





Remerciement

Je remercie tout d'abord Dieu tout puissant et miséricordieux de m'avoir donné santé, force, courage, volonté et patience pour réaliser ce travail.

J'adresse mes plus vifs remerciements à M^r Laib djamel eddine qui m'a proposé cet intéressant thème de travail. J'ai beaucoup apprécié ses qualités scientifiques, humaines et surtout son optimisme tout le long du parcours. Je le remercie pour son aide, sa disponibilité, ses précieux conseils. Ce fut un plaisir et une chance de travailler avec lui.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance aux membres de jury qui ont accepté la lourde charge d'être examinateurs de ce travail qui nous a fait l'honneur de présider le jury de la soutenance.





Dédicace

**Je dédie ce modeste travail à mes chers parents
sources de mes joies et secret de ma force, vous serez toujours le
modèle**

**mon père dans ta détermination, ta force et ton honnêteté
ma mère dans ta bonté, ta patience et ton dévouement pour nous
Merci pour vos sacrifices. C'est à vous que je dois cette réussite**

A mes frères bilel et sofiene

en reconnaissance de leur affection toujours constante

A me très chers soeur sarah

A ma tout belle famille Terchoune

Tous mes proches

Mes amis

Mes camarades de promotion

A toutes personnes qui me connaisse de loin ou de près



Fahima

Sommaire

| | |
|------------------------|---|
| Dédicace | |
| Remerciement | |
| Liste des tableaux | |
| Liste des figures | |
| Liste des abréviations | |
| Introduction | 1 |

Chapitre I : Synthèse bibliographique

| | |
|--|----|
| I.1. Les champignons endophytes | 3 |
| I.1.1. Définition | 3 |
| I.1.2. L'interaction endophyte-plante hôte | 3 |
| I.1.3. Principaux rôles physiologiques | 4 |
| I.1.3.1. Contribution dans la tolérance au stress abiotique par la plante | 4 |
| I.1.3.1.1. Contribution dans la tolérance de la pollution par des métaux lourds | 4 |
| I.1.3.1.2. Contribution dans la tolérance de la sécheresse | 5 |
| I.1.3.1.3. Contribution dans la tolérance de la salinité | 6 |
| I.1.3.1.4. Contribution dans la tolérance à la chaleur et au froid | 6 |
| I.1.3.2. Contribution dans la tolérance au stress biotique par la plante | 7 |
| I.1.3.2.1. Contribution dans la tolérance de la compétition interspécifique | 7 |
| I.1.3.2.2. Contribution dans la protection contre les parasites invertébrés | 7 |
| I.1.3.2.2.1. La protection contre les insectes ravageurs | 7 |
| I.1.3.2.2.2. La protection contre les nématodes | 9 |
| I.1.3.2.3. Contribution dans la protection contre les agents phytopathogènes | 9 |
| I.1.3.2.3.1. Induction de la résistance systémique chez la plante hôte | 9 |
| I.1.3.2.3.2. Fortification des parois des cellules végétales de la plante hôte | 10 |
| I.1.3.2.3.3. Exclusion de niche écologique | 10 |
| I.1.3.2.3.4. Promotion de la croissance de la plante hôte pendant l'attaque de l'agent pathogène | 11 |
| I.1.3.2.3.5. Production des composants antimicrobiens | 11 |
| I.1.3.2.3.6. Hyperparasitisme et prédation | 12 |
| I.2. <i>Ricinus communis</i> L. | 13 |
| I.2.1. Noms communs et synonymes | 13 |
| I.2.2. Taxonomie | 13 |

| | |
|---|----|
| I.2.3.Description | 14 |
| I.2.4.Origine et Habitat..... | 14 |
| I.2.5.Exigences écologiques..... | 14 |
| I.2.5.1. Exigences climatiques..... | 15 |
| I.2.5.2. Exigences édaphiques..... | 15 |
| I.2.6.Utilisation du ricin..... | 15 |
| I.2.6.1 Utilisation industrielle..... | 15 |
| I.2.6.2. Utilisation médicinale..... | 15 |
| I.2.7.Activité insecticide..... | 15 |
| I.3. <i>Sitophilus zeamais</i> | 16 |
| I.3.3.1.Noms communs..... | 16 |
| I.3.3.2.Synonymes | 16 |
| I.3.3.3.Description..... | 16 |
| I.3.3.3.1.L'Œuf..... | 15 |
| I.3.3.3.2. La larve..... | 16 |
| I.3.3.3.3.L'adulte..... | 16 |
| I.3.3.4.Taxonomie..... | 17 |
| I.3.3.5.Gamme d'hôtes..... | 17 |
| I.3.3.6.Biologie..... | 18 |
| I.3.3.7. Distribution géographique..... | 18 |
| I.3.3.8.Dégâts..... | 18 |
| I.3.4.Méthodes de lutte | 19 |
| I.3.4.1.Lutte préventive..... | 19 |
| I.3.4.2.Lutte curative..... | 19 |

ChapitreII :: Matériel et méthodes

| | |
|--|----|
| II.1. Matériel biologique..... | 26 |
| II.1.1. Matériel végétal..... | 26 |
| II.1.2. Matériel animal..... | 26 |
| II.2.Méthodes | 26 |
| II.2.1.Isolement et purification des champignons endophytes de <i>R. communis</i> | 26 |
| II.2.2.Identification morphologique des champignons endophytes de <i>R.communis</i> | 27 |
| II.2.3.Fermentation submergée à grande échelle et isolement de l'extrait fongique..... | 29 |

| | |
|---|----|
| II.2.4. Elevage de masse des insectes | 30 |
| II.2.5. Calcul du taux de mortalité..... | 31 |

Chapitre III : Résultats et discussions

| | |
|---|----|
| III.1. Composition en isolats fongiques endophytes du <i>R. communis</i> | 33 |
| III.1.1. Résultats..... | 33 |
| III.1.2. Discussion..... | 35 |
| III.3. Mise en évidence de l'activité insecticide des extraits fongiques des champignons endophytes du <i>R. communis</i> vis-à-vis <i>Sitophilus zeamais</i> | 35 |
| III.3.1. Résultats..... | 35 |
| III.3.2. Discussion..... | 37 |
| Conclusion..... | 40 |
| Références bibliographiques | |

Listes des tableau

Tableau 1. Composition générale de la mycoflore endophyte détectée chez *R.communis*.....34

Listes des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1. Différentes parties du <i>R. communis</i> .a .feuilles,b.fleurs ,c.tige ,d.graines..... | 14 |
| Figure 2. <i>S. zeamais</i> a.Larve L4 , b.Adultes | 17 |
| Figure 3. Dégâts causés par <i>S.zeamais</i> sur des graines de maïs..... | 19 |
| Figure 4. Des feuilles du ricin commun <i>R.communis</i> | 26 |
| Figure 5. Isolement des champignons endophytes de <i>R.communis</i> | 28 |
| Figure 6 .Identification morphologique des souches fongiques endophytes..... | 29 |
| Figure 7. Fermentation submergée et isolement de l'extrait fongique..... | 30 |
| Figure 8. Elevage de masse des insectes de <i>S.zeamais</i> | 30 |
| Figure 9. Mortalité corrigé en (%) des insectes traités avec différentes concentrations des extraits fongiques..... | 36 |

Liste des abréviations

C° : Degré celsius

Sp : Espece

g : Gramme

h : Heure

j : Jour

l : Litre

mg : Milli gramme

Pda : Potato dextrose agar

% : pourcentages

INTRODUCTION

Introduction

En Algérie, les produits céréaliers (blé, maïs, orge, avoine, riz blanche) occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Djermoun, 2009), leur consommation s'estime à 230 kg /habitant/an (FAO, 2013).

Les insectes sont responsables de pertes de céréales stockées pouvant atteindre jusqu'à 10% à l'échelle mondiale (De Carvalho et al., 2013). Par ailleurs, en Algérie, ces pertes peuvent atteindre plus de 2 % (FAO, 2013).

Parmi ceux-ci *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) (Demissie et al., 2008).

Le contrôle de ces insectes repose en grande partie sur l'utilisation des insecticides de synthèse (Kljajic et Peric, 2007; Islam et al., 2010). Ces produits chimiques sont rentables, mais leur utilisation massive a créé des problèmes tels que le phénomène de résistance, la pollution de l'environnement et des effets indésirables sur la santé humaine et sur les auxiliaires (Desneux et al., 2007; Pimentel et al., 2009; Islam et al., 2010; Ali et al., 2012).

Les risques et les problèmes associés à l'utilisation de produits chimiques conduisent à une réglementation environnementale de plus en plus strictes des pesticides (Pavela et al., 2007). Il ya donc un besoin urgent de développer des alternatives efficaces respectueuses de l'environnement, plus sûres, faciles à utiliser et ont le potentiel de remplacer les pesticides de synthèse (Tapondjou et al., 2005).

Parmi ces alternatives, les champignons endophytes qui sont considérés actuellement comme un des groupes biologiques les plus prometteurs en matière de protection des plantes contre un bon nombre des insectes ravageurs et pathogènes (Vega et al., 2009). Dans ce contexte, la présente étude est focalisée dans la bioprospection des taxons fongiques endophytes isolés à partir *R. communis* pour leur activité insecticide vis-à-vis *Sitophilus zeamais*

Ce travail est structuré en 3 parties:

La première partie est consacrée à une revue bibliographique mettant l'accent sur : les champignons endophytes, *Sitophilus zeamais*, *Ricinus communis*.

- La deuxième partie illustre le matériel et les méthodes utilisées.
- Ainsi qu'une troisième partie démontrant les résultats obtenus en ce qui concerne les différentes expériences effectuées.

Enfin, une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus.

SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

II. Revue bibliographique

II.1. Les champignons endophytes

II.1.1. Définition

Le terme endophyte a été inventé par Heinrich Anton de Bary en 1884 (**Griffin, 2014**), il est composé de deux mots grecs, endon signifiant au sein et phyton désignant plante (**Staniek et al., 2008**). Ce terme est employé pour définir les microorganismes colonisant les tissus végétaux internes sans causer des symptômes apparents sur la plante hôte (**Porrás Alfaro et Bayman, 2011**).

Les études récentes ont prouvé que les microorganismes endophytes sont presque présents dans toutes les plantes (**Wang et Dai, 2011**).

Ces microorganismes colonisent l'espace intercellulaire ou intracellulaire, au moins pour une partie de leur vie sans causer des symptômes d'infection apparents (**Kaul et al., 2012**).

II.1.2. L'interaction endophyte-plante hôte

Selon les espèces concernées, le résultat d'une interaction plante-endophytes peut aller de l'antagonisme au mutualisme (**Zabalgoitia, 2008**).

Les champignons endophytes englobent des saprophytes latentes, des espèces mutualistes et des pathogènes latents (**Zabalgoitia, 2008**).

Parmi les champignons endophytes considérés comme pathogènes latents les champignons, il est à citer *Phomopsis citri*, *Fusicoccum aesculi* et *Lasioidiplodia theobromae* isolées à partir de *Citrus spp* (**Wright, 1998**) ainsi que *Phomopsis viticola* isolé à partir de *Vitis vinifera* (**Mostert et al., 2000**). Ces agents sont co-évolués avec leurs hôtes et ne sont donc pas très virulents, et ne causent aucun symptôme à leurs hôtes, mais si la plante est stressée ou bien la sénescence des feuilles commence, la sporulation de ces agents pathogènes commence (**Sieber, 2007**). Plusieurs études récentes confirment que certaines espèces endophytes sont également décomposeurs de la litière (**Prompttha et al., 2010; Chaverri et Gazis, 2011; Purahong et Hyde, 2011; Sun et al., 2011; Hirose et al., 2013**).

Certains champignons saprophytes trouvés couramment dans les parties sénescentes de la plante ont été isolés comme endophytes des tissus sains (**Prompttha et al., 2007**).

Il est à signaler que certains des endophytes ont la capacité de continuer à exister en tant que saprophytes dans les feuilles mortes (**Unterseher et al., 2013**).

Ces champignons agissant comme des saprophytes latents, se développent d'une façon asymptomatique à l'intérieur des tissus de leurs plantes hôtes mais dans le cas de la

sénescence ou la mort des tissus de l'hôte, le développement et la sporulation de ces derniers débutent (Zabalgogezcoa, 2008).

L'association mutualistique des champignons endophytes avec leurs plantes hôtes est asymptomatique (Ting,2014),agissant contre les prédateurs, les agents pathogènes, les herbivores et les insectes nuisibles (Lacava et Azevedo, 2014).

Ces champignons endophytes augmentent la résistance des plantes aux agents pathogènes par la production des agents antimicrobiens et des régulateurs de croissance. Ils améliorent également la tolérance du stress biotique et abiotique (Lacava et Azevedo,2014). En retour, les plantes hôtes fournissent la structure spatiale, la protection contre la dessiccation, les éléments nutritifs, la fourniture des photosynthétats et dans le cas de la transmission verticale ,la diffusion dans la prochaine génération des plantes hôtes(Clay,1988;Wolock-Madej et Clay, 1991;Knoch et al.,1993; Saikkonen et al.,1998;Faeth et Fagan,2002;Rudgers et al.,2004).

II.1.3. Principaux rôles physiologiques

II.1.3.1. Contribution dans la tolérance au stress abiotique par la plante

Le stress abiotique cause la perte de plus de 50% des rendements des cultures potentiels à l'échelle mondiale (Boyer, 1982;Bray et al., 2000;Sturz et al., 2000;Singh et al., 2011). le stress abiotique pourrait être le résultat des pollutions par des métaux lourds,la sécheresse,la salinité et les contraintes de température (Liarzi et Ezra, 2014).Il est connu que les champignons endophytes améliorent la tolérance aux stress abiotique de leurs plantes hôtes (Saikkonen et al., 2010 ;Vesterlund et al., 2011).

II.1.3.1.1. Contribution dans la tolérance de la pollution par des métaux lourds

Le champignon endophyte *Neotyphodium gansuense* améliore la croissance de sa plante hôte *Achnatherum inebrians* sous une concentration élevée de cadmium par un mécanisme qui implique des activités enzymatiques anti-oxydantes (Zhang et al., 2010b).De façon similaire,le champignon endophyte des racines de *Triticum aestivum* (variété Sardari ,39) *Piriformospora indica* réduit la teneur en cadmium dans le sol entourant les racines de sa plante hôte et améliore sa croissance (Shahabivand et al., 2012).Il en est de même pour les champignons du genre *Neotyphodium* capable d'améliorer la croissance, la production de la biomasse et le potentiel d'accumulation du cadmium dans les racines de *Festuca arundinacea* et *Festuca pratensis* (Soleimani et al., 2010a,b).D'autres travaux ont montré que le champignon endophyte *Sordariomycetes* sp. isolé à partir de feuilles de *Suaeda salsa* et introduit dans le riz *Oryza sativa*, améliore la croissance du riz sous une concentration modéré de plomb par un mécanisme qui implique l'amélioration de la photosynthèse et de

l'activité anti-oxydante (Li et al., 2012). Il est à mentionner aussi que le champignon endophyte *Exophiala pisciphila* H93 favorise la croissance des racines et des pousses du maïs et améliore sa tolérance sous le stress due à la présence des métaux lourds (plomb, zinc et cadmium) (Li et al., 2011).

II.1.3.1.2. Contribution dans la tolérance de la sécheresse

La tolérance de la sécheresse des plantes infectées par des champignons endophytes a été démontrée dans plusieurs études (Arechavaleta et al., 1992; Lewis et Vaughan, 1997; Malinowski et al., 1998; Lewis, 2004; Malinowski et al., 2005). Par exemple les deux champignons endophytes du concombre *Phoma glomerata* LWL2 et *Penicillium* sp. LWL3 augmentent la biomasse végétale dans des conditions de stress hydrique (Waqas et al., 2012). Le même effet est observé pour les champignons endophytes des graminées qui augmentent le taux et la durée de croissance des racines contribuant à la protection de leurs plantes hôtes contre la sécheresse (Kuldau et Bacon, 2008). De même les champignons endophytes *Neotyphodium* sp., *Acremonium* sp., *Phialophora* sp. et *Curvularia* sp. confèrent aux graminées une tolérance de la sécheresse (Bacon et Hill, 1996; Bacon, 1993; West, 1994; Joost, 1995; Singh et al., 2011).

Dans des conditions de stress hydrique, les champignons endophytes de la famille des *Clavicipitaceae* augmentent l'élasticité des parois cellulaires (White et al., 1992), le taux de croissance des racines et des poils absorbants et diminuent le diamètre des racines (Malinowski et al., 1997, 1999b).

Plus récemment, des métabolites secondaires fongiques et spécifiques ont été impliqués dans des mécanismes de tolérance à la sécheresse, telle que l'augmentation de la production des alcaloïdes qui affectent le potentiel osmotique ce qui réduit les effets de la sécheresse (Bush et al., 1997; Hahn et al., 2007).

Les alcaloïdes loline affectent le potentiel osmotique et donc de réduire les effets du stress due au sécheresse (Bush et al., 1997). Le niveau de ces alcaloïdes augmente en réponse à la chaleur ou à la sécheresse qui affecte l'équilibre osmotique et par conséquent protège les macromolécules de la dénaturation (Malinowski et Belesky, 2000).

Un autre mécanisme possible est l'implication des protéines déhydrines (Carson et al., 2004). Au niveau cellulaire, il y a une association des champignons endophytes avec les déhydrins, un groupe de protéines intrinsèquement non structurés formés abondamment pendant la dernière phase d'embryogenèse (Carson et al., 2004).

Cette association aide plusieurs plantes à tolérer la sécheresse ou la température (Richardson et al., 1990).

II.1.3.1.3. Contribution dans la tolérance de la salinité

La salinisation des sols est une menace étendue de la productivité des cultures (**Singh et al., 2011**). Environ 7% de la surface du globe terrestre est couverte par de sols salins (**Ruiz Lozano et al., 1996**), et 5% des terres cultivées ont un excès en teneur des sels (**Munn et al., 1999**).

Le champignon endophyte de l'orge *Piriformospora indica* élimine les effets du stress salin chez sa plante hôte par l'augmentation de l'activité métabolique dans les feuilles, l'induction de changements dans la composition des acides gras dans les feuilles, la régulation positive de l'activité des enzymes anti-oxydantes (**Baltruschat et al., 2008**), l'augmentation de la biomasse (**Waller et al., 2005**) et l'induction de la biosynthèse de l'éthylène dans les racines d'orge (**Cao et al., 2006**). Le champignon endophyte du concombre *Paecilomyces formosus* LHL10 améliore la croissance et la tolérance de sa plante hôte de la salinité par l'accumulation de proline et des antioxydants (**Khan et al., 2012a**).

De la même manière, les champignons endophytes *Phoma glomerata* LWL2 et *Penicillium* sp. LWL3 augmentent également la biomasse et améliorent l'assimilation des éléments nutritifs essentiels du concombre dans des conditions du stress salin (**Waqas et al., 2012**).

L'association symbiotique plante hôte–endophyte agit contre le stress salin par la régulation de l'activité du glutathione, le catalase, le peroxydase, le polyphénol oxydase et l'acide abscessique, modification de l'acide jasmonique, et augmentation de la teneur en acide salicylique (**Waqas et al., 2012**).

Les 2 champignons endophytes *Penicillium minioluteum* LHL09 et *Penicillium funiculosum* LHL06 isolés à partir de *Glycine max.* L. (soja) améliorent la croissance de leurs plante hôte en régulant la biosynthèse des hormones et des flavonoïdes (**Khan et al., 2011a**). Il a été signalé aussi que le champignon endophyte du concombre *Exophiala* sp. LHL08 contribue dans la tolérance de la salinité par l'augmentation de la teneur en acide salicylique (**Khan et al., 2011b**).

II.1.3.1.4. Contribution dans la tolérance à la chaleur et au froid

L'inoculation de plantes de *Dichanthelium lanuginosum* avec le champignon endophyte *Curvularia* sp. leur confère une tolérance d'une température élevée du sol où des plantes non inoculés ne peuvent pas survivre (**Redman et al., 2002**). Des constatations similaires sont observées chez *Cucumis sativus* inoculé par *Paecilomyces formosus* LHL10 où la croissance est améliorée (**Khan et al., 2012b**).

Le mécanisme possible pour la tolérance de la chaleur implique des osmoprotectants tels que le tréhalose, la glycine, le *bétaine*, la taurine et la mélanine (pigment) (**Morsy et al., 2010**).

II.1.3.2. Contribution dans la tolérance au stress biotique par la plante

Le stress abiotique pourrait être le résultat de la compétition interspécifique, parasites invertébrés, herbivores (mammifères), les maladies causées par des agents phytopathogènes (Liarzi et Ezra, 2014). Il a été constaté que ces champignons améliorent la tolérance de leurs plantes hôtes (Arnold et al., 2003; Vega, 2008; Rocha et al., 2011).

II.1.3.2.1. Contribution dans la tolérance de la compétition interspécifique

Centaurea stoebe est une plante herbacée envahissante en Amérique du Nord ; la présence des champignons endophytes du genre *Alternaria* améliore sa capacité concurrentielle sans augmenter sa taille et le mécanisme par lequel ces endophytes augmentent la compétitivité de sa plante hôte est inconnue, mais elle n'est pas liée à la croissance accrue (Aschehoug et al., 2012). Il a été suggéré que les mécanismes de la compétition interspécifique impliquent une augmentation de la reproduction végétative et la croissance des racines, la production des substances allélochimiques et du rendement en graines (Kuldau et Bacon 2008; Bush et al., 1997; Malinowski et al., 1999a). Par conséquent, une augmentation du nombre de tiges, une plus grande vitesse d'élongation des feuilles et une modification de l'architecture des racines a été notée (Malinowski et Belesky, 2000). Dans ce sens des expériences sur terrain ont montré que la fétuque élevée *Festuca arundinacea* infectée par des champignons endophytes supprime d'autres graminées et plantes herbacées par rapport à la fétuque non infectée (Clay et Schardl, 2002). D'autres travaux ont mentionné que les extraits de graines de la fétuque élevée *Festuca arundinacea* infectées par des endophytes inhibent la germination de *Trifolium* spp. (Springer, 1997). De même le nombre de trèfle blanc *Trifolium repens* a diminué dans les pâturages dominés par autres plantes infectées par des champignons endophytes (Sutherland et Hoglund, 1989). Il a été suggéré que les alcaloïdes loline améliorent la capacité concurrentielle des herbes endophytes infectées en retardant la mise en place de concurrents. Ceci est basé sur la constatation que les alcaloïdes loline sont le seul groupe d'alcaloïdes liés aux endophytes qui réduit le taux de germination des graines de monocotylédones et dicotylédones (Petroski et al., 1990).

Le champignon endophyte de *Cinna arundinacea* *Neotyphodium schardlii* réduit la vie de sa plante hôte, mais augmente sa capacité de régénération (Rudgers et al., 2012).

II.1.3.2.2. Contribution dans la protection contre les parasites invertébrés

II.1.3.2.2.1. Protection contre les insectes ravageurs

Plusieurs endophytes ont des propriétés insecticides (Kaul, 2012). Des études ont mentionné que les métabolites secondaires des champignons endophytes tels que les alcaloïdes contribuent à la toxicité des insectes, en particulier la péramine (Ball et al., 1995;

Rowan et al.,1986), l'ergovaline(Siegel et al., 1990;Wilkinson et al., 2000;Riedell et al., 1991),et les janthitremes (Tapper et Lane, 2004).

Il est à souligner que les endophytes du genre *Neotyphodium* contribuent dans la résistance de leurs plantes hôtes contre *Agrotis ipsilon* par la sécrétion de la N-acetyl norloline et la peramine et l'ergovaline (Baldauf et al., 2011).

Deux autres champignons endophytes *Claviceps purpurea* et *Claviceps* sp.et *Chaetomium* sp.de *Achnatherum inebrians* en Chine possèdent une activité insecticide significative contre *Aphis gossypii* (Zhang et al., 2010 a,b).

L'inoculation simultanée des courges par les champignons endophytes des racines *Fusarium oxysporum* Fo162 et *Rhizobium etli* G12 induit une résistance systémique et réduit l'effectif de la population *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera,Aphididae) (Martinuz et al., 2012).

Une expérience de choix avec des courges montre que les pucerons préfèrent s'alimenter à partir des plantes dépourvues d'endophytes, ce qui indique que *Fusarium oxysporum* Fo162 et *Rhizobium etli* G12 affectent la préférence de la plante hôte par les pucerons (Martinuz et al., 2012).

L'inoculation du champignon endophyte *M. anisopliae* à l'intérieur des plantes de *Brassica napus* provoque un pourcentage de mortalité respective de 35,56.7et63.3 après 2,3,4 semaines des larves phytophages de *Plutella xylostella*.En comparaison avec des larves qui se nourrissent des plantes non inoculés par ce champignon où le pourcentage de mortalité a varié en fonction des mêmes dates d'observation de façon respective (15,18.3 et11.7) (Batta, 2013).

Le sterigmatocystine et 13-hydroxyversicolorine B secrétés par le champignon endophyte *Podospora* sp. isolé à partir de *Laggera alata* sont utilisées contre le troisième stade larvaire d'*Anopheles gambiae* (Josphat et al., 2011).

Le résultat a été des valeurs de CL50 et CL90 de 13,3 et 73,5 ppm et une mortalité de 95% des individus traités observée à une concentration de 100 ppm après 24 h de traitement pour le sterigmatocystine,CL50 de 294,5 ppm et une mortalité de 95% des individus traités observée à une concentration de 1000 ppm pour le 13-hydroxyversicolorine B (Josphat et al., 2011).

L'alimentation et la survie de l'altise du maïs *Chaetocnema pulicaria*(Coleoptera, Chrysomelidae) est réduite par une infection de la fétuque élevée avec *N. coenophialum*,et le mécanisme proposé est l'antixénose (Ball et al., 2011). Similairement la prédation des graines par *Glyphipterix simpliciella* est plus faible pour des herbes de fétuque élevée contenant des champignons endophytes (Saari et al., 2010).Il en est de même pour les champignons

endophytes isolés des feuilles de *Picea rubens* montre une toxicité contre *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera, Tortricidae) (Sumarah et al., 2010; Porrás- Alfaro et Bayman, 2011).

Le traitement des adultes d'*Acanthoscelides obtectus* par différentes concentrations (25%, 50%, 75%, 100%) du filtrat du champignon endophyte du *Nerium oleander* *Cladosporium* sp. provoque les taux de mortalités maximales suivants: 39%-41%-61%-84% respectivement) et cela après 48 heures (Laib, 2014) .

II.1.3.2.2. Protection contre les nématodes

Le champignon endophyte de la tomate *Fusarium oxysporum* souche 162 induit la résistance systématique contre le nématode *Meloidogyne incognita* (Martinuz et al., 2012) et *R. similis* dans la banane par application combinée avec le champignon *Paecilomyces lilacinus* souche 251 et la bactérie *Bacillus firmus* (Mendoza et Sikora, 2009).

N. coenophialum un champignon endophyte de la fétuque élevée provoque un épaissement des parois cellulaires endodermiques qui réduit la capacité de pénétration des racines par le nématode *Meloidogyne marylandi* (Gwinn et Bernard, 1993; Kimmons et al., 1990).

L'inoculation du *Fusarium oxysporum* et à un moindre degré, des espèces de *Trichoderma* dans les racines de la tomate et du bananier réduit les populations de nématodes (Sikora et al., 2008).

II.1.3.2.3. Contribution dans la protection contre les agents phytopathogènes

Plusieurs mécanismes sont utilisés par les endophytes pour la protection de leurs plantes hôtes contre les agents phytopathogènes (Kuldau et Bacon, 2008; Reinhold-Hurek et Hurek 2011). Parmi eux :

II.1.3.2.3.1. Induction de la résistance systémique chez la plante hôte

L'endophyte induit une résistance systémique chez sa plante hôte (Chen et al., 1995; Kloepper et Beauchamp, 1992; Kunkel et al., 2004; Waller et al., 2005; Serfling et al., 2007; Waller et al., 2008) qui est un mécanisme important dans la protection de la plante contre les agents phytopathogènes qui implique les champignons endophytes ou leurs métabolites (Kloepper et Ryu, 2006; Compant et al., 2005).

Les champignons endophytes peuvent induire la résistance systémique de leurs plantes hôtes contre les agents pathogènes après avoir pénétré activement et coloniser ces derniers, favorisant la synthèse de composés biologiquement actifs ou provoquant des changements dans la morphologie et / ou la physiologie végétale (Hanada et al., 2010).

Les champignons endophytes peuvent également produire des métabolites secondaires qui inhibent directement les agents pathogènes ou produisent des éliciteurs qui stimulent la plante à produire ce type de métabolites secondaires (**Liarzi et Ezra, 2014**).

Les métabolites secondaires produits par les arbres et les plantes ligneuses pour leur protection contre les agents pathogènes des plantes sont bien connus et ont été étudiés (**Liarzi et Ezra, 2014**). Parmi ces métabolites les phytoalexines comme les flavonoides et les terpénoïdes (**Smith, 1996**).

Les plantes produisent les polyphénols et des enzymes liés à la défense comme la phénylalanine ammoniac lyase, la peroxydase, la catalase et le super oxyde dismutase et les champignons endophytes peuvent également favoriser la production de plantes de ces molécules (**Liarzi et Ezra, 2014**).

Parmi les éliciteurs produits par ces endophytes les lipopolysaccharides, les polysaccharides, et les glycoprotéines qui stimulent la production des métabolites secondaires de défense par leurs plantes hôtes, Ces derniers suppriment efficacement les agents pathogènes (**Gao et al., 2010, 2011**).

II.1.3.2.3.2. Fortification des parois des cellules végétales de la plante hôte

L'épaississement de la paroi cellulaire est due au dépôt de callose et l'accumulation de composés phénoliques sur le site de contact avec l'agent pathogène (**Benhamou et al., 1998**). Les enzymes sont également impliqués dans la synthèse de lignine qui forme une barrière de protection supplémentaire contre la pénétration par des agents pathogènes (**Pankhurst et al., 1979**).

Certains champignons endophytes de l'orge provoquent un épaississement des parois des cellules chez leur plante hôte et par conséquent limitent la pénétration par l'agent pathogène *Verticillium longisporum* (**Narisawa et al., 2004**).

II.1.3.2.3.3. Exclusion de niche écologique

Étant donné que les populations biologiques d'un écosystème interagissent les uns avec les autres, des interactions positives (commensalisme, mutualisme et synergie) peuvent permettre à certaines populations de fonctionner comme une communauté au sein de cet habitat (**Liarzi et Ezra, 2014**).

Les interactions positives entre les populations autochtones sont généralement plus développées dans les communautés matures que dans les communautés nouvellement établies (**Liarzi et Ezra, 2014**).

Ainsi, le nouveau agent pathogène sera confrontée à des réactions négatives de la part des populations autochtones (**Sturz et al., 2000**).

Les champignons endophytes protègent leurs plantes hôtes par la colonisation rapide et l'épuisement des substrats disponibles et limitées de sorte qu'aucune source nutritive ne soit disponible pour les agents pathogènes (**Pal et Gardener, 2006**).

Dans les tissus de la plante hôte la diversité des champignons endophytes est principalement limitée par la concurrence entre eux pour l'alimentation ou le microhabitat, ce qui limite l'invasion des tissus par d'autres micro-organismes endophytes ou des agents pathogènes (**Albrechtsen et Witzell, 2012**).

II.1.3.2.3.4. Promotion de la croissance de la plante hôte pendant l'attaque de l'agent pathogène

l'effet positif de l'endophyte pour sa plante hôte n'est pas seulement limité à la suppression de l'agent pathogène, mais aussi à la promotion de la croissance au moment de l'infection par l'agent pathogène (**Liarzi et Ezra, 2014**).

le champignon endophyte *Fusarium verticillioides* module la croissance de l'agent pathogène *Ustilago maydis* dans le maïs et diminue son agressivité vers la plante en interférant au début du processus d'infection (**Lee et al., 2009**).

II.1.3.2.3.5. Production des composants antimicrobiens

Ces champignons produisent une variété de composés antimicrobiens provoquant une anomalie de croissance des hyphes de l'agent pathogène (**Ting, 2014**). Les composants antimicrobiens sont des substances de faible poids moléculaire, actifs à de faibles concentrations contre d'autres micro-organismes (**Guo et al., 2000**). Par exemple *Trichoderma virens* souche 223 produit une chitinase contre le pathogène *Ceratocystis paradoxa* sur la canne à sucre (**Romão-Dumaresq et al., 2012**). Il en est de même pour le champignon endophyte *Phoma* sp. isolé à partir de différentes plantes médicinales qui a été signalé comme une source prometteuse de composés antimicrobiens (**Kaul, 2012**).

Parmi ces composés antimicrobiens produits par *Phoma* sp. isolé à partir *Arisaema erubescens* le 3,6,7- trihydroxy-a-tétralone, cercosporamide, b-sitostérol, le trichodermine (**Wang et al., 2012**).

Ces composés isolés ont démontré une activité antifongique contre *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum gloeosporioides* et *Magnaporthe oryzae* et antibactérienne contre les bactéries pathogènes *Xanthomonas campestris* et *Xanthomonas oryzae* (**Wang et al., 2012**).

Les sesquiterpènes, diterpènes et triterpénoïdes sont les principaux terpénoïdes produites par les champignons endophytes et qui possèdent une activité antimicrobienne (**Kaul, 2012**).

Le champignon endophyte *Phomopsis cassiae* isolé à partir de *Cassia spectabilis* produit cinq sesquiterpènes de cadinane, le 3,9,12-trihydroxycalamenenes; 3,12-dihydroxycalamenene; 3,12-dihydroxycadalene et 3,11,12-trihydroxycadalene. ce dernier est le composé le plus actif contre les champignons phytopathogènes (**Silva et al., 2010**).

Le champignon *Xylaria* sp. isolé à partir de *Piper aduncum* également produit deux sesquiterpènes de presilphiperfolane ayant une activité antifongique (**Silva et al., 2010**).

Liu et al. (2008) ont rapporté que *Xylaria* sp. YX-28 isolé à partir de *Ginkgo biloba* produit l'acide 7-amino-4-méthylcoumarine (C₁₀H₉NO₂) ayant une activité antibactérienne et antifongique contre de nombreux micro-organismes pathogènes. Le champignon endophyte *Chaetomium globosum* isolé à partir *G. biloba* produit les chaetomugiline D, chaetomugiline A et chaetoglobosine C (**Qin et al., 2009**).

Ces composés sont des dérivés de l'azaphilone chlorée et ont une activité significative contre *Artemia salina* et *Mucor miehei* (**Qin et al., 2009**).

F. solani isolé à partir de *Taxus baccata* produit le 1-tétradécène et le 8 octadecanone, 8 pentadécane, octylcyclohexane et le 10 nonadecanone avec une activité antibactérienne et antifongique (**Tayung et al., 2011**).

Li et al. (2012) ont rapporté deux alcaloïdes qui possèdent une activité antifongique le 12b-hydroxy-13a-méthoxyverruculogène TR-2 et le 3-hydroxyfumiquinazoline A produites par le champignon endophyte du *Melia azedarach* *A. fumigatus* LN-4.

Deux métabolites l'asperfumoïde et l'asperfumine isolés à partir d'*Aspergillus fumigatus* CY018 un champignon endophyte du *Cynodon dactylon* inhibent le développement de *Candida albicans* (**Liu et al., 2004**).

Acremonium zeae un endophyte de maïs a montré une activité antifongique significative contre *Aspergillus flavus*, *Fusarium verticillioides* et une activité antibactérienne contre la plupart des bactéries Gram-positives (**Wicklów et al., 2005**).

Cette activité est due à la production par ce champignon des métabolites antibiotiques qui sont les pyrrocidines A (C₃₁H₃₇NO₄) et B (C₃₁H₃₉NO₄) (**Wicklów et al., 2005**).

Le naphthaquinone antibactérien Javanicine (C₁₅H₁₄O₆) présentant une activité contre *Pseudomonas* sp. a été isolé à partir de *Chloridium* sp. un endophyte d'*Azadirachta indica* (**Kharwar et al., 2008**).

Le cryptocandin (C₁₅H₈₂N₈O₁₇) est un composant produit par le champignon endophyte *Cryptosporiopsis* cf. *quercina* a effet antifongique contre *C. albicans*, *Trichophyton rubrum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea* (**Strobel et al., 1999**).

II.1.3.2.3.6. Hyper parasitisme et prédation

L'hyperparasitisme est une stratégie écologique utilisée par les endophytes pour protéger leurs plantes hôtes pendant laquelle l'agent pathogène est directement attaqué et détruit par un endophyte particulier (Tripathi et al., 2008). Il a été observé que les champignons endophytes parasitent les hyphes des champignons phytopathogènes en pénétrant ces derniers et en sécrétant la lyase pour décomposer leurs parois cellulaires (Grosch et al., 2006).

Par exemple, *Trichoderma* sp. est capable de parasiter les hyphes de *Rhizoctonia solani* (Grosch et al., 2006). La prédation microbienne est une manière plus générale de suppression des agents phytopathogènes où certains endophytes montrent un comportement de prédation dans des conditions nutritives limitées (Benhamou et Chet, 1997).

Par exemple, *Trichoderma* sp. produit une série d'enzymes capables d'attaquer directement contre les parois cellulaires de champignons phytopathogènes (Benhamou et Chet, 1997).

II.2. *Ricinus communis* L

II.2.1. Noms communs et synonymes

Le ricin est appelé également kharouâa en arabe, ricin en français et castor bean en anglais (Ghrabi, 2005).

II.2.2. Taxonomie

Regne : Plantae, **Embranchement :** Spermaphyte (plante à graine), **Sous-embranchement :** Angiosperme (Magnoliophyta : Plantes à fleurs), **Classe :** Magnoliopsida, **Sous-classe :** Rosidae, **Ordre :** Euphorbiales, **Famille :** Euphorbiaceae, **Genre :** *Ricinus*, **Espece :** *Ricinus Communis*. (N'guessan et al., 2009).

II.2.3. Description

Le ricin est un arbuste à feuilles persistantes, herbacé ou semi-ligneux, de grande taille ou petit arbre qui atteint 5 mètres de haut, les feuilles sont palmées, avec 5-11 lobes profondément incisés, brillants, vert à violacé ou vert rougeâtre et de 30 à 75 cm de diamètre, avec de longs pétioles avec une veine médiane de couleur rougeâtre, dentées irrégulièrement (Garcia et al., 1999) (figure.1a).

La tige est verte à rougeâtre-pourpre dressée, robuste, rameuse avec des branches à nœuds visibles et cicatrices (Couplan et Styner, 2000) (figure.1b).

l'inflorescence (peu voyante) a des fleurs jaune verdâtre qui sont portées en épis jusqu'à 30 cm de long près du sommet des tiges, les fleurs femelles sont sur la moitié supérieure de la pointe et ont des stigmates rouges visibles. Les fleurs mâles sur la moitié inférieure de la pointe ont

des anthères jaunes voyantes Les fleurs femelles pollinisées sont suivies par des capsules en forme d'œuf de couleur brun rougeâtre, longues d'environ 2,5 cm, recouvertes d'épines souples (Maroyi, 2007) (figure.1c).

Le fruit est une capsule tricoque qui s'ouvre par déhiscence septicide, puis loculicide, en abandonnant la columelle sur laquelle s'insèrent les graines ,brillantes et tachetées, piriformes, ovoïdes, allongées ou plates, luisantes marbres de gris rougeâtre et de blanc. (Prat et al., 2005). (figure.1d).

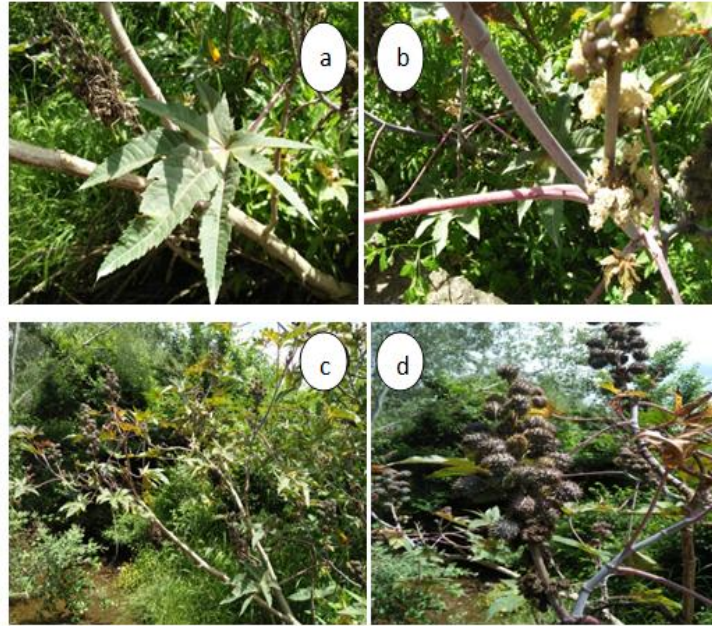


Figure 1. Différentes parties du *R. communis* .a .feuilles, b. fleurs ,c. tige ,d. graines (photos personnelles).

II.2.4. Origine et Habitat

L'origine du *Ricinus communis* L est l'Afrique tropicale, elle est cultivée en tant que plante ornementale dans diverses régions tropicales, subtropicales sèches et tempérées dotées d'un été chaud (Cheema et al., 2010).

Plus de 95% de sa culture est concentrée en Inde, la Chine et le Brésil (Sailaja et al., 2008).

II.2.5. Exigences écologiques

II.2.5.1. Exigences climatiques

Le ricin a pu s'acclimater spontanément dans les régions tropicales et subtropicales mais il préfère des pluviométries assez élevées (450 – 1000 mm) pour compléter son cycle de développement (Déthiollaz, 2003). La répartition géographique du ricin dans le monde indique qu'il tolère une grande variabilité des conditions climatiques sauf pour les très basses températures. En effet, vingt-quatre heures à 2 °C suffisent pour inhiber la germination.

Cependant, un bon démarrage de la germination à des températures supérieures à 15°C est observé (**Polvèche, 1996**).

II.2.5.2. Exigences édaphiques

Le ricin exige un sol bien drainé, riche en humus, sableux ou limoneux argileux, de pH =4,5 à 8,3 (**Rousset et al., 2008**).

II.2.6. Utilisation du ricin

II.2.6.1 Utilisation industrielle

Le ricin présente un grand intérêt économique et plus particulièrement son huile largement utilisée comme lubrifiant à cause de ces caractéristiques exceptionnelles : sa souplesse, sa bonne résistance, sa bonne tenue dans une plage étendue de température (de -40 °C à +130°C) et sa grande affinité pour les surfaces métalliques (qualités de mouillage).

Perret (2007) rapporte l'utilisation de certaines composantes de l'huile de ricin pour la fabrication des vernis, savons et des peintures.

pour la production du carburant biodégradable qui ne cause pas d'effets néfastes pour l'environnement (**Rousset et al., 2008**).

II.2.6.2. Utilisation médicinale

Le ricin est une plante médicinale qui a été traditionnellement utilisée dans certains pays pour le traitement de nombreuses maladies comme les inflammations et les maladies du foie (**Kachare, 2010**).

l'huile de ricin entre dans la composition de nombreux traitements purgatifs ou laxatifs, exploitée en cosmétique comme crèmes solaires et crèmes antirides et utilisée en dermatologie pour le soin des durillons, des kystes et de plaies ouvertes (**Polvèche, 1996**).

En Inde, la ricine, toxine qui caractérise le ricin, s'avère active contre certaines cellules cancéreuses. (**Olsnes et Kozlov, 2001**).

l'extrait éthanolique des racines du ricin possèdent une activité anti-diabétique (**Poonam et al., 2008**).

Kot et Manthri (2011) indiquent que les feuilles de ricin soulagent les maux de tête et le rhumatisme.

II.2.7. Activité insecticide

Sharma et al. (1990) ont montré que le ricin peut être utilisé comme un insecticide efficace, ainsi l'utilisation du ricin dans la lutte contre les termites (fourmis blanches) qui endommagent le bois de *Mongifera indica* et *Pinus longifolia* a été mise en évidence dans des essais comparatifs.

D'autres recherches ont montré que le ricin peut être utilisé comme larvicide. Ainsi les extraits aqueux des feuilles et des graines du ricin (*Ricinus communis*) présentent des effets toxiques sur les larves de moustiques *Culex pipiens*. Les tests de toxicité ont révélé au bout de 24 heures d'exposition, des taux de mortalités de 100% et des concentrations létales CL50 très faibles (Ghnimi *et al.*, 2014).

II.3. *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855)

II.3.1. Noms communs

سوسة الذرة (Arabe) (Elhadjismail, 2014); Charançon du maïs (Français), maize weevil (Anglais) (Delobel et Tran, 1993)

II.3.2. Synonymes

Calandra chilensis Philippi et Philippi, 1864, *Calandra platensis* Zacher, 1922, *Cossonus quadrimacula* Walker, 1859.

II.3.3. Description des stades biologiques

II.3.3.1. L'Œuf

Les œufs sont blancs crèmes et à peine visible à l'œil nu (Hagstrum *et al.*, 2012).

II.3.3.2. La larve

La larve est d'une couleur blanche crème, avec une tête brune et apode (Hagstrum *et al.*, 2012), de 2-3mm de long, très bombées en dessus et plates en dessous avec une tête brunâtre et hémisphérique et des mandibules à pointes plus foncée et munies d'une dent subapicale interne très prononcée précédée d'une autre petit dent (Balachowsky et Mesnil, 1936) (Figure .2a).

II.3.3.3. L'adulte

L'adulte mesure 3-4 mm, brun foncé à noir avec des élytres portant chacun une tache orange, les ailes de vol (2^{ème} paire des ailes sous les élytres) est présente, le thorax avec des perforations de forme circulaire (Rees, 2007) (Figure .2b).

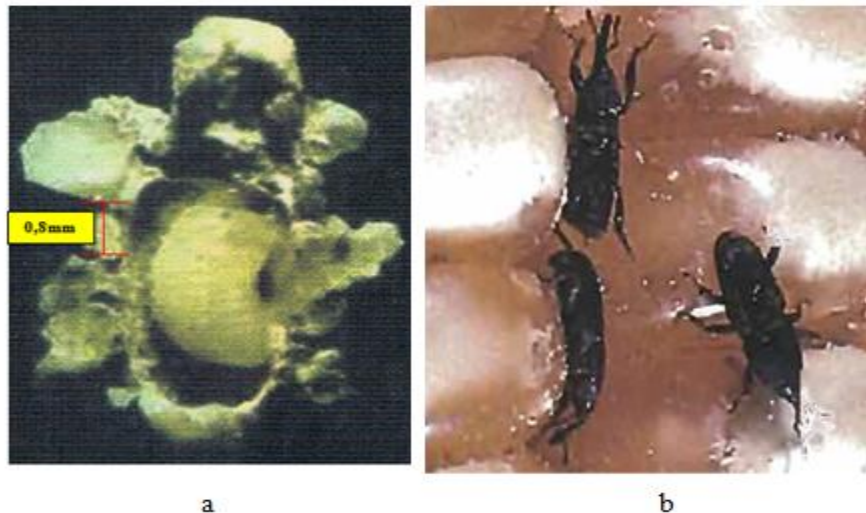


Figure 2. *S. zeamais* a.Larve L4 , b.Adultes(Alejandro, 1988).

II.3.4.Taxonomie

Selon Zipcodezoo (2014) le charançon du maïs est classé comme suit :

Domaine: Eukaryota,**Royaume:** Animalia,**Sous royaume:** Bilateria ,**Branche:** Protostomia
Infraroyaume: Ecdysozoa,**Superphylum:** Panarthropoda,**Phylum:** Arthropoda,
Subphylum: Mandibulata,**Infraphylum:** Atelocerata,**Superclasse:** Panhexapoda,**Epiclasse:** Hexapoda,**Sousclasse:** Dicondylia,**Classe :** Insecta,**Infraclasse:** Pterygota,**Ordre:** Coleoptera
Sous ordre : Polyphaga,**Infra ordre:** Cucujiformia,**Superfamille:** Curculionoidea,**Famille:** Curculionidae,**Sous famille :** Rhynchophorinae,**Genre:** *Sitophilus*,**Espèce :** *Sitophilus zeamais*

II.3.5. Gamme d'hôtes

On trouve les charançons de maïs couramment sur le maïs, il peuvent aussi se nourrir des céréales comme le blé, l'orge, le sorgho, le seigle et le riz (Hagstrum et al., 2012).

Ils préfèrent les grains entiers, mais se nourrissent également de produits céréaliers transformés, y compris les pâtes (Hagstrum et al., 2012).

S. zeamais supporte un taux élevée d'humidité de son hôte et peut même se nourrir des pommes (Longstaff, 1981; Maceljski et Korunic, 1973).

II.3.6. Biologie

Les œufs sont pondus au cours de toute la durée de la vie adulte, bien que 50% peut être déposée dans les 4-5 premières semaines; chaque femelle peut pondre jusqu'à 150 œufs (**Longstaff, 1981**). Les œufs sont déposés individuellement dans de petites cavités creusées dans les grains de céréales par la femelle; chaque cavité est rendue étanche par une sécrétion cireuse produite par cette dernière, protégeant ainsi l'œuf (**Longstaff, 1981**).

La période d'incubation de l'œuf est d'environ 6 jours à 25°C (**Howe, 1952**). Les œufs sont pondus à des températures entre 15 et 35 °C (avec un optimum autour de 25 °C) et à une humidité du grain de 10%; cependant, les taux de ponte sont très bas en dessous de 20°C ou supérieure à 32°C, et au-dessous d'environ 12% d'humidité (**Birch, 1944**). Après l'éclosion, la larve commence à se nourrir à l'intérieur du grain, et creuse un tunnel en se nourrissant (**Birch, 1944; Howe, 1952**).

Il ya quatre stades larvaires dans le blé à 25°C et 70% d'humidité relative, la nymphose a lieu après environ 25 jours, bien que les périodes de développement sont très prolongées à des températures basses (par exemple 98 jours à 18 °C et 70% HR) (**Birch, 1944; Howe, 1952**). La nymphose a lieu dans le grain; l'adulte nouvellement développé creuse son chemin, laissant un grand trou de sortie caractéristique (**Birch, 1944; Howe, 1952**).

La durée de développement total varie de 35 jours dans des conditions optimales à plus de 110 jours dans des conditions défavorables (**Birch, 1944; Howe, 1952**).

La durée de vie des adultes varie de plusieurs mois à un an (**Longstaff, 1981**).

II.3.7. Distribution géographique

Sitophilus zeamais est répandu dans le monde entier (**Balachowsky et Mesnil, 1936**), il existe en Australie, en Afrique, en Asie et en Europe (**Champ et Dyte, 1976**). Il est plus fréquent en régions tropicales et subtropicales (**Rees, 2007**).

II.3.8. Dégâts

En maïs stocké, de fortes infestations par ces insectes peuvent causer des pertes de poids des grains de 30-40% (**Arbogast et Trône, 1997**).

La larve Produit une poudre blanchâtre abondante qui rend le maïs impropre à la consommation (**Freeman, 1980**) (Figure .3).



Figure 3. Dégâts causés par *S.zeamais* sur des graines de maïs (Photo personnelle).

II.4. Méthodes de lutte disponibles contre les ravageurs des denrées stockées

II.4.1. Lutte préventive

Une fois le lieu de stockage a été vidé et nettoyé physiquement (balayage du sol, enlèvement des toiles d'araignée et de la poussière, collecte et élimination de grains qui restent dans le lieu),il est nécessaire d'éliminer les populations résiduelles d'insectes par l'utilisation de l'azaméthiphos ou un mélange de fénitrothion et le carbaryl (Abdelaziz, 2011).

II.4.2. Lutte curative

II.4.2.1. Lutte physique

II.4.2.1.1. Lutte par le froid

La température optimale pour le développement des insectes des denrées stockés est entre 25-33 ° C (Abdelaziz, 2011).

Les basses températures < 10 °C retardent le développement de ces insectes et donc réduisent leurs effectifs à un niveau où ils ne peuvent pas causer des dégâts considérables (Abdelaziz, 2011).

Egalement elles bloquent leurs développement, réduisent leurs alimentations, fécondité et survie (Logstaff et Evans,1983).

II.4.2.1.2. Lutte par la chaleur

Une température de grains de 60 à 65°C, pendant 15 minutes est nécessaire pour tuer tous les insectes de céréales stockées (Abdelaziz, 2011).

Ces températures peuvent endommager la qualité boulangère et la faculté germinative de la plupart des graines (Evans, 1987) donc, la température du grain doit être soigneusement mesuré et contrôlé (Abdelaziz, 2011) pour réaliser une désinsectification sans causer des dommages aux derniers (Evans et al., 1983).

La même température minimum doit être atteinte pour tuer les insectes en utilisant l'une de ces méthodes (Abdelaziz, 2011).

La méthode la plus simple et la moins coûteuse est probablement de chauffer les graines dans un séchoir à lit fluidisé (Abdelaziz, 2011).

Elle est la seule méthode de désinsectisation à haute température utilisée pour le traitement de plus de 100 tonnes/heure et qui consiste à traiter les produits en lits fluidisés à haute température (60° C à 180° C); la température propre du produit n'atteignant pas 65° C à 70° C (Neeson et Banks, 2004).

Ce choc thermique dure 8 secondes suivi d'un refroidissement rapide, entraîne une totale mortalité des insectes sans affecter les qualités technologiques du produit (Abdelaziz, 2011).

II.4.2.1.3. Modification de l'atmosphère du milieu

Il s'agit d'abaisser le taux d'oxygène de l'atmosphère intergranulaire jusqu'à un taux létal pour tous les stades des insectes des denrées stockées (< 1 % d'O₂) (Marzke et al., 1970; Storey, 1973,1975; Jayas et al., 1991).

Généralement les insectes des stocks sont tués lorsque le taux d'oxygène est inférieur à 2 % du volume de l'atmosphère intergranulaire, stade auquel le gaz carbonique (CO₂) aura atteint un taux d'environ 15 % (FAO, 2013).

II.4.2.1.4. Utilisation de matières inertes

Les poussières ou les matières inertes sont des poussières chimiquement non réactives qui tuent les insectes par dessiccation de leurs corps, soit par endommager (terres de diatomées) ou absorber (aérogel de silice) de la couche cireuse de l'insecte qui empêche une perte excessive d'humidité du grain et de l'air intergranulaire (Abdelaziz, 2011).

Elles ne sont pas toxiques pour les humains et les animaux et peuvent fournir une protection continue contre les infestations par les insectes, n'affectent pas les qualités technologiques des graines (Abdelaziz, 2011). Les poussières inertes ont été utilisées pendant des siècles par les peuples autochtones en Amérique du nord et en Afrique pour lutter contre les insectes des denrées entreposés (Fields et Muir, 1996).

La terre de diatomées (DE) sont les restes fossilisés de diatomées qui sont des plantes aquatiques microscopiques unicellulaires, ils ont une faible toxicité pour les mammifères (par exemple, la toxicité pour un rat par voie orale DL₅₀>5000 mg/kg) (Subramanyam et Hagstrum, 1995).

L'aérogel de silice est produit par le séchage d'une solution aqueuse de silicate de sodium (Quarles, 1992).

Le sable et les autres composants du sol sont également utilisés comme des matières inertes (Golob et Webley, 1980).

II.4.2.1.5.L'irradiation ionisante

Les rayonnements ionisants créent des ions par la rupture de liaisons chimiques (Faruki et al., 2007). Ils frappent les électrons hors de leurs orbites entraînant une douche d'électrons, créant des ions et des radicaux qui causent des dommages supplémentaires aux grandes molécules biologiques telles que l'ADN et provoque par conséquent un arrêt de développement d'organismes irradiés et endommagement des sites de division cellulaire qui incluent les gonades et l'intestin moyen chez l'insecte adulte (Hallman, 2012).

À des doses de 10 Kgy ils arrêtent les fonctions de ces organes ce qui provoque un arrêt de reproduction et d'alimentation chez l'insecte (Hallman, 2012).

Deux types de radiations ionisantes sont utilisés pour lutter contre les insectes des denrées stockées ,le rayonnement gamma qui peut être produit par un isotope radioactif tel que le cobalt-60 et le rayonnement bêta,qui est un faisceau d'électrons, peut être généré électriquement (Hallman, 2012).

L'irradiation avec un faisceau d'électrons est généralement plus sûr et plus facile à utilisé car il peut être activé et désactivé pendant que l'isotope émette les rayonnements assurant donc la protection de l'utilisateur (Fields et Muir, 1996).

Toutes les étapes de cycle de vie des insectes sont touchées par ce type de rayonnement, la température du grain est augmenté de moins de 0,1°C et sa valeur nutritive n'est pas affectée à des doses faibles, il ne laisse pas des résidus de produits chimiques nocifs dans la graine (Abdelaziz, 2011). L'inconvénient de cette méthode est que les insectes adultes continuent à vivre pendant un certains temps et la graine est tuée par l'irradiation nécessaire pour lutter contre les insectes (Abdelaziz, 2011).

Les rayons bêta (faisceaux d'électrons) pénètrent une couche de grains seulement à 0,6 cm et il n'y a aucune protection résiduelle de réinfestation par des sources externes (Abdelaziz, 2011).

La mort immédiate pour les insectes de produits entreposés nécessite des doses plus élevées que pour leur stérilisation (Abdelaziz, 2011).

II.4.2.2. Lutte mécanique

Le transilage, le secouage, le passage au tarare, permettent d'éliminer une partie des insectes contenus dans les stocks et surtout les adultes libres mais ils laissent subsister une partie des

larves et des œufs; elles ne peuvent donc pas être envisagées pour un stockage de longue durée, à moins d'être fréquemment renouvelées, ce qui les rend coûteuses (FAO,2013).

II.4.2.3. Lutte biologique

La lutte biologique est une composante très importante de la lutte intégrée des ravageurs de denrées stockées (Flinn et al., 1998). De nombreuses espèces d'ennemis naturels des insectes se produisent dans l'écosystème de produits stockés et ces espèces représentent des agents potentiels de lutte biologique contre les organismes nuisibles (Brower et al., 1996).

Xylocoris flavipes (Reuter) est un prédateur cosmopolite de différents insectes nuisibles des denrées stockées à savoir *Tribolium castaneum* (Coleoptera,Tenebrionidae), *T. confusum* (Coleoptera,Tenebrionidae), *Cryptolestes pusillus* (Coleoptera,Laemophloeidae), *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera,Bostrichidae) et *Trogoderma granarium* (Coleoptera,Dermestidae) (Ahmed et al., 1991;Rahman et al., 2009).

Les ennemis naturels des insectes des denrées stockées comprennent aussi des guêpes parasitoïdes appartenant aux familles des *Braconidae*, *Ichneumonidae*, *Pteromalidae*, *Bethylidae* et *Reduviidae* (Abdelaziz, 2011).

Parmi eux,les parasitoïdes *Peregrinator biannulipes* (Hemiptera, Reduviidae) (Montrouzier) et *Lariophagus distinguendus* Förster utilisé contre *Sitophilus granarius* (Upadhyay et Ahmad, 2011) et *Theocolax elegans* (Flinn et Hagstrum, 2002).

8 semaines Après la réalisation des lâchers de l'hyménoptère parasitoïde *Theocolax elegans* (Westwood) une mortalité de la population entière de *Sitophilus zeamais* a été observée dans le maïs stockée (Flinn et al.,2005).

Des lâchers de *Xylocoris flavipes* provoque une réduction de 99% des populations de *Oryzaephilus surinamensis* dans le maïs et 90-98% de *Tribolium castaneum* dans l'arachide.Dans le blé stocké ,96% de la population de *Sitophilus Oryzae* a été supprimé par des lâchés du parasitoïde *Anisopteromalus calandrae* (Abdelaziz, 2011).

Egalement plusieurs champignons et bactéries entomopathogènes sont utilisées contre les insectes de denrées stockées (Diaz-Gomez et Rodriguez, 2000).

Les insecticides microbiens sous forme de spores et de toxines sont plus sûres et très spécifiques (Upadhyay et Ahmad, 2011).

La plupart des toxines efficaces sont produites par des souches de *Bacillus thuringiensis* (Upadhyay et Ahmad, 2011) et provoquent une mortalité massive chez les insectes des denrées stockées de l'ordre des lépidoptères (Lacey, 2001).

II.4.2.4. Lutte par l'utilisation des régulateurs de croissance des insectes

Les hormones de croissance et leurs analogues sont utilisés pour lutter efficacement dans un environnement fermé contre plusieurs papillons et les coléoptères des produits entreposés (Loshiavo, 1976; Williams et Amos, 1974). Ils perturbent la reproduction et le comportement de ponte chez ces insectes (Upadhyay et Ahmad, 2011).

L'hydrophène montre une inhibition complète de la progéniture de *Sitophilus granarius* (L.) à une dose de 10-20 mg / kg (Upadhyay et Ahmad, 2011).

L'hormone juvénile méthoprène et pyriproxylène et l'ecdysone RH-5849 montrent une excellente activité contre les souches résistantes et sensibles à l'insecticide *Actellic* de *Tribolium castaneum*, *Rhyzopertha dominica* et *Sitophilus oryzae* (Kostyukovsky et al., 2000).

II.4.2.5. Lutte par l'utilisation de l'ozone gazeux (O₃)

L'ozone gazeux (O₃) est capable de pénétrer entre les grains entreposés, fortement oxydant, instable et se décompose rapidement à l'oxygène sans laisser de résidus (Tiwari et al., 2010). La dose générale de l'ozone nécessaire pour contrôler tous les stades de 11 espèces de ravageurs des denrées stockées librement exposées est d'environ 35 ppm pendant six jours (Hansen et al., 2012).

Toutefois, les stades immatures de *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus granarius* et *Sitophilus zeamais* protégés à l'intérieur des grains nécessitent une dose de 135 ppm pendant huit jours à 20°C (Hansen et al., 2012).

L'ozone se dégrade en oxygène rapidement pendant une période inférieure à 1 h (McClurkin et Maier, 2010).

La température, l'humidité relative et la vitesse de l'air sont des facteurs déterminant le temps de demi-vie de l'ozone, l'ozonation des grains sera plus efficace dans la présence d'un courant d'air, à basse température et à une faible humidité (McClurkin et Maier, 2010).

II.4.2.6. Lutte par l'utilisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles ont une activité insecticide, inhibition de la ponte et de la croissance des insectes des denrées stockées (Verma et al., 2000), une capacité répulsive et toxique à des valeurs de LC très faibles (Upadhyay et al., 2007).

Le salicylate de méthyle un composant de l'huile essentielle extrait à partir de *Securidacalanga pedunculata* est répulsive et toxique contre *Sitophilus zeamais* et *Rhyzopertha dominica* (Jayasekara et al., 2005).

Le méthyle allyle disulfure et le trisulfure de diallyle obtenus à partir des huiles essentielles d'ail sont également utilisés pour lutter contre les ravageurs des produits entreposés (Huang et Subramanyam, 2004).

Le constituant volatil di-n-propyle disulfure extrait des graines d'*Azadirachta indica* est toxique, lorsqu'il est appliqué comme fumigant contre les adultes de *Tribolium castaneum*, les larves et les adultes de *Sitophilus oryzae* (Abdelaziz, 2001).

L'huile essentielle extrait des feuilles de *Curcuma longa* L. montre une toxicité, affecte la reproduction et l'alimentation et réduit la ponte et l'éclosion des œufs des insectes des céréales stockées (Sharma et al., 2000).

II.4.2.7. Lutte chimique

La lutte chimique ou la fumigation par des insecticides est l'une des méthodes la plus efficace dans lequel les insectes nuisibles sont exposés à un environnement gazeux et toxique (Upadhyay et Ahmad, 2011).

Ces produits chimiques sont rentables, mais leur utilisation massive a créé des problèmes tels que le phénomène de résistance, la pollution de l'environnement et des effets indésirables sur la santé humaine et sur les auxiliaires (Ali et al., 2012).

MATERIEL
ET
METHODES

II. Matériel et méthodes

II.1. Matériel biologique

II.1.1. Matériel végétal

Des feuilles du ricin commun *R.communis* (Figure .4) sont collectées avec un scalpel à partir 5 plantes saines issues d'une végétation naturelle dans la région de Beni bechir, Skikda, Algérie Latitude 36°46'20° N et Longitude 6°57'30° E à Skikda en février 2018.

Les échantillons prélevés sont mises dans un sac en plastique stérilisé et transportés jusqu'au laboratoire.



Figure 4. Des feuilles du ricin commun *R.communis* (photo personnelle).

II.1.1. Matériel animal

L'espèce choisi *S.zeamais* est un ravageur potentiel des céréales en Algérie. Les souches d'origine de ces insectes proviennent des différents entrepôts de stockage de la région de Skikda.

II.2.Méthodes

II.2.1.Isolement et purification des champignons endophytes de *R. communis*.

L'isolement des champignons endophytes a été effectué après 48 heures suivant le prélèvement de l'échantillon en utilisant le protocole décrit par **Li et al. (2015)** avec des légères modifications.

Les échantillons sont :

- Lavées soigneusement sous l'eau courante pour éliminer les particules du sol (Figure.5a)

- Coupées en segments de 5X5 mm pour les feuilles et 2mm de longueur pour les brindilles avec ou une lame de rasoir stérilisée à la flamme et mises dans des boîtes de pétri séparés (Figure.5b).
- Subissent une stérilisation superficielle pour l'élimination des hyphes et des spores des champignons épiphytes ;cette étape est réalisée par l'immersion dans l'éthanol à 75% pendant 1 min(Figure.5c), dans l'hypochlorite de sodium à 3% pendant 3 min (Figure.5d) et rincés 3 fois dans de l'eau distillée stérile pendant quelques minutes pour éliminer les produits stérilisants en excès(Figure 5e).

Les segments sont ensuite séchés sur un papier filtre stérile (Figure .f) dans des conditions aseptiques.

Puis transférés uniformément et d'une manière aseptique dans des boîtes de pétri contenant un milieu Sabouraud (65 g/L) modifié avec l'ajout de la streptomycine (200 mg / L) pour inhiber toute croissance bactérienne (Figure .5g).

- Ces boîtes scellées en utilisant un parafilm diagonal puis incubées à température ambiante (25-30 C°) pendant 21 jours pour assurer la croissance des champignons endophytes (Figure.5 h).

Les champignons émergents ou sortant des extrémités (Figure.5 i) des segments (tissu végétal) sont isolés immédiatement et repiqués dans un nouveau milieu PDA sans antibiotiques pour obtenir des cultures pures.

Après l'ensemencement des champignons les souches sont incubées à 25°C pendant 3 à 6 jours (Figure.5 j).

II.2.2. Identification morphologique des champignons endophytes de *R.communis* .

Les observations microscopiques sont effectuées aux grossissements $\times 10$, $\times 40$ et $\times 100$ à l'aide d'un microscope optique.

L'identification de souches fongiques a été basée sur la morphologie ou caractères phénotypiques (couleur, aspect) et la vitesse ou taux de croissance de la colonie, les caractéristiques des spores et les structures de reproduction si ces fonctions étaient perceptibles (Figure.6) (Wei, 1979; Carmichael et al., 1980; Barnett et Hunter, 1998).

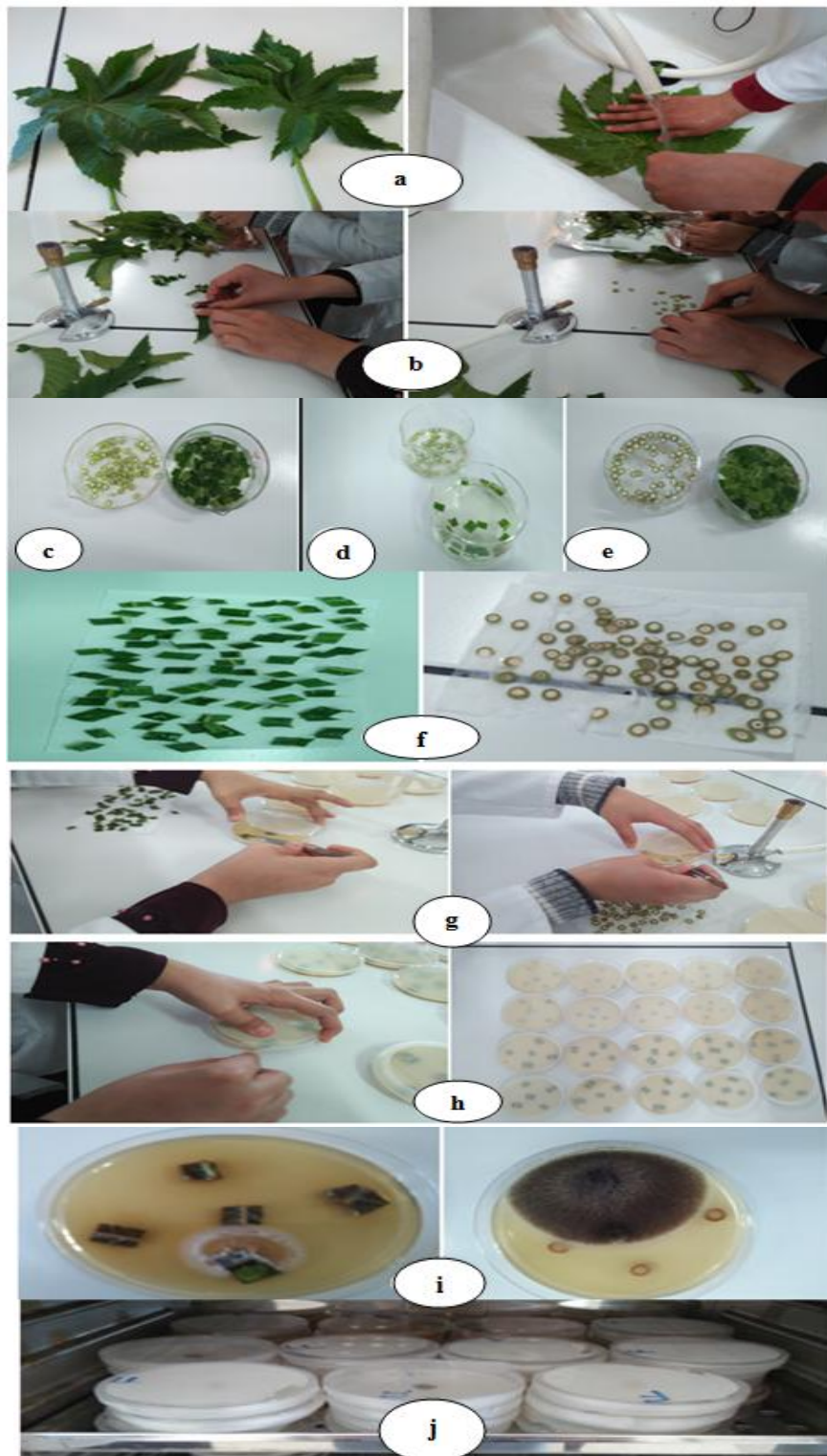


Figure 5. Isolement des champignons endophytes de *R. communis* a. lavage sous l'eau courante, b. coupage en segments, c. immersion dans l'éthanol à 75%, d. immersion dans l'hypochlorite de sodium à 3%, e. rinçage avec de l'eau distillée stérile, f. séchage, g. transfert dans des boîtes de pétri, h. scellage en utilisant un para film diagonal i. Les champignons émergents des extrémités des segments, j. Incubation de souches fongiques isolées (photos personnelles).



Figure 6 .Identification morphologique des souches fongiques endophytes (photo personnelle).

II.2.3.Fermentation submergée à grande échelle et isolement de l'extrait fongique

Nous avons utilisé la méthode de (Dolatabad et al.2017) Avec des légères modifications.

Des disques d'agar avec mycélium associé de chaque endophyte fongique ont été utilisés pour inoculer des flacons de 250 ml contenant chacun 50 ml de milieu de Wickerham (extrait de malt 3g ; extrait de levure 3 g/l,peptone 5 g /l,glucose 10 g/l pH $5,6 \pm 0,2$ et fermés par un coton cardé pour éviter la contamination (Figure.7a).

Les cultures ont été incubées pendant 21 jours à 25 ± 2 ° C avec agitation intermittente pour une durée d'une heure (1 h) à l'aide d'un agitateur va et vient afin d'homogénéiser le milieu et la biomasse fongique.

Après 21 jours de croissance et une fois atteignant une biomasse importante, les mycéliums ont été séparés du milieu par filtration à travers du papier filtre Whatman n° 1 (Figure.7b).

Le filtrat est mélangé pendant 15 minutes avec un volume égal d'acétate d'éthyle et laissé reposer pendant 10 minutes pour être séparé en deux couches non miscibles. Ensuite l'acétate d'éthyle a été évaporé en utilisant un évaporateur rotatif (Figure.7c). L'extrait est dissous dans 1 ml de l'eau distillée et conservés à 4 ° C pour une utilisation ultérieure.

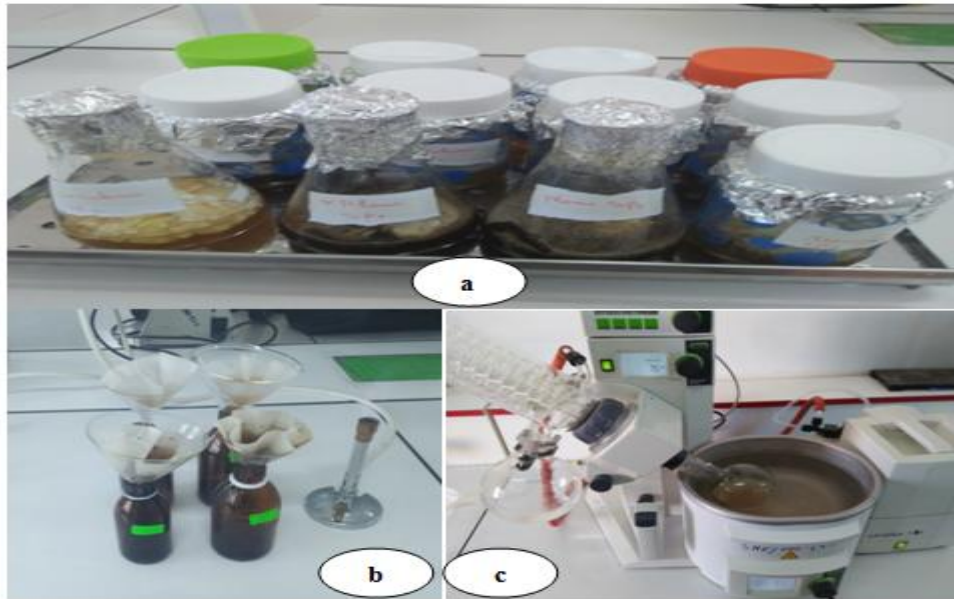


Figure 7. Fermentation submergée et isolement de l'extrait fongique. a. Inoculation des flacons par des disques d'agar avec mycélium associé de chaque endophyte fongique, b. Filtration du contenu à travers du papier filtre Whatman n° 1, c. évaporation de l'acétate d'éthyle en utilisant un évaporateur rotatif (photos personnelles).

II.2.4. Elevage de masse des insectes

Le but de cet élevage est l'obtention d'un grand nombre d'insectes adultes des trois espèces choisies utiles pour réaliser les manipulations.

Des individus *S.zeamais* (nombre indéterminé) sont placés dans des bocaux en verre, sur des grains de maïs. Ces bocaux sont mis dans une étuve à une température de 28°C et une humidité relative de 65 % (Danho et Haubruge, 2003) (Figure .8).



Figure 8. Elevage de masse des insectes de *S.zeamais*

II.2.5. Calcul du taux de mortalité

Le taux de mortalité (%) est déterminé pour chaque traitement après 24 h, 48h, 72h suite à la pulvérisation.

Le calcul du taux de mortalité tient en compte la formule de la mortalité corrigée d'Abbott, 1925:

$$M_c = 100 \times [(M_o - M_t) / (100 - M_t)]$$

Où **M_c** = mortalité corrigée en pourcentage ; **M_o** = mortalité observée dans l'essai

M_t = mortalité observée dans le témoin.

II.3. Analyse des données

Pour cette étude l'analyse de la variance (Anova) et le test de Newman et Keuls sont effectués pour révéler les différences et les liens entre les résultats de l'activité insecticide des différents extraits.

Les analyses statistiques ont été réalisées par l'utilisation du module XLSTAT 2009 de Microsoft Office.

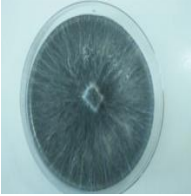




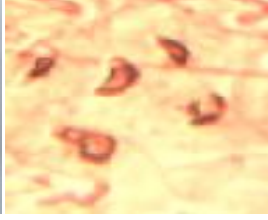
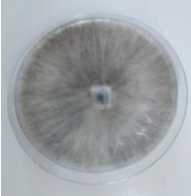

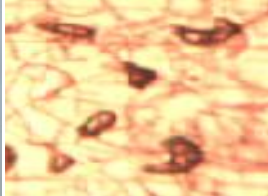


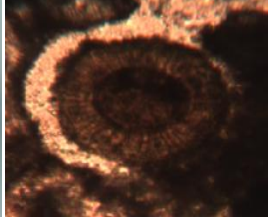
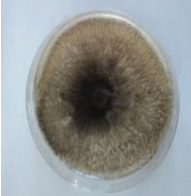

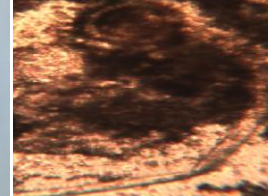



RESULTATS
ET
DISCUSSION

III. Résultats et discussion




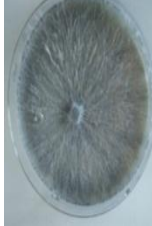




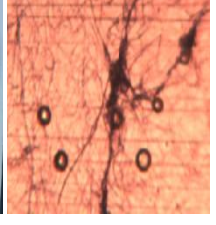

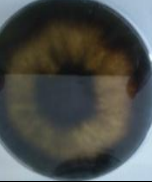
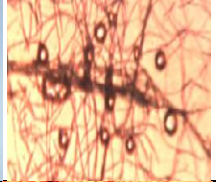
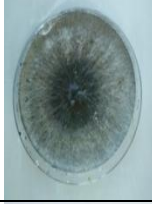

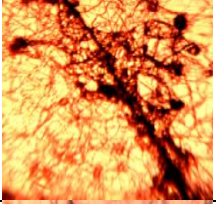


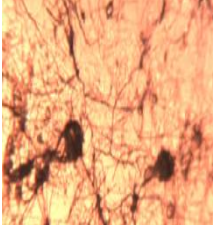
III.1. Composition en isolats fongiques endophytes du *R. communis*.

III.1.1. Résultats

Tableau 1. Composition générale de la mycoflore endophyte détectée chez *R. communis*

| Mycotaxon (Phylum) | Illustration (photos personnelles) | | |
|-------------------------|---|--|---|
| <i>Alternaria</i> Sp1. |  |  |  |
| <i>Alternaria</i> Sp2. |  |  |  |
| <i>Alternaria</i> Sp3. |  |  |  |
| <i>Aspergillus</i> sp1. |  |  |  |
| <i>Aspergillus</i> sp2. |  |  |  |
| <i>Curvularia</i> sp 1. |  |  |  |

Suite du Tableau 1

| Mycotaxon (Phylum) | Illustration (photos personnelles) | | |
|--------------------------|---|--|---|
| <i>Curvularia</i> sp 2. |  |  |  |
| <i>Curvularia</i> sp 3. |  |  |  |
| <i>Trichoderma</i> sp 1. |  |  |  |
| <i>Trichoderma</i> sp 2. |  |  |  |
| <i>Phoma</i> sp 1. |  |  |  |
| <i>Phoma</i> sp 2. |  |  |  |

On a pu isoler 12 taxons différents de champignons à partir des feuilles de *R.communis* : *Alternaria* sp. (3 espèces) , *Aspergillus* sp (2 espèces) , *Curvularia* sp (3 espèces) , *Trichoderma* sp (2 espèces) , *Phoma* sp (2 espèces).

III.1.2 Discussion

L'intérêt de cette partie de notre étude est de connaître la composition générale des champignons endophytes détectés chez *R. communis*.

Nous avons, en effet pu isoler et identifier des champignons endophytes isolés à partir des feuilles de *R. communis*.

Les endophytes sont des micro-organismes qui sont présents dans les tissus vivants de diverses plantes (Strobel et Daisy, 2003) et sont isolés à partir plusieurs arbres ligneux (Wu et al., 2013).

Comparativement à cette partie de notre étude quelques travaux ont porté sur l'isolement et l'identification des champignons endophytes de *R. communis*.

Singh et al. (2012) ont pu isoler le champignon endophyte *Alternaria sp* à partir *R. communis*.

Sandhu et al. (2014) ont pu isoler 10 espèces fongiques de champignons endophytes à partir *R. communis*, y compris *Aspergillus fumigates*, *Aspergillus japonicas*, *Aspergillus repens*, *Phoma hedericola*, *Curvularia pallescens*, *Alternaria tenuissima* à partir des feuilles, *Aspergillus niger*, *Fusarium semitectum* à partir des tiges *Fusarium solani*, *Drechslera australien* à partir des racines.

Des champignons endophytes du genre *Alternaria sp* ont été isolés de plantes de la famille des Euphorbiaceae comme *Hevea brasiliensis* (Gazis et Chaverri, 2010) et *Jatropha curcas* (Kumar et Kaushik, 2013).

Le champignon endophyte *Trichoderma sp* a été isolé à partir de *Hevea brasiliensis* (Kumar et Kaushik, 2013).

III.3. Mise en évidence de l'activité insecticide des extraits fongiques des champignons endophytes du *R. communis* vis-à-vis *Sitophilus zeamais*

III.3.1. Résultats

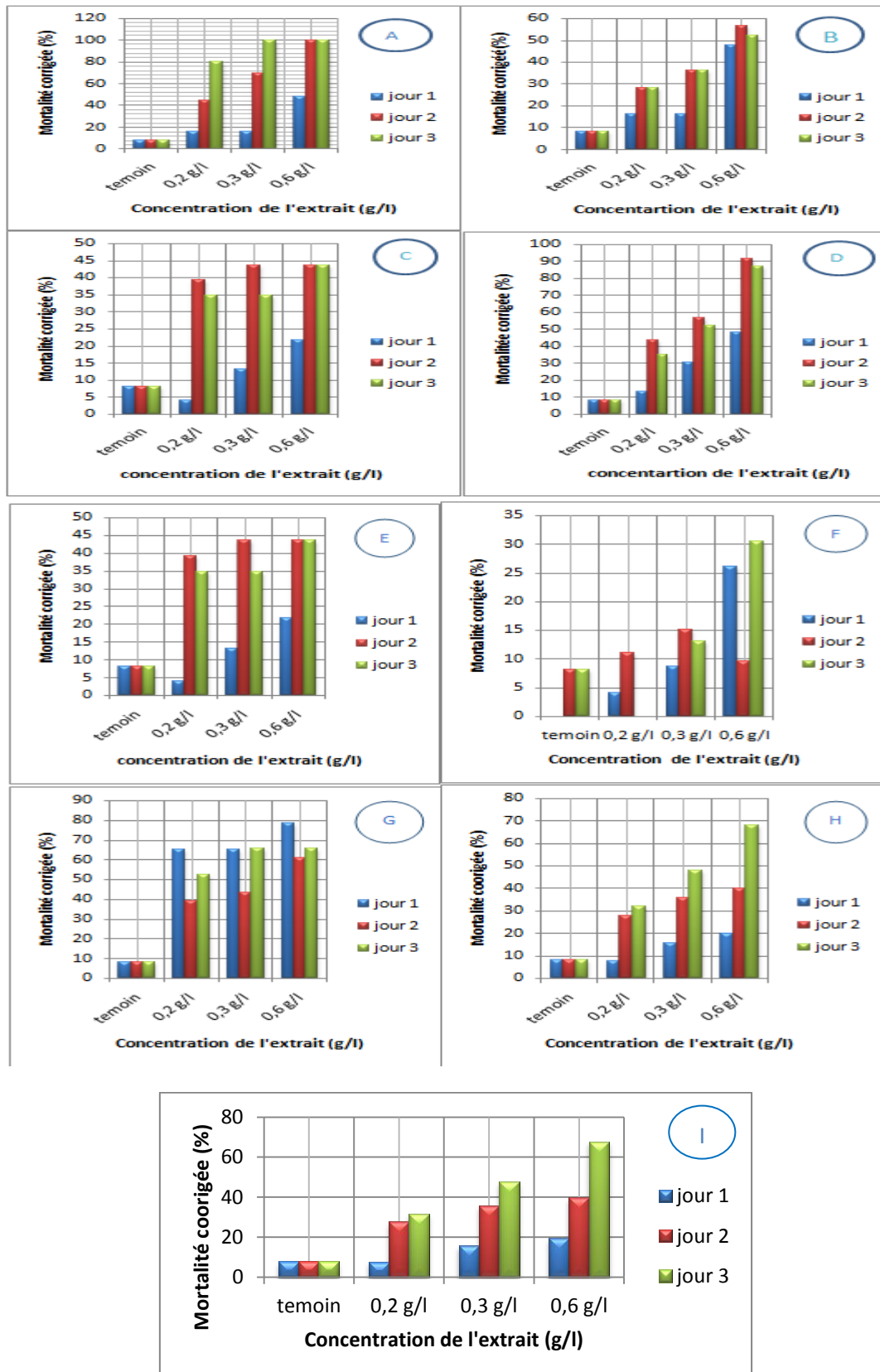


Figure 9. Mortalité corrigée en (%) des insectes traités avec différentes concentrations des extraits fongiques ,a.*Trichoderma* sp1,b.*Trichoderma* sp2,c.*Alternaria* sp1,d.*Alternaria* sp2,e.*Alternaria* sp3,f.*Aspergillus* sp1,g.*Curvularia* sp1, h.*Curvularia* sp2,i.*Curvularia* sp3.

À partir des résultats obtenus (Figure 9) nous avons constaté que les extraits fongiques des champignons endophytes *Trichoderma* sp1, *Trichoderma* sp2, *Alternaria* sp1, *Alternaria* sp2, *Alternaria* sp3, *Aspergillus* sp1, *Curvularia* sp1, *Curvularia* sp2, *Curvularia* sp3 ont une activité insecticide variable vis-à-vis *Sitophilus zeamais* cette variation d'activité (exprimée en mortalité observée chez les individus) est déterminée également sur une échelle chronologique et en fonction des différentes concentrations L'effet des extraits change selon la concentration utilisée et le temps, la concentration 0.6 g/l semble la concentration la plus efficace contre les insectes ciblés après 72 heures du premier traitement avec des taux de mortalité enregistrés après 72 heures d'essai de 100% pour *Trichoderma* sp1 ,52,17% pour *Trichoderma* sp2,43.47% pour *Alternaria* sp1 ,65.52% pour *Alternaria* sp2 ,86,95% pour *Alternaria* sp3 ,73,91% pour *Aspergillus* sp 1,30,43% pour *Curvularia* sp1, 67.87% pour *Curvularia* sp2, 86.95 %pour *Curvularia* sp3.

III.3.2.Discussion

L'intérêt de cette partie de notre travail est de rechercher des souches endophytes de *R.communis* qui possèdent une capacité insecticide contre *S. zeamais*.

En effet, nous avons pu évaluer l'activité insecticide des extraits des champignons endophytes présentant des concentrations croissantes.

Après traitement, nous avons trouver que seulement les souches appartenant au genres *Alternaria* sp ,*Trichoderma* sp,*Aspergillus* sp ,*Curvularia* sp sont dotés d'une activité insecticide vis a vis *S. zeamais*.

Les champignons endophytes constituent une source importante de métabolites secondaires bioactifs (Zheng et al., 2015) qui peuvent protéger leurs plantes hôtes contre les ravageurs (Arnold et al., 2013).

Comparativement à cette partie de notre étude quelques travaux ont porté sur l'utilisation des différents extraits et des métabolites secondaires produites par des champignons endophytes contre les insectes ravageurs.

Les extrait d'acétate d'éthyle d'*Aspergillus niger* isolé à partir *Acacia arabica* (Kaur et al., 2016), de *Cladosporium uredinicola* isolé à partir *Tinospora cordifolia*

(Thakur et al., 2012) , de *Nigrospora sp.* isolé de *Tinospora cordifolia* (Thakur et al., 2013) sont dotés d'une activité insecticide contre *Spodoptera litura*.

Le Fumitremorgin B (27), et verruculogen (28) produit par *Aspergillus fumigatus* isolé à partir de *Melia azedarach* a eu une activité insecticide contre *S. frugiperda* (Li et al.,2012).

Les espèces du genre *Alternaria sp* produisent des molécules ou métabolites secondaires insecticides (Singh et al., 2012) comme l'Altenuene (29) produit par *Alternaria alternate* isolé de *Catharanthus roseus* qui est doté des capacités inhibitrice de l'Acethyl cholenesterase et insecticide (Bhagat et al.,2016).

L'extrait de chloroforme d'*Alternaria sp.* isolé de *Ricinus communis* ont des capacités inhibitrice d'Acethyl cholenesterase et insecticide contre *Spodoptera litura* (Singh et al., 2012)

L'utilisation du filtrat de *Trichoderma harzianum* à différents concentrations contre *Helicoverpa armigera* réduit fortement l'effectif des différents stades de développement de cet insecte (Binod et al., 2007).

Curvularia lunata est trouvé comme entomopathogène contre *Nezara viridula* (Insecta: Heteroptera) parasitant *Vigna unguiculata* (Singh et al., 1991).

CONCLUSION
ET
PERSPECTIVES

Conclusion

Dans ce modeste travail, nous avons pu mettre en évidence des champignons endophytes associés aux feuilles de *R.communis*.

On a pu isoler 12 taxons différents de champignons à partir des feuilles de *R.communis* : *Alternaria* sp. (3 espèces) , *Aspergillus* sp (2 espèces) ,*Curvularia* sp (3 espèces) ,*Trichoderma* sp (2 espèces) ,*Phoma* sp (2 espèces).

nous avons constaté que les extraits fongiques des champignons endophytes *Trichoderma* sp1, *Trichoderma* sp2, *Alternaria* sp1, *Alternaria* sp2, *Alternaria* sp3, *Aspergillus* sp1, *Curvularia* sp1, *Curvularia* sp2, *Curvularia* sp3 ont une activité insecticide variable vis-à-vis *Sitophilus zeamais* cette variation d'activité (exprimée en mortalité observée chez les individus) est déterminée également sur une échelle chronologique et en fonction des différentes concentrations.

Cette variabilité est peut être due principalement à la nature des métabolites produits par ces champignons (enzymes ,mycotoxines,autres composants chimiques).

Nous avons constaté que la mortalité des insectes ciblés est positivement proportionnelle avec les concentrations des extraits et le temps, la concentration 100% semble la concentration la plus efficace contre ces insectes après 72 heures de traitement.

Il est recommandé dans les futures études de réaliser des travaux plus approfondis qui auront pour objectifs:

- Réaliser davantage des études sur la mycoflore endophyte du ricin commun et également diversifier les parties du végétal à investiguer (racines, fruits, fleurs) .
- Cibler d'autres organismes ravageurs afin d'évaluer le spectre d'action des extraits;
- Inoculer des céréales sur champs par ces champignons et voir la réaction entre les insectes des denrées stockées face aux graines issues de ces plantes après récolte.
- Enfin,il serait plus fiable et plus productif de caractériser la nature chimique des substances impliquées dans l'activité insecticide ce qui nécessite l'implication des méthodes plus performantes comme la chromatographie en phase gazeuse (CPG), la chromatographie en phase liquide (HPLC) et l'électrophorèse (SDS-PAGE).

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références :

- 01-Abdelaziz S.E.,2001.**Persistence of some plant oils against the bruchid beetle, *Callosobruchus maculatus*(F.).(Coleoptera:Bruchidae) during storage *Journal of Agricultural Science.*,**9**(1):423-432.
- 02-Ahmed M. S. (1992):** Composition, nutrition and favor of peanuts. H. G. batte anal C. T. young eds peanuts science and technologie T. X. pp: 655 – 688.
- 03-Ahmed K.N.,Khatun M.,&RahmanM.M.,1991.**Biological notes on *Xylocoris flavipes*(Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae).*Journal of the Asiatic Society of Bangladesh Science.*,**17**: 65-67.
- 05-Ali A.,Ahmad F., Biondi A.,Wang Y.,&Desneux N.,2012.**Potential for using *Datura alba* leaf extracts against two major stored grain pests,the khapra beetle *Trogoderma granarium* and the rice weevil *Sitophilus oryzae*. *Journal of Pest Science.*,**85**:359-366.
- 06Alva P., McKenzie E. H. C., Pointing S. B., Pena-Muralla R. and Hyde K. D.** Do sea grasses harbour endophytes? *Fungal Diversity Research Series* 2002; **7**: 167-178.
- 07-Arbogast R.T.,&Throne J.E.,1997.** Insect infestation of farm-stored maize in South Carolina: towards characterization of a habitat. *Journal of Stored Products Research.*, 33(3):187-198.
- 08-Arechavaleta M.,Bacon C.W.,Plattner R.D.,Hoveland C.S.,&Radcliffel D.E.,1992.** Accumulation of ergopeptide alkaloids in symbiotic tall fescue grown under deficits of soil water and nitrogen fertilizer. *Applied and Environmental microbiology.*,**58**:857-861.
- 09-Arnold A.E.,&Herre E.A.,2003.**Canopy cover and leaf age affect colonization by tropical fungal endophytes:ecological pattern and process in *Theobroma cacao*(Malvaceae). *Mycologia.*,**95**:388-398.
- 10-Aslania ,M.R ., Malekib ,M ., Mohria, M ., Sharifia,K ., Najjar,V. N ., Afshari ,E.** (2007). Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. *Toxicon.* 49: 400.
- 11-Aschehoug E.T.,Metlen K.L.,Callaway R.M.,&Newcombe G.,2012.**Fungal endophytes directly increase the competitive effects of an invasive forb. *Ecology.*,**93**:3-8.
- 12 - Bacon C. W., Porter J. K., Robbins J. D. and Luttrell E. S.** *Epichloe typhina* from toxic tall fescue grasses. *Applied and Environmental Microbiology* 1977; **34**: 576-581.
- 14-Balachowsky A.,&Mesnil L.,1936.**Les insectes nuisibles aux plantes cultivées leurs moeurs leurs destruction.Paris,1921.
- 15-Barnett H.,&Hunter B.,1998.**Illustrated Genera of Imperfect Fungi.APS Press.Minnesota, 218p.
- 16-Birch L.C.,1944.**Two strains of *Calandra oryzae* L.(Coleoptera).*Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science.*,**22**:271-275.
- 17-Binod P.,Sukumaran R.K.,Shirke S.V.,Rajput J.C.,&Pandey A.,2007.**Evaluation of fungal culture filtrate containing chitinase as a biocontrol agent against *Helicoverpa armigera*. *Journal of Applied Microbiology.*,**103**:1845-1852.
- 18-Bousquet Y.,1990.**Beetles associated with stored products in Canada:An identification guide. Canadian Government Pub Centre.Ottawa,220pp
- 19-Brower J.H.,Smith H.L.,Vail P.V.,&Flinn P.W.,1996.**Biological control.In: Subramanyam B.,Hagstrum D.W.(eds).Integrated Management of Insects in Stored Products.Marcel Dekker, New York, pp: 223-286. **56-**
- 20-Birch L.C.,1944.**Two strains of *Calandra oryzae* L.(Coleoptera).*Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science.*,**22**:271-275.

- 21-Campbell A.,&Sinha R.N.,1976.**Damage of wheat by feeding of some stored product beetles. *Journal of Economic Entomology.*,**69**(1):11-13.
- 22-Carmichael J.W.,Kendrick B.W.,Connors I.L.,&Lynne S.,1980.***Genera of Hyphomycetes.*The University of Alberta Press.Edmonton,386pp.
- 23-Champ B.R.,&Dyte C.E.,1976.**Report of the FAO global survey of pesticide susceptibility of stored grain pests. FAO,Rome,2p
- 24- Cheema, N. M., Muhammad, A., Ghulam, Q., Malik, A. R. (2010).** Characterization of castor bean genotypes under various environments using SDS6PAGE of total storage proteins. *Pak. J. Bot.* 42(3): 1797-1805.
- 25- Clay K.** Grass endophytes. In: Fokkema N. J. and Van Den Heuvel J.(eds). *Microbiology of the phyllosphere*, Cambridge, UK: Cambridge University Press 1986; pp. 188-204.
- 26- Clay K. and Schardl C.** Evolutionary origins and ecological consequences of endophyte symbiosis with grasses. *American Naturalist* 2002; **160 Suppl 4**: S99-S127.
- 27- Claydon N., Grove J. F. and Pople M.** Elm bark beetle boring and feeding deterrents from *Phomopsis oblonga*. *Phytochemistry* 1985; **24**: 937-943.
- 28- Cryz JF., Troude F., Griffon D., Hebert JP.,** 1988. Conservation des grains en région chaudes ; 2^{ème} édition ; « Technique rurale en Afrique ».Ed. Paris, France. □DUPIN H., 1989. Les aliments. Ed. Maloine, France ; pp 109.).
- 29-Coopman, V., Marc, D. L., Cordonnier, J., Werner, J.(2009)** . Suicidal death after injection of a castor bean extract (*Ricinus communis* L.). *Forensic Sci. Internatl.*189:e13–e20.
- 30-Danho M.,&Haubruge E.,2003.**Comportement de ponte et stratégie reproductive de *Sitophilus zeamais*.*Phytoprotection.*,**84**:59-67.
- 31-Delobel A.,1992.**Dried cassava chips,an important reservoir for stored-product insects in Central Africa. *Journal of African Zoology.*,**106**(1):17-25.
- 33-De Carvalho B.N.C.R.,Negrisoli Junior A.S.,Bernardi D.,&Silveira Garcia M.,2013.** Activity of eight strains of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) against five stored product pests.*Experimental Parasitology.*,**134**:384-388.
- 34-Desneux N.,Decourtye A.,&Delpuech J.M.,2007.**The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology.*,**52**: 81-106.
- 35-Diaz-Gomez O.,Rodriguez J.C.,Shelton A.M.,Lagunes T.A.,&Bujanos M.R,2000.** Susceptibility of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) populations in Mexico to commercial formulations of *Bacillus thuringiensis*.*Journal of Economic Entomology.*, **93**(3): 963-970.
- 36-Djermoun A.,2009.**La production céréalière en Algérie:les principales caractéristiques .*Revue Nature et Technologie.*,**1**:45-53
- 37- DONGRET K., RANANAVAR H. D. et DESSAS R. P. (1997):** Influence of gamma radiation on oviposition and egg viability of *Callosobruchus maculatus* (F.) and grain loss in mung bean storage. *J. Nuclear. Agro. Biol.* 26 (3): 161 – 165.
- 38-Elhadjismail I.Y.,2014.**Pests of Stored Products (Theoretical+Practical Lectures),Mosul University, Mosul,399pp

- 39-Evans D.E.,Thorpe G.R.,&Dermott T.,1983.**The disinfestation of wheat in a continuous flow fluidized bed. *Journal of Stored Products Research.*,**19**:125-137.
- 40-Evans D.E.,1987.**The survival of immature grain beetles at low temperatures.*Journal of Stored Products Research.*,**23**: 79-.
- 41- FAO,2013.** Conservation des grains en régions chaudes.FAO,Rome,545pp.
- 42-Faruki S.I.,Das D.R.,Khan A.R.,&Khatun M.,2007.**Effects of ultraviolet (254nm) irradiation on egg hatching and adult emergence of the flour beetles,*Tribolium castaneum*,*T.confusum* and the almond moth,*Cadra cautella*. *Journal of Insect Science* .,
- 43- Fernandes M. R. V., Costa e Silva T. A., Pfenning L. H., Da Costa-Neto C. M., Heinrich T. A., De Alencar S. M., De Lima M. A. and kegaki M. 2009** Biological activities of the fermentation extract of the endophytic fungus *Alternaria alternata* isolated from *Coffea arabica* L. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 2009; **45**: 678-685. 102.
- 44-Flinn P.W.,Hagstrum D.W.,&Muir W.E.,1998.**Effects of time of aeration,bin size and latitude on insect populations in stored wheat: A simulation study.*Journal of Economic Entomology.*,**90**: 646-651.
- 45-Flinn P.W.,Kramer K.J.,Throne J.E.,&Morgan T.D.,2005.**Protection of stored maize from insect pests using a two-component biological control method consisting of a hymenopteran parasitoid,*Theocolax elegans*,and transgenic avidin maize powder. *Journal of Stored Products Research* .,**42**:218-225.
- 46- Frohlich J., Hyde K. D. and Petrini O.** Endophytic fungi associated with palms. *Mycological Research* 2000; **104**: 1202-1212.
- 47- Garcíã, J. J.G ., Bartolomeâ –zavala., Del MAR, M .T., Barceloâ –Mun.oz, J.M ., Fernã, S ., Negro-Carrasco, M.A., Carmona-Bueno, M.J ., Vega-Chicote, J.M ., Mun.oz-Romaâ, G ., Palacios-Pelaâez, R ., Cabezudo-artero ., Martiãnez-Quesada, J. (1999).** Pollinosis to *Ricinus communis* (castor bean): an aerobiological, clinical and immunochemical study. *Clin. Experim. Allerg.* 29: 1265- 1275.
- 48- Gallery R. E., Dalling J. W. and Arnold A. E.** Diversity, host affinity, and distribution of seed-infecting fungi: a case study with *Cecropia*. *Ecology* 2007; **88**: 582-588. 157.
- 49-Ghnimi, W., Dicko, A., Khouja, M.L., El Ferchichi, O.H., 2014.** Larvicidal activity, phytochemical composition, and antioxidant properties of different parts of five populations of *Ricinus communis* L. *Ind. Crop. Prod.* 56, 43-51. 35
- 50-Gwinn K.D.,&Bernard E.C.,1993.**Interactions of endophyteinfected grasses with the nematodes *Meloidogyne marylandi* and *Pratylenchus scribneri*.Proceedings of 2nd international symposium *Acremonium* grass interact,pp:156-160.
- 51-Hahn D.,Fiehn O.,McManus M.A.,&Scott D.B.,2007.**Metabolic profiling of endophyte-infected and endophyte-free ryegrass grown under sufficient water supply and drought. Proceedings of the 6th International Symposium on Fungal Endophytes of Grasses, pp: 189. 50.
- 52-Hagstrum D.W.,Phillips T.W.,&Cuperus G.,2012.**Stored Product Protection.K-State Research and Extension.Kansas,358pp30.
- 53-Hallman.G.J.,2013.**Control of stored product pests by ionizing radiation.*Journal of Stored Products Research.*,**52**:36-41.

- 54-Howe R.W.,1952.**The biology of the rice weevil,*Calandra oryzae* (L.).*Annals of Applied Biology.*,**39**(1):68-180.
- 55-Huang W.Y.,Cai Y.Z.,Hyde K.D.,Corke H.,&Sun M.,2008.**Biodiversity of endophytic fungi associated with 29 traditional Chinese medicinal plants. *Fungal diversity* .,**33**: 61-75. .
- 56- Huang W. Y., Cai Y. Z., Hyde K. D., Corke H. and Sun M.** Biodiversity of endophytic fungi with 29 traditional Chinese medicinal plants. *Fungal Diversity* 2008; **33**: 61-75. 131.
- 58-Hossein Kari Dolatabad ,Mohammad Javan-Nikkhah , Wayne Thomas Shier 2017**
Evaluation of antifungal, phosphate solubilisation, and siderophore and chitinase release activities of endophytic fungi from *Pistacia vera* *Mycological Progress* August 2017, Volume 16, Issue 8, pp 777–790 DOI 10.1007/s11557-017-1315 z .
- 59-Ilavarasan, R., Moni, M., Subramanian, V., 2005.** Anti-inflammatory and free radical scavenging activity of *Ricinus communis* L. root extract. *J. Ethnopharmacol.*, 103, pp 478-480.
- 60-Islam M.S.,Hasan M.M.,Lei C.,Mucha pelzer T.,Mewis I.,&Ulrichs C.,2010.**Direct and admixture toxicity of diatomaceous earth and monoterpenoids against the storage pests *Collosobruchus maculatus* (F.) and *Sitophilus oryzae* (L.).*Journal of Pest Science.*,**83**:105-112.
- 61-Jayasekara T.K.,Stevenson P.C.,Hall D.R.,&Belmain S.R.,2005.**Effect of volatile constituents from *Securidaca longepedunculata* on insect pests of stored grain.*Journal of Chemical Ecology.*,**31**(2): 303-313.
- 62-Kachare, S.V., Surywanshi, S.R., 2010.** Ethnomedicines on jaundice from district Nanded. *Int. J.*
- 63-Kimmons C.A.,Gwinn K.D.,&Bernard E.C.,1990.**Nematode reproduction on endophyte-infected and endophyte free tall fescue. *Plant Disease* .,**74**:757-761.
- 64-Khan A.L.,Hamayun M.,Radhakrishnan R.,Waqas M.,Kang S.M.,Kim Y.H.,Shin J.H., Choo Y.S.,Kim J.G.,&Lee I.J.,2012b.**Mutualistic association of *Paecilomyces formosus* LHL10 offers thermotolerance to *Cucumis sativus* . *Antonie von Leeuwenhoek.*,**101**:267-279.
- 65-Kuldau G.,&Bacon C.,2008.**Clavicipitaceous endophytes: their ability to enhance resistance of grasses to multiple stresses. *Biological Control.*,**46**:57-71.
- 66-Kogel K.H.,Schäfer P.,Schwarczinger I.,Zuccaro A.,&Skoczowski A.,2008.**Salt tolerance of barley induced by the root endophyte *Piriformospora indica* is associated with a strong increase in antioxidants. *New Phytologist.*,180:501-510.
- 67-Lacey L.A.,Frutos R.,Kaya H.K.,&Vail P.,2001.**Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future? *Biological Control.*,**21**: 230-248.
- 68-Laib D.E.,2014.**Etude de l'activité insecticide du champignon endophyte *Cladosporium sp.* isolé du Laurier rose *Nerium oleander* L.(Apocynaceae,Gentianales) sur la bruche des haricots *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera,Bruchidae).*Nature & Technologie.*,**10**:39-44.
- 69-Lewis G.C.,&Vaughan B.,1997.**Evaluation of a fungal endophyte(*Neotyphodium lolii*) for control of leather jackets(*Tipula* spp.)in perennial ryegrass.*Annals Applied Biology Supplement.*,**130**:34-35.
- 70-Liarzi O.,&Ezra D.,2014.**Endophyte-Mediated Biocontrol of Herbaceous and Non-herbaceous Plants *Advances in Endophytic Research.*,**18**:335-356.
- 71- Li W. C., Zhou J., Guo S. Y. and Guo L. D.** Endophytic fungi associated with lichens in Baihua mountain of Beijing, China. *Fungal Diversity* 2007; **25**: 69-80.

- 72-Li X., Bu N., Li Y., Ma L., Xin S., & Zhang L., 2012.** Growth, photosynthesis and antioxidant responses of endophyte infected and non-infected rice under lead stress conditions. *Journal of Hazardous Materials.*, **213-214**:55-61.
- 73-Li YL, Xin XM, Chang ZY, Shi RJ, Miao ZM, Ding J, Hao GP (2015)** The endophytic fungi of *Salvia miltiorrhiza* BGE. f. *alba* are a potential source of natural antioxidants. *Bot Stud* 56(1):5
- 74-Longstaff B.C., 1981.** Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae): A critical review. *Protection Ecology.*, **2**: 83-130.
- 75-Longstaff B.C., & Evans D.E., 1983.** The demography of the rice weevil *Sitophilus of oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), submodels of age-specific survivorship and fecundity. *Bulletin of Entomological Research.*, **73**: 333-344.
- 76- Lv Y. L., Zhang F. S., Chen J., Cui J. L., Xing Y. M., Li X. D. and Guo S. X.** Diversity and antimicrobial activity of endophytic fungi associated with the alpine plant *Saussurea involucreta*. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 2010; **33**: 1300-1306.
- 77-Malinowski D., Leuchtman A., Schmidt D., & Nösberger J., 1997.** Symbiosis with *Neotyphodium uncinatum* endophyte may increase the competitive ability of meadow fescue. *Agronomy Journal.*, **89**:833-839.
- 78-Malinowski D.P., Belesky D.P., Hill N.S., Baligar V.C., & Fedders J.M., 1998.** Influence of phosphorus on the growth and ergot alkaloid content of *Neotyphodium coenophialum*-infected tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb). *Plant and Soil.*, 198:53-61.
- 79-Malinowski D.P., Brauer D.K., & Belesky D.P., 1999b.** *Neotyphodium coenophialum*-endophyte affects root morphology of tall fescue grown under phosphorous deficiency. *Journal of Agronomy and Crop Science.*, **183**:53.60.
- 80-Malinowski D.P., & Belesky D.P., 2000.** Adaptations of endophyte-infected cool-season grasses to environmental stresses: mechanism of drought and mineral stress tolerance. *Crop Science* ., **40**:923-940.
- 81-Malinowski D.P., Belesky D.P., & Lewis G.C., 2005.** Abiotic stresses in endophytic grasses. In : Roberts C.A., West C.P., Spiers D.E. (eds). *Neotyphodium in Cool-Season Grasses*. Blackwell Publishing, Iowa, pp:187-199.
- 82- Manoharachary C., Sridhar K., Singh R., Adholeya A., Suryanarayanan T. S., Rawat S. and Johri N.** Fungal biodiversity: Distribution, conservation and prospecting of fungi from India. *Current Science* 2005; **89**: 58-71.
- 83-Maroyi, A., 2007.** *Ricinus communis* L. In: van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Editeurs). PROTA 14: Vegetable oils/Oleagineux. PROTA, Wageningen, Pays Bas .
- 84-Marshall S. L., Wilkinson H. H., Schardl C. L., Ball O. J. and Latch G. C.** Endophytic fungi in indigenous Australasian grasses associated with toxicity to livestock. *Applied and Environmental Microbiology* 1998; **64**: 601-606.
- 85-Martinuz A., Schouten A., Menjivar R.D., & Sikora R.A., 2012.** Effectiveness of systemic resistance toward *Aphis gossypii* (Hom., Aphididae) as induced by combined applications of the endophytes *Fusarium oxysporum* Fo162 and *Rhizobium etli* G12. *Biological Control* ., **62**:206-212 .
- 86-Marzke F.O., Press J.A.F., & Pearman G.C., 1970.** Mortality of the rice weevil, the Indian meal moth, and *Trogoderma glabrum* exposed to mixtures of atmospheric gases at various temperatures. *Journal of Economic Entomology* ., **63**:570-574 **98**.

- 87- Mason L.J.,2003b.**Rice,Granary,and Maize Weevils *Sitophilus oryzae* (L.), *S. granarius* (L.), and *S. zeamais* (Motsch).*Purdue extension.*,**237**:1-2.
- 88-McClurkin J.D.,&Maier D.E.,2010.**Ozone treatment effects on microbial count on maize.10th International Working Conference on Stored Product Protection,pp:548-552.
- 89-Mendoza A.R.,&Sikora R.A.,2009.**Biological control of *Radopholus similis* in banana by combined application of the mutualistic endophyte *Fusarium oxysporum* strain 162, the egg pathogen *Paecilomyces lilacinus* strain 251 and the antagonistic bacteria *Bacillus firmus*. *Biocontrol.*,**54**:263-272.
- 90- Morrow, C.B., 2009.** Wicked Plants: The Weed That Killed Abraham Lincoln's Mother and Other Botanical Atrocities. *Algonquin Books of Chapel Hill*, p 276.
- 91-Morsy M.R.,Oswald J.,He J.,Tang Y.,&Roossinck M.J.,2010.**Teasing apart a three-way symbiosis: transcriptome analyses of *Curvularia protuberata* in response to viral infection and heat stress. *Biocheical and Biophysical Research Communications.*,**401**:225-230.
- 92-Neeson R.,&Banks H.J.,2004.**On-farm storage of organic grain. *Agdex.*,**102**(28) :1-6.
- 93-Olsnes, S., Kozlov, J.V., 2001.** Ricin. *Toxicon* 39, pp 1723.
- 94-Oses R., Valenzuela S., Freer J., Sanfuentes E. and Rodriguez J 2008.** Fungal endophytes in xylem of healthy Chilean trees and their possible role in early wood decay. *Fungal Diversity* 2008; **33**: 77-86.
- 95-N'guessan, K., Kouassi Konan, E., Kouadio, K. (2009).**Ethnobotanical Study of Plants Used to Treat Diabetes, in Traditional Medicine, by Abbey and Krobou People of Agboville (Cote-d'Ivoire). *Amer Sci Res.* 4: 45-58.
- 96-Pavela R.,2007.**Possibilities of botanical insecticide exploitation in plant protection.*Pest Technology.*,**1** :47-52.
- 97-Perret, J.P., 2007.** L'huile de Ricin Est Elle Le Meilleur Lubrifiant Pour Nos Moteurs ? [(CH₃(CH₂)₅CH(OH) CH₂CH=CH(CH₂)₇COO) 3(OC) 3H₅], *Journal de l'environnement*,**56**,pp 2-5.
- 98- Peter, H.R., Franklin, E.R., Eichhorn, S.E., Bouharmont, J., 1999.** *Biologie végétale*, pp 305-308
- 99-Petroski R.J.,Dornbos D.L.,&Powell R.G.,1990.**Germination and growth inhibition of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) and alfalfa (*Medicago sativa*) by loline alkaloids and synthetic N-acetyl loline derivatives. *Journal of Agriculture and Food Chemistry.*,**38**:1716-1718.
- 100-Pimentel M.A.G.,Faroni L.R.D.,Gudes R.N.C.,Sousa A.H., &Totola M.R.,2009.**Phosphine Resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky(Coleoptera: *Curculionidae*).*Journal of Stored Products Research.*,**45**:71-74.
- 101- Polvêche, V., 1996.** La culture du ricin en Europe, Ingénieries – EAT – Numéro 6, pp 49-58.
Ghrabi, Z., 2005. A Guide to Medicinal Plants in North Africa, *Ricinus communis* L. *Center of mediterranean cooperation, Malaga, Spain*. Pl, pp 227-228.
- 102- Poonam, S., Parchi, A., Krishna, M.Y., Tandon, V., 2008.** Antidiabetic activity of 50% ethanolic extract of *Ricinus communis* L. and purified fractions, *Food Chem. Toxicol.*, 46, pp 3458-3466.
- 103-Porras Alfaro A.,&Bayman P.,2011.**Hidden fungi, emergent proprieties:endophytes and microbiomes.*Annual Review of Phytopathology.*,**49**:291-315. **Prat, R., Michèle, M., Vonarx, V., 2005.** Les Fruits : Le Ricin : une capsule déhiscente. *Biologie et multimédia*, pp 15-17 .
- 104- Ramprasad, R., Bandopadhyay, R. (2010)** .Future of *Ricinus communis* after completion of the draft genome sequence .*Curr. sci.* 99(10): 1316-1318.

- 105-Redman R.S,Sheehan K.B.,Stout R.G.,Rodriguez R.J., &HensonJ.M.,2002.**Thermotolerance generated by plant/fungal symbiosis.*Science.*,**298**:1581
- 106-Rees D.,2007.**Insects of stores grain.Second edition.*CSIR publishing.Collingwood*,81pp.
- 107-Rocha A.C.S.,Garcia D.,Uetanabaro A.P.T.,Carneiro R.T.O.,Araujo I.S.,Mattos C.R.R., &Goes-Neto A.,2011.**Foliar endophytic fungi from *Hevea brasiliensis* and their antagonism *Microcyclus ulei* *Fungal Diversity.*,**47**:75-84a.
- 108-Rousset, P., Marion, C., Coelho, F.C., Silva, O., B lot, J.L., Berthaud, A., Clement, D., Fallot A., Girard, P., Prades, A., Silvie, P., Vaitilingom, G., Roscoe, R., Energie, I., Bedrossian, C. A., 2008.**
Guide technique pour une utilisation  nerg tique des huiles v g tales, pp 79-85.
- 109- Saar D. E., Polans N. O., Sorensen P. D. and Duvall M. R.** Angiosperm DNA contamination by endophytic fungi: Detection and methods of avoidance. *Plant Molecular Biology Reporter* 2001; **19**: 249-260.
- 110-Saari S.,Helander M.,Faeth S.H.,&Saikkonen K.,2010.**The effects of endophytes on seed production and seed predation of tall fescue and meadow fescue.*Microbial Ecology.*,**60**:928-934.
- 111- Saikkonen K., Faeth S. H., Helander M. and Sullivan T. J.** Fungal endophytes: A continuum of interactions with host plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1998; **29**: 319-343.
- 112 - Saikkonen K., Helander M. and Faeth S. H.** Fungal endophytes: hich- hikers of the green world. In: Gillings M. and Holmes A. J.(eds). *Plant microbiology*. Garland Science 2004; pp. 81-101. 22.
- 113-Sailaja, M ., Tarakeswari, M ., Sujatha, M. (2008).** Stable genetic transformation of castor (*Ricinus communis* L.) via particle gun-mediated gene transfer using embryo axes from mature seeds. *Plant Cell. Rep.* 27: 1509–1519.
- 114-SALIHU Bolaji Z, GANA, Andrew K, APUYOR Benson O.**2014.Castor oil plant (*Ricinus communis* L.): Botany, ecology and uses. pp.2-10.
- 115-Sharma S.S.,Gill K.,Malik M.S.,&Malik O.P.,2000.**Insecticidal, antifeedant and growth inhibitory activities of essential oils of some medicinal plants.*Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science.*,**2**:6-9.
- 116-Schardl C. L., Leuchtmann A. and Spiering M. J.** Symbioses of grasses with seedborne fungal endophytes. *Annual Review of Plant Biology* 2004; **55**: 315-340.
- 117- Selosse M. A. and Schardl C. L.** Fungal endophytes of grasses: hybrids rescued by vertical transmission? An evolutionary perspective. *New Phytologist* 2007, **173**: 452-458. 123.
- 118-Shahabivand S.,Maivan H.Z.,Goltapeh E.M.,Sharifi M.,&Aliloo A.A.,2012.**The effects of root endophyte and arbuscular mycorrhizal fungi on growth and cadmium accumulation in wheat under cadmium toxicity.*Plant Physiology and Biochemistry.*,**60**:53-58.
- 119-Shipunov A.,Newcombe G., Raghavendra A. K. H. and Anderson C. L.** **Hidden diversity of endophytic fungi in an invasive plant.** *American Journal of Botany* 2008; **95**: 1096-1108.
- 120-Sikora R.A.,Pocasangre L.,Zum Felde A.,Niere B.,Vu T.T.,&Dababat A.A .,2008.**Mutualistic endophytic fungi and *in planta* suppressiveness to plant parasitic nematodes.*Biological Control.*,**46**:15.
- 121-Singh L.P.,Gill S.S.,&Tuteja N.,2011.**Unraveling the role of fungal symbionts in plant abiotic stress tolerance.*Plant Signaling & Behaviour.*,**6**:175-191.
- 122-Singh B., ThakurA ., Kaur S., Chadha B.S.,&Kaur A.,2012.** Acetylcholinesterase Inhibitory Potential and Insecticidal Activity of an Endophytic *Alternaria sp.*from *Ricinus communis*.*Applied Biochemistry and Biotechnology* .,**168**:991-1002

- 123-Soleimani M., Hajabbasi M.A., Afyuni M., Mirlohi A., Borggaard O.K., & Holm P.E., 2010a.** Effect of endophytic fungi on cadmium tolerance and bioaccumulation by *Festuca arundinacea* and *Festuca pratensis*. *International Journal of Phytoremediation.*, **12**:535-549.
- 124-Soleimani M., Afyuni M., Hajabbasi M.A., Nourbakhsh F., Sabzalian M.R., & Christensen J.H., 2010b.** Phytoremediation of an aged petroleum contaminated soil using endophyte infected and non-infected grasses. *Chemosphere* ., **81**:1084-1090.
- 125-Springer W.C., 1997.** Allelopathic effects of tall fescue. Proceedings of southern forage crop improvement conference 53rd, pp :25-33.
- 126-Staniek A., Woerdenbag H.J., & Kayser O., 2008.** Endophytes exploiting biodiversity for the improvement of natural product-based drug discovery. *Journal of Plant Interactions.*, **3**:75-98.
- 127-Subramanyam B.H., & Hagstrum D.W., 1995.** Resistance Measurement and Management. In: Subramanyam B., Hagstrum D.W. (Eds). *Integrated Mangement of Insect in Stored Products*. Marcel Decker, New York, pp: 331-398.
- 128-Sumarah M.W., Puniani E., Sørensen D., Blackwell B.A., & Miller J.D., 2010.** Secondary metabolites from anti insect extracts of endophytic fungi isolated from *Picea rubens*. *Phytochemistry* ., **71**:760-765.
- 129-Tapondjou A.L., Adler C., Fontem D.A., Bouda H., & Reichmuth C., 2005.** Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. *Journal of Pest Science.*, **41**: 91-102.
- 130-Thakur A., Singh V., Kaur A., & Kaur S., 2013.** Insecticidal potential of an endophytic fungus, *Cladosporium uredinicola*, against *Spodoptera litura*. *Phytoparasitica* ., **41**:373-382
- 131-Tiwari B.K., Brennan C.S., Curran T., Gallagher E., Cullen P.J., & Donnell C.P.O., 2010.** Application of ozone in grain processing, *Journal of Cereal Science.*, **51**(3): 248-255.
- 132-Upadhyay R.K., Jaiswal G., & Yadav N., 2007.** Toxicity, repellency and oviposition inhibition activity of some essential oils against *Callosobruchus chinensis*. *Journal of Applied Biosciences.*, **33**(1): 21-26.
- 133-Vega F.E., Goettel M.S., Blackwell M., Chandler D., Jackson M.A., Keller S., Koike M., Maniania N.K., Monzon A., Ownley B.H., Pell J.K., Rangel D.E.N., & Roy H.E., 2009.** Fungal entomopathogens: new insights on their ecology. *Fungal Ecology.*, **2**: 149-159.
- 134-Verma N., Tripathi A.K., Prajapati V., Bahl J.R., Khanuja S.P.S., & Kumar S., 2000.** Toxicity of essential oil from *Lippia alba* towards stored grain insects. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science.*, **22**(1): 50-54. 159.
- 135-Waqas M., Khan A.L., Kamran M., Hamayun M., Kang S.M., Kim Y.H., & Lee I.J., 2012.** Endophytic fungi produce gibberellins and indoleacetic acid and promotes host- plant growth during stress. *Molecules.*, **17**:10754-10773.
- 136-Wang Y., & Dai C.C., 2011.** Endophytes: A potential resource for biosynthesis, biotransformation and biodegradation. *Annual Review of Microbiology.*, **61**:207-215.
- 137-Wei J.C., 1979.** Handbook of Fungi Identification. Technology Press. Shanghai, 780p.
- 138-Wilson D. and Carroll G. C.** Infection studies of *Discula quercina*, and endophyte of *Quercus garryana*. *Mycologia* 1994; **86**: 635-647. 122.
- 139- Zabalgogezcoa I 2008 .** Fungal endophytes and their interaction with plant pathogens. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2008 ; 138-146. 32.

140-Zhang C.L.,Wang G.P.,Mao L.J.,Komon-Zelazowska M.,Yuan Z.L.,Lin F.C.,Druzhinina I.S.,&Kubicek C.P.,2010a.*Muscodor fengyangensis* sp. nov. from southeast China: morphology,physiology and production of volatile compounds.*Fungal Biology* **114**:797-808.

141-Zhang X.X.,Li C.J.,&Nan Z.B.,2010b.Effects of cadmium stress on growth and anti-oxidative systems in *Achnatherum inebrians* symbiotic with *Neotyphodium gansuense*.*Journal of Hazardous Materials.*,**175**:703-709.

Résumé

Le présent travail a pour objet l'étude de l'activité insecticide du champignon endophyte isolé à partir *Ricinus communis* L vis à vis *Sitophilus zeamais* . On a pu isoler 12 taxons différents de champignons à partir des feuilles de *R. communis* : *Alternaria* sp. (3 espèces) , *Aspergillus* sp (2 espèces) ,*Curvularia* sp (3 espèces) ,*Trichoderma* sp (2 espèces) ,*Phoma* sp (2 espèces). Cette activité insecticide est évaluée par la mesure d' un paramètre : l'effet des différentes concentrations des extraits fongiques : 0.6 g/l , 0.3 g/l ,0.2 g/l . Les résultats montrent que la concentration 0.6 g/l semble la concentration la plus efficace contre les insectes ciblés après 72 heures du premier traitement avec des taux de mortalité enregistrés de 100% pour *Trichoderma* sp1 ,52,17% pour *Trichoderma* sp2,43.47% pour *Alternaria* sp1 ,65.52% pour *Alternaria* sp2 ,86,95% pour *Alternaria* sp3 ,73,91% pour *Aspergillus* sp 1,30,43% pour *Curvularia* sp1, 67.87% pour *Curvularia* sp2, 86.95 %pour *Curvularia* sp3.

Mots clés : champignons endophytes ,*Ricinus communis* , *Sitophilus zeamais* ,activité insecticide.

Abstract

The purpose of this work is to study the insecticidal activity of the endophytic fungus isolated from *Ricinus communis* L vis-à-vis *Sitophilus zeamais*. 12 different taxa of fungi could be isolated from the leaves of *R. communis* *Alternaria* sp. (3 species) , *Aspergillus* sp (2 species) ,*Curvularia* sp (3 species) ,*Trichoderma* sp (2 species) ,*Phoma* sp (2 species). This insecticidal activity is evaluated by the parameter measurement : effect of different concentration 0.6 g/l , 0.3 g/l ,0.2 g/l . The results seem the most effective concentration against target after 72 hours of first treatment with recorded mortality rates of 100% *Trichoderma* sp1 ,52,17% for *Trichoderma* sp2,43.47% for *Alternaria* sp1 ,65.52% for *Alternaria* sp2 ,86,95% for *Alternaria* sp3 ,73,91% for *Aspergillus* sp 1,30,43% for *Curvularia* sp1, 67.87% for *Curvularia* sp2, 86.95 %for *Curvularia*.

Key words: Endophytic fungi, *Ricinus communis*, *Sitophilus zeamais*, insecticidal activity.

ملخص:

الغرض من هذا العمل هو دراسة نشاط مبيد الحشرات من الفطريات الداخلية من نبات الخروع ضد سوسة الذرة. لقد تمكنتنا من عزل 12 نوعا مختلفا من فطر الداخلي من اوراق نبات الخروع. *Alternaria* sp (3 أنواع) , *Aspergillus* sp (نوعين) ,*Curvularia* sp (3 أنواع) ,*Trichoderma* sp (نوعين) ,*Phoma* sp (نوعين) يتم تقييم هذا النشاط عن طريق قياس معايير تأثير مختلف التراكيز مستخلصات الفطرية 0.6 غ/ل ، 0.3 غ/ل ، 0.2 غ/ل. بينت النتائج ان التركيز 0.6 غ/ل يبدو الاكثر فعالية ضد الهدف بعد 72 ساعة من العلاج الاول مع معدلات وفيات مسجلة 100% من *Trichoderma* sp1 ,52,17% من *Trichoderma* sp2,43.47% من *Alternaria* sp1 ,65.52% من *Alternaria* sp2 ,86,95% من *Alternaria* sp3 ,73,91% من *Aspergillus* sp 1,30,43% من *Curvularia* sp1, 67.87% من *Curvularia* sp2, 86.95 % من *Curvularia*.

الكلمات المفتاحية. الفطريات الداخلية. نبات الخروع. سوسة الذرة. النشاط مضاد للحشرات.