

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ-BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGR/2018

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Domaine : SNV

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Protection des végétaux

Thème

Effets des extraits de l'Asphodèle sur *Tribolium castaneum*

Présentée par :

DJILALI Saliha et IHDENE Tinhinane

Devant le jury composé de :

Noms et prénoms	Grade	Etablissement	
Mme SAYAH Sihem	MAB	Univ. Bouira	Présidente
Mme MAHDI Khadidja	MCA	Univ. Bouira	Promotrice
Mr RAHIM Noureddine	MCB	ENSB. Constantine	Co-promoteur
Mme BOUBEKKA Nabila	MCB	Univ. Bouira	Examinatrice
Mr RAHMANI Farid	Ingénieur	CCLS Bouira	Invité

Soutenu le : ../07/2018

Année universitaire : 2017-2018

Remerciement

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

En premier lieu nous tenons à exprimer nos sincères remerciement à tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche .

Un immense remerciement à notre encadreur Mme MAHDI K., Maitre de conférences à la faculté SNVST de Bouira, pour avoir accepté de diriger et suivre ce travail.

Nos remerciements particuliers à Mme SAYAH S. maitre-assistant à la faculté SNVST de l'université de BOUIRA d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Il est très agréable de remercier également Mr RAHIM N., MCB à ENSB de Constantine. Sa contribution, ses orientations et sa disponibilité nous ont été très bénéfique. Il n'a pas cessé de nous encourager, puisse-il trouver ici, toute notre reconnaissance et gratitude de notre part.

Nous remercions aussi notre Examinatrice Mme BOUBEKKA N., Maitre-assistant à la faculté SNVST de l'université de Bouira, pour avoir accepté examiner ce travail et de l'enrichir par ses propositions.

Que Messieurs RAHMANI F. trouve l'expression de nos remerciements et toute nos reconnaissances pour son aide dans la partie échantillonnage de Tribolium.

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 Horia technicienne de laboratoire de protection des végétaux.

Liste des figures

Figure 1: Cycle de développement de <i>Tribolium castaneum</i> (Pranavi et al. 2016)	7
Figure 2: <i>Asphodelus microcarpus</i> (Originale 2018)	15
Figure 3 : Adultes de <i>T. castaneum</i>	17
Figure 4 : Larves de <i>T. castaneum</i>	17
Figure 5: La collecte de l'Asphodèle (Originale 2018)	19
Figure 6: Opération de Séchage la plante (Originale 2018)	19
Figure 7 : Hydrodistillateur, type Clevenger (Originale 2018)	20
Figure 8 : Protocole d'extraction aqueuse de la plante (A : Broyage ; B : Pesée ; C : Refroidissement sous agitation)	20
Figure 9: Évolution temporelle des populations résiduelles de <i>T. castaneum</i> sous l'effet des Traitements par contact et à base d'extrait aqueux des tubercules	25
Figure 10 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles adultes de <i>T. castaneum</i> sous l'effet des traitements par contact et à base de tubercule (a : doses, b : temps)	26
Figure 11 : Effet comparé des populations résiduelles de <i>T. castaneum</i> sous l'effet des différentes doses de traitement à base des tubercules de l'Asphodèle (a : après 24h, b : après 48h, c : après 72h, après 96h)	27
Figure 12 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d'adultes de <i>T. castaneum</i> sous l'effet des traitements par ingestion et à base de tubercule (a : doses, b : temps)	28
Figure 13: Évolution temporelle des populations résiduelles de <i>T. castaneum</i> sous l'effet des traitements par contact à base d'extrait aqueux des feuilles	28
Figure 14 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d'adultes de <i>T. castaneum</i> sous l'effet des traitements par contact à base de feuille (a : doses, b: temp)	29
Figure 15: Effet comparé des populations résiduelles de <i>T. castaneum</i> sous l'effet des différentes doses de traitement à base des tubercules (a : après 24h, b : après 48h, c : après 72h, après 96h)	30

Figure 16 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d'adultes de *T. castaneum* sous l'effet des traitements par ingestion à base de feuilles (a : doses, b : temps) 31

Figure 17 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d'adultes de *T. castaneum* selon la nature de l'extrait aqueux utilisé (Tubercules, Feuilles) 32

Figure 18: Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d'adultes de *T. castaneum* selon le mode action appliqué (contact, ingestion) 33

Figure 19 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles adultes de *T. castaneum* sous l'effet des traitements par contact à base de tubercule (a : doses, b : temps) 34

Figure 20 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* sous l'effet des traitements par ingestion à base de tubercule (a : doses, b : temps) 35

Figure 21 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* sous l'effet des traitements par contact à base des feuilles (a : doses, b : temps) 36

Figure 22: Effet compare de la variation temporelle des populations résiduelles larvaires de *T.castaneum* sous l'effet des traitements par contact à base des feuilles (a: doses, b: temps) 37

Figure 23: effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles larvaires de *T.castaneum* selon le type de traitement et le mode d'action (a: partie de la plante utilisée b: mode d'action) 38

Liste des tableaux

Tableau 1: Taxonomie de <i>A. microcarpus</i> d'après Ghaleb (1987)	14
Tableau 2: Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements sur les populations résiduelles de <i>T. castaneum</i> (traitement à base de tubercule; mode de traitement par contact	25
Tableau 3: Test anova one-way appliqué aux essais de traitement par contact et à base de tubercule	26
Tableau 4 : Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par ingestion sur les populations résiduelles des adultes de <i>T. castaneum</i> à base des extraits aqueux des tubercules.	27
Tableau 5: Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par ingestion sur les populations résiduelles des adultes de <i>T. castaneum</i> à base des extraits aqueux des feuilles	29
Tableau 6 : Test anova one-way appliqué aux essais de traitement par contact et à base de feuilles sur les populations adultes de <i>T. castaneum</i>	30
Tableau 7 : Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par ingestion sur les populations résiduelles des adultes de <i>T. castaneum</i> à base des extraits aqueux des Feuilles	31
Tableau 8: modèle GLM appliqué aux essais des traitements sur les populations résiduelles de <i>T. castaneum</i>	32
Tableau 9: : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d'adulte de <i>T. castaneum</i> selon le mode action appliqué (<i>contact, ingestion</i>)	33
Tableau 10 : : Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par ingestion sur les populations résiduelles larvaires de <i>T. castaneum</i> sous l'effet de traitements à base de tubercule	34
Tableau 11: Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par contact sur les populations résiduelles larvaires de <i>T. castaneum</i> (traitement à base des feuilles	35
Tableau 12: Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par ingestion sur les populations résiduelles larvaires de <i>T. castaneum</i> sous l'effet de traitements à base de tubercule	36
Tableau 13: Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par ingestion sur les populations résiduelles larvaires de <i>T. castaneum</i> sous l'effet de traitements à base de tubercule	35

Sommaire

Introduction

Chapitre I : Données bibliographiques

I.1. Généralité sur le blé	04
I.2. Origine et répartition de blé	04
I.3. Importance de blé	04
I.3.1. Importance alimentaire	04
I.3.2. Importance économique	04
I.4. Classification botanique	04
I.5. La flore et la faune nuisible au blé	05
I.5.1. Les plantes adventices	05
I.5.2. Les maladies fongiques	05
I.5.3. Les nématodes	05
I.5.4. Les oiseaux	05
I.6. Généralités sur le Tribolium castaneum	06
I.6.1. Classification	06
I.6.2. Cycle de développement	07
I.6.3. Dégâts	07
I.6.4. Origine et répartition	08
I.6.5. Moyen de lutte	08
I.7. Les Composition chimique des plantes	08
I.7.1. Les huiles essentielles	10
I.7.1.1. Définition	10
I.7.1.2. Répartition	11
I.7.1.3. Localisation	11
I.7.1.4. Rôle	11
I.7.1.5. Les propriétés physico-chimiques	11
I.7.1.5. Domaine d'utilisation	11
I.8. Données bibliographiques de la plante étudiée : L'Asphodèle	14
I.8.1. Taxonomie	14

I.8.2. Répartition géographique	14
I.8.3. Description botanique	14

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1. Matériaux d'études	17
II.1.1. Matériel animal : Le Tribolium rouge de la farine	14
II.1.2. Espèce végétale utilisé	18
II.1.2.1. Récolte	18
II.1.2.2. Séchage et conservation	18
II.2. Préparation et application des produits	19
II.3. Procédé d'extraction des huiles essentielles	19
II.4. Préparation d'extrait aqueux de plante	20
II.5. Etude in vitro du pouvoir insecticide des produits de plante (huiles essentielles extraits aqueux)	21
II.6. Analyses statistiques des résultats	22

Chapitre III: Resultats et interpritations

III.1. Résultats d'extraction des huiles essentielles	24
III.2. Etude de la toxicité des extraits aqueux de l'Asphodèle sur les populations adultes et larvaires de <i>T. castaneum</i>	24
III.3. Etude de l'efficacité des extraits à base de tubercules sur les populations adultes de l'insecte	24
III.4. Etude de l'efficacité des extraits des feuilles sur les populations adultes de <i>T. castaneum</i>	28
III.5. Étude comparée de l'efficacité des extraits aqueux à base de tubercules et de feuilles sur les populations résiduelle de <i>T. castaneum</i>	31

III.6. Etude de l'efficacité des extraits à base de tubercules sur les populations larvaires de <i>T. castaneum</i>	33
III.7. Etude de l'efficacité des extraits à base de Feuilles sur les populations larvaires de <i>T. castaneum</i>	35
III.8. Étude comparée de l'efficacité des extraits aqueux à base des tubercules et des feuilles sur les populations larvaires de <i>T. castaneum</i>	37

Chapitre IV : Discussion générale

Conclusion générale

Références bibliographiques

Introduction

INTRODUCTION

Les grains de céréales constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'homme et des animaux domestiques (AOUES ,2017), elles fournissent actuellement une alimentation régulière et abondante aussi bien pour l'homme que pour le bétail (BOUALLEGUE, 2017). En Algérie la céréaliculture constitue la principale activité, notamment dans les zones arides et semi-arides. Les terres annuellement emblavées représentent 3,6 millions d'hectares (OUANZAR, 2012).

La culture des céréales en Algérie est le plus souvent confrontée à différentes difficultés qui limitent la production (HADDADI, 2005) Le développement des insectes et la prolifération de moisissures sur le blé stocké engendre des altérations de la qualité du grain et ainsi que la production des mycotoxines nocives à la santé des consommateurs (PITT *et al.* ,1997). Les pertes due ces derniers, correspondent à 35% de la production agricole ; si l'on y ajoute les pertes après récolte, on estime à 45% les pertes dues à ces ravageurs et micro-organismes (VINCENT *et CODERRE*, 2002).

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 cible telles que la faune auxiliaire et l'apparition d'insectes résistants. Ces dangers ont conduit l'OMS à interdire l'usage de certains insecticides chimiques, d'autres vont être prohibés dans un futur proche (CISSOKHO *et al.*, 2015)

Face à cette situation, l'usage de molécules biologiques est prometteur dans la lutte contre les déprédateurs (CISSOKHO *et al.*, 2015). Il est donc nécessaire de poursuivre la recherche de molécules nouvelles en prenant en compte 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. La lutte biologique prend diverses formes, mais celle qui retient l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles d'origines végétales.

Dans le cadre de la recherche sur les procédés de lutte biologique basés sur l'utilisation de nouvelles molécules naturelles de plantes contre certains déprédateurs des céréales de stocks, nous

nous sommes intéressés à l'étude in vitro de l'effet insecticide de la plante Asphodèle sur les populations larvaires et adultes de l'insecte *Tribolium castaneum*.

La présente étude s'articule en trois chapitres, le premier est consacré à la présentation d'une synthèse de données sur l'insecte et la plante hôte. Le second chapitre est axé sur la description de la partie expérimentale qui est la partie matérielle et méthodes utilisés. Le troisième volet porte sur l'ensemble des résultats obtenus et leurs interprétations après une discussion. En fin une conclusion qui renferme des perspectives.

Chapitre I

I. Généralité sur le blé

Le blé est l'une des principales céréales cultivées dans le monde. Le blé est au centre de l'alimentation humaine en tant qu'ingrédient principal pour la fabrication du pain, de la semoule, des biscuits et des pâtes. Sa bonne tolérance au froid est un de ses atouts : elle lui permet d'être cultivé aussi bien en zone tempérée que dans des régions au climat plus rigoureux (CHARLES, 2010).

I.2. Origine et répartition de blé

Le blé est une monocotylédone de la famille des poaceae appartenant au genre *Triticum* cette plante annuelle produit un fruit sec indéhiscence. Le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) sont les deux espèces les plus cultivées dans le monde (CLEMENT, 2010).

Les blés cultivés sont apparus il y a une dizaine de milliers d'années en Mésopotamie, au moment de la révolution néolithique. Cette espèce est originaire du sud-est de la Turquie. Entra l'Europe par l'Anatolie puis la Grèce il y a 8000 ans. Il atteint le Royaume-Uni et la Scandinavie il y a 5000 ans, pour atteindre la Chine il y a 3000 ans ; et en Afrique par l'Égypte (JULIE, 2012).

I.3. Importance de blé

I.3.1. Importance alimentaire

Les blés constituent la première ressource alimentaire de l'humanité, et la principale source de protéines (NEDJAH, 2014).

I.3.2. Importance économique :

Le blé occupe une place centrale dans l'économie Algérienne. En 2012 atteint une production de 51,2 MQ contre une production mondiale de 690 MT. Sur une superficie de 3 Mha réservée à la céréaliculture (NEDJAH, 2014).

I.4. Classification botanique :

Le blé est une monocotylédone, appartenant au genre *Triticum*, tribu des *Triticeae*, famille des *poaceae*.

D'après LESAGE(2011), trois groupes de *Triticum* sont connus, répartis selon le nombre de leurs chromosomes :

- Le groupe diploïde comprend *triticum monococcum* et *T. spontaneum*.
- Le groupe tétraploïde comprend *T.dicoccoides* (amidonnier sauvage), *T.dicoccum* (amidonnier) ; *T. turgidum* et *T durum* (blé dur).
- Le groupe hexaploïde, représenté par *T. aestivum* et *T. spelta* (épeautre).

I.5.La flore et la faune nuisibles au blé

I. 5.1. Les plantes adventices :

Les plantes adventices provoquent des pertes atteindre de 20% de rendement des céréales (FRITAS,2012) . Parmi les mauvaises herbes les plus fréquentes en Algérie (Belaid, 1990) on cite les:

- La folle avoine : provoque une concurrence a tous les stades de développement avec la culture
- La moutarde des champs

I .5.2. Les maladies fongiques :

De nombreuses maladies fongiques tel que l'oïdium, le charbon, les rouilles, la fusariose, peuvent attaquer des différents organes du blé, à différents stades de son développement. Ces attaques peuvent occasionner des pertes importantes lorsque les variétés utilisées sont sensibles et que les conditions de l'environnement sont favorables à l'expansion des maladies (BOUTIGNY,2007).

I .5.3. Les nématodes :

D'après HADDADI (2015), les nématodes parasites des plantes sont d'une importance économique mondiale. Ces ravageurs représentent l'un des problèmes phytosanitaires les plus difficiles à lutter. 10 % de la production agricole mondiale est perdue à cause de ces dégâts (WHITEHEAD, 1998). Les principaux nématodes parasites sont les nématodes à kyste, à galles et les nématodes des inflorescences.

I .5.4. Les oiseaux :

Les oiseaux sont attirés par les céréales depuis le stade laiteux jusqu'à la maturité. Ils détachent le grain de l'épillet, laissant l'épi endommagé et les glumes et glumelles éparpillées sur le sol. L'oiseau le plus fréquemment nuisible aux semis des céréales c'est le corbeau freux. Il arrache la jeune plantule et consomme ce qui reste de la semence (AZOUI,2015).

I.5.5. Les insectes :

D'après **BOUALLEGUE(2017)**, de nombreuses espèces d'insectes sont des déprédateurs des céréales et s'attaquent aux divers stades de croissance de la plante. Ils représentent une contrainte majeure suite aux dégâts qu'ils occasionnent. Les principales espèces d'insectes ravageurs sont d'ordre des :

- Diptères tel que les mineuses
- Coléoptères tel que le charançon et le tribolium.
- Lépidoptères tel que la pyrale de la farine
- Orthoptères tel que le criquet pèlerin
- Hémiptères tel que les pucerons et la punaise des verte des céréales.

Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés à un insecte coléoptère qui cause actuellement des dégâts considérables au niveau des sillons de stockage des céréales, il s'agit de l'espèce *Tribolium castaneum*.

I .5.5.1. Généralités sur *le Tribolium castaneum* :

C'est un insecte appartenant à la famille des *Ténébrionidae*. L'adulte mesure de 3 à 4mm, de couleur uniformément brun rougeâtre. Est étroit, allongé, à bord parallèles à pronotum presque aussi large que les élytres et non rebordé antérieurement. Les 3 derniers articles des antennes sont nettement plus gros que les suivants (**CAMARA, 2009**).

I .5.5.2. Classification :

D'après **CHENNI(2016)** la classification de *T.castaneum* est comme suit :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

Famille : Tenebrionidae

Genre : *Tribolium*

Espèce : *Tribolium castaneum*

I.5.5.3. Cycle de développement :

D'après la figure n1 ,la longévité de l'insecte est de 2 à 8 mois selon les conditions abiotiques. La femelle dépose ses œufs en vrac sur les graines (**KASSEMI, 2014**). Les larves sont mobiles et se nourrissent, d'une teinte blanche avec du jaune et passent par 5 à 11 mues. A la fin du dernier stade larvaire, les larves s'immobilisent, cessent de se nourrir et se transforment en nymphes blanchâtres et immobiles (**GUEYE et al.,2015**). L'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation.

C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 c° et 33c°, et résiste très bien aux basses hygrométries. La durée du cycle dure environ un mois (**KASSEMI,2014**) .

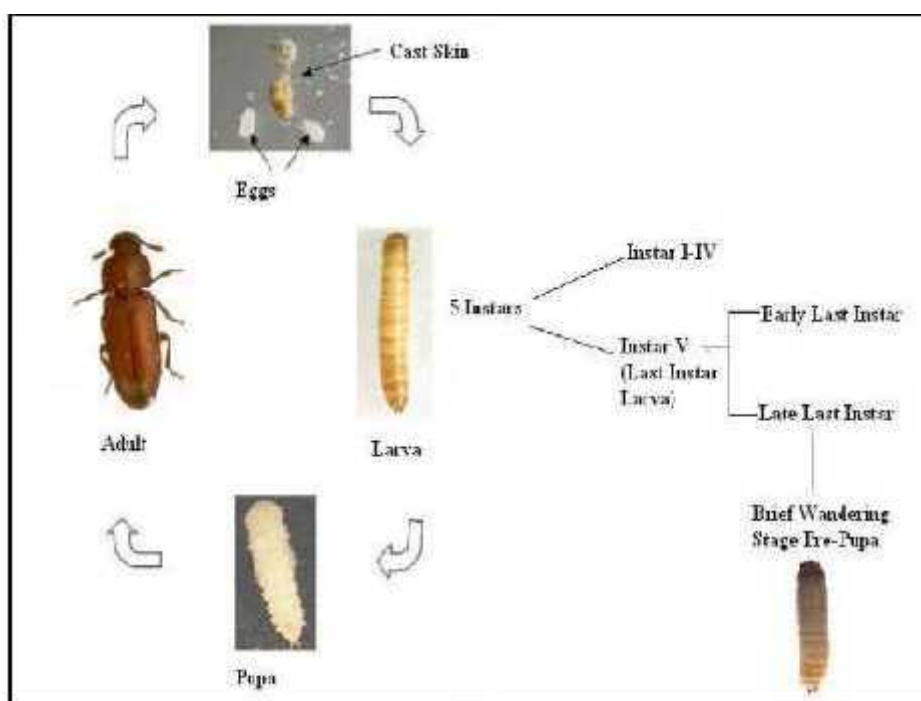


Figure 1 : Cycle de développement de *Tribolium castaneum* (**PRANAVI al., 2016**).

I.5.5.3.Dégâts :

Le *T. castaneum* un insecte cosmopolite, qui affectionne les farines dans lesquelles il creuse des galeries il leur communique une teinte brunâtre et une odeur âcre et rend la panification difficile (**CAMARA, 2009**). Souvent, l'infestation par les triboliums favorise le développement de moisissures, qui contribuent à réduire considérablement la qualité et la valeur du grain.

I.5.5.4.Origine et répartition :

Le *Tribolium* est aujourd'hui tellement cosmopolite et commensal de l'homme que son origine est incertaine. Il proviendrait de régions d'Asie méridionale au climat chaud et sec (BONNETON, 2010).

I.5.5.5. Moyens de lutte :

A l'heure actuelle la lutte chimique est prédominante contre le *Tribolium castaneum* par l'utilisation de la fumigation :

C'est le plus utilisé à cause de son grand potentiel sur la gestion des insectes ravageurs des grains stockés dans la majorité des pays. Son efficacité dépend de facteur de température, débit de dose, la période d'exposition et sorption de gaz (MUHAMMAD *et al.*,2013).

I.5.5.6.La lutte biologique :

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

I.5.5.7.La lutte génétique :

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

1. Les Composition chimique des plantes :

Selon SARNIMANCHADO et CHEYNIER(2006), les plantes contiennent des métabolites primaires qui sont principales pour le développement et la croissance de la plante. Ainsi que des métabolites secondaires qui peuvent être considérées comme des substances indirectement essentielles à la vie des plantes. Les métabolites secondaires participent à l'adaptation de la plante avec l'environnement, ainsi à la tolérance contre les chocs. Ces molécules présentent un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal, elle est issue de plantes fraîches ou séchées. Les parties utilisées sont les racines, écorces, sommités fleuries, feuilles, fleurs, fruits, ou encore les graines (Benghanou 2012).

I. 1. Différents groupes des principes actifs :

I.1.1. Les polyphénols :

Les polyphénols sont des composés importants ils jouent un rôle essentiel pour la survie des végétaux en milieu terrestre. Les composants phénoliques présentant une grande diversité de structures. Ils sont caractérisés par la présence d'un noyau benzénique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles, qui peuvent être méthyles, acylés ou glycolyses on distingue classiquement des composés non flavonoïdes et des composés flavonoïdes (SINGLETON et ESAU, 1969).

I.1.1.1. Les acides phénoliques :

Les acides phénoliques sont des composés qui ont des propriétés antioxydantes pouvant contribuer à prévenir l'apparition de plusieurs maladies (cancers, maladies cardiovasculaires et maladies liées au vieillissement) en neutralisant les radicaux libres de l'organisme (ANDARY 1986). Les acides phénoliques protègent également les plantes des rayons UV. Ainsi le sinapoylmalate, ester d'acide sinapique avec l'acide malique, a été démontré être impliqué dans la protection contre les effets délétères du rayonnement UV-B dans les feuilles d'arabidopsis (LANDRY *et al.*, 1995, BOOIJ- JAMES *et al.*, 2000).

I.1.1.2. Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes, comprenant au moins 6000 molécules, sont des composés phénoliques présents chez toutes les plantes vasculaires et la plupart des Bryophytes. Ils sont formés d'un squelette de base à 15 atomes de carbones organisés dans une structure générale de type (C6-C3-C6). Leur accumulation confère des avantages écologiques et physiologiques majeurs (KOES *et al.*, 1994 ; HARBORNE et WILLIAMS, 2000 ; WINKEL-SHIRLEY, 2002 ; DIXON *et al.*, 2005).

1.1.1.3. Les tannins :

D'après BATE-SMITH(1954), les tannins sont des composés phénoliques solubles dans l'eau résultant de la polymérisation de molécules élémentaires possédant des fonctions phénols telles que la catéchine et l'épicatéchine. Ils sont caractérisés par leur capacité à interagir avec étude bibliographique 26 les protéines. On distingue plusieurs familles qui diffèrent par la nature des molécules élémentaires.

I.1.1.4.Lignines :

La lignine est présente principalement dans les plantes vasculaires et dans quelques algues. C'est une association de trois monolignols de caractères hydrophobe (**SARNI-MANCHADO et CHEYNIER, 2006**).

I.1.1.5.Alcaloïde :

D'après la définition de Pelletier, les alcaloïdes sont "des composés organiques cycliques comportant un ou des atomes d'azotes de degré d'oxydation négatif, et ayant une distribution limitée parmi les êtres vivants". Au début, ces substances naturelles ont surtout été isolées à partir de végétaux, mais sont de nos jours isolées de la plupart des organismes vivants, des champignons jusqu'aux mammifères (**HESSE ,2002**). Les alcaloïdes naturels peuvent être répertoriés selon plusieurs méthodes. La première d'entre elles est la classification selon le précurseur biologique (**DEWICK ,2001**)

I.1.1.6.Terpènes et stéroïde :

Les terpènes constituent une grande famille de composés phénologiques, c'est-à-dire d'homologues à enchaînement isoprénique (**DONALD et GEARGE ,1968**). Ces substances organiques font parti des métabolites secondaires, les plus répandus dans la nature (**BOUVIER et al., 2005**). Plusieurs sont isolés à partir des fleurs, des tiges, des racines et différentes parties Des plantes (**SCHULZ et al., 2003**).

I.1.1.7– Saponosides :

Le saponoside (ou saponine) est un hétéroside généralement d'origine végétale formé d'une génine de type triterpène. Les saponosides sont un vaste groupe de glycosides, largement distribués chez les plantes supérieures, leurs propriétés tensio-actives les distinguent des autres glycosides (**TYLER et al., 1981**).

I.1.2.Les huiles essentielles :

I.1.2.1.Définition :

Selon **ROULIER(1990)** c'est un extrait pur et naturel provenant de plantes aromatiques. Elle concentre l'essence de la plante, autrement dit son parfum. Est une substance odorante, volatiles de consistance huileuse, très concentrées (**Lardry et Haberkorn, 2007**). Pour obtenir quelques millilitres d'huiles essentielles il faut une grande quantité (**NOGARET-EHRHRT, 2008**).

2.2.Répartition :

Les huiles essentielles n'existent que chez les végétaux supérieurs, connues sous le nom plantes aromatiques, répartition dans un nombre limité de familles, ex : Myrtacées, Lauracées, Rutacées, Astéracées, Cupressacées, Pipéracée, etc., (**BRUNETON,1999**).

I.1.2.3.Localisation :

Les huiles essentielles se trouvent dans tous les organes végétaux en particulier les sommités fleuries (Lavande, Menthe) dans les écorces (Cannelier), les racines (Vétiver), les fruits (Badiane, Fenouil), le bois(Camphrier) les feuilles (Citronnelle, Eucalyptus) (**BELAICHE, 1979 ; PRIS et HURABIELL, 1981 ; BRUNETON, 1999 ; GHUESTEM et al., 2001**).

D'après **GARNEAU (2004)** la plupart des huiles essentielles se retrouvent dans les structures glandulaires et les cellules sécrétrices.

1.1.2.3.Rôle :

Les plantes produisent les huiles essentielles en tant que métabolites secondaires (**RAI et al.,2003**), tandis leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante est inconnu. Certains auteurs pensent que les huiles essentielles pourraient avoir un rôle attractif pour les insectes pollinisateurs et favoriseraient ainsi la pollinisation (**BRUNETON, 1999 et GUIGNARD, 2000**). D'autres auteurs pensent que les huiles essentielles jouent un rôle hormonal, régulateur et catalyseur dans les métabolismes végétal et aider la plante à s'adapter à son environnement.

I.1.2.4.Les propriétés physico-chimiques :

Les huiles essentielles sont liquides à température ambiante et volatiles, ce qui les différencie des huiles dites fixes, qui sont peu solubles dans l'eau, mais par contre sont soluble dans les alcools (**AFSSAPS, 2008**).

Les huiles essentielles sont altérables et sensibles à l'oxydation (**DURAFFOURD et al., 1990 ; SALLE et PELLETIER, 1991**). Par conséquent, leur conservation nécessite de l'obscurité et de l'humidité. De ce fait, l'utilisation de flacons en verre opaque est conseillée. (**COUIC-MARINIER et LOBSTEIN, 2013**).

I.1.2.5.Domaine d'utilisation :

Selon **GRYSOLE(2004)** les plantes aromatiques donnent les huiles essentielles, essences destinées à l'utilisation industrielle. Ces H.E ne sont pas forcément des produits finaux dans la mesure où, une fois produites, elles peuvent servir d'intrants à la fabrication de plusieurs produits : elles sont destinées en effet à quatre grands secteurs industriels :

- **Secteur parfumerie/ cosmétique :**

L'utilisation des huiles essentielles comme base dans la fabrication de parfums constitue une pratique courante depuis des siècles dans la plupart des civilisations. L'Europe et les Etats-Unis ont développé des industries importantes qui démarquent par leur haut niveau d'exportation dans ce domaine.

- **Secteur parfumerie technique :**

La parfumerie technique (qui comprend les produits d'entretien ménager domestiques ou industriels) a également recours aux huiles essentielles pour l'image de propreté à laquelle elles sont associées, mais aussi parfois pour leurs propriétés antiseptiques. Dans ce secteur, l'industrie consomme de grandes quantités d'huiles, au meilleur prix possible.

- **Secteur alimentation :**

L'industrie alimentaire utilise les huiles essentielles pour rehausser le goût des aliments, pour parfumer et colorer. Le secteur des boissons gazeuses s'avère un gros consommateur d'huiles. Dans ce secteur, les volumes d'huiles essentielles peuvent être très importants.

- **Secteur médecine :**

Dans le domaine de la santé, il faut distinguer le secteur pharmaceutique de celui des médecines douces. Dans ce deuxième secteur, les vertus thérapeutiques des huiles sont reconnues et utilisées depuis des siècles dans beaucoup de pays. En effet, ce marché a donné naissance à une industrie des produits naturels comme les produits homéopathiques, les produits naturels avec effets thérapeutiques ont attiré l'attention des divers groupes pharmaceutiques.

I.1.2.5. Activités insecticides :

D'après **REGNAULT-ROGER et HAMRAOUI (1997)** il apparaît que les plantes aromatiques recelant un véritable arsenal moléculaire de substances insecticides ou insectifuges capables d'induire une protection végétale. En effet, elles diminuent les populations d'insectes phytophages par une double action : par une toxicité inhalatrice exercée sur les adultes ainsi qu'une inhibition de la reproduction. A côté de l'activité des composés allelochimiques volatiles, un effet antinutritionnel à caractère larvicide est produit par les huiles essentielles. L'utilisation des molécules allelochimiques des plantes aromatiques dans des formulations aptes à contrôler les insectes et qui pourrait constituer une approche alternative complémentaire aux traitements insecticides classiques.

I.1.2.6. Les méthodes d'extraction :

Quantité d'huile essentielle contenue dans les plantes est toujours faible, parfois très faible. Il existe différents procédés d'extraction, mais le choix de la méthode utilisée définit obligatoirement la nature de l'essence ainsi que son éventuelle utilisation.

A. Extraction par expression à froid :

D'après **BENJILALI (2004)** il s'agit du procédé d'extraction le plus simple et le plus limité. C'est une méthode artisanale qui est totalement abandonnée. Cette technique consiste à briser mécaniquement les poches oléifères de zestes frais d'agrumes pour libérer leur contenu aromatique.

B. Extraction par distillation et entraînement à la vapeur d'eau :

Il s'agit de l'un des procédés d'extraction ou de séparation de certaines substances organiques les plus anciens, apporté par les Arabes au IX^e siècle. Cette opération s'accomplit dans un distillateur ou « alambic »

C. Hydrodistillation ou distillation à l'eau :

Le matériel végétal est en contact direct avec l'eau. L'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité. (**WICHTEL et ANTON, 1999**).

D. L'enfleurage :

L'enfleurage est une technique qui date de l'Antiquité égyptienne. Elle consiste à déposer des plantes en particulier les organes fragiles (fleurs d'oranger, pétales de rose) sur une couche de graisse animale qui se sature en essence. On épuise ensuite le corps gras par l'alcool qui récupère les senteurs et qui sera ensuite évaporé sous vide (**FRANCE-IDA, 1996 et BELAICHE, 1997**) et Cette technique est actuellement abandonnée.

E. Extraction par les solvants organiques :

Cette méthode est utilisée pour les organes végétaux présentant une concentration en essence relativement faible ou pour les essences que l'on ne peut extraire par distillation (**BELAICHE *et al.***). Etant de nature huileuse, les essences sont solubles dans les solvants organiques. Un épuisement des plantes est effectué à l'aide d'un solvant volatil dont l'évaporation laisse un résidu cireux, très coloré et très aromatique appelé « concrète »

F. Extraction par le CO₂ :

L'originalité de cette technique repose sur le solvant utilisé : il s'agit du CO₂ en phase supercritique. L'extraction consiste à comprimer le dioxyde de carbone à des pressions et à des températures au-delà de son point critique (P=72.8 bars et T= 31.1°C) (LORRAIN, 2003).

2. Données bibliographiques de la plante étudiée : L'Asphodèles

2.1.Taxonomie :

L'asphodele est une plante célèbre de la médecine populaire surtout dans l'Est Algérien (ZELLAGUI ,1998). Sa taxonomie est configurée dans le tableau n°1.

Tableau 1 : Taxonomie d'*A. microcarpus* d'après GHILEB (1987)

Embranchement	SPERMATOPHYTES
Sous-embranchement	ANGIOSPERMES
Classe	MONOCOTYLEDONES
Ordre	LILIIFLORAE
Famille	LILIACEAE
Genre	ASPHODELUS
Espèce	<i>Asphodelus microcarpus</i>
Synonymie	ASPHODELUS AESTIVUS BROTT
Nom commun	ASPHODELE
Noms vernaculaires	BAROUAG (dans l'Est Algérien) BALOUAZ (dans le Centre Algérien) IGHRI (chez les berbères)

2.2.Répartition Géographique :

L'asphodele est une Plante endémique du bassin méditerranéen poussant sur les terrains pauvres moyennement arrosés, dans les régions sableuses et rocailleuses des forêts du Nord de l'Afrique et les hauts plateaux de l'Est Algérien (MAIRE , 1957 et BENISTON ,1984, rapporté par ZELLAGUI ,1998).

2.3.Description botanique :

L'asphodele est une Plante vivace de 1 mètre de hauteur environ. Les feuilles longues et étroites ayant une largeur de 1 à 4 cm et une longueur de 50 à 60 cm, creusées en gouttière triangulaire et groupées en rosettes à la base de la tige. Les fruits sont sous forme de petites capsules un peu rétrécies à la base à valves minces, elliptiques à bords plans. Les racines sont fortement renflées en forme de navets (FOURNIER, 1947) comme il apparaît dans la figure n°2.



Figure 2: *Asphodelus microcarpus* (Originale)

Chapitre II

Avec le développement de la chimie, on s'est vite rendu compte qu'il y avait tout un arsenal capable d'éliminer les ennemis de la plante (bactéries, champignons, nématodes, insectes..). Cette approche a conduit à une élimination spectaculaire, du moins à court terme, des organismes nuisibles, et à une détérioration parallèle, mais pas nécessairement visible de la qualité de l'environnement (BENAYAD, 2008). A cause de leur effet négatif sur l'environnement, l'utilisation des pesticides chimiques est devenue de plus en plus restrictive (WMO, 1965). Un examen systématique des découvertes phytochimiques répertoriées, en utilisant la base de données NAPRALERT (Natural Products Alert Database), révèle que seulement 2 à 5% des espèces végétales ont été examinées en détail d'un point de vue phytochimique (SOEJARTO et FARNSWORTH, 1989). Par conséquent, la voie reste ouverte vers la découverte de nouvelles plantes et par la même de nouvelles molécules à effet bactéricide, nématicide, insecticide ou fongicide (BENAYAD, 2008).

Objectifs

Ce présent travail a pour objectifs :

- L'extraction des huiles essentielles de l'Asphodèle, ainsi que la préparation de leurs extraits aqueux.
- L'étude in vitro de leur pouvoir insecticide sur les larves et les adultes de *Tribolium castaneum*, un ravageur redoutable des céréales.

II.1. Matériels d'études :

II.1.1. Matériel animal : Le tribolium rouge de la farine

L'élevage de masse de *T. castaneum* a été réalisé au Laboratoire de zoologie de la faculté des Sciences de la nature et de la vie. L'élevage est entretenu dans une étuve obscure maintenue à une température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5\%$.



Figure 3 : Adultes de *T. castaneum*



Figure 4 : Larves de *T. castaneum*

II.1.2.Espèce végétale utilisée

Nous avons choisi dans notre étude une plante spontanée, l'Asphodèle « *Asphodelus microcarpus* », connue pour ses vertus pharmaceutiques.

Plusieurs critères ont été pris en considération lors de choix du matériel biologique végétal (KHELFI, 2007) :

- La disponibilité de la plante sur le territoire national.
- Son usage en pharmacopée traditionnelle locale.

II.1.2.4.Récolte

La plante utilisée dans la présente étude a été récoltée durant les mois de mars et avril de l'année 2018, pendant le stade pleine floraison de la plante. La cueillette a concerné les différentes parties de la plante, à savoir les feuilles, fleurs et tubercules.

Cette espèce végétale a été collectée tôt le matin, d'une façon aléatoire au niveau de la région de Sahridj, située au Nord-Est de la wilaya de Bouira.

II.1.2.5.Séchage et conservation

Après la cueillette, et durant le même jour, les parties de la plante récoltées ont subi un pré-lavage à l'eau distillée, afin d'éliminer tous les débris. Puis étalé sur du papier et mis à sécher dans un endroit aéré, sec, ombragé et à température ambiante. Cette opération a duré une vingtaine de jours.

Afin d'obtenir des tubercules bien sécher, ces derniers ont été découper en petits morceaux, puis placer dans une étuve à 40 C° et pendant 7 jours. Une fois devenue sèche, chaque partie de la plante (feuilles, fleurs, tubercules) ont été conservée séparément dans des sacs en papiers jusqu'au moment de l'extraction d'après lz figure n6.



Figure 5 : La collecte de l'Asphodèle (Originale)



Figure 6 : Opération de Séchage la plante (Originale)

II.1.3. Préparation et application des produits

II.1.3.1. Procédé d'extraction des huiles essentielles

Le procédé d'extraction des huiles essentielles de la plante étudiée a été effectué uniquement à partir des fleurs séchées. Ce dernier a été réalisé à l'aide d'un hydrodistillateur type Clevenger selon les recommandations de la pharmacopée européenne (2001) (fig. 8).



Figure 7 : Hydrodistillateur, type Clevenger (Originale)

Mode opératoire

Dans notre étude, 100g de matière végétale (fleurs) est introduite dans un ballon de deux litres, imprégné d'eau distillée, l'ensemble est porté à ébullition pendant deux heures. Les vapeurs chargées d'huile essentielle ; en traversant un réfrigérant se condensent et chutent dans une ampoule à décanter, l'eau et l'huile se séparent par différence de densité.

II.1.3.2.Préparation d'extrait aqueux de plante :

Les feuilles et les tubercules de *A. microcarpus* déjà séchées ont été broyées à l'aide d'un mixeur jusqu'à sa réduction en poudre Une quantité de 100 g de poudre de chaque partie de plante utilisée (feuilles et tubercules) est diluée dans un litre d'eau distillée préalablement portée à ébullition, puis laissée refroidir sous agitation magnétique pendant 30 minutes. Le mélange obtenu est filtré à l'aide du papier Whatman (3 MM). Le filtrat récupéré représente une solution stock initiale à 100 g par 1 soit 10 %.

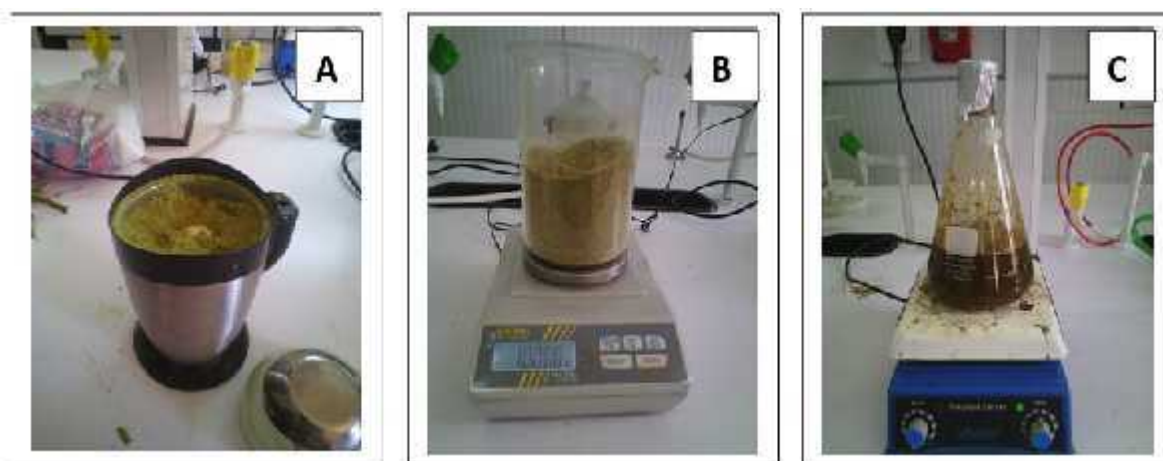


Figure 8: Protocole d'extraction aqueuse de la plante (A : Broyage ; B : Pesée ; C : Refroidissement sous agitation)

II.1.4. Etude in vitro du pouvoir insecticide des produits de plante (huiles essentielles extraits aqueux)

II.1.4.1. Préparation de la gamme des doses a utilisée

A partir des extraits obtenus, nous avons choisis quatre concentrations à tester : une concentration pure (sans dilution) et trois autres concentrations après dilution dans l'eau distillée. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose. Nous avons utilisé le l'eau distillée comme témoin à cause de l'absence de l'activité insecticide.

Les doses utilisées sont :

- Première dose (D1 = 100% (dose pure : solution mère), il s'agit de traiter directement avec la solution mère de l'extrait.
- 2ième dose (D2 = 50%), pour cette dose on a dilué la solution mère, en prenant 50% de l'extrait pur et rajouter 50% d'eau distillée.
- 3ième dose (D3 = 25 %), obtenue par la dilution de la solution mère à 25% (25% de l'extrait pur avec 75% d'eau distillée).
- 4ième dose (D4 = 12,5 %), obtenue par la dilution de la solution mère à 12,5% (1,25% de l'extrait pur avec 87,5% d'eau distillée).
- Témoin ; 100% de l'eau distillée.

II.1.4.2. Matériel de traitement

Les traitements ont été réalisés à l'aide d'un pulvérisateur manuel. Ce matériel a été utilisé pour l'ensemble des traitements en prenant soin de le laver avant et après chaque utilisation.

II.1.4.3. Application des traitements biologiques.

Afin d'évaluer l'effet insecticide des différents traitements, nous avons réalisé des tests in vitro. Le mode d'application des traitements est par contact et ingestion.

- **A. Traitement par contact :** Des larves et adultes de *T. castaneum* ont été traité par pulvérisation directe dans les boites de Pétri stériles (10 individus). L'objectif de ce mode de traitement est de savoir si les différents traitements provoquent une toxicité (mortalité) par contact.
- **B. Traitement par ingestion :** Dans cette partie nous avons pulvérisé avec les différentes doses uniquement la farine utilisée pour l'élevage de l'insecte ravageur (larves et adultes). L'objectif de ce mode de traitement est de savoir si les différents traitements provoquent une mortalité par ingestion.

II.1.4.4. Estimation de l'activité insecticide des traitements effectués

L'évaluation de l'effet insecticide des produits obtenus de l'Asphodèle a été réalisée par le calcul de la population résiduelle (P.R), selon le test de DUNNETT après 24h, 48h, 72h et 96h d'exposition aux différents traitements.

$$PR = \frac{[\text{Nb de formes mobiles (NFM) par traitement} \times 100]}{[\text{Nb de formes mobiles par témoin(eau)}]}$$

P.R. <30% molécule toxique.

30% < P.R < 60% molécule moyennement toxique.

P.R > 60% molécule neutre ou faiblement toxique .

II.1.4.5. Analyses statistiques des résultats

Afin de vérifier une éventuelle efficacité des extraits vis-à-vis des stades de développement de l'insecte et la comparaison entre les deux types de traitement tout en considérant les dilutions, parties de la plante utilisées et les durées après traitement, nous avons utilisé les logiciels SYSTAT, ver. 12, et STATISTICA, ver. 10, en déterminant la variance à l'aide de l'ANOVA (Analysis of Variance) et le GLM (General Linear Model). Les différences ont été considérées significatives à $P < 0,05$.

Chapitre III

Les essais toxicologiques permettent de déterminer l'efficacité des insecticides évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les populations de *Tribolium castaneum*. Différentes concentrations (100%, 50%, 25% et 12,5%) sont appliquées sur des populations des stades larvaires et adultes de l'insecte pendant 24, 48, 72 et 96 heures.

III.1.Résultats d'extraction des huiles essentielles

A partir des fleurs de l'Asphodèle utilisées dans l'extraction des huiles essentielles, il est observé des rendements en huiles essentielles très faible, voire négligeable (des traces).

Vu le faible rendement en Huiles essentielles de la plante étudiée, notre travail s'est orienté essentiellement à l'étude de l'effet biocide des extraits aqueux à base de tubercules et feuilles de l'Asphodèle.

III.2.Etude de la toxicité des extraits aqueux de l'Asphodèle sur les populations adultes et larvaires de *T. castaneum*.

III.2.1.Etude de l'efficacité des extraits à base de tubercules sur les populations adultes de l'insecte

A. Traitement par contact :

Les populations résiduelles sont estimées à travers la différence entre la disponibilité des individus avant et après traitement. Une projection a été réalisée en faisant ressortir cette dernière en fonction du temps, de la partie de plante utilisée, de type de traitement et des doses.

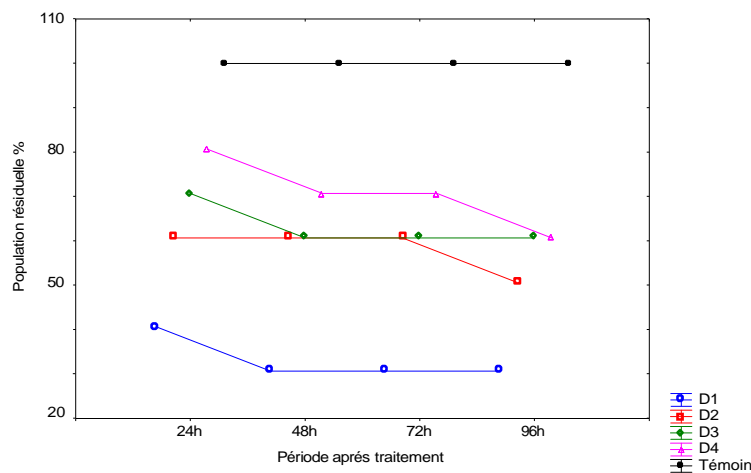


Figure 9 : Évolution temporelle des populations résiduelles de *T. castaneum* sous l’effet des traitements par contact et à base d’extrait aqueux des tubercules.

D’après la figure 09, l’évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet progressif des quatre doses utilisées s’étalant sur une période après traitement de 24 à 96 heures. Cependant, on note que l’extrait aqueux appliqué à dose complète D1 (100%) a montré une toxicité moyenne au début de traitement (24H) et atteint une forte toxicité à 48h. La dose D2 (50%) a montré une toxicité moyenne et stable dans les trois premiers jours de traitement (24h, 48h et 72h), puis s’accroît à 96. Tandis que la dose D3 (25%) et D4 (12.5%) ont montré une très faible toxicité durant toute la période des traitements. Le témoin quant à lui présente un taux de population résiduelle proche de 100 %.

-Traitement à base de tubercule sur la population résiduelle de *T.castaneum* :

Tableau 2: Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements sur les populations résiduelles de *T. castaneum* (traitement à base de tubercule ; mode de traitement par contact)

Source	Somme des carrées	Degré de Liberté	Moyen des écarts	F-ratio	P
Dose	9470,00	04	2367,50	167,12	0,000***
Période	255,00	03	085,00	006,00	0,009***
Var. intra	170,00	12	014,17	-	-

N.S. : non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus indique que les facteurs doses ont montré un effet très hautement significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles (F-ratio=167,12 ; p=0,000; p<0,0001). Ainsi, les facteurs périodes d’application (temps après traitement) révèlent l’existence d’une différence hautement significative des taux de populations résiduelles avec les valeurs (F-ratio= 6,00 ; p=0,009 ; p < 0,001).

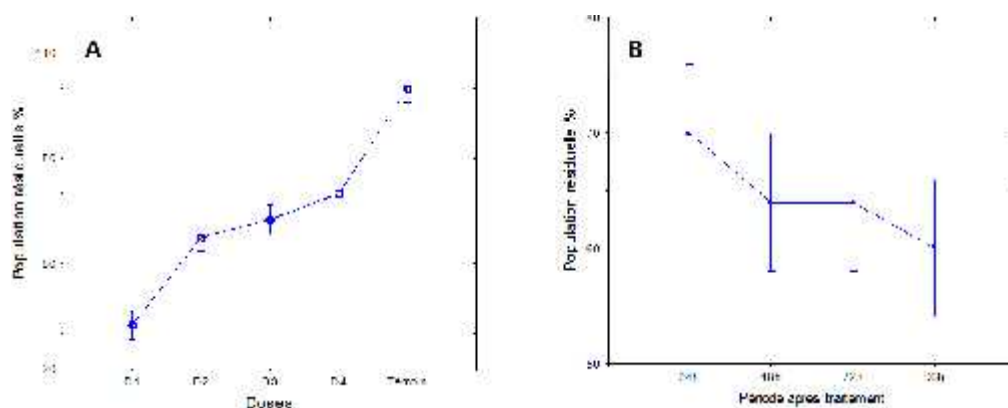


Figure 10 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles adultes de *T. castaneum* sous l’effet des traitements par contact et à base de tubercule (a : doses, b : temps)

L’étude comparée de l’efficacité des différents doses appliquées sur les populations adultes de *T. castaneum* nous permet de dire que seule la dose complète (D1) présente une efficacité très prononcée (PR 30), suivie par la dose D2 (diluée à 50%) qui manifeste une toxicité moyenne (PR<60%). Tandis que les doses D3 (25%) et D4 (12,5%) présentent une faible toxicité (60 PR 70% (Fig.10).

Nous pouvons avancer que pour le produit utilisé, la période de 96h après traitements est scorée comme étant le meilleur temps pour l’obtention d’une toxicité optimale sur *T. castaneum* (Fig.10).

-Test Anova One-way appliqué aux essais de traitements par contact et à base de tubercule :

Tableau 3 : Test Anova One-way appliqué aux essais de traitements par contact et à base de tubercule.

Source	Somme des carrés	Degré de Liberté	Moyen des écarts	F-ratio	P
Durée d'exposition*Doses	8890,00	4	2222,50	56,75	0,000***
Var. intra	470,00	12	39,17	-	-

N.S. : non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

L’effet des doses de traitements à base de tubercule sur le taux des populations résiduelles révélé par le test Anova varie en fonction du temps. Ainsi, l’application de la dose complète (D1) à 24h présente une toxicité moyenne (43,3<PR<64,5%) puis devient toxique à partir de 48h (PR<30%) alors que son application à demie dose (D2) ou à quart de dose (D3) montre une faible toxicité à 24h (64,5<PR<86,8%), une moyenne toxicité à 48h, 72h et 96h (43,3<PR<64,5%). Le traitement avec la dose D4 quant à lui, reste faiblement toxique durant toute la période de traitement (Fig.12).

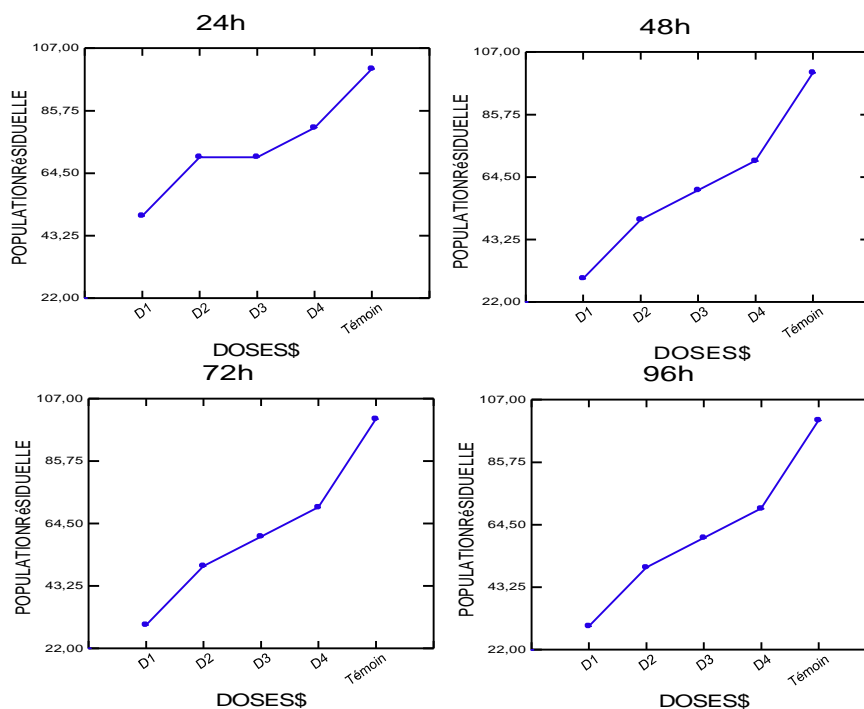


Figure 11 : Effet comparé des populations résiduelles de *T. castaneum* sous l'effet des différentes doses de traitement à base des tubercules de l'Asphodèle (a : après 24h, b : après 48h, c : après 72h, après 96h).

B. Traitement par ingestion :

Tableau 4: Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par ingestion sur les populations résiduelles des adultes de *T. castaneum* à base des extraits aqueux des tubercules.

Source	Somme des carrés	Degré de Liberté	Moyen des écarts	F-ratio	P
Dose	10,00	1	10,00	2,01	0,177 N.S
Période	0,00	3	0,00	0,00	1,000 N.S
Var.intra	74,80	15	4,99	-	-

N.S. : non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Les résultats de modèle G.L.M représentés dans le tableau ci-dessus montre que le traitement par ingestion préparé à partir des tubercules génère un effet non significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles de *T. castaneum* (F-ratio=2,01 ; p=0,177 ; p> 0,05). Cela signifie l'absence de l'effet insecticide de la préparation par ingestion.

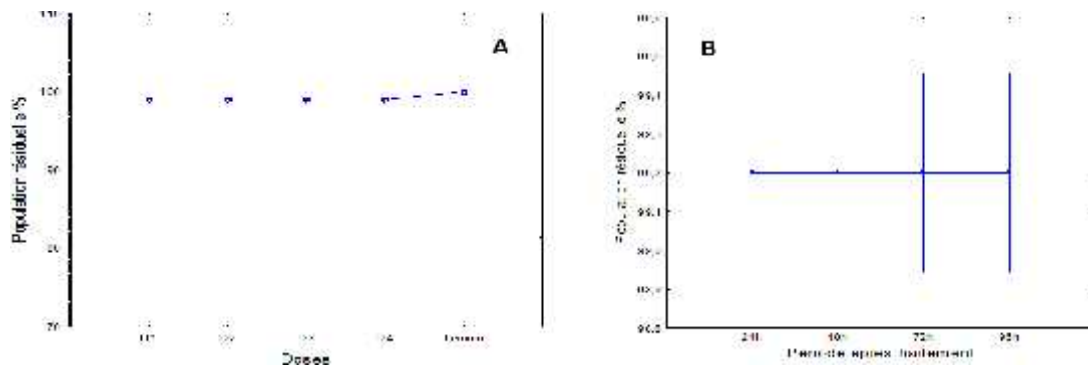


Figure 12 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d’adultes de *T. castaneum* sous l’effet des traitements par ingestion et à base de tubercule (a : doses, b : temps).

Le traitement avec l’ensemble des doses (D1, D2, D3 et D4) montre une très faible toxicité, voire nul ($98 < PR < 100\%$), et cela durant toute la période des essais (Fig.12. a et b).

III.2.2. Etude de l’efficacité des extraits des feuilles sur les populations adultes de *T. castaneum*.

A. Traitement par contact :

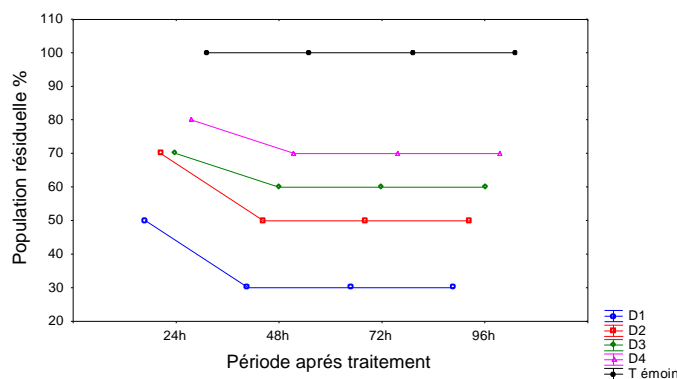


Figure 13: Évolution temporelle des populations résiduelles de *T. castaneum* sous l’effet des traitements par contact à base d’extrait aqueux des feuilles.

D’après la figure 13, l’évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet progressif des quatre doses utilisées s’étalant sur une période après traitement de 24 à 96 heures. Cependant, on note que l’extrait aqueux appliqué à dose complète D1 (100%) a montré une toxicité moyenne au début de traitement (24H) et atteint une forte toxicité à 48h. La dose D2 (50%) a montré une toxicité moyenne et stable dans les trois premiers jours de traitement (24h, 48h et 72h), puis s’accroît à 96h. Tandis que les doses D3 (25%) et D4 (12.5%) ont montré une moyenne toxicité au début de traitement, puis s’accroît au bout de 48h. En revanche, la dose

D4 (12.5%) a provoqué une très faible toxicité et cela durant toute la période des traitements. Le témoin présente un taux de population résiduelle proche de 100 %.

Tableau 5 : Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par contact sur les populations résiduelles des adultes de *T. castaneum* à base des extraits aqueux des feuilles.

Source	Somme des carrées	Degré de Liberté	Moyen des écarts	F-ratio	P
Doses	9470,00	4	2367,50	165,73	0,000***
Périodes	225,00	3	85,00	15,75	0,001**
Var. intra	200,00	14	14,29	-	-

N.S. : non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus indique que les facteurs doses ont montré un effet très hautement significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles (F-ratio=165,73; p=0,000; p<0,0001). Ainsi, les facteurs périodes d’application révèlent l’existence d’une différence hautement significative des taux de populations résiduelles avec les valeurs (F-ratio= 15,75; p=0,001 ; p 0,001).

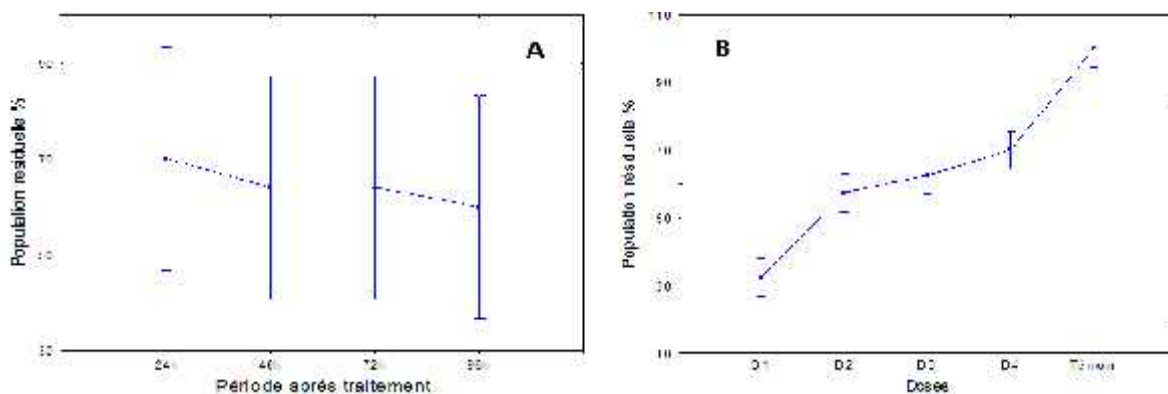


Figure 14 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d’adultes de *T. castaneum* sous l’effet des traitements par contact à base de feuille (a : doses, b : temps).

L’étude comparée de l’efficacité des différents doses appliquées sur les populations adultes de *T. castaneum* nous permet de dire que seule les doses D1 (100%) et D2 (50%) présente une moyenne toxicité (30% PR<60%). Tandis que les doses D3 (25%) et D4 (12,5%) présentent une faible toxicité (60 PR 70%) (Fig.14.a).

Nous pouvons avancer que pour le produit utilisé, la période de 96h après traitements est scorée comme étant le meilleur temps pour l’obtention d’une toxicité optimale sur *T. castaneum* (Fig.xx.b).

Tableau 6 : Test Anova One-way appliqué aux essais de traitements par contact et à base de feuilles sur les populations adultes de *T. castaneum*.

Source	Somme des carrées	Degré de Liberté	Moyen des écarts	F-ratio	P
Durée d'exposition*Doses	9196,49	4	2299,12	168,73	0,000***
Var. intra	163,51	12	13,63	-	-

N.S. : non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

L'effet des doses des traitements à base de feuilles sur le taux des populations résiduelles adultes révélé par le test Anova varie en fonction du temps. Ainsi, l'application de la dose complète (D1) à 24h présente une toxicité moyenne ($43,3 < PR < 64,5\%$) puis devient toxique à partir de 48h ($PR < 30\%$) alors que son application à demie dose (D2) ou à quart de dose (D3) montre une faible toxicité à 24h ($64,5 < PR < 86,8\%$), une moyenne toxicité à 48h, 72h et 96h ($43,3 < PR < 64,5\%$). Le traitement avec la dose D4 quant à lui, reste faiblement toxique durant toute la période de traitement (Fig.16).

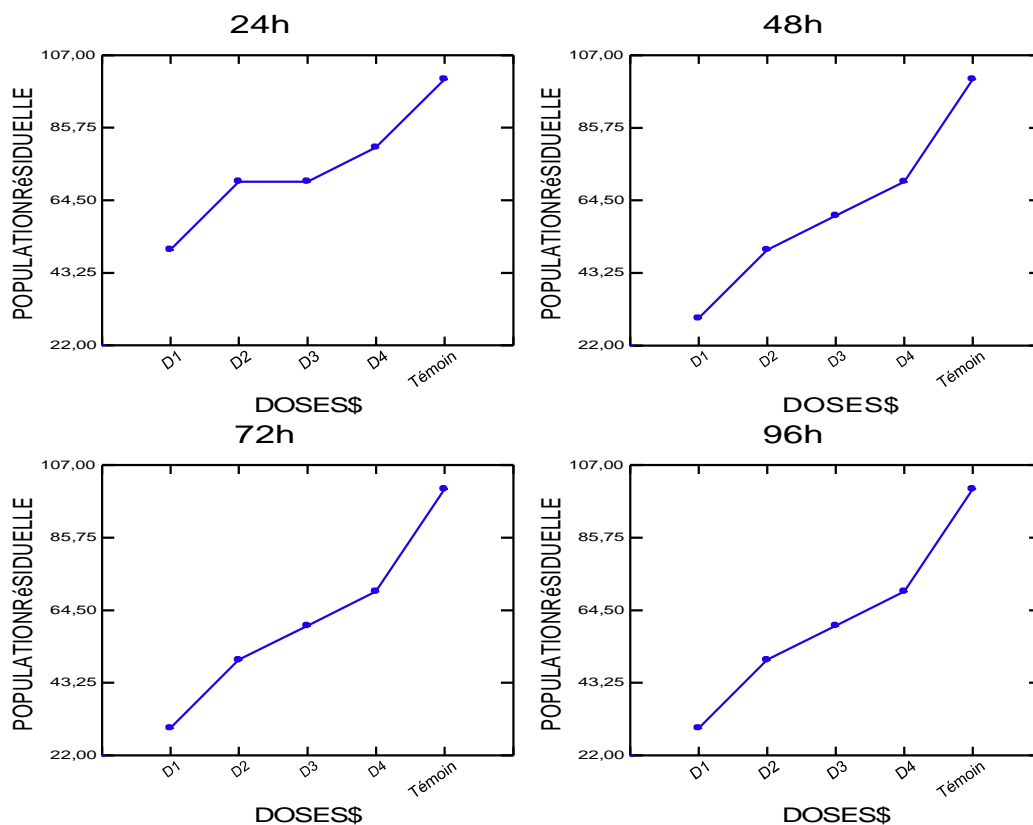


Figure 15: Effet comparé des populations résiduelles de *T. castaneum* sous l'effet des différentes doses de traitement à base des tubercules (a : après 24h, b : après 48h, c : après 72h, après 96h).

B. Traitement par ingestion :

Tableau 7 : Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par ingestion sur les populations résiduelles des adultes de *T. castaneum* à base des extraits aqueux des feuilles.

Source	Somme des carrées	Degré de Liberté	Moyen des écarts	F-ratio	P
Doses	0,8	4	0,2	3	0,063N.S
Périodes	0,2	3	0,1	0	0,426N.S
Var. intra	0,8	12	0,1	-	-

N.S. : non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le modèle G.L.M représenté dans le tableau ci-dessus montre que le traitement par ingestion préparé à partir des feuilles génère un effet non significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles adultes de *T. castaneum* (F-ratio=2,01 ; p=0,177 ; p> 0,05). Cela signifie l’absence de l’effet insecticide de la préparation par ingestion.

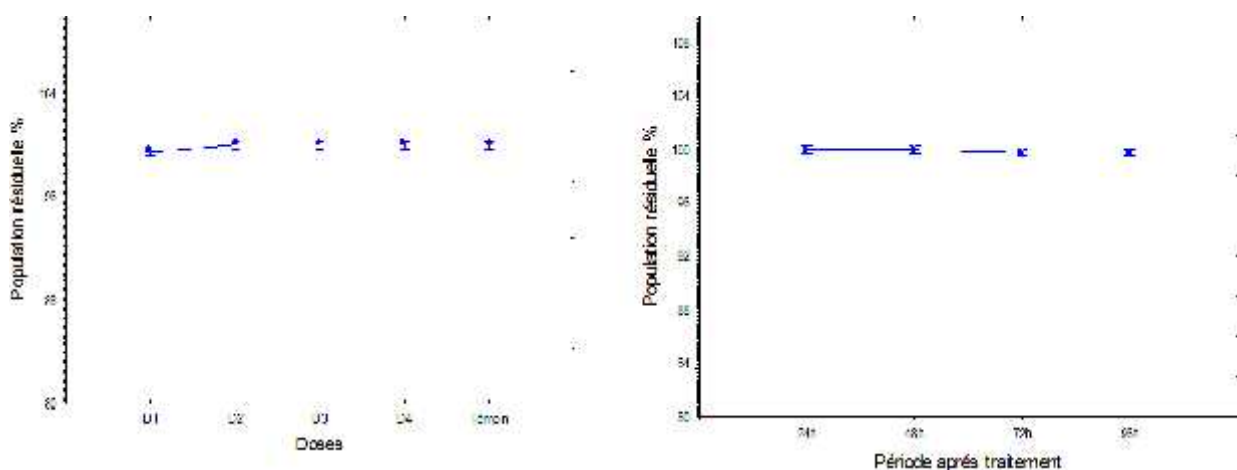


Figure 16 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d’adultes de *T. castaneum* sous l’effet des traitements par ingestion à base de feuilles (a : doses, b : temps).

Le traitement avec l’ensemble des doses (D1, D2, D3 et D4) montre une très faible toxicité, voire nul (98<PR 100%), et cela durant toute la période des essais (Fig.16.a et b).

III.2.3.Étude comparée de l’efficacité des extraits aqueux à base de tubercules et de feuilles sur les populations résiduelle de *T. castaneum*.

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.) de manière à évaluer la variation temporelle de la structuration des populations résiduelles en fonction des doses des extraits aqueux obtenus à partir des tubercules et feuilles et en fonction de mode de traitement, contact ou ingestion. Ce modèle permet d’étudier l’effet strict et individuel des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre les facteurs. L’ensemble des résultats d’analyses est consigné dans le tableau 9 et la Figure 19.

Tableau 8 : Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements sur les populations résiduelles de *T. castaneum*.

Source	Somme des carrées	Degré de Liberté	Moyen des écarts	F-ratio	P
Partie de la plante utilisée (Feuilles /tubercules)	1,6	1	1,6	0,01	0,910 N.S
Mode d'action (contact/ingestion)	31064,1	1	31064,1	257,10	0,000***
Var. intra	7370,3	61	120,8	-	-

N.S. : non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus désigne que l'origine de l'extrait aqueux utilisé (Tubercules, feuilles) a un effet non significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles adultes (F-ratio=1,6 ; p=0,910 ; p>0,05). En revanche, le mode de traitement (contact et/ou ingestion) révèle l'existence d'une différence très hautement significative des taux des populations résiduelles (F-ratio=257,10; p=0,000 ; p<0,0001).

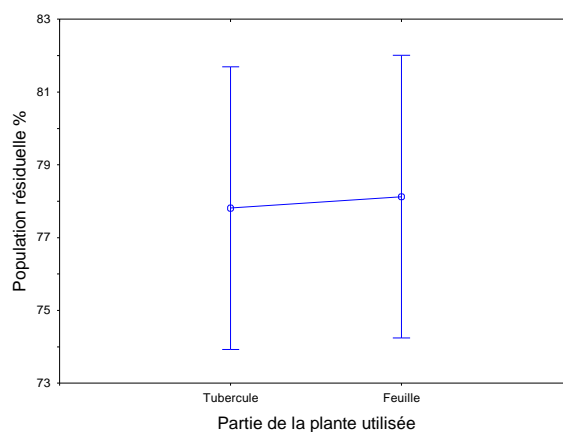


Figure 17 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d'adultes de *T. castaneum* selon la nature de l'extrait aqueux utilisé (Tubercules, Feuilles).

En se basant sur le test d'Anova, les résultats de l'effet comparé des différents traitements appliqués, montrent que les deux traitements à base de tubercules et de feuilles présentent une moyenne toxicité (77<PR<79%), avec une légère toxicité des tubercules (Fig. 17).

De ce fait, on peut constater que les quatre doses utilisées sur les larves de *T. castaneum* à base de l'extrait aqueux des tubercules se révèlent efficace en raison de son faible taux de populations résiduelles enregistré (Fig.17)

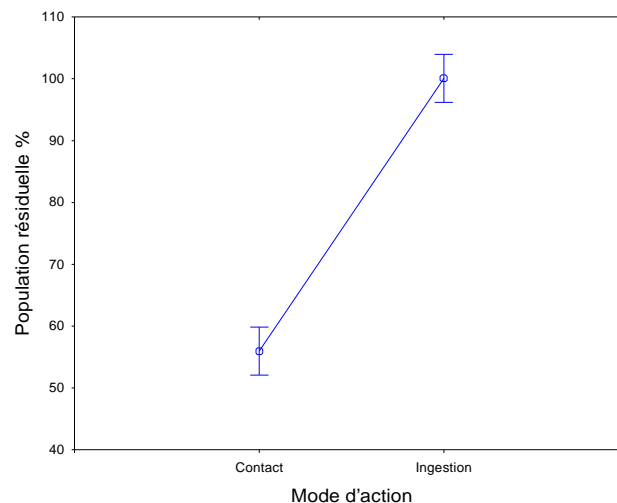


Figure 18 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d’adultes de *T. castaneum* selon le mode action appliqué (contact, ingestion).

En se basant sur le test d’Anova, les résultats mettent au diapason l’effet et très important du type de traitement (contact, ingestion). Les traitements appliquées par contact présentent une toxicité plus significative (50<PR<60%) comparé aux traitements par ingestion (90<PR<100%) (Fig. 18).

III.2.4. Etude de l’efficacité des extraits à base de tubercules sur les populations larvaires de *T. castaneum*.

A. Traitement par contact :

Tableau 9 : Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par contact sur les populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* (traitement à base de tubercule ; mode de traitement par contact)

Source	Somme des carrées	Degré de Liberté	Moyen des écarts	F-ratio	P
Doses	29720,00	4	7430,00	743,00	0,000***
Périodes	180,00	3	60,00	6,00	0,010*
Var.intra	120,00	12	10,00	-	-

N.S. : non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus indique que les facteurs doses ont montré un effet très hautement significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* (F-ratio=743,00 ; p=0,000; p<0,0001). Ainsi, les facteurs périodes d’application révèlent l’existence d’une différence significative des taux de populations résiduelles (F-ratio=120,00 ; p=0,01 ; p < 0,05).

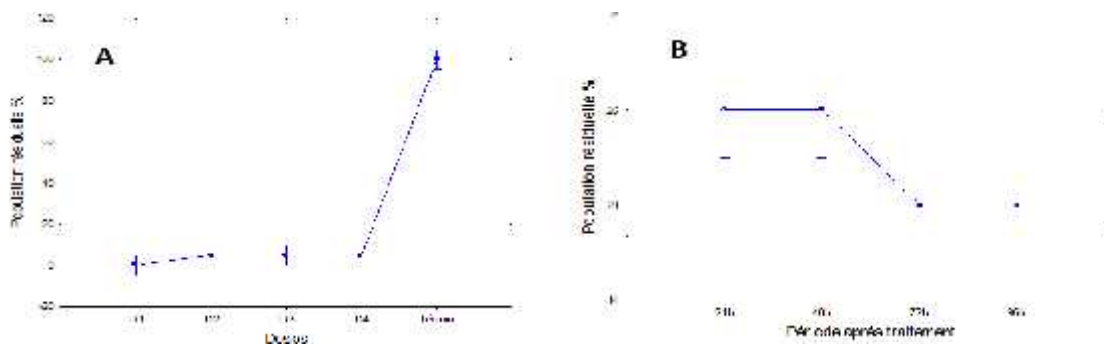


Figure 19: Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles adultes de *T. castaneum* sous l’effet des traitements par contact à base de tubercule (a : doses, b : temps)

De ce fait, on peut constater que les quatre doses utilisées sur les larves de *T. castaneum* à base de l’extrait aqueux des tubercules se révèle efficace en raison de son faible taux de populations résiduelles enregistré (PR<20) (Fig.20.a)

Nous pouvons avancer que pour le produit utilisé, la période de 48h après traitements est scorée comme étant le meilleur temps pour l’obtention d’une toxicité optimale sur *T. castaneum* (Fig.19.b).

B. Traitement par ingestion :

Tableau 10: Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par ingestion sur les populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* sous l’effet de traitements à base de tubercule.

Source	Somme des carrées	Degré de Liberté	Moyen des Écarts	F-ratio	P
Période	215,00	3	71,67	7,82	0,004**
Doses	13570,00	4	3392,50	370,09	0,000***
Var.intra	110,00	12	9,17	-	-

N.S. : non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le modèle G.L.M représenté dans le tableau ci-dessus montre que les facteurs périodes de traitement et doses d’application ont montré un effet très hautement significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* avec des valeurs respectives (F-ratio=7,82; p=0,004; p<0,001) et (F-ratio=370,09; p=0,000; p<0,0001).

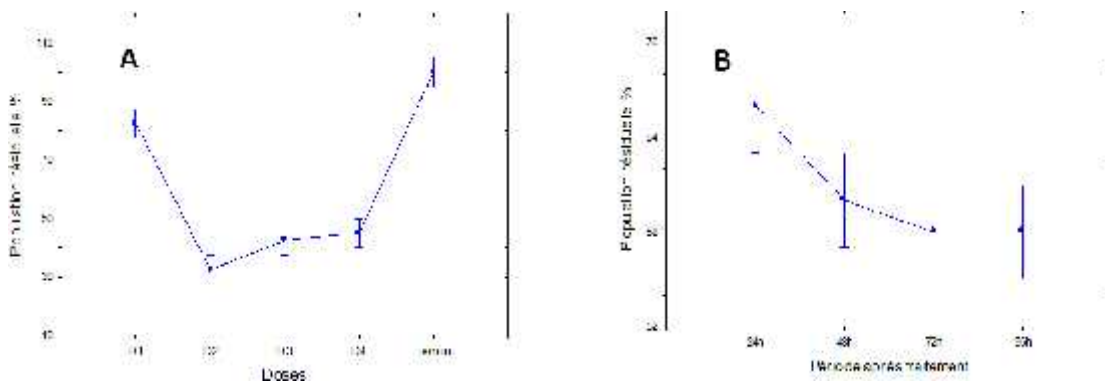


Figure 20 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* sous l'effet des traitements par ingestion à base de tubercule (a : doses, b : temps).

L'étude comparée de l'efficacité des différents doses appliquées sur les populations larvaires de *T. castaneum* nous permet de dire que les doses D2, D3 et D4 présentent une moyenne toxicité ($30\% < PR < 50\%$). Tandis que les doses pure D1 (100%) présente une très faible toxicité (80 PR) (Fig.20.a).

Nous pouvons avancer que pour le produit utilisé, la période de 72h après traitements est scorée comme étant le meilleur temps pour l'obtention d'une toxicité optimale sur *T. castaneum* (Fig.20.b).

III.2.5. Etude de l'efficacité des extraits à base de Feuilles sur les populations larvaires de *T. castaneum*.

A. Traitement par contact

Tableau 11 : Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par contact sur les populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* (traitement à base de feuilles)

Source	Somme des carrées	Degré de Liberté	Moyen des Écarts	F-ratio	P
Doses	30300,00	4	7575,00	1515,00	0,000***
Périodes	15,00	3	5,00	1,00	0,426 N.S
Var.intra	60,00	12	5,00	-	-

N.S. : non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus indique que les facteurs doses ont montré un effet très hautement significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* (F-ratio=1515,00; p=0,000; p<0,0001). Tandis que, les durées d'exposition génèrent un effet non significatif sur la variabilité des taux des populations (F-ratio=1,00 ; p=0,426 ; p> 0,05).

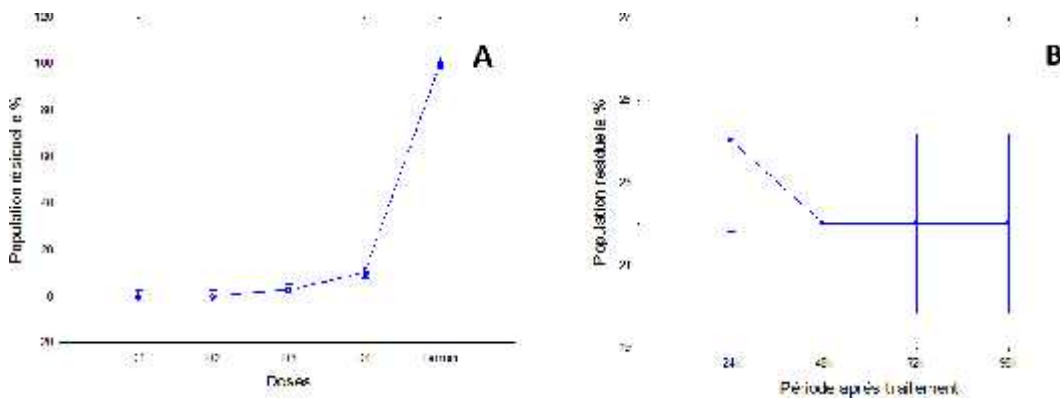


Figure 21 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* sous l’effet des traitements par contact à base des feuilles (a : doses, b : temps).

D’après la figure xx, on peut constater que les quatre doses utilisées par ingestion et à base de l’extrait aqueux des tubercules se révèle très toxique, en raison de son faible taux de populations résiduelles enregistré (PR<20) (Fig.21.a)

Nous pouvons avancer que pour le produit utilisé, la période de 48h après traitements est scorée comme étant le meilleur temps pour l’obtention d’une toxicité optimale sur *T. castaneum* (Fig.21.b).

B. Traitement par ingestion :

Tableau 12: Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par ingestion sur les populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* sous l’effet de traitements à base de tubercule.

Source	Somme des carrées	Degré de Liberté	Moyen des Écarts	F-ratio	P
Période	2695,0	3	898,3	9,540	0,004**
Doses	5830,0	4	1457,5	15,478	0,000***
Var.intra	1130,0	12	94,2	-	-

N.S. : non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le modèle G.L.M représenté dans le tableau ci-dessus montre que les facteurs périodes de traitement et doses d’application ont un effet très hautement significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* avec des valeurs respectives (F-ratio=9,540; p=0,004; p<0,001) et (F-ratio=15,478; p=0,000; p<0,0001).

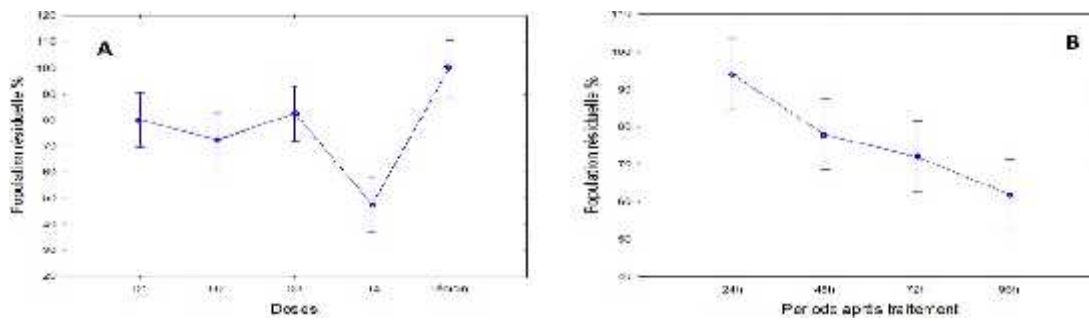


Figure 22 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* sous l’effet des traitements par contact à base des feuilles (a : doses, b : temps).

L’étude comparée de l’efficacité des différents doses appliquées sur les populations larvaires de *T. castaneum* nous permet de dire que la D4 présente le taux de mortalité le plus important en manifestant une moyenne de toxicité (40% < PR < 50%). En revanche, les doses D1, D2 et D3 manifestent une faible toxicité sur les populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* (70% < PR < 90%) (Fig.22.a).

Nous pouvons avancer que pour le produit utilisé, la période de 96h après traitements est scorée comme étant le meilleur temps pour l’obtention d’une toxicité optimale sur *T. castaneum* (Fig.22.b).

III.2.6.Étude comparée de l’efficacité des extraits aqueux à base des tubercules et des feuilles sur les populations larvaires de *T. castaneum*.

Tableau 13: Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements sur les populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* selon le type de traitements (contact, ingestion).

Source	Somme des carrées	Degré de Liberté	Moyen des écarts	F-ratio	P
Partie utilisée (tubercules, feuilles)	1501,56	1	1501,56	7,120	0,011*
Mode d’action	52326,56	1	52326,56	248,129	0,000***
Var.intra	12442,19	59	210,88	-	-

: non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le modèle G.L.M. représenté dans le tableau ci-dessus montre que les facteurs périodes de traitement et doses d’application ont un effet très hautement significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* avec des valeurs respectives (F-ratio=9,540; p=0,004; p<0,001) et (F-ratio=15,478; p=0,000; p<0,0001).

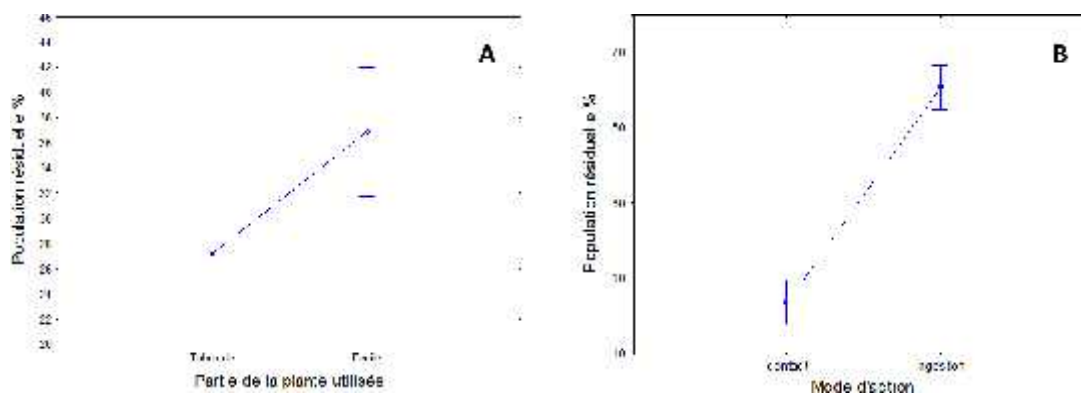


Figure 23 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles larvaires de *T. castaneum* selon le type de traitement et le mode de d'action (a : partie de la plante utilisée ; b : mode d'action).

L'étude du pouvoir insecticide des deux extraits a révélé que la poudre des tubercules comporte une action insecticide plus importante que celle de feuilles et cela sur l'ensemble des populations larvaires de *T. castaneum*. En effet, les traitements à base de tubercule présente une forte toxicité ($PR < 50\%$). Tandis que les traitements à base de feuilles ont montré une moyenne toxicité ($36\% < PR < 40\%$) (Fig.23.a).

Nous pouvons avancer que pour le mode de traitement utilisé, le traitement direct par contact présente la meilleure efficacité insecticides avec une forte toxicité ($PR < 10\%$). Alors que le traitement par ingestion a montré une moyenne toxicité ($50\% < PR < 70\%$) (Fig.23.b).

Chapitre IV

L'utilisation des insecticides chimiques contre les insectes ravageurs provoque une contamination de la chaîne alimentaire et l'apparition d'insectes résistants (BOUNECHADA ,2011). Il devient par conséquent, indispensable de contrôler biologiquement ces organismes. Des études récentes ont montré que les produits naturels issus des plantes et les métabolites secondaires représentent une importante source de molécules pouvant être exploitées dans différents domaines entre autres la phytoprotection (CISSOKHO, 2015).

De la première partie de cette étude nous pouvons montrer la faible teneur en huiles essentielles de la plante Asphodèle et cela à partir des fleurs cueillies, ce qui a limité l'étude biocide de cette dernière sur les populations de l'insecte cible.

La deuxième partie de notre travail consistait à évaluer l'effet insecticide *in vitro* de des extraits de poudre de l'Asphodèle sur le *T. castaneum*. D'après les résultats obtenus dans le précédent chapitre mettent au diapason l'effet biocide qui est selon le type et le mode de traitement utilisé. En effet, les traitements appliqués par contact présentent des toxicités plus significatives comparées aux traitements appliqués par ingestion, que ce soit sur la population de stade larvaire ou adulte de l'insecte. A ce stade de l'étude, nous pouvons conclure que les deux produits testés semblent donc manifester vis à vis des larves et des adultes de *T. castaneum*, une toxicité beaucoup plus par contact direct que par ingestion.

Les données relatives à la comparaison de l'efficacité des deux produits utilisés nous montrent que l'extrait de poudre à base des tubercules présente une suprématie de toxicité sur les populations de l'insectes. En revanche, les préparations obtenues à bases de feuilles présentent une moyenne toxicité.

Les résultats obtenus mettent en évidence la relation entre doses appliquées et la mortalité enregistrée. En effet, la mortalité augmente avec l'augmentation de la concentration de la dose appliquée. La persistance de l'efficacité de la formulation des extraits obtenus est meilleure vis-à-vis de *T. castaneum* pendant 72h heures au moins.

Les produits testés dans notre expérimentation ont pour intérêt d'être faciles à mettre en œuvre en pratique, bien que la rémanence de ces formulations soit limitée et les risques de réinfestation existent suite à la disparition de l'effet répressif observé durant les 72 heures.

Toutefois, leur action permet d'éliminer un maximum de populations larvaires et adultes ; c'est donc une activité biologique intéressante à l'égard de *T. castaneum*.

De nombreux travaux scientifiques publiés dans la littérature ont mis en évidence l'effet répulsif des produits qui sont à base de plante contre les insectes des stocks. Parmi eux, **(KASSEMI ,2014)** signale que la poudre des feuilles de deux plantes *Nepeta nepetelle* et *Pseudocytisus integrifolius* et les huiles essentielles extraites de ces plantes révèlent un effet néfaste sur le *Tribolium castaneum* en appliquant un traitement par contact. **(BOUNECHADA et al.,2011)** montrent que l'effet insecticide de la plante *Peganum harmala* présente une toxicité remarquable. Tandis que **(MADJDOUB et al, .2013)** ont testé la toxicité des huiles essentielles de *Ruta chalepensi (L)* sur les adultes de *T. castaneum*, les résultats obtenus montrent un pouvoir répulsif plus remarquable sur les adultes de l'insecte. De même, **(SOUGUIR et al., 2017)** ont mis en évidence l'efficacité biocide des huiles essentiels des feuilles et des fleurs de la plante Marjolaine sur les adultes de *T. castaneum*. D'autres chercheurs ont signalé également la propriété insecticide d'autres plantes, telle que le Safrole et l'Eugenol qui présentent des forts potentiels biocide sur le *T. castaneum*. Les travaux de **(BACHROUCH ,2010)** ont montré que l'huile essentielle de l'espèce Pistachier lentisques présente une forte activité insecticide vis-à-vis de *T. castaneum*. Ces auteurs ont signalé que la toxicité obtenue dépend majoritairement de stade de développement de l'insecte, ainsi le temps d'exposition aux traitements.

En revanche, nos résultats ne concordent pas à ceux obtenus par **(CHENNI ,2016)**. Ce dernier a constaté que les populations de *T. castaneum* est avérée très résistance envers un insecticide qui est à base de l'huile de la plante Basilic.

Conclusion générale

Par le présent travail, nous avons essayé de contribuer à lever le voile sur les potentialités agro-phytosanitaires de la plante Asphodèle pouvant être utilisée localement comme biopesticides dans la phytoprotection. C'est là un champ de recherche-développement qui mériterait tout l'intérêt des scientifiques, des pouvoirs publics et des acteurs économiques d'autant plus qu'un tel renouveau d'intérêt répond parfaitement aux grandes préoccupations écologiques et environnementales du monde d'aujourd'hui.

Ainsi, cette étude a montré que les résultats relatifs aux traitements biologiques par le biais de la formulation à base d'extraits aqueux des tubercules présentent une toxicité temporelle plus significative en comparant à celle enregistré par le biais de la formulation à base des feuilles. Le taux de mortalité le plus important est enregistré chez les populations larvaires de l'insecte. Cette étude a montré que les résultats relatifs aux traitements par contact présentent une toxicité plus importante que celle par ingestion.

L'étude de l'activité insecticide de l'extrait aqueux des tubercules de l'Asphodèle s'est avérée très intéressante, du fait que nous avons obtenu des résultats positifs sur les populations résiduelles de *Tribolium castaneum*. Ces résultats prometteurs ouvriront la possibilité de trouver de nouveaux pesticides naturels à base de végétaux qui peuvent être source efficace dans la lutte contre les champignons et les bactéries phytopathogènes, les nématodes et les insectes très redoutables aux cultures.

Cette étude constitue une première étape dans la recherche de molécules biopesticides d'origine végétale, elle mérite d'être poursuivie par des études in planta pour confirmer leur activité. Il serait intéressant de tester l'activité de ces extraits sur d'autres agents pathogènes et insectes ravageurs en particulier ceux listés de quarantaine qui constituent des organismes très redoutables comme par exemples ; *Phytoplasma ulmi*, *Xanthomonas oryzae pv. Oryzae*, *Xylella fastidiosa*, *Tilletia indica*, *Radopholus similis*, *Globodera rostochiensis*, et *Thrips palm*.

Références bibliographiques :

1. AGENCE FRANCAISE GENCE DE SECURITE SANITAIRE DES PRODUITS DE SANTE (AFSSAPS). Mai 2008.
agro.ina.el-harrach.pp59-62.
2. AOUES, K. BOUTOUMI, H. BENRIMA ,A. 2017 .etat phytosanitaire du blé locale stocké en algérie. revue agrobiologia. 7(1): 286-296.
3. AZOUI, H. 2015.etude du comportement d'une collection de blés cultivés en algérie vis-à-vis de quelques stress biotiques .thèse de magister en science agronomiques.université el hadj lakhdar –batna .algérie. 10 p.
4. BACHROUCH,O.BENJEMAA,J.CHAIB,I.TALOU,T.MARZOUK,B.ABDERRAB A,M.2010.insecticid al activity of pistacia lentiscus oil on tribolium castaneum as alternative to chemical control in storage. tunisian journal of plant protection 5:63-70.
5. -BATE-SMITH E.C. 1954. Astringency in foods. *Food* 23, 419-429.
6. BELAICHE, P. 1979. Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. L'aromatogramme Tome I, Edition Maloine.
7. BELAID, D. 1990. éléments de phytotechnie générale ed. o.p.u, alger, pp154-157.
8. BENAYAD, N. (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées, laboratoire des substances naturelles et thermolyse éclair, département de chimie, faculté des sciences de rabat.
9. BENGHANOU, M., 2012. La phytothérapie entre la confiance et mefiance. Memoire
10. BENISTON, N.1984.Fleurs d'Algérie. Paris, France. pp 99.
11. BENJILALI, B., TANTAOUI-ELARA, A., ISMAILI-ALAOU ,M. et AVADI, A. 1986. *Plantes médicinales et*
12. BONNETON, F. (2010) .quand tribolium complémente la génétique de la drosophile. med sci (paris) 2010 ; 26 : 297–304.
13. -Booij-James, I-S., DUBE, S-K., JANSEN, M-A-K., EDELMAN, M., MATOO, A-K .2000.Ultraviolet-B radiation in plants: turnover of the PSII reaction center heterodimer in Arabidopsis mutants altered in phenolic metabolism. *Plant Physiology*.
14. BOUALLEGUE, M. 2017. plasticité des génomes des pucerons des céréales et de leur plante hôte : recherche in silico et in vitro des éléments transposables des superfamilles tc1- mariner-is630 et piggybac, l'universite de tunis el manar .thèse de doctorat: sciences biologiques .06-13 p.
15. BOUNECHADA, M. ARAB, R. 2011. effet insecticide des plantes *melia azedarach* l. et *peganum harmala* l. sur *tribolium castaneum* herbst (coleoptera:tenebrionidae) agronomie numéro 1 – 2011.
16. BOUVIER,F. RAHIER, A.CAMAR,A.2005.Biogenesis,molecular regulation and

function of plant isoprenoids. Progress in lipid research 44, 357-429.

17. **BRUNETON, J. 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} édition,
18. **CAMARA, A. 2009.** lutte contre *sitophilus oryzae* l. (coléoptère : 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. université québec à montréal, thèse de doctorat en sciences de l'environnement. 2-27 p.
19. **CHARLES, M. (2010).** évolution des génomes du blé (genre *aegilops* et *triticum*) au sein des poaceae dynamique rapide de l'espèce occupée par les éléments transposables et conservation relative des gènes. thèse de doctorat en bioinformatique et analyse des génomes. université d'evry- val d'essonne. 04 p.
20. **CHENNI, M. 2016.** étude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic *ocimum basilicum* l. extraite par hydro-distillation. thèse de doctorat en sciences. université oran. ahmed ben bella. 135p.
21. **-CHEYNIER, V. DUENAS-PATON, M. SALAS, E, MAURY, C. SOUQUET, JM. SARNI-MANCHADO, P. FULCRAND, H. 2006.** Structure and properties of wine pigments and tannins. American Journal of Enology and Viticulture 57: 298-305
22. **CISSOKHO, P- S. MOMAR, T. G, EL HADJ, S. K, DIARRA. (2015).** substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'ouest. int. j. biol. chem. sci. 9(3): 1644-1653
23. **CLEMENT, D. (2010).** identification des critères du grain de blé (*triticum aestivum* l.) favorable à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy. thèse de doctorat en physiologie et génétique moléculaires. université blaise pascal. 02 p.

24. Collection sciences et techniques agroalimentaires, édition TEC et DOC, Paris (France): 398.
25. **COUIC-MARINIER, F. 2013**, Lobstein A. Mode d'utilisation des huiles essentielles. Actual
26. **-DIXON, R-A, XIE, D-Y, SHARMA, S-B .2005**. Proanthocyanidins - a final frontier in flavonoid research? *New Phytologist* 165: 9-28
27. **DONALD, J-C.GEARGE ,S-H.1968**. « Chimie organique », 2 Edition, Gautier Villars.
28. **DURAFFOURD, C. D'HERVICOURT, L. LAPPRAZ, J-C.1990**. Cahiers de phytothérapie clinique. Ed. TEC et DOC, Paris. Examen de laboratoire galénique. Elements thérapeutiques synergiques. 2ème édition
29. **FOURNIER, P.1948**. Livre des plantes médicinales et veneneuses de France. Ed. LECHEVALIER. .Tome 2 .pp :156.
30. **FRITAS, S. 2012**. etude bioécologique du complexe des insectes liés aux cultures céréalières dans la région de batna. algérie. thèse de magistère en écologie et biologie des populations.
31. **GHILEB, G-M.1987**. Les plantes dans la médecine traditionnelle Maghébine. Dip. D'études Comp. De phytothérapie Tunis. pp 8-14-71-78.
32. **GRYSOLE ,J. (2004)** - La commercialisation des huiles essentielles. Manuel pratique des huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. 139-141.
33. **GUEYE, A-C .DIOME, T .THIAW, C. SEMENE, M. 2015**. évolution des paramètres biodémographiques des populations de *tribolium castaneum* h. (coleoptera, tenebrionidae) inféodé dans le mil (*pennisetum glaucum* leek) et le maïs (*zea mays* l.) *journal of applied biosciences* 90:8355– 8360.
34. **HADDADI,F. 2015**. les nématodes à kyste *heterodera* spp. des céréales en algérie : études sur la distribution, les espèces, les pathotypes et les antagonistes. école nationale supérieure agronomique. el harrach-alger, thèse de doctorat en science agronomique. 02-10 p.
35. **-HERBORNE, JB.WILLIAMS , C-A. 2000**. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry* 55:481-504
36. **-HAUSE, B. MEYER, K. VIITANEN, PV.CHAPPLE, C. STRACK, D .2002**. Immunolocalization of 1-Osinapoylglucose: malate sinapoyltransferase in *Arabidopsis thaliana*. *Planta* 215: 26–32. *hordeum vulgare* l.) et leur sensibilité vis-à-vis de *drechslera graminea* rab.mém. ing
37. **HURABIELLE, M. PARIS, M.1981**. Abrégé de matière médicale. Pharmacognosie, Tome I, édition Masson .

- 38. JULIE, B. 2012.**analyse fonctionnelle de tagw2, une e3 ligase de type ring, dans le développement du grain de blé tendre (*triticum aestivum*), thèse de doctorat en physiologie et génétique moléculaires. université de blaise pascal. 05 p. k.d. et oud-mekgloufi l. evaluation phénologique de quelques variétés d'orge (
- 39. KASSEMI, N.2014.**activité biologique des poudres et des huiles de deux plantes aromatiques (*pseudocytisus intergrifolius* salib et *nepeta nepetella* l.) sur les ravageurs du blé et des légumes secs .thèse de doctorat en biologie, université de tlemcen. 17-.... p.
- 40. -KOES, R-E., QUATTROCCHIO, F. MOL, J-N-M .1994.** The Flavonoid Biosynthetic-Pathway in Plants Function and Evolution. Bioessays 16: 123-132.
- 41. –LANDRY, LG.CHAPPLE, CCS.LAST, RL. 1995** Arabidopsis mutants lacking phenolic sunscreens exhibit enhanced ultraviolet-B injury and oxidative damage. Plant Physiology 109: 1159–1166.
- 42. LESAGE,V. 2011.** contribution à la validation fonctionnelle du gène majeur contrôlant la dureté /tendreté de l'albumen du grain de blé par l'étude de lignées quasi-isogéniques, thèse de docteur d'université en physiologie et génétique moléculaires. université blaise pascal.17 p.
- 43. LORRAIN, E.2003.** 100 questions sur la phytothérapie. Ed. La boétie, Italie.
- 44. MAIRE, R.1957.**Flore de l'Afrique du Nord, encyclopédie biologique.Ed. Lechevalier .Vol 5. Pg, 26-46.
- 45. MADJDOUB, O.SOUGUIR, S. HAOUAS. BAOUAND, M. LAARIF, A. CHAIEB, I. 2013.**etude de l'activité insecticide des huiles essentielles de *ruta chalepensis* (l.) sur les adultes de *tribolium castaneum* (herbst.) et *sitophilus zeamais* (motsch.) .4 ème journées scientifiques sur la valorisation des bioressources. Masson (Paris), 87 pp.
- 46. MUHAMMAD-UMAR, Q. MOHAMMAD- Waqar, H .JIN-JUN, W.MOAZZAM,J. JAVAID, I. MANSOOR-UI-HASAN.2013.**management of *tribolium castaneum* (coleoptera: tenebrionidae) with phosphine fumigation in relation to packaging matériels and food types pakistan j. zool., vol. 45(6), pp. 1639-1645.
- 47. NEDJAH, I. (2014).**changements physiologiques chez des plantes (blé dur *triticum durum* desf.) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb), thèse de doctorat3em cycle en physiologie végétale. université badji mokhtar .annaba. algérie. 05 p.
- 48. NOGARET-EHRHAT, A-S. 2008.** La phytothérapie : se soigner par les plantes. Ed. Eyrolles, Paris.
- 49. OUANZAR, S. 2012.** pour obtenir le diplôme et agriculture de conservation thème etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du

blé dur (*triticum durum* Desf.). thèse de magistère en production végétale .université
ferhat abbas .setif. algérie. 04 p.

50. **Oufroukh ,F. et Hamadi ,M.1993.** maladies et ravageur des céréales. in benchabane
51. **PARIS,M. et HURABIELLE,M.1981.**Abrégé de matière médicale.Phaarmacognosie
.tome 1 édition Masson . pharm 52 (525) : 26-30. *Phytothérapie, Tome XX, (2) :155-67.*
52. **PITT, J-I. HOCKING,A-D. 1997.** fungi and food spoilage, second ed. blackie
academic and professional, london, uk.503 p. professionnel infirmier de la sante
publique, institut de formation paramédical CHETTIA Propriétés et indications
thérapeutiques des essences de plantes. Editions Dangles. Recommandations relatives aux
critères de qualité des huiles essentielles.Contribution pour l'évaluation de la sécurité des
produits cosmétiques contenant des huiles essentielles.
53. **RICHARD, S. GIBBS, R.AWEINSTOCK ,G-M.2008.** the genome of the model beetle
and pest *tribolium castaneum*. *nature*. 452 : 949–55. [google scholar].
54. **ROULIER, G. 1990.** Les huiles essentielles pour votre santé : traité pratique
d'aromathérapie.
55. **SARNI-MANCHADO, P. VERONIQUE, C. 2006.** Les polyphénols en agroalimentaires.
56. **SCHULZ,H.SCHRADER,B.QUILITZSCH,R.PFEFFER,S.KRUGER,H.2003.**J.Agric
FoodChem.51,2 475.
57. **SINGLETON, V-L. and Esau, P.1969.** Phenolic substances in grapes and wine and
their significance. *Advances in Food research*.
58. **SOEJARTO, D. D. & FARNSWORTH, N. R.1989.**"Tropical Rain Forests: Potential
Source of New Drugs?" *Perspectives in Biology and Medicine*, vol. 32 no. 2, 1989, pp.
244-
256. Project MUSE, doi:10.1353/pbm.0003.
59. **SOUGUIR,S.BENCHEIKH,Z.CHAIEB,I-LAARFI,A. 2017.**etude de la toxicité des
huiles essentielles d'origanum majorana pour *tribolium castaneum* et *plodia interpunctella* .3em journée scientifique sur la valorisation de bioresource.
60. **TYLE, N- J.GUSTA and D. B. Fowler (1981).** "the influence of nitrogen, phosphorus
and potassium on the cold acclimation of winter wheat (*Triticum aestivum* L.)." *Canadian
Journal of Plant Science* 61(4): 879-885. université abou bakr belkaid.tlemcen. 10 p.
61. **WHITEHEAD, A-G., 1998** - plant nematode control. new york ny usa: cab international
publishing, wallingford, p 384
62. **WICHTEL, M. et ANTON, R. 1999.** Plantes thérapeutiques: tradition, pratiques
officinales, science et thérapeutiques, Ed. Tec et Doc.
63. **WINKEL-SHIRLEY, B. 2002.** Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Plant
Biology* 5: 218-223

- 64. World Meteorological Organisation. 1965.** Short-period averages for 1951-1960 and provo averages values for climat temp and climat temp ship stations. WMO - No. 170, TP. 84.
- 65. ZELLAGUI, A .1998.** Etude phytochimique et génétique sur *Asphodelus microcarpus* SALZM and viv de l'Est Algérien. Thèse de Magister. Université de Constantine 9-24- 121-132

Résumé

L'objectif principal de ce travail consiste à évaluer dans des conditions de laboratoire, l'effet insecticide de la plante *Asphodelus microcarpus* vis-à-vis des populations larvaires et adultes d'un insecte ravageur des denrées stockées : *Tribolium castaneum*. Les résultats de l'extraction des huiles essentielles de la plante Asphodèle par hydrodistillation ont données des rendements très faibles.

Pour l'étude de l'effet biocide de la plante choisie, deux extraits aqueux ont été utilisés. Ces produits obtenus à partir des feuilles et tubercules de l'Asphodèle ont été testés à différentes concentrations (D1, D2, D3, D4). Les produits de la plante ont été évalués par deux modes d'application : par contact et ingestion. L'efficacité des traitements ont été évalués après 24h, 48h, 72h et 96h d'exposition.

La réponse des larves et adultes testés par les deux extraits révélant un effet toxique important qui est significatif avec le traitement par contact. Tandis que le mode d'action par ingestion révèle une très faible toxicité.

Les résultats obtenus ont montré que la toxicité des différents traitements évolue avec l'augmentation de la concentration des doses appliquées d'une part, et une efficacité relativement progressive par rapport au temps (durée après traitement) qui se traduit par une meilleure efficacité d'autre part.

Mots clé : extraits aqueux, toxicité, effet biocide, *Asphodelus microcarpus*, *Tribolium castaneum*,

Abstrat:

The main objective of this work is to evaluate, under laboratory conditions, the insecticidal effect of the *Asphodelus microcarpus* plant on the larval and adult populations of an insect pest of stored commodities: *Tribolium castaneum*.

The results of the extraction of essential oils from the Asphodel plant by hydrodistillation gave very low yields

For the study of the biocidal effect of the chosen plant, two aqueous extracts were used. These products obtained from the leaves and tubers of Asphodel were tested at different concentrations (D1, D2, D3, D4). The products of the plant were evaluated by two modes of application: by contact and ingestion. The effectiveness of the treatments were evaluated after 24h, 48h, 72h and 96h exposure.

The response of the larvae and adults tested by the two extracts revealing a significant toxic effect which is significant with the contact treatment. While the action model by ingestion reveals a very low toxicity.

The results obtained showed that the toxicity of the different treatments evolves with the increase of the dose concentration applied on the one hand, and a relatively progressive efficiency compared to the time (after treatment) which results in a better efficiency on the other hand.

Key words: aqueous extracts, toxicity, biocidal effect, *Asphodelus microcarpus*, *Tribolium castaneum*

الملخص:

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم تحت ظروف المختبر، أثر الزيوت الأساسية المستخلصة من نبات البرواق على حشرة مخزون الحبوب *Tribolium castaneum*.

تم استخدام اثنين من المستخلصات الزيتية حيث تم استخراجها من أوراق ودرنات على اليرقات و البالغين في تركيزات مختلفة (1، 2، 3، 4)، تم اختبارها عن طريق العلاج المباشر و إدخالها في الطعام قيمت النتائج بعد 24 سا ، 48 سا و 72 سا بعد التعرض.

أظهر رد فعل اليرقات و البالغين على كل من المستخلصات للأوراق و الدرناات بتركيزات مختلفة سمية كبيرة سجلها أسلوب العلاج المباشر على غرار علاج الطعام الذي سجل فيه نسبة منخفضة جدا للسمية.

تظهر النتائج المتحصل عليها عن مدى فعالية المستخلصين مهما كان الجزء المستخدم و الجرعة المستعملة ضد اليرقات و البالغين.

الكلمات المفتاحية: البرواق، مستخلصات الزيتية، فعالية *Tribolium castaneum*