsque le nombre d'individus dépasse 3 mouches par piège et par jour, les traitements sont déclenchés. Ces traitements peuvent être aériens ou terrestre (**HAGEN et al., 1981**).

I.1.6.3. Lutte biotechnique

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

- Piégeage de masse
- Technique de l’Insecte Stérile (TIS)

I.1.6.4. Lutte biologique

Cette technique de lutte a pour objet de contrôler l'abondance d'une population cible, jugée nuisible ou indésirable, par introduction d'un prédateur, d'un parasite ou d'un compétiteur, sans modification du milieu (RÖESSLER, 1989). On peut distinguer deux types de ravageurs des denrées alimentaires, les ravageurs primaires ou à formes cachées et les ravageurs secondaires ou à formes libres. Les primaires sont les plus dangereux, comme le charançon du riz (*Sitophilus oryzae*). Les secondaires sont opportunistes, le cas de *Tribolium* rouge de la farine (*Tribolium castaneum*) et *Tribolium* brun de la farine (*Tribolium confusum*). Ils se nourrissent des grains déjà endommagés ou moisiss (COUSSY, 2015).

I.2. Présentation de *Tribolium* rouge de la farine : *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797)

I.2.1. Appellation

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*, *Gorgojo castano de la harina*

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).

I.2.2. Classification

Selon **BUGGUIDE (2017)**, la systématique de *T. castaneum* est la suivante :

| | |
|---------------------|---|
| Règne | Animalia |
| Embranchement | Arthropoda |
| Sous- embranchement | Hexapoda |
| Classe | Insecta |
| Ordre | Coleoptera |
| Sous - ordre | Polyphaga |
| Super - famille | Tenebrionoidea |
| Famille | Tenebrionidae |
| Sous - famille | Tenebrioninae |
| Tribu | Triboliini |
| Genre | <i>Tribolium</i> |
| Espèce | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, 1797) |

I.2.3. La famille des 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 variés (**LERANT, 2015**). C'est la famille la plus évoluée des coléoptères (**DAJOZ, 2010**). Ces insectes colonisent les ruines, les éboulis et le dessous des pierres (**LERANT, 2015**). Dans la majorité des espèces la formule tarsale est 5-5-4 mais on peut rencontrer des espèces ayants la formule tarsale 4-4-4, leur antennes comportent 11 articles mais il existe des genres avec des antennes de 10 articles et même 09 (**DAJOZ, 2010**).

I.2.4. Le genre *Tribolium*

Nommé par Macleay en 1825 remplaçant ainsi le nom d'espèce *Colydium castaneum* décrit par Herbst en 1797 (**MAGIS, 1954**). Le genre *Tribolium* comporte 36 espèces dont quatre sont cosmopolites (**ANGELINI et al., 2008 cité par BONNETON, 2010**). Pour l'identification du genre *Tribolium*, **FERRER (1995)**, se base sur deux caractères 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. destructor* et *T. madens* (**CALMONT et SOLDATI, 2008**).

I.2.5. Morphologie de l'insecte

- Œuf

GAUTAM *et al.* (2014), élucident son ultra-structure, elle est de forme oblongue, ovale, lisse et de couleur blanchâtre (fig. 4), sa longueur est de (381,3 – 710,8). μm Son diamètre est de (290,7 - 324) μm . L'œuf est enveloppé dans un amas visqueux ou placenta (en anglais ; *chorion*), ce placenta est visible sous microscope électronique à balayage (M.E.B) avec grossissement supérieur à ($\times 180$).

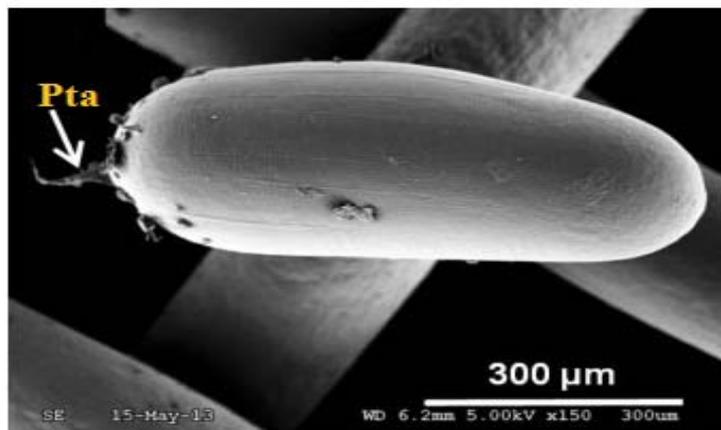


Figure 4 : Morphologie de l'œuf sous (M.E.B) avec grossissement supérieur à ($\times 180$) (Pta = placenta) (GAUTAM *et al.*, 2014)

- larve

ROBINSON (2005), indique que la larve est vermiforme, elle est de couleur jaune à blanchâtre, sa tête et le segment terminal sont bruns, elle mesure 8 mm de long avant la nymphose.



Figure 5 : Larve de *Tribolium castaneum* (Originale).

- **Adulte**

L'adulte est un petit insecte de couleur brun rougeâtre, occasionnellement à cause des mutations on peut distinguer des adultes de couleur noir (DELOBEL et TRAN, 1993). L'adulte montre une grande similarité avec son voisin *Tribolium confusum*, c'est pour cela ce dernier est nommé *confusum* suite à la confusion dans l'identification de chaque espèce (ROBINSON, 2005). L'adulte est de taille comprise entre (3 - 4) mm (fig.6), son corps est plat et allongé (CRUZ et DIOP, 1989). La suture des élytres peu caréné, les angles antérieurs du pronotum non saillants, il possède un espace est interoculaire très court d'environ 1,5 fois la largeur de l'œil, la ponctuation du pronotum est espacée et le canthus des joues saillant au-dessus des yeux. La massue antennaire constitue de 3 articles bien distincts (CALMONT et SOLDATI, 2008).



Figure 6 : L'adulte de *Tribolium castaneum* (Originale).

I.2.6. Le Cycle biologique

D'après DELOBEL et TRAN (1993), à partir de l'âge de trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs, qui sont attachés à la surface de la farine par une substance visqueuse. Selon ROBINSON (2005), 90% des œufs sont viables. A température 30°C, les œufs éclosent au bout de cinq jours, cependant la période d'incubation nécessite 10 jours en conditions défavorables. Le même auteur montre qu'en conditions favorables il ya 5 à 11 stades larvaires. A 30°C l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation, en achevant le cycle dans (26 - 30) jours. DELOBEL et TRAN (1993) mentionnent que la

longévité de *T. castaneum* est de 2 à 8 mois suivant les conditions abiotiques, elle peut atteindre 2 ans (PALIWAL *et al.*, 2002).

I.2.7. 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.

I.2.8. Dégâts et distribution

Probablement originaire d'Asie du Sud, le *T. castaneum* est devenue cosmopolite (DELOBEL et TRAN, 1993). 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 attirée par la lumière. Cet insecte peut pénétrer dans les habitations. le *T. castaneum* 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'héritabilité (facteurs génétique) de dispersion
- La réponse aux substances volatiles de l'alimentation et aux phéromones d'agrégation
- La fitness de reproduction qui augmente les chances de colonisation.

I.2.9. Méthode de lutte

Beaucoup de méthodes sont utilisées pour la lutte contre la majorité de ravageurs des denrées alimentaire (inclut l'espèce *T. castaneum*), mais la plus efficace est la lutte chimique avec toujours l'apparition des formes de résistance.

I.2.9.1. Lutte préventive

D'après TARUVINGA *et al.* (2014), on adopte pour celle-ci les procédures suivantes :

- Nettoyage et séchage des grains et les installations des entrepôts

- Contrôle de température et d'humidité avant et après le stockage des grains.
- L'entreposage des grains en vrac
- Les dégâts causés aux grains seront contrôlés régulièrement

I.2.9.2. Lutte physique

- L'insolation et la lutte par le froid (**CRUZ et al., 1988**).
- Poudres minérales et terres de diatomées (**GWINNER et al., 1996**).

Ces poudres à action abrasive ont été traditionnellement utilisées dans la conservation des récoltes notamment le maïs (**TARUVINGA et al. 2014**). Deux formulations naturelles de zéolithes à des doses allant de 0,25 à 0,75 g/kg ont engendré une mortalité de (94-100 %) au bout de trois semaines contre *S. oryzae* et *T. castaneum* (**KLJAJIC et al. 2010 cité par GUEYE et al., 2011**)

I.2.9.3. Lutte mécanique

CRUZ et al. (1988), ont cité les méthodes suivantes : transilage, secouage, passage au tarare à grain comme moyen de lutte mécanique. Ces opérations éliminent spécialement les adultes. A grande vitesse de rotation l'entoleter sert à centrifugé les grains, tue les organismes vivants présents dans le produit, il est fréquemment utilisé dans les moulins de semoules.

I.2.9.4. Lutte chimique

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

- **Liquide**
 - Pyrimiphos- méthyl (5mg/kg)
 - Chlorpyriphos-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 Phosphure d'aluminium (570 g /l)

I.2.9.5. Lutte biologique

Suite à des travaux réalisés ces dernières années dans le domaine de la recherche, les antagonistes ouvrent des perspectives intéressantes en tant qu'agents biologiques de lutte, (**GWINNER et al., 1996**).

- **Utilisation des extraits bioactives**

Les molécules actives peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille et la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à un autre (**GUEYE et al. 2011**). Selon le même auteur, le neem ; *Azadirachta indica* est la plante la plus étudiée pour ses propriétés antiappétantes, répulsives, toxiques et inhibitrice de la croissance des insectes, elle est employée sous forme de poudre mélangée aux grains qui agissent comme insectifuges.

Selon **OLIVERO-VERBEL et al. (2010)**, les huiles essentielles d'*Ucalyptus citriodora* et *Cymbopogon citratus* donnent des meilleurs résultats d'effet répulsif sur *T. castaneum*, Une étude menée par **CAMARA (2009)**, en Guinée sur l'étuvage combinée des huiles essentielles extraites des feuilles d'*Ocimum basilicum*, d'*Ocimum gratissimum* et de *Cymbopogon citratus*, contre deux ravageurs (*S. oryzae* et *T. castaneum*) aboutissant à une grande efficacité de cette technique.

- **Utilisation des bactéries**

Selon **GWINNER et al. (1996)**, une variété appelée *Bacillus thuringiensis tenetionis* est généralement utilisée dans les entrepôts.

- **Utilisation des phéromones**

Employées comme appât, des phéromones ont été isolées et identifiées à partir de plus de 30 espèces d'insectes des denrées stockées (**GWINNER et al., 1996**)

- **Méthode génétique**

Le séquençage du génome à ajustement permet d'identifier des protéines susceptibles d'être ciblées par de nouveaux insecticides, dans ce sens le *T. castaneum* devient un insecte modèle en génétique remplaçant ainsi la drosophile (**RICHARDS, 2008 et al. cité par BONNETON, 2010**).

I.3. Présentation de l'Inule visqueuse : *Inula viscosa*

Inula viscosa ou l'inule visqueuse (fig.7) est une plante arbuste, vivace, elle pousse dans les champs «sauvages» dans les alentours du bassin méditerranéen, dans les collines, les zones humides et les bords de la route et apprécie les sols secs et calcaires (BAYTOP, 1984 ; WANG *et al.*, 2004). *I. viscosa* est une plante d'une hauteur de 0,5 à 01 mètre qui appartient à la famille des Asteraceae .La floraison est à la fin d'été et le début d'automne. Les fleurs sont de couleur jaune. La croissance de l'inule visqueuse est rapide, son nom vernaculaire est «magramen = مقمرمان» QUEZEL et SANTA, 1963).

Dans la médecine traditionnelle de la région du bassin méditerranéen, *I. viscosa* était pour longtemps utilisable comme anti- inflammatoire (BARBETTI *et al.* , 1985). Selon YANIV *et al.* (1987), elle est utilisée comme antiseptique, antipyrétique et dans le traitement du diabète. Dans la médecine traditionnelle Espagnole, *I. viscosa* est utilisée dans le traitement de désordre Gastroduodéal. Dans la Jordanie et la région de moyen orient, la médecine traditionnelle attribue à l'Inule visqueuse plusieurs utilités telle que : Anthelminthique, expectorant, diurétique, traitement de bronchite, tuberculose, l'anémie et le cataplasme pour les douleurs de rhumatisme. Elle est aussi prescrite comme un agent promoteur dans l'induction de l'avortement et la stérilité des femelles (KARIM et QURAAN, 1986).



Figure 7 : *Inula viscosa* (Originale).

I.3.1. Position systématique d'*Inula visqueuse*

D'après WUNDERLIN *et al.* 2017, la systématique de l'*Inula visqueuse* est la suivante :

| | |
|----------|------------------------|
| Règne | : plantae |
| Division | : Magnoliophyta |
| Classe | : Magnoliopsida |
| Ordre | : Asterales |
| Famille | : Asteraceae |
| Genre | : <i>Inula</i> |
| Espèce | : <i>Inula viscosa</i> |

I.3.2. La phénologie d'*Inula visqueuse*

▪ Les feuilles

Selon PAROLIN *et al.* (2013), la plante commence à produire des nouvelles feuille au mois de mars de taille 1 cm. Ces dernières sont positionnées sur la base inferieur des tiges, occupants bien sûres la places des feuilles sèches de l'année antérieure. A l'arrivé du mois d'avril les feuilles mesurent (1- 5) cm. A la fin de la même période elles sont de (8-10) cm de long et couvrent fortement la moitié de la partie inferieure des tiges (fig. 8). Dans la période de mi -mai une estimation de 60% - 90% des tiges seront couvertes par des nouvelles feuilles, la production des feuilles par la plante se continuera jusqu'a la fin d'octobre (apparition de grandes feuilles vertes). Au mi novembre seulement 5% des feuilles restent vertes les autres prennent la couleur grisâtre (sénescence foliaire). Pendant l'hiver la totalité des feuille seront grisâtre, mortes et périodiquement seront renouvelées par des nouvelles au prochain mois de mars.



Figure 8 : Feuilles d'*Inula viscosa* (Originale).

- **Les fleurs**

Les boutons floraux apparaissent à la fin du mois de juillet (fig.9). Dans la deuxième décennie du mois d'août la plupart des fleurs seront matures, brillantes, Jaune et étendues aussi des nouvelles fleurs seront produites lors du mois d'octobre (PAROLIN *et al.*, 2013).



Figure 9 : Fleurs d'Inule visqueuse (Originale).

- **Le fruit**

Au début du mois d'octobre, il y a l'apparition des premiers fruits avec akènes et Pappus poilus, ces fruits sont régulièrement présents jusqu'au mois de novembre. Au-delà de cette période et sous l'action du vent, les graines seront dispersées et le reste de fruit (capsulesèche) persiste sur la tige durant l'hiver (PAROLIN *et al.*, 2014).

I.3.3. Répartition géographique

D'après QUEZEL et SANTA (1963), *I. viscosa* est répandue dans tout le bassin méditerranéen, sur les sols salés, les prairies humides et les bords de cours d'eau. Selon BENAYACHE *et al.* (1991), elle est largement répandue en Algérie dans les rocailles et les terrains argileux.

I.3.4. Aspects pharmacologiques

L'Inule est une plante très anciennement connue, elle a été utilisée au moyen âge jusqu'à nos jours pour ses vertus médicinales variées (FOURNIER, 1947). Au niveau de l'appareil respiratoire, elle agit comme sédatif de la toux et des spasmes bronchiques c'est un antiseptique certain de l'arbre respiratoire (BENAYACHE *et al.*, 1991). Comme c'est le cas pour toutes les plantes aromatiques, l'inule corrige l'atonie de l'estomac et de l'intestin, elle améliore l'appétit et elle est antiémétique (ROULIER, 1990).

I.3.5. Aspects phytochimiques

Les travaux de **BENAYACHE *et al.* (1991)**, rapportent que les parties aériennes de *I. viscosa* contiennent des Flavonoïdes, des acides sesquiterpéniques et des triterpènes esters.

Selon **ULUBELEN et GOUN (1986)** ; **CHIARLO(1988)**, les racines contiennent de nombreux composés :

- L'Inuline
- L'Helénine ou camphre d'Aunée
- de la Paraffine
- 3 sesquiterpènes essentiels : l'Alantole, l'Alantolactone et l'Acide Allantique.

Selon **OKSUZ (1976)**, la plante contient d'autres substances dites mineures comportant des résines et des pectines constituant une matière noirâtre : la Phytomélane.

I.3.6. Pouvoir toxiques de l'inule visqueuse

▪ Activité anti fongique

Les extraits de différentes parties d'*I. viscosa* ont un grand effet anti fongique, contre le champignon de la tomate et l'agent de l'helminthosporiose des céréales (**QASEM *et al.*, 1995**). Une très grande activité anti-germinative remarquée dans les travaux de **MAMOCI *et al.* (2011)**, sur les conidies de *Monilinia laxa* et *Monilinia fructigena* agents de Moniliose des arbres fruitiers.

▪ Activité phytotoxique

Selon **ARANITI (2017)** *I. viscosa* montre une activité allelopathique, ses extraits interviennent dans plusieurs processus physiologiques de l'activité phytotoxique, les VOC (volatile organic compounds) inhibent considérablement la germination des graines de la laitue, les extraits d'*I. viscosa* provoquent des anomalies anatomiques dans les racines de plusieurs espèces. En plus les substances épicuticulaire de la feuille bloquent la fixation de N₂ chez les cyanobactéries du sol c'est ainsi qu'il ya une réduction de l'assimilation du CO₂ par d'autre plantes voisines (**STAMATAKIS *et al.*, 2017**).

▪ Activité nématocide

Les terpènes d'*I. viscosa* montrent 100% inhibition à 5µg/ml contre *Meloidogyne incognita* (**NTALLIET, 2014**).

Chapitre II – Matériels et méthodes

Dans le présent chapitre est notée la description du matériel utilisé sur terrain et au laboratoire ainsi que les méthodes adoptées pour la réalisation des essais de traitement sur insectes : (*Ceratitis capitata* et *Tribolium castaneum*), ainsi que les méthodes d'exploitation des résultats.

II.1. Matériels

II.1.1. Matériels animal

Pour la réalisation de l'expérimentation deux insectes ont été choisis, un Diptère : *Ceratitis Capitata* et un coléoptère : *Tribolium castaneum*

II.1.2 Matériels végétale

Le matériel végétale choisies pour les testes est l'inule visqueuse décrites déjà dans le premier chapitre.

II.1.2.1. Choix de la plante

Le choix de l'espèce végétale *inula viscosa* (Fig.10) se justifie par plusieurs critères. Premièrement par son effet thérapeutique mis en évidence par plusieurs auteurs comme **AIT YOUSSEF (2006)**. Deuxièmement parce que les plantes spontanées sont dotées d'une gamme de métabolites secondaires importante par rapport aux plantes cultivées ainsi qu'à leur disponibilité au niveau du terrain et avec des quantités suffisantes.



Figure 10 : *Inula viscosa* (originale).

II.1.2.2. Site de prélèvement

La plante *I. viscosa* utilisée dans notre expérience a été récoltée au mois de Mars 2017 à la région de Haizer (Wilaya de Bouira), la récolte a été effectuée dans une région montagneuse.

II.1.3. Autres matériels

II.1.3.1. Matériel de collecte, séchage et de broyage de la plante

La collecte, séchage, le broyage de la plante suscite un matériel léger composé de : Sécateur et hache pour couper les parties dures, des sacs en papier pour la conservation et l'acheminement vers le lieu de séchage, une étuve et un broyeur électrique

II.1.3.2. Matériel d'extraction de la plante

Le matériel utilisé pour l'extraction de la plante est le suivant :

- Spatule
- Balance de précision pour les pesées,
- Papier filtre pour la filtration des extraits.
- Fioles, Erlenmeyers,
- Entonnoirs,
- Flacons pour récupération des filtrats.
- Papier aluminium, pour isoler l'extrait de la lumière,
- Pissette d'eau distillée,
- Eau distillée et Agitateur magnétique.

II.1.3.3. Matériel d'élevage et de traitement de la Cératite et de Tribolium rouge

Durant cette phase l'expérimentation on a utilisé le matériel suivant :

- des cages cylindriques
- sable
- tamis
- tuile en mousseline
- grains et la farine de blé
- fruits infectés
- pulvérisateur
- des boîtes de pétri

II.2. Méthodes

II.2.1. Séchage de la plante

Après la récolte on a procédé à la séparation des feuilles de la plante, puis elles sont conservées dans des sacs en papiers pour éviter leurs destructions. Au laboratoire, les feuilles sont directement triées et mise dans une étuve pour séchage à 60 °C. Pendant 03 jours (fig.11).



Figure 11 : Séchage d’Inule visqueuse dans l’étuve (originale)

II.2.2. Broyage et tamisage des plantes

Après le séchage, la plante est réduite en poudre grâce à un broyeur électrique puis tamisée pour éliminer toutes les grandes particules.

Le broyat de la plante constitue le matériel végétal final, prêt à être utilisé pour la préparation des extraits. ce broyat est stocké dans un flacon en verre, hermétiquement fermés. Qui porte le nom de l’espèce, la date et le lieu de récolte.

II.2.3. L’élevage de la mouche méditerranéenne des fruits *C. capitata*

L’élevage se déroule au laboratoire dans des conditions stables de température (25°C ±1 °C), d’humidité relative (environ 60%) avec une période d’éclairage de 16 heures.

L’élevage de cératites (fig.12) est relativement simple et il se décompose en plusieurs étapes :

- Dans une cage cylindrique on met les fruits infestés qui contiennent les larves de cératite, dont le fond est recouvert de sable pour faciliter la pupaison.
- Au bout de sept jours, le sable est tamisé pour récupérer les pupes.

- 2 à 3 jours avant leur éclosion, on rajoute également pour les futurs adultes le fruit comme un milieu nutritif, puis le traitement se fait après l'éclosion des adultes.

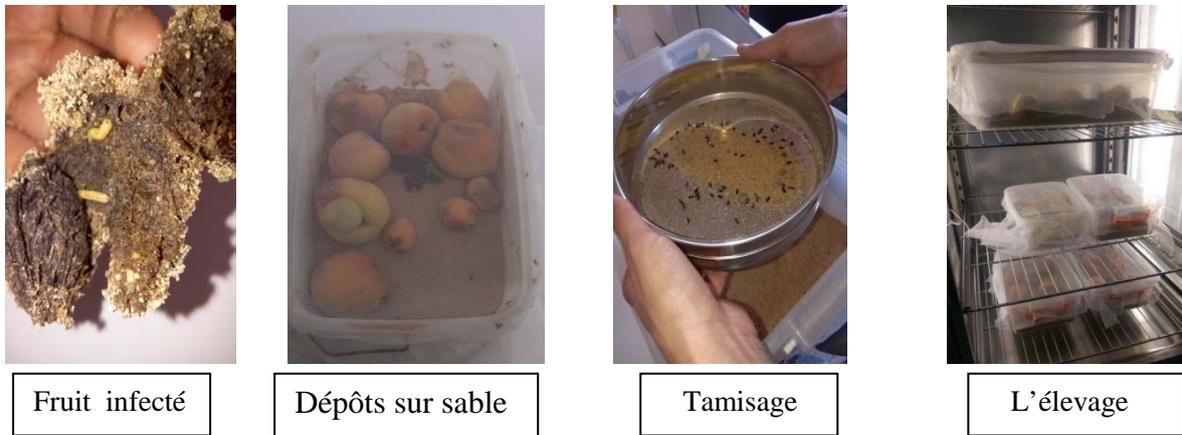


Figure 12 : Présentation de différentes étapes de l'élevage de *Ceratitit capitata* (Originale).

II.2.4. L'élevage de *Tribolium castaneum*

Les individus de *T. castaneum*, sont élevés dans des boites en un phytotron à 30°C et à un taux d'humidité de 70%. Sont nourries exclusivement sur un mélange de grains et de farine de blé (fig.13).



Figure 13 : Elevage du *Tribolium castaneum* dans le phytotron (originale)

II.2.5 Préparation des extraits

Le type d'extraction choisie est l'extraction aqueuse. Pour ce type d'extraction, le protocole adopté est celui décrit par **BOUHARB et al., (2014)** et **BOURMITA (2014)** avec modifications (fig.14) Il s'agit d'ajouter 20g de poudre extrait dans 100 ml d'eau distillé avec une durée d'extraction de 45 minute (au lieu de 1h par rapport au protocole de (**BOURMITA**)). On effectué une filtration sur papier filtre standard pendant 24 h , L' extrait est dilué à 50%, 25% et 12.5%. Sur le flacon figurent les notations indiquant l'espèce utilisée, la date de préparation et la concentration.

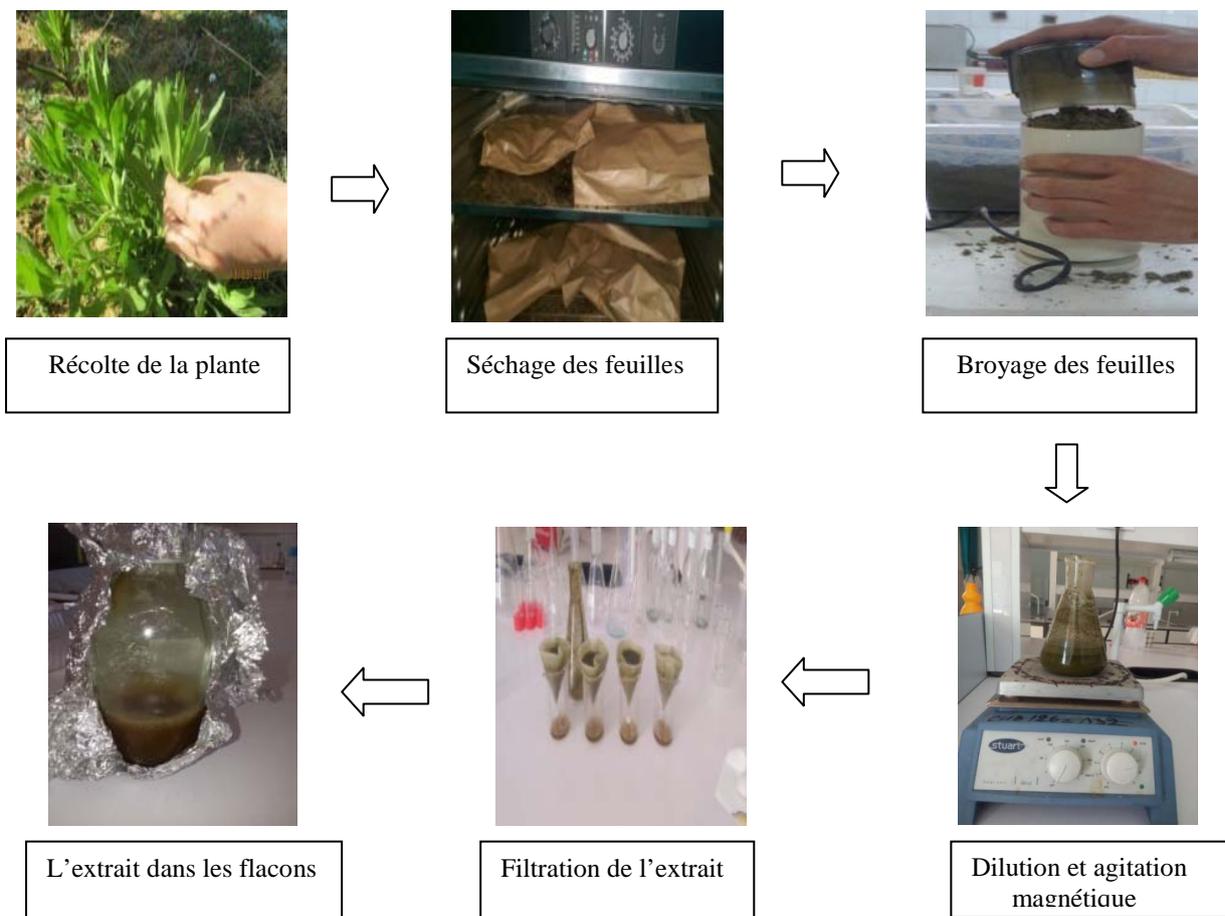


Figure14 : Protocole d'extraction aqueuse *Inula viscosa* (Originale).

II.2.6. Méthode du screening phytochimique

Afin de savoir plus sur les principes actifs présents ou absents dans l'espèce choisie dans cette étude « *Inula viscosa* », on a procédé à différents tests chimiques pour déterminer chaque groupe de substances (**HAMIDI, 2013**).

❖ Flavonoïdes

Les flavonoïdes ont été mis en évidence dans les résidus (R1 - R5) par la réaction à la cyanidine. 5 ml d'extrait est mélangé avec 5 ml d'éthanol chlorhydrique, on ajoute 30 – 50 mg de poudre de Zn et quelques gouttes d'isopentanol . L'apparition d'une coloration (rouge ou rouge-orange avec le Zn) indique une réaction positive. (BÉKRO *et al.*, 2007)

❖ Saponosides

Deux volumes d'extrait d'*I. viscosa* et d'eau distillée (1 :1 v/v), sont introduits dans un tube à essai. Le tube à essai est agité vigoureusement. La formation d'une mousse (hauteur supérieure à 1 cm) stable, persistant pendant 1 h indique la présence abondante de saponines. (BÉKRO *et al.*, 2007)

❖ Tanins

Pour ce test de révélation des tanins on prend 10 g de poudre sèche ; l'extraire avec une solution aqueuse de C₂H₅OH à 1 %, filtrer et on test le filtrat avec quelques gouttes d'une solution de FeCl₃.

Résultats : l'apparition d'une couleur verte indique la présence des tanins (KARUMI *et al.* , 2004).

❖ Coumarines

02 g de poudre sont mélangés à 10 ml de CHCl₃, un chauffage de quelques minutes est nécessaire suivi d'une filtration. la solution est soumise à une CCM en existence du solvant toluène / AcOEt , enfin on fait une lecture sur chromatogramme à 365 nm en présence ou en absence de l'ammoniac (NH₃) (BOUMAZA , 2011)

❖ Quinones

Une quantité de 0.5g de poudre sont dissout dans 5 ml de HCl dilué au 1/5, est chauffée au bain-marie bouillant pendant 30 min, puis extraite avec 20 ml de CHCl₃ après refroidissement. À la phase organique, sont additionnés 0,5 ml de NH₄OH diluée à 50%. L'apparition d'une teinte allant du rouge au violet indique une réaction positive. (BÉKRO *et al.*, 2007)

II.2.7. Méthodes de traitements

Le traitement des insectes par l'extrait de la plante choisie est réalisé au laboratoire de protection des végétaux de la faculté SNV de l'université de Bouira.

II.2.7.1. Préparation des doses

Pour les traitements des insectes on a réalisé 5 doses différentes pour l'extrait

- ❖ La dose SM, il s'agit de traiter directement avec la solution mère de l'extrait.
- ❖ La dose D50%, il s'agit de diluer d'abord la solution mère, en prenant 50% de l'extrait et rajouter 50% d'eau distillée.
- ❖ La dose D25%, obtenue par la dilution de la solution mère à 25%, donc il s'agit de mélanger 25% de l'extrait avec 75% d'eau distillé.
- ❖ La dose 12.5%, est obtenue par une dilution de la solution mère à 12.5%, donc on mélange 12.5% de la solution mère avec 87.5% d'eau distillée.

II.2.7.2. Réalisation des essais

Les adultes de *C. capitata*, les adultes et les larves de *T. castaneum* sont traités par une pulvérisation directe dans les boîtes de Pétri (fig.15).

Dans une boîte on met 10 individus pour chaque espèce, (*Ceratitis capitata* et *Tribolium castaneum*) de l'extrait préalablement préparé, à l'aide d'un petit pulvérisateur à gouttelettes fines on fait un traitement des individus avec trois dilutions (solution mère, 50% ,25% et 12.5%). Un témoin est pulvérisé à l'eau distillée.

Trois répétitions sont appliquées pour chaque dilution de traitement . Après pulvérisation, toutes les boîtes sont fermées à l'aide d'un ruban adhésif, afin d'éviter que les individus ne s'échappent et éviter l'intrusion d'insectes prédateurs ou parasites.

Des observations quotidiennes sont effectuées après 24 heures , afin de déterminer le taux de mortalité provoquées par les traitements sur les deux insectes

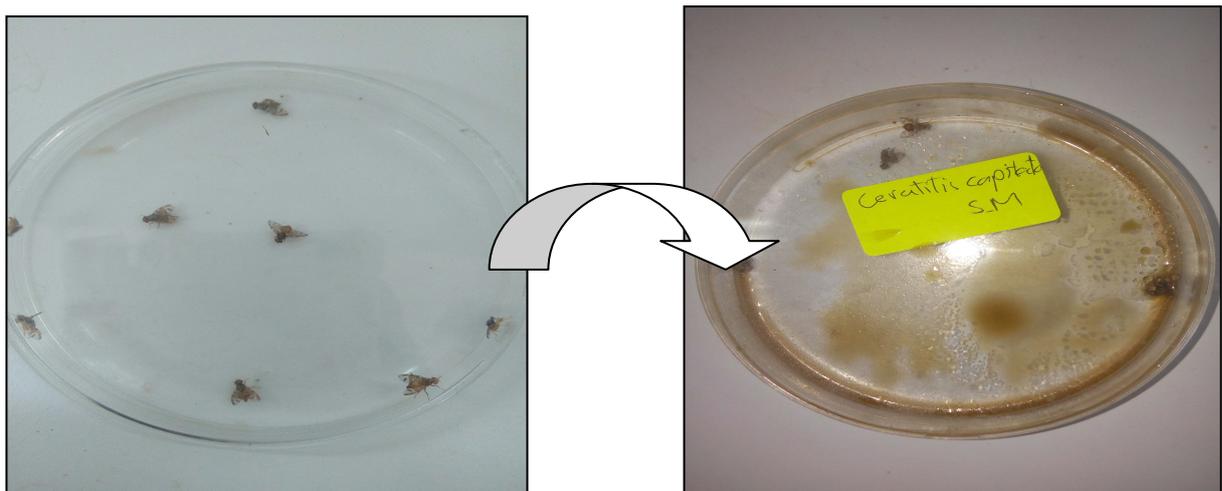


Figure 15 : Traitement des adultes de la mouche méditerranéenne des fruits *C. capitata*

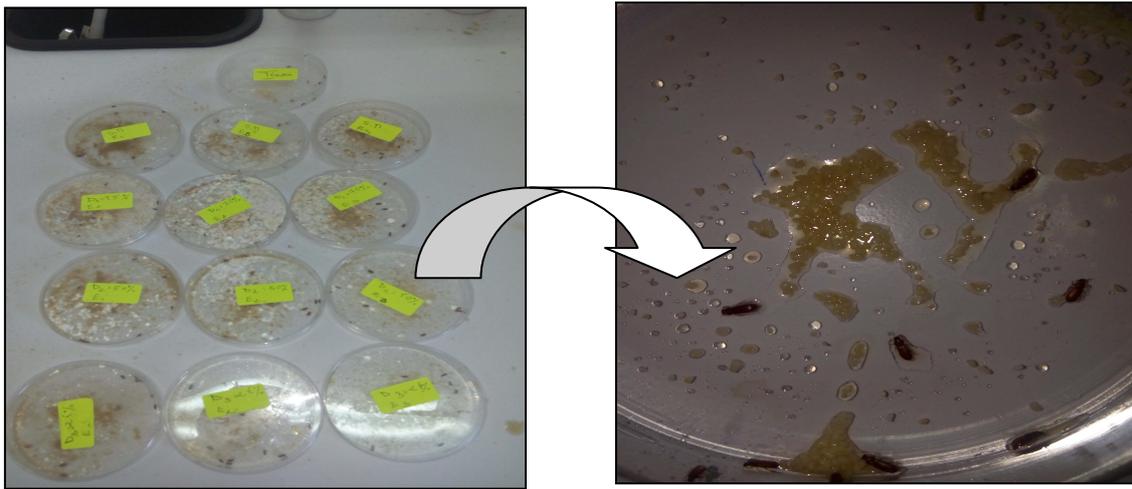


Figure 16 : Traitement des adultes de Tribolium rouge de la farine *T. castaneum*

II.2.8. Exploitation des résultats

II.2.8.1. Calcul du pourcentage de mortalité

Le pourcentage de mortalité observée est calculé à l'aide de la formule suivante (ACHEUK et DOUMANDJI-MITICHE, 2013) :

$$\text{Mortalité observée} = \frac{\text{Nombres d'individus morts}}{\text{Nombres totaux des individus}} \times 100$$

II.2.8.2. Calcul des doses létales DL50

Avant de calculer les DL50, le pourcentage de mortalité observée est corrigé par rapport au témoin selon la formule d'ABBOT (1925).

$$MC \% = \frac{M2 - M1}{100 - M1} \times 100$$

M1 : Pourcentage de mortalité chez les témoins.

M2 : Pourcentage de mortalité chez les traitées.

MC% : Pourcentage de mortalité corrigée.

Pour calculer les DL50 (dose nécessaire pour tuer la moitié d'une population) pour chaque dose de chaque produit dans les deux types de traitement, on a transformé les doses logarithmes décimaux et les valeurs de pourcentages de mortalité en Probits en se servant de la table de BLISS cité par CAVELIER (1976). Ceci nous permet d'obtenir des équations de droites de régression de type : $Y = ax + b$

Y : Probit de mortalité corrigée **X** : Logarithme décimal de la dose

a : La pente

b : Probit lorsque $x = 0$

III. Résultats et discussion

III.1. Résultats

Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats du screening phytochimique de l'Inule visqueuse, l'estimation du taux de mortalité provoqués par l'extrait d'*I. viscosa* sur les deux insectes *Ceratitis capitata* (adultes) et *Tribolium castaneum* (larves et adultes), et aussi le calcul de la dose létale DL₅₀

III.1.1. Résultat du screening phytochimiques de l'extrait d'*Inula viscosa*

les résultats de test du screening phytochimiques d'extrait de la plante choisie sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Résultats du screening phytochimique effectué sur *Inula viscosa*

| Substances recherchées | Résultats |
|------------------------|-----------|
| Flavonoïdes | + |
| Saponosides | + |
| Tanins | + |
| Coumarines | + |
| Quinones | - |

Les essais phytochimiques, effectuées sur l'extrait d'*I. viscosa*, ont révélé la présence de des flavonoïdes, saponosides, tanins, et coumarines. Les composés les plus abondants dans la plante sont surtout les flavonoïdes. Les testes de recherche des quinones ont été négatifs sur les échantillons (-) absence (+) présence

III.1.2. Résultats des effets de l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* sur *C. capitata* et *T. castaneum*

L'utilisation de l'extrait aqueux d'*I. viscosa* à différentes doses sur les deux insectes choisis montre des taux de mortalités différents pendant les 4 jours qui suivent le traitement. Les résultats sont présentés dans ce qui va suivre.

III.1.2.1. Effets sur les adultes de *C. capitata*

La figure 17 représente les taux de mortalité provoqué par le traitement à différentes doses de l'extrait aqueux de l'*I. viscosa* sur les adultes de *C. capitata*. Il est à remarquer qu'elle évolue selon les doses et le temps.

Après 96 h on note : 59% de mortalité pour la dose 12.5% ,70% pour la dose 25%, 74% pour la dose 50% et 92.59% pour la solution mère (100%). Le lot des témoins pulvérisé avec de l'eau distillé ne présente aucune mortalité.

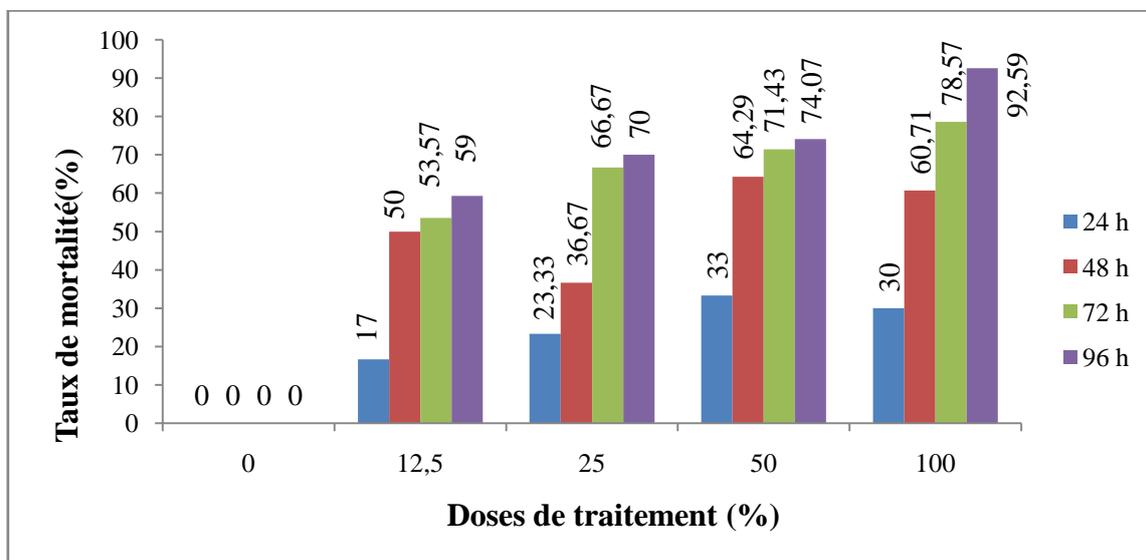


Figure 17 : Taux de mortalité moyen des adultes de *C. capitata* traités par l'extrait aqueux d'*I. viscosa*

Sur la figure 18 chaque abscisse du temps regroupe 5 doses différents, la mortalité est positivement proportionnelle au temps,

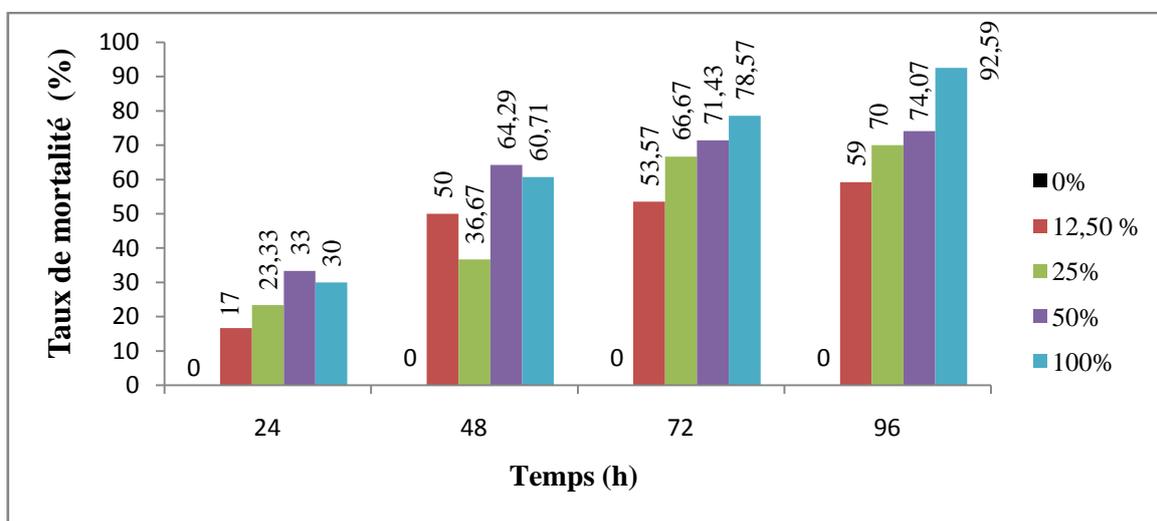


Figure 18 : Mortalité corrigée des individus *C. capitata* en fonction du temps sous l'effet d'extrait aqueux d'*I. viscosa*

III.1.2.2. Effets sur les adultes de *T. castaneum*

L'extrait d'inule visqueuse ne montre aucun effet sur les adultes de *T. castaneum* (fig .19)

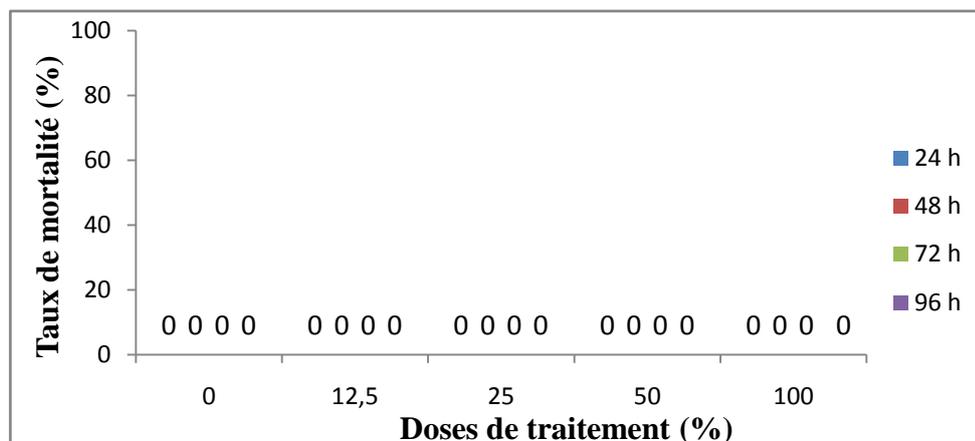


Figure 19 : Taux de mortalité moyen des adultes de *T. castaneum* traités par l'extrait aqueux d'*I.viscosa*

III.1.2.3. Effets sur les larves de *T. castaneum*

L'action de l'extrait d'*Inula viscosa*, sur les larves de *T. castaneum* s'exprime par un taux de mortalité observé après 24 h du traitement. Ce taux progresse au fur et à mesure que la dose augmente (fig.20) pour atteindre 13,33 % avec la D12.5%, 20% avec la dose D25%, et 23% avec la dose D50% et 36,7 % avec la dose SM. Après 96 h de traitement, le taux de mortalité atteint 82,76 % pour les doses SM, 48 % pour la dose D50%, et un taux qui de 43 % pour D25 % et 31,03% pour D12, 5%. On note qu'aucune mortalité n'est observée pour les témoins durant toute la période du traitement.

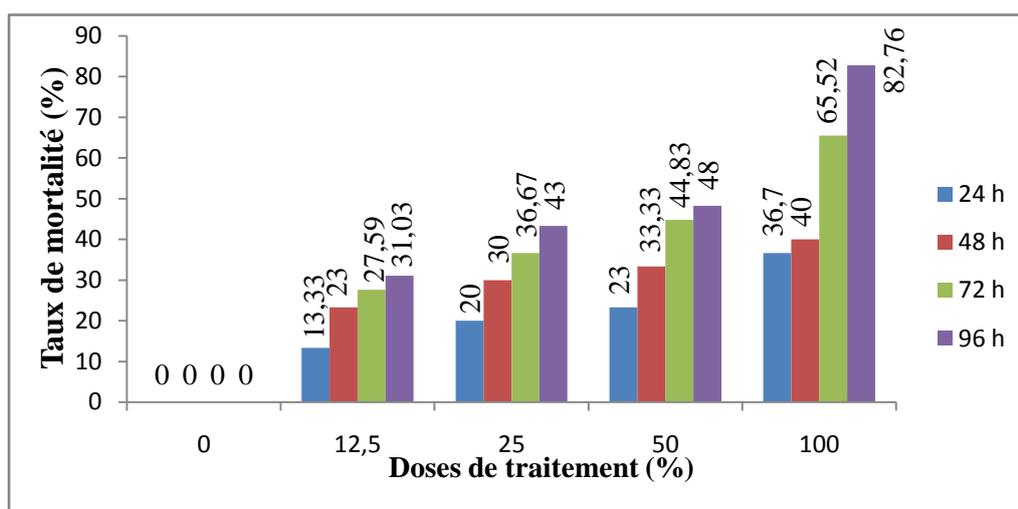


Figure 20 : Taux de mortalité moyen des larves de *T. castaneum* traités par l'extrait aqueux d'*Inula viscosa*

La figure (21) montre l'action du temps d'exposition en heures sur la mortalité corrigée des larves de *T. castaneum* sous l'effet de l'extrait d'*I. viscosa* à différentes doses

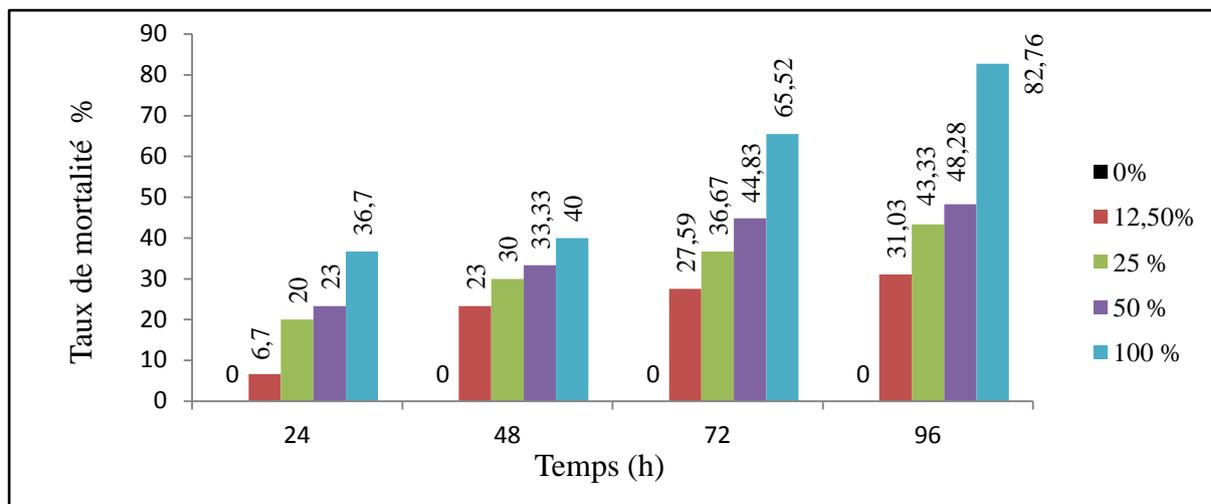


Figure 21 : Mortalité des individus *T. castaneum* en fonction du temps sous l'effet d'extrait aqueux d'*I. viscosa*

III.1.3. Calcul de la DL₅₀

Le calcul des DL₅₀ est fait, en utilisant la fonction suivante : $Y = aX + b$ (d'où y : probit et x : log doses), et pour un pourcentage de mortalité de 50 % $y = 5$ (dont probit de 50 = 5). Pour évaluer les DL₅₀ d'extraits testés sur les insectes, des droites de régression des probits en fonction des logarithmes des doses de traitement

l'équation de la fonction Probit utilisé sur Excel 2007 est :

$$5 + \text{LOI.NORMALE.STANDARD.INVERSE} \left(\frac{\text{MC}}{100} \right)$$

III.1.3.1. Calcul de la DL₅₀ de l'extrait aqueux d'*I. viscosa* sur les adultes de *C. capitata*

Les résultats de l'efficacité de traitement par l'extrait aqueux d'*I. viscosa* sur les adultes de *C. capitata* au troisième jour sont portés sur le tableau 2 et illustrés par la figures 22 selon laquelle, il ressorte que la DL₅₀ de traitement est égale 8.30 %.

Tableau 2 : Probits de mortalité des adultes *C. capitata* sous l'effet de l'extrait aqueux d'*I. viscosa* sur les adultes de après 72 d'exposition

| Dose (%) | Log (dose) | Mortalité corrigée (%) | Probit de mortalité |
|----------|------------|------------------------|---------------------|
| 12,5 | 1,10 | 53,57 | 5,09 |
| 25 | 1,40 | 66,67 | 5,43 |
| 50 | 1,70 | 71,43 | 5,57 |
| 100 | 2 | 78,57 | 5,79 |

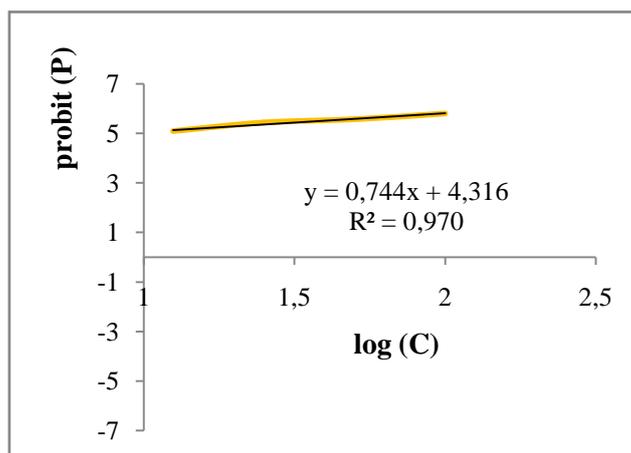


Figure 22 : probit de mortalité des adultes *C. capitata* sous l'effet de l'extrait *I. viscosa* après 72 h

III.1.3.2. Calcul de la DL₅₀ de l'extrait d'inule visqueuse sur les larves *T. castaneum*

Les résultats des calculs des DL₅₀ des extraits aqueux de l'*I. viscosa* sur les larves de *T. castaneum* sont regroupées dans le tableau 3 et illustrée par les figures 23. Les résultats de l'efficacité de traitement par l'extrait aqueux de l'Inule visqueuse de sur les larves de *T. castaneum* au quatrième jour, montrent que les DL₅₀ est égale : 32 ,22 %

Tableau 3 : Probites de mortalité des larves de *T. castaneum* sous l'effet de l'extrait aqueux d'*I. viscosa* après 96 h d'exposition

| Dose (%) | log (dose) | Mortalité corrigée (%) | Probit de mortalité |
|----------|------------|------------------------|---------------------|
| 12,5 | 1,10 | 27,59 | 4,40 |
| 25 | 1,40 | 36,67 | 4,66 |
| 50 | 1,70 | 44,83 | 4,87 |
| 100 | 2 | 65,52 | 5,40 |

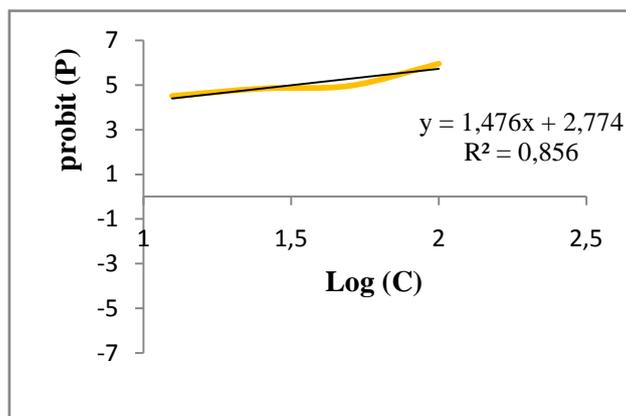


Figure 23 : Probit de mortalité des larves *T. castaneum* sous l'effet de l'extrait *I. viscosa* après 96 h d'exposition

III.2.Discussion

III.2.1.Discussion du screening phytochimique de l'extrait de la plante *Inule visqueuse*

Dans cette étude Le screening phytochimique à permis de mettre en évidence la présence de quelques métabolites secondaires au niveau des tissus végétaux de la plante testée. La détection de ces composés chimiques est basée sur des essais de solubilités des constituants, des réactions de précipitation, et des changements de couleur (KANOUN, 2011). Les feuilles de *I. viscosa* contiennent des flavonoïdes, coumarines et saponosides et tannins et ne contiennent pas des quinones . Ce qui rejoint les travaux de BOUMAZA (2011), et confirme dans son étude que l'aspect phytochimiques d'*Inule visqueuse* contiennent : des Alcaloïdes, saponosides, les flavonoïdes. Nous remarquons également l'absence des quinones et les anthocyanes. Selon (BENAYACHE, 2005), l'extrait d'*Inula viscosa* est riche en coumarines. Les flavonoïdes, sont des molécules largement répandues dans tout le règne végétal c'est ce qui est confirmé dans la présente étude, où leur présence est détectée dans l'extrait.

III.2.2.Discussion des résultats des effets insecticides, des extrais aqueux d'*Inula viscosa*.

L'utilisation d'extrait de la plante comme insecticide est connue depuis longtemps. En effet, le pyrèthre, la nicotine, la roténone ont déjà été utilisés comme agents de la lutte contre les insectes (CROSBY, 1966). La méthode d'extraction effectuée sur la poudre d'*Inule visqueuse*, à une température ambiante permet d'extraire le maximum de composés et de prévenir leur dénaturation ou modification probables. L'*Inule* est une plante douée de vertus pharmacologiques appréciables : antiseptique, antiémétique (ROULIER, 1990).

Les résultats obtenus permettent de mettre en évidence l'effet insecticide de *Inula viscosa* sur les deux espèces d'insectes. Cet effet est plus marqué aux fortes concentrations 100 % et 50% d'extrait. En effet, des travaux antérieurs stipulent que certains principes actifs de plantes peuvent être utilisés pour lutter contre les animaux ou les parasites (PHILOGENE, 1991 ; LECLERC, 1999 ; BENHAMOU, 2009), néanmoins, les variations enregistrées au niveau du taux de mortalité peuvent être dues aux fluctuations de teneurs des composés phytochimiques de la plante .En effet le choix de la méthode d'extraction et la sélectivité du traitement influe positivement sur le taux de mortalité (NENAAH, 2014) .Par conséquent, il est évident que la mortalité constatée au niveau des différents lots traités soit la répercussion de métabolites secondaires, de la plante utilisée .Selon HAFEZ, (2010) la nature de l'organe utilisé dans l'extraction de et les extraits agit sur le rendement et la composition chimique. De l'huile essentielle

Les travaux de **BENELLI et CANALE (2013)** montrent une toxicité de *C. capitata* par ingestion plus efficace des huiles essentielles de *Melaleuca alternifolia* dont la DL₅₀ est de (0.269 % w/w). Une concentration aussi faible a été enregistrée par rapport à nos résultats, chez **ZAPATA et al (2005)** qui ont estimés après un jour d'exposition une DL₅₀ = 0.9 % de l'effet toxique par ingestion de l'extrait aqueux de *Cestrum parqui* sur l'émergence des adultes de *C. capitata*.

Notre résultat coïncide avec celle de **VIJAYKUMAR et al (2015)** qui a confirmé la toxicité des adultes *T. castaneum* par les différentes variétés des épices, l'auteur montre que la mortalité en générale augmente proportionnellement avec le temps d'exposition. Selon **BOUNECHADA (2011)**, la toxicité des larves est plus rapide que celle des adultes suite à l'exposition de *T. castaneum* aux fruits de *Melia azedarach* et *Peganum harmala* et révèle un TL₅₀ des larves et des adultes varie respectivement entre 3,9 jours et 5,5 jours avec la poudre de *M. azedarach*, et 6,8 jours et 12,6 jours pour la poudre de *P. harmala*. Les huiles essentielles de *Achillea biebersteinii* possèdent une grande toxicité contre les adultes de *T. castaneum* 30,3 g/mg insect (**NENAAH, 2014**) ce qui prouve une forte toxicité des huiles essentielles par rapport aux extraits aqueux (dans notre cas une tolérance des adultes au extrait aqueux de l'Inule visqueuse)

Aucune donnée bibliographique concernant l'effet d'extraits aqueux de l'Inule sur des adultes des insectes étudiés n'est disponible. Cependant, les résultats actuels indiquent que la diminution de la mortalité peut être due à certains composés phytochimiques libérés sous l'effet des extractions aqueuses, induisant des perturbations physiologiques, provoquées probablement par inhalation ou par contact.

Conclusion

L'utilisation des insecticides de synthèse de plus en plus réglementé pour la protection de l'environnement, est à l'origine de nombreux cas de résistances chez les insectes. Le recours à des molécules naturelles (d'intérêt écologique et économique) ou propriétés insecticides ou insectifuges se révèle être une démarche alternative à l'emploi des insecticides de synthèse.

Le but de la présente étude était d'évaluer l'effet de l'extrait des feuilles d'*I. viscosa* sur l'aspect toxique des adultes de *Ceratitis capitata* et des larves et adultes de *Tribolium castaneum*. Le traitement a permis d'établir les doses létales DL_{50} .

L'extrait des feuilles montre une toxicité insecticide avec une relation dose réponse temps pour les adultes de *C. capitata* et les larves de *T. castaneum*. Nous avons enregistré un taux de mortalité de 92.5 % chez les adultes de *C. capitata*, ce qui a été moindre chez les larves de *T. castaneum*, dont le taux de mortalité allure la valeur 82.76 après le quatrième jour du traitement avec la solution mère. Nous avons pu estimer la DL_{50} qui était de 8.30 % pour la cératite et 32.22 pour le *Tribolium* rouge de la farine. Cependant une résistance des adultes de *T. castaneum* a été observée à toutes les doses.

Donc il est nécessaire d'orienter la recherche vers la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelle active, non polluants et s'utilisant dans une lutte biologique prend diverses formes, mais celle qui retient l'attention des chercheurs à leur actuelle est la lutte biologique par l'utilisation des la substance naturelles d'origines végétales.

Dans ce contexte nous envisageons les perspectives suivantes :

- Optimisation des méthodes d'extraction et d'identification pour mieux cibler les molécules bioactives dans divers plantes.
- La recherche d'une méthode expérimentale idéale pour l'étude des interactions antagonistes- ravageurs, ce qui augmente la chance d'acquérir une bonne formulation bio pesticide.
- Déterminer les corrélations à forte signification entre tel molécule bioactive et tel ravageur, En effectuant des essais nombreuses est précises.

Ces trois axes sont les facteurs de la fiabilité et l'efficacité des moyens de lutte biologique.

Références

1. **ABBOTT, W.S. (1925).** A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*; 18 : 265-267.
2. **ACHEUK, F. et DOUMANDJI-MITICHE B. (2013).** Insecticidal activity of alkaloïds extract of *Pergularia tomentosa* (Asclepiadaceae) against fifth instar larvae of *Locusta migratoria cinerascens* (Fabricius, 1781) (Orthoptera:Acrididae). *International Journal of Science and Advanced Technology*, 3 (6): 8-13.
3. **ALI AHMED-SADOODI, D. (2007).** Bioécologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratite capitata* Wiedemann ,1824 (Diptera:Tiphripetidae) dans quelques vergers de la kabylie .Thèse de Doctorat : Ecologie animale .Univiversité MOULOUD MAMMERI, TIZI OUZOU .197p.
4. **AL-KHALIL, S., AL-EISAWI, D., ET FISCHER.N. (1992).** Phytochemical analysis of JordanianInulaviscose. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 6, PP: 307-309.
5. **ALAOUI, T. (2014).** Sélection de quelques plantes médicinales du Zerhoun pour l'activité antibactérienne contre *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Applied Biosciences*, 78 : 6685- 6693.
6. **ANGELINI, D. R., KIKUCHI, M., JOCKUSCH, E .L. (2008).** Genetic patterning in the adult capitata antenna of the beetle *Tribolium castaneum*. *Developmental Biology* 327 (2009) : 240-251.
7. **ARANITI, F. (2017).** Allelopathic Potential of *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter Mediated by VOCs: A Physiological and Metabolomic Approach. *PLoS ONE* ,12(1) : 1-23
8. **ARITA L,H., ET KANESHIRO, K.Y. (1985).** The dynamics of the lek system and mating success in males of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied). *Proc. Hawaii. Entomol. Soc.* 25: 39-48.
9. **ARITA , L.H., ET KANESHIRO ,K.Y.(1989).** Sexual selection and lek behavior in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Pacific Science.* 43 (2):135-143.
10. **BALACHOWSKY , A., ET MENSIL , L.(1935).** Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Leurs mœurs, leur distribution. Insectes nuisibles aux arbres fruitiers, à la vigne, aux céréales et aux graminées de prairies. Imprimé sur les presses des établissements Busson. Paris: 242-253.
11. **BARBETTI, P., CHIAPPINI, I., FARDELLA,G., ET MENGHINI,A. (1985)** A new eudesmane acid from *Inula viscosa*, *Planta Medica* PP: 51- 471.

Références

12. **BAYTOP, T. (1984).** Therapy with Medicinal Plants in Turkey. Sanal Press, Istanbul. P: 167.
13. **BÉKRO, Y.A., M BÉKRO , J. A., BOUA, B.B., et al .(2007).** Étude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesalpinia benthamiana* (Baill.) Herend. et Zarucchi (Caesalpinaceae). Sciences & Nature Vol. 4 N°2 : 217 - 225
14. **BENAYACHE, S., BENAYACH, F., DENDOUGUI, H ET JAY, M. (1991).** Les flavonoides d'*Inula viscosa* L. Plantes médicinales et phytothérapie. Tome xxv, n°4, PP: 170-176.
15. **BENELLI, G., CANALE ,A et al .(2013).** Biototoxicity of *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae) essential oil against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae), and its parasitoid *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae). Industrial Crops and Products, 50 : 596-603
16. **BENHAMOU, N. (2009).** La résistance chez les plantes. Ed. Tec et Doc, Paris, 374p.
17. **BODENHEIMER, F.S. (1951).** Citrus entomology in the Middle East with special references to Egypt, Iran, Irak, Palestine, Syria, Turkey: 87-161.
18. **BONNETON, F. (2010).** Quand *Tribolium* complémente la génétique de la drosophile. Médecine /Sciences, 26 : 297-303.
19. **BOUHARB, H., EL BADAOUI, K., ZAIR. T., et al .(2014)** .Sélection de quelques plantes médicinales du Zerhoun pour l'activité antibactérienne contre *Pseudomonas aeruginosa*. Journal of Applied Biosciences 78:6685 – 6693
20. **BOUNECHADA, M. ARAB, R . (2011)** . Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera:Tenebrionidae) .agronomy, N°1:1-6
21. **BOUMAZA , D. (2011).** Séparation et caractérisation chimique de quelques biomolécules actives de deux plantes médicinales *Inula viscosa*, *Rosmarinus officinalis* de la région d'oran. Thèse de magistère : chimie organique . Oran : université d'Oran Es-SENIA. 62 p
22. **BOURMITA, Y. (2014).** Toxicité comparée des extraits de quelques plantes spontanées de la région de Béchar chez des termites de type Saharien. Thèse doctorat biochimie. Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 213p.
23. **BOUTALEB JOUTEI , A.(2010)** . synthèse des résultats de recherche sur l'utilisation de quelque biopesticides d'origine végétale sur les cultures d'importance économique au Maroc. Procédng du septième Congrès de l'association Marocaine de protection des plantes. Rabat ,Maroc. Vol 2. 377-389.

Références

24. **BRICENO R, D., RAMOS, D., AND EBERHARD ,W.G., (1996).** Courtship behavior of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in captivity. Florida. Entomol. 79: 130-143.
25. **BUYCKX E, J. (1994).** Unfecundated dates, host of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in the oases of Tozeur. Proceeding of IOBC/WPRS Int. Open Meet. Working group fruit flies of economic importance, Lisbon, Portugal. 14-16 Oct. 1993. IOBC/WPRS Bull. 17 (6): 25-37.
26. **CABONI, P ., NTALLI ,N. G. (2014).** Botanical Nematicides, Recent Findings .American Chemical Society : 146-157
27. **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. ResearchGate. T. XVII (2): 1-8
28. **CAMARA, A. (2009).** Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse-Guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales Thèse de doctorat : sciences de l'environnement. Montréal : Université du Québec à Montréal.154p.
29. **CAMPION, D.G. (1972).** Insect chemosterilants: a review Bull. Entomol. Res. 61: 577-635.
30. **CAMPBELL, J.F., HAGSTRUM, D.W. (2002).** Patch exploitation by *Tribolium castaneum*: movement patterns, distribution, and oviposition . Journal of Stored Products Research, 38 (2002): 55- 68.
31. **CAREY, J.R. (1984).** Host specific demographic studies of mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Journal of Economic Entomology*, **9**: 261-270.
32. **CAVELIER, A. (1976).** Cours phytopharmacie. Institut National Agronomique, 514p.
33. **CAYOL , J.P. (1996).** Box thorn, key early season host of the Mediterranean fruit fly. Int. J. Pest Management 42 (4): 325-329.
34. **CHEIKH, M., HOWELL, J.F., HARRAS E, J. ET BEN SALAH, H. (1975).** Suppression of the Mediterranean fruit fly in Tunisia with released sterile insects. *Journal of Economic Entomology*: 237-243.
35. **CHIARLO, B. (1988).**Sui costituenti dell *Inula viscosa* Ait.Bull. Chim. Farm. n° 107. pp 370-380.

Références

36. **CLIFFORD TREVOR, H., BOSTOCK, P. D. (2007).** Etymological Dictionnary of Grasses. New York: Springer –Verlagheidelberg .320 p.
37. **COUSSY, B. (2015).** Maitrisé les insectes ravageurs des semences de céréales durant le stockage : Fiche technique. France .Gnis (Groupement nationale interprofessionnel des semences et plants), NTC33 : 1-2.
38. **CROSBY, D.G. (1966).** Natural pest control agents. In Gould, R.F. (Ed.). Natural Pest Control Agents. Advances in Chemistry Series, 53, 1-16.
39. **CRUZ , J.F., TROUDE ,F., GRIFFON , D., HEBERT, J.P., (1988).** Conservation des grains en régions chaudes. Paris : Ministère de la Coopération et du Développement. 545 p.
40. **CRUZ, J.F., DIOP, A. (1989).** Génie agricole et développement: techniques d'entreposage. Rome: Food & Agriculture Organisation (FAO). 126 p.
41. **DAGNELEI , P. (1975).** Théories et méthodes statistique. Vol 2. Ed. Les presses Agronomiques de Gembloux A.S.B. ,463 p.
42. **DAJOZ, R. (2010).** Dictionnaire D'entomologie. Paris : Tec & Doc. 348 p.
43. **DAVIDSON G, (1974).** Genetic control of insect pests. Academic Press, London, N.Y.: 158 p.
44. **DELANOUE , P. (1957).** Les plantations de pêchers et de la mouche des fruits. Extrait de la Tunisie Agricole. Communication présentée à la société des agriculteurs de Tunisie: 13 p.
45. **DELASSUS , M., BRICHET, J., BALACHOWSKY, A. ET LEPIGNE, A . (1931)** Les ennemis des culture fruitières en Algérie et les moyens pratique de les combattre. Ed. Recher. Agro. Algérie. pp : 53-62.
46. **DELOBEL, A., TRAN, M. (1993).** Les coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes. Paris: IRD édition. 424 p.
47. **DELANOUE , P. ET SORIA , F., (1962).** Au sujet de l'avortement de l'évolution de *Ceratitits capitata* Wied dans certains agrumes de Tunisie. Annale de l'INRAT, 35: 73-96.
48. **DELRIO ,G. (1986).** Tephritid in citriculture. Symp. Accieale 1985. (Italie).
49. **DJAZOULI , Z.E., DOUMANDJI-MITICHE ,B. ET CHAICHI R.(2004).** Incidence des traitements phytosanitaires sur la dynamique des populations de *Ceratitits capitata* (Diptera: Trypetidae), *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Graciilaridae) et *Aleurotrexus floccosus* (Homoptera: Aleurodidae) dans un verger de clémentinier en Mtidja (Algérie). Quantification des résidus de l'huile blanche 76%, d'Ultracide 40 et du Dursban 4 au niveau du fruit.

Références

50. **DOHOU, N., YAMNI, K ET TAHROUCH, S. (2003).** Screening Phytochimique d'Une endémiqueibéro-Marocaine, Thymelaealythroïdes. Bull SocPhrm. Bordeaux; 142.PP:61-78.
51. **DREW, R.A., COURTICE, A.C. ET TEAKLE, D.S., (1983).** Bacteria as a natural source of food for adult fruit flies (Diptera: Tephritidae), Oecologica, **60** (4): 279-284.
52. **DYCK, V.A., HENDRICHS, J. ET ROBINSON, A.S. (2005).** Sterilizing insects with ionizing radiation. Sterile insect technique, principles and practice in area-wide integrated pest management:250-253, 431.
53. **ELAINI, R. (2003).** Contribution au développement des techniques de lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Weidmann (Diptera, Tephritidae) en verger d'agrumes et en poste-récolte. Thèse .Ing en Agronomie, I.A.V. HASSANI II. PP : 4-17.
54. **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 p.
55. **FERON, M. (1962).** L'instinct de reproduction chez la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. Comportement sexuel, comportement de ponte. Revue de Pathologie Végétale. Entomologie agricole. France, 4: 239-244.
56. **FILLIPI, J.B. (2003).** une architecture logicielle pour la multi-modélisation et la simulation à évènement discrets de systèmes naturels complexes. Thèse doctorat Uni. Corse PASQUALE PAOLI.162 P.
57. **FOURNIER, P. (1947).** Livre des plantes médicinales et veneneuses de France.Ed. LECHEVALIER. Tome 1 pp 176-178.
58. **FLEURAT-LESSARD, F. (2011).** Détermination des facteurs de transfert des résidus de pesticides des céréales traitées aux produits transformés par une approche expérimentale apriori [présentation], INRA, 11/06/2011 paris ,13p
59. **FLETCHER, B.S. (1989).** Temperature-development relationship of immature stages and adults of Tephritid fruit flies. In: Robinson A.S., Hooper G., (Ed). Fruit flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier, 3: 273-289.
60. **GAHBICHE, H. (1993).** Contribution à l'étude de la mouche méditerranéenne des fruits *ceratitis capitata* Wiedmann (Diptères, Tephritidae) dans deux biotopes du Nord de la Tunisie. Mémoire de fin d'étude du cycle de spécialisation de l'INAT: 5-107.

Références

61. **GAUTAM, S. G., OPIT, G. P., et al. (2014).** Comparative Egg Morphology and Chorionic Ultrastructure of Key Stored-Product Insect Pests. *Annals of the Entomological Society Of America*, 108(01). 44-56.
62. **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): 183-194
63. **GWINNER, J., HARNISCH, R., MÜCK, O. (1996).** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte. *Eschborn, Hesse : GTZ*. 388 p.
64. **HAFSE, M. (2010).** Valorisation de deux plantes médicinales et aromatiques du Nord du Maroc : Pistacialentiscus et Coriariamyrtifolia. Thèse de magister. 125p.
65. **HAGEN, K.S., ALLEN, W.W. ET TASSAN, R.L. (1981)** . Mediterranean fruit fly: The worst may be over and to come, *California agriculture*: 5-7.
66. **HAMIDI, A. (2013).** Etude phytochimique et activité biologique de la plante *limonia strumguyonianum*. Mémoire magister en chimie organique : Ouergla. physicochimie moléculaire : Université Kasdi Merbah, 86p.
67. **HARRIS, E.J. (1989)** : Laboratory studies on court ships and meeting in the Mediteranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (wied), Thèse. Uni. Manchester. 230p.
68. **HASNAOUI, A. (1974).** Méthode d'éclosion en milieu liquide et ses conséquences sur l'amélioration de l'élevage massif de *Ceratitis capitata* Wied (Diptera: Trypetidae). Mémoire de fin d'étude du cycle de spécialisation de l'INAT: 38 p.
69. **KANOUN, K. (2011).** Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaïne). Thèse de Magister en Biologie. Université aboubekrbelkaid -Tlemcen. Algérie. 110 p.
70. **JERRAY, A. A. (2003).** Principaux nuisibles des plantes cultivées et des dérivées stockées en Afrique du Nord, leur biologie, leurs ennemis naturels, leurs dégâts et leur contrôle. Edition climat Pub: 55-62.
71. **KARIM, F., QURAN, S. (1986).** Medicinal Plants of Jordan. *Jordan Natural History Museum, Irbid*. P: 65.
72. **KARIM, F., AL OKLAH, A., SULEIMAN, S., QURAN, S. (1990),** Poisonous Plants in Jordan. *Jordan Natural History Museum Irbid* P: 47.
73. **KARUMI, Y., ONYEYILI, P.A., OGUGBUJAJA, V.O. (2004).** Identification of active principles of *M. balsamina* (balsam Apple) leaf extract. *J Med Sci* ; 4(3) PP: 179-182.

Références

74. **KOGEL , K. H. (2005)**. The endophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield. *Proc Natl Acad Sci (PNAS)*, Vol. 102, n° 38 : 13386–13391.
75. **KOUAKOU , C.K. (2004)**. Diversité génétique des variétés traditionnelles de niébé (*Vigna unguiculata* (L.)Walp.) au Sénégal .DEA de Biologie végétale à l'Université cheikh Anta Diop de Dakar, 50p.
76. **LASTRA, C., LOPEZ, A., ET MOTIVA,V. (1993)**, Gastroprotection and prostaglandin E2 generation in rats by flavonoids of *Dittrichia viscosa*. *Planta Medica*, 59.PP:497-501.
77. **LAURO, L., ET ROLIH, C . (1990)**. Observations and research on an extract of *Inula viscosa* , *Bollettino Societa Italiana Biological Sperimentable*,66. PP: 829-834.
78. **LECLERC, J. C. (1999)**. Ecophysiologie végétale. Ed : université de Saint- Etienne, France, 277 p.
79. **LERANT, P. (2015)**. Les insectes : Histoires insolites. Versailles : Quae. 120p.
80. **LIIMATAINEN , J., HOIKKALA , A., SHELLY , T. (1997)**. Courtship behavior in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae): comparison of wild and mass-reared males. *Ann Entomol Soc Am* **90**: 836-843.
81. **LIQUIDO ,N., CUNNINGHAN , R.T., ET NACAGAWA ,S. (1990)**. Host plants of Mediterranean fruit-fly (Diptera, Tephritidae) on the island of Hawii. *J. Econ Entomol*, 83: 1863-1878.
82. **LOUSSERT, R. (1998)**. Les agrumes. Edition Scientifique Universitaire, 2: 90-92.
83. **MAGIS, N. (1954)** . Aperçu de l'histoire naturelle des complexes d'espèces du genre *tribolium* (M C Leay , 1825) (Coleoptera, Tenebrionidae). *Institut royale des science naturelle*.1-9p.
84. **MAMOCCI, E. (2011)**. Chemical Composition and *In Vitro* Activity of Plant Extracts from *Ferula communis* and *Dittrichia viscosa* against Postharvest Fungi. *Molecules*, 16 : 2609-2625
85. **MUNIZ, M., ANDERS, M. P., ET BURGOS R. (1986)**. Reproductive activity and aging in the mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wied. In: *Ecmopoulos P.A (Ed). Fruit flies proceeding of second international symposium 16-21 September 1986, Colymbari-Crete- Greece: 321-324.*
86. **NENAAH ,E .G .(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

Références

87. **OLIVERO –VERBEL, J., NERIO, L.S., STASHENKO, E.E. (2010).** Bioactivity against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus citriodora* essential oils grown in Colombia. Wiley Interscience, DOI 10.1002/ps.1927 :1-5.
88. **OUELD EL HADJ, M D., TANKARI DAN-BADJO, A., HALOUANE, F. (2003).** Etude comparative de la toxicité de trois substances acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Shistocera gregaria* forsk., 1775 (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae). *Courrier du savoir*, 3 : 81-86.
89. **OUKIL S., BUES R., TOUBON J.F., QUILICI S. (2002).** Allozyme polymorphism in populations of *Ceratitis capitata* from Algéria, the northwestern Mediterranean coast and Reunion Island. *Fruit* 57 : 183-191.
90. **ÖKSÜZ, S. (1976).** Taraxasterol acetate from *Inula viscosa*. *Planta medica* vol 29 pp 343-345.
91. **PALI WAL, R., GRANADOS, G., RENEE LA FITTE, H., VIOLIC, A.D. (2002).** Le Maïs en zones Tropicales : amélioration et production. Rome : F.A.O (Food and Agriculture organisation) .328 p.
92. **PAROLIN, P., ION SCOTTA, M., BRESCH, C. (2013):** Notes on the phenology of *Dittrichia viscosa*. *Journal of Mediterranean Ecology*.12: 27-35.
93. **PAROLIN, P., ION SCOTTA M., BRESCH, C. (2014).** Biology of *Dittrichia viscosa*, a Mediterranean ruderal plant: a review. *International of Experimental Botany*.83: 251-262
94. **PHILOGENE B.J.R. (1991).** L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes : problèmes et perspectives. *La lutte anti-acridienne*. Ed. AUPELF-UREF, John LibbeyEurotext, Paris, 269-278.
95. **PRALORAN G, (1971).** Les agrumes. *Techniques agricoles et production tropicale* Paris : Ed.maison neuve et Lanos. 556p.
96. **QASEM, J., AL-ABED, A., ABU-BLAN, M. (1995).** Antifungal activity of clammy inula (*Inula viscosa*) on *Helminthosporium sativum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. *Phytopathol. Mediterr*[en ligne], (34), 7–14. (Page consultée le 29/07/2017).https://www.jstor.org/stable/42685960?seq=1#page_scan_tab_contents
97. **QUEZEL, P., SANTA, S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales, Tome 2. Paris : CNRS.1170 p.
98. **ROBINSON, W. H. (2005).** *Urban Insects and Arachnids: A Handbook of Urban Entomology*. Cambridge: Cambridge University Press. 472 p.

Références

99. **ROBACKER , K. (2000)**. Volatiles from duck feces attractive to Mexican fruit fly. *Journal of chemical ecology*, 26 (8): 442-446.
100. **RÖESSLER ,Y. (1989)**. Insecticidal bait and cover sprays. *In* A.S. Robinson et G. Hooper (eds) fruit flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier.
101. **ROULIER, G. (1990)**. Traité pratique d'aromathérapie, propriétés et indications thérapeutiques des Essences de plantes. Ed. Dangles. Pp 64-65.
102. **SMITH , P.H. (1989)**. Behavioural partitioning of the day and circadian rhythmicity. *In* A.S. Robinson, G. Hooper (eds). Fruit flies, their biology, natural enemies and control Elsevier, **3**: 325-341.
103. **SORIA, F. (1962)**. Plantes hôtes secondaires de *Ceratitis capitata* Wied. En Tunisie. *Annale de l'INRAT*, 35: 51-72.
104. **SPROUL, A.N. (1983)** Fruit fly control in backyard orchards . Farmnote N° 120, West. Aust .Dep . Agric. 3p
105. **STROBE, G. (1996)**. Taxol from *Pestalotiopsis microspora*, an endophytic fungus of *Taxus wallachiana*, *Microbiology*, Vol 142 : 435-440.
106. **SUSPLUGAS, C., BALANSARD, G., ET JULIEN, J. (1980)**. Evidence of anthelmintic action of aerial part from *Inula viscosa* Ait. *Herba Hung*, 19. PP: 19-33.
107. **TARUVINGA, C., MEJIA, D., SANZ ALVAREZ, J. (2014)**. Systèmes Appropriés de Stockage des Semences et des Grains pour les Agriculteurs à Petite Échelle .F.A.O. E-ISBN 978-92-5-208335-1 : 1-47
108. **ULUBELEN, A., GOUN, S. (1986)**. Sesquiterpene acids from *Inula viscosa*. *Phytochemistry*. vol 26 n° 4 pp 1223-1224.
109. **VARMA, A., (1999)**. *Piriformospora indica*, a Cultivable Plant-Growth Promoting R Endophyte, *Applied and Environment Microbiology*. 65, n° 6 : 2741–2744.
110. **VIJAYKUMAR, O. M. ,SINGH ,G ., RAM, M .(2015)**. Evaluation Of Some Powdered Spices As Toxicant Against Red Flour Beetle, *Tribolium Castaneum* . *International Journal of Current Research*. 7(04) : 14353-14355
111. **WEEMS, H.V. (1981)**. Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wiedmann (Diptera: Tephritidae), plant industry, Florida: 12 p.
112. **WANG, W., BEN DANIEL ,B. H., COHEN,Y. (2004)**. Control of Plant Diseases by Extracts of *Inula viscosa*, *Phytopathology*, PP: 142-147.
113. **YANIV, Z., DAFNI, A., FRIEDMAN. JET PALVITCH.D .(1987)**, Plants used for treatments of diabetes in Israel. *Journal of ethnopharmacology*, 19.PP :145-151.

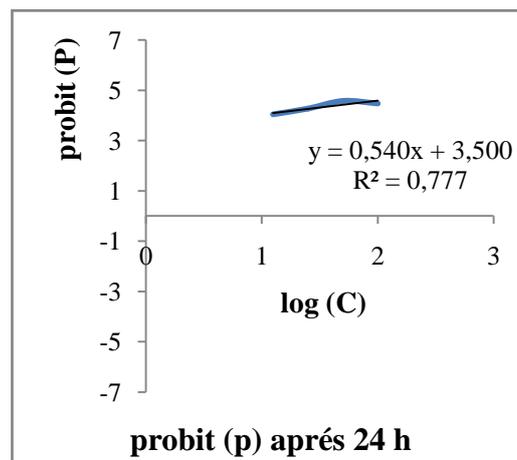
Références

114. **ZAPATA, N., BUDIA, F., VINULA, E., MEDINA, P. (2005).** Insecticidal Effects of Various Concentrations of Selected Extractions of *Cestrum parqui* on Adult and Immature *Ceratitis capitata*. Journal of Economic Entomology. 99(2):359-365.
115. **ZELLAGUI, A. (1998).** Etude phytochimique et génétique sur *Asphodelus microcarpus* de l'Est Algérien .Thèse de Magister. Université de Constantine 132p.
116. **ZUCOLOTO, F.S. (1993)** Acceptability of different Brazilian fruits to *Ceratitis capitata* (Diptera:Tephritidae) and fly performance on each species .Brazilian J.M Biol. Res . N° 26, : 291-298.
117. **ZUCOLOTO , S.F., MARIA, P.S., BRAVO , I. (2005).** Influence of protein on feeding behaviour of *Ceratitis capitata*: Comparaison between immature males and females. Neotropical Entomology 34 (4): 539-545.

1. Tableaux et graphes de calculs Probit de mortalité moyenne de *C. capitata* induite par l'extrait aqueux d'*I. viscosa*

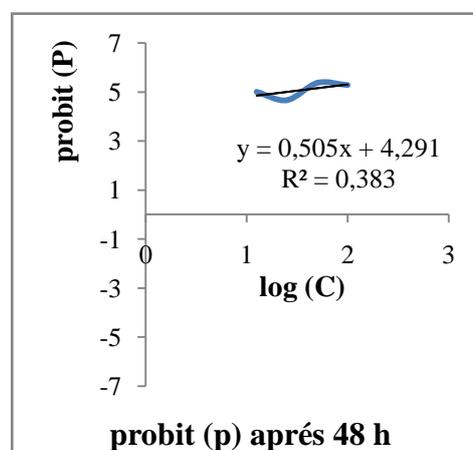
1.1. Après une exposition de 24 h

| C (%) | log (C) | M 2 (%) | MC (%) | Probit |
|-------|---------|---------|--------|--------|
| 12,5 | 1,10 | 16,7 | 16,67 | 4,03 |
| 25 | 1,40 | 23,33 | 23,33 | 4,27 |
| 50 | 1,70 | 33,33 | 33,33 | 4,57 |
| 100 | 2 | 30 | 30 | 4,48 |



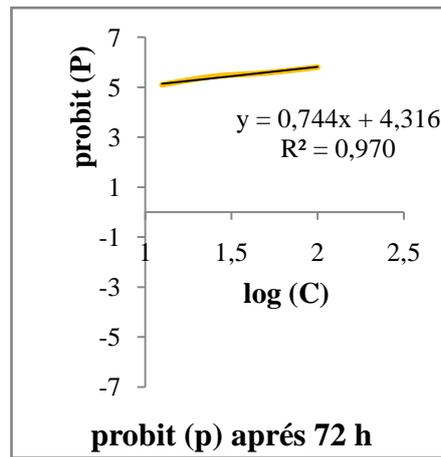
1.2. Après une exposition de 48 h

| C (%) | log (C) | M 2 (%) | MC (%) | Probit |
|-------|---------|---------|--------|--------|
| 12,5 | 1,10 | 53,33 | 50 | 5,00 |
| 25 | 1,40 | 36,67 | 36,67 | 4,66 |
| 50 | 1,70 | 66,67 | 64,29 | 5,37 |
| 100 | 2 | 63,33 | 60,71 | 5,27 |



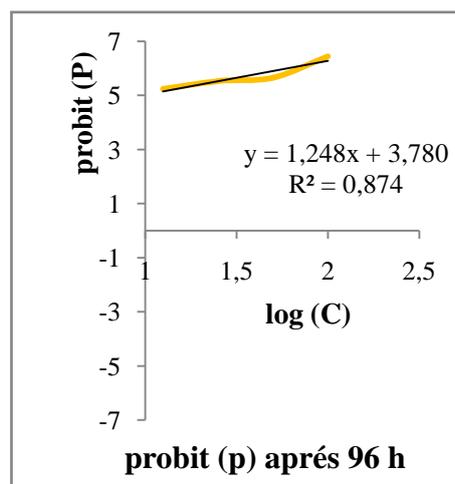
1.3. Après une exposition de 72 h

| C (%) | log (C) | M 2 (%) | MC (%) | Probit |
|-------|---------|---------|--------|--------|
| 12,5 | 1,10 | 56,67 | 53,57 | 5,09 |
| 25 | 1,40 | 66,67 | 66,67 | 5,43 |
| 50 | 1,70 | 73,33 | 71,43 | 5,57 |
| 100 | 2 | 80 | 78,57 | 5,79 |



1.4. Après une exposition de 96 h

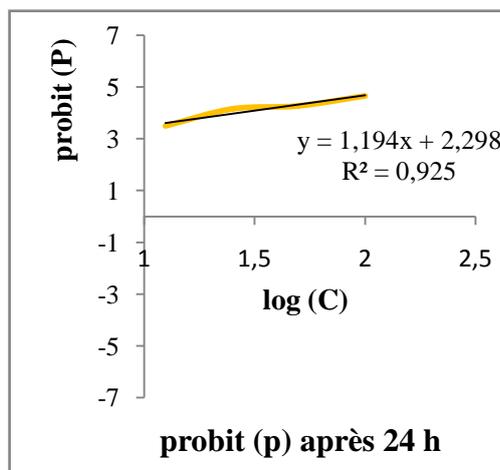
| C (%) | log (C) | M 2 (%) | MC (%) | Probit |
|-------|---------|---------|--------|--------|
| 12,5 | 1,10 | 63,33 | 59,26 | 5,23 |
| 25 | 1,40 | 70 | 70 | 5,52 |
| 50 | 1,70 | 76,67 | 74,07 | 5,65 |
| 100 | 2 | 93,33 | 92,59 | 6,45 |



2. Tableaux et graphes de calculs Probit de mortalité moyenne des larves de *T. castaneum* induite par l'extrait aqueux d'*I. viscosa*

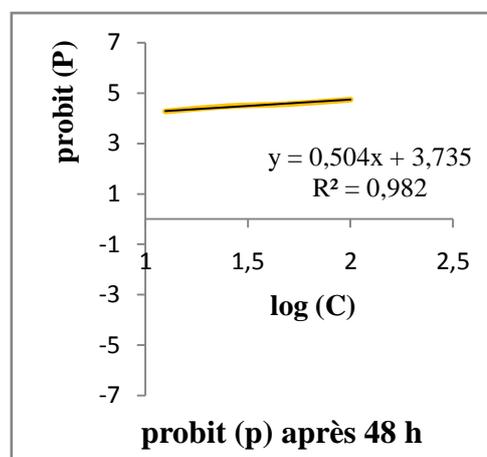
2.1. Après une exposition de 24 h

| C (%) | log (C) | M 2 (%) | MC (%) | Probit |
|-------|---------|---------|--------|--------|
| 12,5 | 1,10 | 6,67 | 6,67 | 3,50 |
| 25 | 1,40 | 20 | 20 | 4,16 |
| 50 | 1,70 | 23,33 | 23,33 | 4,27 |
| 100 | 2 | 36,67 | 36,67 | 4,66 |



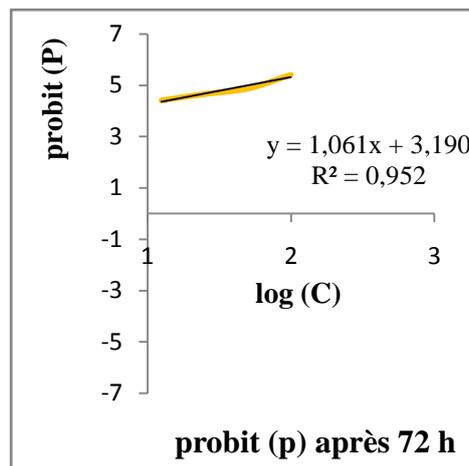
2.2. Après une exposition de 48 h

| C (%) | log (C) | M 2 (%) | MC (%) | Probit |
|-------|---------|---------|--------|--------|
| 12,5 | 1,10 | 23,33 | 23,33 | 4,27 |
| 25 | 1,40 | 30 | 30 | 4,48 |
| 50 | 1,70 | 33,33 | 33,33 | 4,57 |
| 100 | 2 | 40 | 40 | 4,75 |



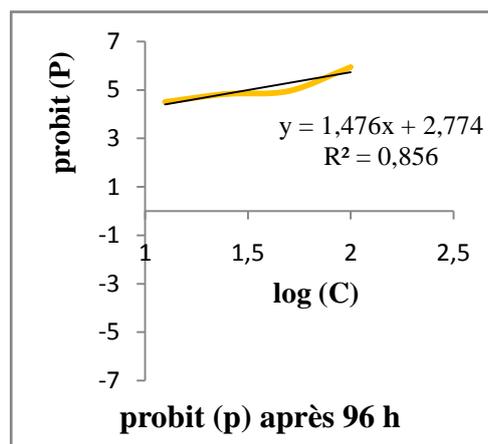
2.3. Après une exposition de 72 h

| C (%) | log (C) | M 2 (%) | MC (%) | Probit |
|-------|---------|---------|--------|--------|
| 12,5 | 1,10 | 30 | 27,59 | 4,40 |
| 25 | 1,40 | 36,67 | 36,67 | 4,66 |
| 50 | 1,70 | 46,67 | 44,83 | 4,87 |
| 100 | 2 | 66,67 | 65,52 | 5,40 |



2.4. Après une exposition de 96 h

| C (%) | log (C) | M 2 (%) | MC (%) | Probit |
|-------|---------|---------|--------|--------|
| 12,5 | 1,10 | 33,33 | 31,03 | 4,51 |
| 25 | 1,40 | 43,33 | 43 | 4,83 |
| 50 | 1,70 | 50 | 48 | 4,96 |
| 100 | 2 | 83,33 | 82,76 | 5,94 |



ملخص

خصصت هذه الدراسة لتقييم التأثير السمي للخلاصة الإماهية لنبات المقرمان *Inula Viscosa* والذي تنمو بكثرة في ولاية البويرة على نوعين من الحشرات الضارة ، ذبابة الفاكهة المتوسطة *C. Capitata* و خنفساء الدقيق الصدئية (الكستنائية) *T. castaneum*. حيث أثبتت نتائج التحري الفيتوكيميائي وجود مركبات : الفلافونويدات ، التانينات الكومارين ، السبونوزيدات و غياب الكينونون في خلاصة هذه النبتة. كما أن نتائج المعالجة السمية بخلاصة النبتة دلت على الحساسية الشديدة لذبابة الفاكهة وكانت قيمة الجرعة القاتلة في حدود 8,30 (%). أما بالنسبة لحشرة الدقيق الصدئية فقيمة الجرعة القاتلة كانت 32,22 (%) بالنسبة لليرقات في حين لوحظت مقاومة شديدة للحشرات البالغة

الكلمات المفتاحية : *Tribolium castaneum*, *Ceratitis capitata*, *Inula viscosa*, الجرعة القاتلة

Résumé

Cette étude a pour objectif d'évaluer la toxicité de l'extrait aqueux des feuilles d'une plante très répandue dans la wilaya de Bouira, *Inula viscosa* sur la mouche méditerranéenne des fruits de le *Tribolium* rouge la farine. Un screening phytochimique des feuilles de cette plante a permis de confirmer l'existence des flavonoïdes, des tanins, des coumarines des saponosides et l'absence des quinones. Les résultats de traitement des insectes par l'extrait aqueux ont montré une sensibilité plus élevée chez les adultes de *C. capitata* avec une dose létale (DL₅₀) de 8,30 (%) après 72 h d'exposition, par contre, pour une période d'exposition de 96 h cette sensibilité est moindre chez le *T. castaneum* soit une DL₅₀ de 32,22 (%) chez les larves, cependant les adultes ont montré une tolérance à cet extrait

Mots-clés : *Inula viscosa*, *Ceratitis capitata*, *Tribolium castaneum*, dose létale

Abstract

This study aims to evaluate the toxicity of the leaves *Inula viscosa* aqueous extract which is highly replicated in the wilaya of Bouira, against the Mediterranean fruit fly and the Red flour beetle. A phytochemical screening of the leaves of this plant has confirmed the existence of flavonoids, tannins, cumarins, saponosids, and absence of quinones. The results of insects treatment with aqueous extract showed a strong sensitivity on the *C. capitata* adults with a lethal dose (LD₅₀) near to 8.30 (%) after 72 h of exposure, this sensitivity was lower exposure time for *T. castaneum*, with an LD₅₀ near to 32.22 (%) on larvae, but adults showed remarkable tolerance to this aqueous extract after 96 h of exposure time

Keywords: *Inula viscosa*, *Ceratitis capitata*, *Tribolium castaneum*, lethal dose