République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Enseignent Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Yahia Farès de Médéa
Faculté des Sciences

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté en vue de l'Obtention de Diplôme de Mastère

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Phytopathologie

Par

Fatima zahra KHALFI & **Houria RABAHI**

EVALUATION D'EFFICACITE FONGICIDE ET INSECTICIDE D'EXTRAITS DE LA PLANTE *ACANTHUS MOLLIS* L.

Soutenu publiquement le : 21/06/2022

Devant le jury composé de :

M. Abderrezak KIRAOUANI	**M.C.A**	**Univ - MEDEA**	**Président**
M. Abderrezak CHAOUCH	**M.C.A**	**Univ- MEDEA**	**Examinateur**
Mme Amel BOUZIDI	**M.C.B**	**Univ-MEDEA**	**Promotrice**
Mme Karima CHAOUATI	**M.A.A**	**Univ-MEDEA**	**Co-promotrice**

Année Universitaire 2021/2022

Remerciements

On remercie ***Dieu*** le miséricordieux, le tout puissant qui nous a donné la force, le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail important de notre vie.

Nos remerciements s'adressent à notre promotrice Mme **Bouzidi Amel** de nous avoir acceptées, et pour ces encouragements et ça grande patience durant notre préparation de ce mémoire.

Comme on rend hommage à Mme **Chaouati Karima** pour son soutien énorme, ses conseils et sa générosité, on dédie à sa respectueuse personne un grand merci pour son aide, sa présence, sa rigueur et sa disponibilité durant nos préparations de ce mémoire.

On remercie également les membres de jury **M. Abderrezak KIRAOUANI** et **M. Abderrezak CHAOUCH** d'avoir accepté juger notre travail.

On remercie encore la station INPV région Boufarik pour son accueil plus particulièrement Mme **Benchikh khadija**, chef service appuis technique et mycologie.

Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leur générosité et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles plus spécialement Mr **Chaouch Abderrezak** et Mr **Chaouadi Mustapha.**

On remercie encore les ingénieurs des laboratoires : SNV, Hall, lycée, pour leurs aides et leurs conseils.

Un très grand merci également à toute personne qui a participé pour la réussite de notre travail.

Dédicace

On rend grâce à Dieu le tout puissant qui nous a permis d'arriver à ce but

Je dédie ce modeste travail : A mon père **Khalfi Tahar** source de respect, en témoignage de ma profonde reconnaissance pour tout l'effort et le soutien incessant qui m'a toujours apportée

Je dédie cet événement marquant de ma vie à la mémoire de mon père **Rabahi Omar** disparu trop tôt. J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié le salut de son âme

Pour nos paradis mamans **Dhhaiba et Salima** source d'affectation, de courage et d'inspiration qui ont autant sacrifié pour nous voir atteindre ce jour que Dieu les protège.

A nos sœurs **Meriem Ahlam et Rachda et Dalila** et à nos frères **Kader, Louai**, **Chihab** et **Ayoub** : qui nous ont soutenues tout au long de ces années

et aussi à nos grands-parents, nos oncles, nos tantes et toutes les familles **Khalfi** et **Rabahi**

A nos proches cousines et cousins qui nous ont accompagnées tout au long de nos études. A Tous nos enseignants du primaire jusqu'à la fin d'étude. A tous nos collègues de phytopathologie et nos amies. A tous ceux qui nous ont aidées à l'aboutissement de ce modeste travail

YOUSSRA & ZOLA

Liste des figures

Figure 01	Les différentes parties *Acanthus mollis*	**06**
Figure 02	Acanthus mollis (photos originales)	**07**
Figure 03	Les dégâts de l'oïdium sur l'*Acanthus mollis*	**08**
Figure 04	Les benzoxazinoides détectés dans les feuilles d'*A. Mollis L*	**11**
Figure 05	Cycle de vie de *fusarium oxysporum*	**14**
Figure 06	L'adulte de *Tribolium castaneum*	**20**
Figure 07	Une vue dorsale et ventrale de nymphe de *Tribolium castaneum*.	**20**
Figure 08	La larve de *Tribolium castaneum*	**20**
Figure 09	L'œuf de *Tribolium castaneum*	**21**
Figure 10	Cycle biologique de *Tribolium castaneum*	**22**
Figure 11	Les dégâts de Tribolium castaneum sur la farine .	**22**
Figure 12	Aperçut sur la souche fongique mère	**27**
Figure 13	La position géographique de la zone de récolte	**28**
Figure14	La zone de récolte Chiffa (original)	**29**
Figure 15	Les étapes de préparation, macération et extraction de la matière végétale verte de l'*Acanthus Mollis*	**31**
Figure 16	Repiquage et purification des souches fongiques	**33**
Figure 17	Préparation des doses à tester	**33**
Figure 18	Préparation de protocole expérimental de l'activité antifongique	**34**
Figure 19	La boite d'élevage d'insecte ravageur *Tribolium castaneum* (original)	**36**
Figure20	Protocol expérimental de l'activité insecticide par contact	**37**
Figure 21	Protocol expérimental de l'activité insecticide par ingestion	**38**
Figure 22	Evolution de % de la mortalité de *T. castaneum* dans le temps en fonction de l'extrait méthanolique d'*A. Mollis L* par contact	**45**
Figure 23	Evolution de % de la mortalité de *T. castaneum* dans le temps en fonction de l'extrait aqueux d'*A. Mollis L* par contact	**46**
Figure 24	Evolution de % de la mortalité de *T. castaneum* dans le temps en fonction de l'extrait méthanolique d'*A. Mollis L* par ingestion	**47**
Figure 25	Evolution de % de la mortalité de *T. castaneum* dans le temps en fonction de l'extrait aqueux d'*A. Mollis L* par ingestion	**48**

Liste des tableaux

Tableau 01	Classification botanique de la plante d*'Acanthus mollis L*	**07**
Tableau 02	Métabolites secondaires identifiés dans l'espèce A. Mollis	**10**
Tableau 03	Classification de *Fusarium oxysporum*	**12**
Tableau 04	Classification de l'insecte ravageur *Tribolium castaneum*	**21**
Tableau 05	Synthèse de la principale caractéristique climatique de la station étudiée	**29**
Tableau 06	Croissance mycélienne et taux d'inhibition de la souche *FORL* par les extraits de feuilles *d'acanthus moliis*	**42**
Tableau 07	Les doses létales 50 des différents extraits des feuilles d'*Acanthus Mollis .L*	**49**

Liste des abréviations

E.Meth: extrait méthanolique.

E.aqx:extrait aqueux.

E.TEM: extrait témoin.

DL50: la dose létale pour tuer 50% des insectes.

DL100: la dose létale pour tuer 100% des insectes.

CM : la croissance mycélienne.

TH : taux d'inhibition

MS: la matière sèche.

D : dose

DMSO : diméthylsulfoxyde

RESUME :

L’étude que nous avons réalisée a été consacrée à l’évaluation des activités anti-insecticide et antifongique d’extraits aqueux et méthanolique des feuilles de la plante *Acanthus mollis* L. vis-à-vis à un insecte des denrées stockées le *Tribolium castaneum* et sur un champignon tellurique *Fusarium oxysporum* (*FORL*). L'activité anti insecticide a été déterminée par deux paramètres : le taux de mortalité des individus et la DL50. L’activité antifongique a été déterminée in vitro par deux paramètres : la croissance mycélienne et le taux d’inhibition. Les résultats obtenus ont montré que le *T. castaneum* s’estavéré plus sensible à l’extrait méthanolique que l'extrait aqueux avec un taux de mortalité de 100 %. Le *FORL* a été inhibé par les extraits aqueux et méthanolique. L’extrait méthanolique a montré un taux d'inhibition de la croissance mycélienne de champignon égale à 88,88 %.

MOTS CLES : *Acanthus mollis L*, extraits aqueux et alcooliques, Activité antifongique, Activité anti insectes.

الملخص:

الدراسة التي أجريناها خصصت لتقييم الأنشطة المضادة للحشرات والفطريات للمستخلصات المائية والميثانولية لأوراق نبا *Acanthus mollis* Lت. ضد حشرة المواد الغذائية المخزنة ، *Tribolium castaneum*. وعلى فطر التربة Fusarium oxysporum (FORL). تم تحديد النشاط المضاد للحشرات من خلال عاملين: معدل وفيات الأفراد و LD50. تم تحديد النشاط المضاد للفطريات في المختبر بواسطة معاملين: النمو الفطري ومعدل التثبيط. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن T. castaneum أكثر حساسية للمستخلص الميثانولي من المستخلص المائي بنسبة موت 100٪. تم تثبيط FORL بواسطة المستخلصات المائية والميثانولية. أظهر المستخلص الميثانولي معدل تثبيط لنمو الفطريات الفطرية بنسبة 88.88٪.

الكلمات المفتاحية : *Acanthus mollis L* ، المستخلصات المائية والكحولية , نشاط مضاد للفطريات، نشاط مضاد للحشرات

ABSTRACT:

The study that we carried out was devoted to the evaluation of the anti-insecticide and antifungal activities of aqueous and methanolic extracts of the leaves of the plant *Acanthus mollis* L. against an insect of the stored goods *Tribolium castaneum* and on a telluric fungus *Fusarium oxysporum (FORL*). The anti-insecticidal activity was determined by two parameters: the mortality rate of the individuals and the LD50. The antifungal activity was determined in vitro by two parameters: mycelial growth and inhibition rate. The results obtained showed that T. castaneum was more sensitive to the methanolic extract than the aqueous extract with a mortality rate of 100%. FORL was inhibited by both aqueous and methanolic extracts. The methanolic extract showed an inhibition rate of fungal growth equal to 88.88%.

KEY WORDS: *Acanthus mollis L*, aqueous and alcoholic extracts, Anti-fungal activity, Anti-insect activity.

Table des matières

Dédicace

Remerciement

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé en Français

Résumé en Arabe

Résumé en Anglais

INTRODUCTION GENERALE 01

Chapitre I : Synthèse bibliographique ……..…03

I. Les plantes médicinales et leurs vertus thérapeutiques **……03**

I.1.définition des plantes médicinales **……03**

I.2.définition des métabolites secondaires**…….....04**

II. Bibliographies sur la plante *Acanthus mollis . L*…….**…….05**

II.1..ETUDE PHARMASOLOGIQUE DE L'ESPECE l ' Acanthus mollis**…….....05**

II.1.1.Historique d'utilisation d'acanthus mollis L **……...05**

II.2.Etude botanique**……..06**

II.2.1.Caractères morphologique…**……..... 06**

II.2.2.Culture**…….....06**

II.2.3.Classification botanique **……07**

II.2.4.Répartition géographique **……....07**

II.2.5. Les maladies et les ravageurs qui attaquent A.mollis L**……..09**

II.3. Travaux antérieure**……...08**

III. **Bibliographie sur le champignon phytopathogène**……...12

III.1. Le champignon phytopathogène à tester "*Fusarium oxysporum* " **……..….12**

III.3.1.taxonomie et biologie **.....12**

III.1.2..Méthodes de lutte**……...17**

VI. **Bibliographie sur l'insecte ravageur**……...19

VI.1. Introduction**…….….19**

VI.2.Description de *Tribolium castaneum***……19**

VI.3.Classification botanique**……21**

VI.4.Cycle biologique……...22
VI.5.Les dégâts…….....23
VI.6.Origine et répartition……23
VI.7.Méthodes de lutte……..23

CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE

I. Matériels et méthodes……...…27

I.1. Matériels ……..….27

I.1.1. Matériels physique et appareillage et produits chimiques.....27

I.1.2. Matériels biologiques……..…….27

I.1.3. Obtention ou origine de la souche fongique……..……...…27

I.2. Présentation de la région de récolte ……..……28

I.2.1. Position géographique …….....28

I.2.2. Caractéristiques géographiques……..…...29

I.3. Préparation de la matière végétale…….30

I.3.1. Préparation des extraits ……....…….30

I.3.2.1. Préparation par macération d'extrait aqueux …….……..30

I.3.2.2. Préparation par macération d'extrait méthanolique …….…...30

II. Evaluation des activités biologiques …….33

II.1 Evaluation de l'activité antifongique ……33

II.1.1. Préparation de milieu de culture ……33

II.1.2. Repiquage et purification de souche fongique ……..……..34

II.1.3. Préparation des échantillons à tester ……..34

II.1.4. Préparions des biotes de pétri ……35

II.1.5.Application……..……36

II.1.6.Détermination de la croissance mycélienne de la souche FORL**……....36**

II.2. Evaluation de l'activité anti-insecticide **……..….38**

II.2.1 Préparation des doses à tester**……..……38**

II.2.2 Application**……...……..38**

II.2.2.1. Application par test de contact**…….……38**

II.2.2.2. Application par test d'ingestion**……..……..39**

II.2.2. Tests illustrant les activités anti-insectes**…… ….……....40**

CHAPITRE III : RUSULTATS ET DUSCUSSION

I.ETUDE DES ACTIVITES ANTIFONGIQUEQ **…….……41**

I.1.Détermination de la croissance mycélienne et taux d'inhibition **……..41**

I.2.DISCUSSION**…….....43**

I.ETUDES DES ACTIVITES ANTI-INSECTES **…….….. 44**

II.1.Evaluation des la toxicité **……..44**

II.1.1.Evaluation de la toxicité des extraits d*'acanthus mollis L* réalisée par le test de contact **……..…44**

II.1.1.1.Evaluation des extraits méthanolique **…….....44**

II.1.1.2.Evaluation des extraits aqueuse**……...45**

II.1.2.Evaluation de la toxicité des extraits d*'acanthus mollis L* réalisée par le test d'ingestion **……47**

II.1.2.1.Evaluation des extraits méthanolique **…….....47**

II.1.2.2.Evaluation des extraits aqueuse**……...48**

II.2.Estimation de DL50**……49**

II.3.Discussion **……..…49**

CONCLUSION ET PEERSPECTIVES……...51

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

Les végétaux constituent le fondement de notre chaine alimentaire, car en l'absence de culture des végétaux, les hommes seraient privés de nourriture et les animaux de fourrage. Les végétaux sont en outre un élément central de l'environnement dans lequel nous vivons. L'apparition des maladies des végétaux et des ravageurs peut pour cette raison avoir des effets catastrophiques sur notre qualité de vie et sur l'économie. Les organismes nuisibles particulièrement dangereux sont en mesure de menacer les moyens de subsistance des exploitations actives dans la production agricole et horticole et ont un impact négatif sur la qualité et sur les prix de nos denrées alimentaires ainsi que sur l'état et les fonctions de nos forêts et parcs.

La filière des cultures maraichères occupe une place de choix parmi les filières porteuses retenues par les autorités nationales et internationales .En cela elle contribue pour une part très importante dans l'économie nationale et constitue une source de revenues monétaires pour les producteurs (**MAHRH ,2011).**

Ces plantes maraichères englobent un grand nombre d'espèces végétales destinées à un usage alimentaire et industriel (**ANONYME ,2010 ; ITCMI ,2010**). La tomate occupe une place privilégiée dans le secteur maraîchère en Algérie. En ce qui concerne la production, la tomate représente 08,79% de production par rapport à la production totale des cultures maraichères et 08,33% par rapport à la production totale des cultures maraichères et industrielles (**SINOUSSI ,2009**). C'est la principale culture sous serre avec une superficie de 2945 ha en 2011, générant une production moyenne de 3 millions de quintaux, soit 38% de la production totale de tomate (**MADR, 2011**).

Ce secteur maraicher rencontre néanmoins aujourd'hui d'énormes difficultés d'ordre abiotique et surtout biotique. Malgré les moyens de lutte considérables, les maladies des plantes dues aux champignons, bactéries et virus constituent toujours une cause de perte importante (**SCHIFFERS ,2011a). BLANCARD et al (2009)** affirment que la *fusariose* est l'une des maladies les plus communes que connaissent les producteurs de la tomate et qu'elles continuent de s'étendre tout en causant d'énormes pertes.

Introduction générale

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

La culture des céréales en Algérie est le plus souvent confrontée à différentes difficultés qui limitent la production (**HADDADI ,2005).** Le développement des insectes et la prolifération de moisissures sur le blé stocké engendre des altérations de qualité du grain ainsi que la production des mycotoxines nocives à la santé des consommateurs (**PITT et al ., 1997**). Les pertes de ces derniers, correspondent à 35% de la production agricole.

Pour parer à cette situation, les producteurs ont recours aux moyens dont ils disposent notamment des produits chimiques à forte rémanence et dont les couts restent élevés L'âge (**LISAN ,2012**) .d'or des pesticides chimiques semble donc révolu et la mise au point des méthodes alternatives de lutte en cours, comme l'utilisation des extraits de plantes médicinales.

Notre présente étude porte sur l'évaluation de l'efficacité d'extraits d'*Acanthus mollis* sur le champignon phytopathogène du genre *Fusarium oxysporum* et sur l'insecte des denrées stockées du genre *Tribolium castaneum*.Le mémoire est subdivisé en trois grands chapitres :

- Le premier porte sur la synthèse bibliographique de l'espèce de la plante et des activités antifongique et anti-insecte.

- Le deuxième chapitre porte sur la partie expérimentale

- Le troisième chapitre est consacré aux résultats obtenus et la discussion.

CHAPITRE I :

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

On observe aujourd'hui, un grand intérêt pour l'étude des remèdes populaires et la recherche de nouveaux médicaments issus de la pharmacopée traditionnelle. En effet de nombreux travaux ont été consacrés à l'inventaire de l'arsenal thérapeutique dans différents pays, notamment les pays du Maghreb (**CHERITI, A** et **al. 2005 ; BELOUAHEM, A. Dj et al. 2009).**

I. les plantes médicinales et leurs vertus thérapeutiques

I.1. Définition des plantes médicinales

La matière médicale, "**Materia Medica",** est à l'origine, l'étude de toutes les matières premières naturelles à usage médical. Actuellement encore appelée Pharmacognosie, elle est le plus souvent limitée aux produits bruts d'origine végétale. En dehors des plantes strictement médicinales, elle étudie aussi:

- Les plantes toxiques.
- Certains végétaux alimentaires, comme les plantes à caféine et les épices à propriétés physiologiques marquées, les huiles végétales utilisées en diététique, les fruits riches en vitamines.
- Les plantes à usage surtout industriel, mais ayant quelques applications en pharmacie: plantes à fibres (cotonnier, chanvre, lin), plantes oléagineuses (Arachide, Ricin, Soja), plantes à parfums (Lavande, Rose, etc.…).

I.2. Définition des métabolites secondaire chez les plantes

Les métabolites sont les produits intermédiaires du métabolisme. Le terme métabolite est généralement, par définition, limité à de petites molécules. Les métabolites ont diverses fonctions, y compris l'énergie, la structure, la signalisation, un stimulant et des effets inhibiteurs sur les enzymes. Chez les plantes, les métabolites secondaires sont importants à la survie et à la propagation de l'espèce. Il joue chez celles-ci différents rôles, comme des phéromones ou des signaux chimiques permettant à la plante de s'adapter à l'environnement.

I.3. Classification des métabolites secondaires

On distingue classiquement trois grandes catégories de métabolites secondaires chez les végétaux :

- Les composés phénoliques
- Les alcaloïdes et composés azotés
- Les terpénoides.

I.3.1. Les composés phénoliques

Les composants phénoliques sont des métabolismes secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec des glucides. Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, grains et bois).

Ils sont largement utilisée en thérapeutique comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants et anti-radicalaires, antimicrobiens

I.3.2. Les alcaloïdes

On peut définir de manière simple « un alcaloïde est une substance organique azotée (appartenant au vivant) d'origine végétale, à caractère alcalin et présentant une structure complexe ». Leur atome d'azote est inclus dans un système hétérocyclique ; les alcaloïdes possèdent une activité pharmacologique significative.

I.3.3. les terpénoïdes

Les terpénoïdes, qu'on appelle parfois isoprénoïdes, forment une classe large et diverse de composés organiques que l'on rencontre dans la nature, similaires aux terpènes, dérivant d'unités isoprène à cinq carbones assemblés et modifiés de milliers de façons.

Les terpénoïdes de plantes sont beaucoup utilisés en raison de leurs qualités aromatiques. Ils jouent un rôle dans les remèdes en herboristerie traditionnelle et font l'objet de recherche pour découvrir des effets antibactériens, antinéoplasiques ou autres effets pharmaceutiques.

II. Bibliographie Sur La Plante *Acanthus mollis* L.

II.1. ETUDES ETHNO PHARMACOLOGIQUES DE L'ESPECE

II.1.1. Historique d'utilisations d' *Acanthus mollis* L.

Acanthus mollis L. est une plante méditerranéenne qui appartient à la famille des Acanthaceae. Elle a été l'une des premières à être cultivée dans les jardins en raison de la beauté de ses feuilles et on pense qu'elle a été la source d'inspiration pour la décoration des colonnes corinthiennes (**SHARMA et al. 2015**).

Elle a été utilisée dans la médecine traditionnelle dans diverses parties du monde. Dans le sud de l'Europe, elle a été utilisée dans les cataplasmes pour soigner les brulures et les gargarismes pour soulager les maux de dents et les inflammations de la bouche (**FERRAO et LIBIRATO, 2015 ; RIVERA et OBON 1995**).

Les feuilles écrasées sont appliquées en externe pour traiter les plaies, entorses, fractures, ecchymoses, brûlures et problèmes de mamelons grâce à ses propriétés apaisantes et émollientes (**ATTARD et PACIONI, 2012 ; FIORINI-PUYBARET, 2011 ; RIVERA et OBON, 1995 ; SEQUEIRA et al. 2006**). Ses feuilles sont souvent utilisées directement sur la peau pour soulager les jambes enflées lorsqu'elles sont appliquées sur la peau. Ainsi que les maux de tête lorsqu'elles sont appliquées sur le front (**FREITAS et MATEUS, 2013**). Son infusion est également employée en interne comme diurétique et dans le traitement de l'irritation des muqueuses digestives et urinaires, des tumeurs, ulcères et la toux **(FIORINI –PUYBARET, 2011 ; Rivera et OBON, 1995**).

Les racines de l'acanthe molle s'exploitent pour l'obtention de teinture jaune.

II.2. ETUDE BOTANIQUE

II.2.1. Caractères morphologiques

L'acanthe molle *(Acanthus mollis*) est une plante vivace qui appartient à la famille des Acanthacées originaire du bassin méditerranéen. Dans son milieu naturel l'acanthe apprécie les sols rocailleux, bien drainés où elle forme de vastes touffes au fil des années.

- **Feuilles :** vert foncé pouvant atteindre 1 mètre de longueur et presque autant de largeur est luisant et profondément lobé. Il sert d'écrin à sa hampe florale spectaculaire qui dépasse alors le feuillage de plus d'un mètre. Se déployant en été, la grappe porte de nombreuses fleurs blanches bordées de pourpre.

- **Racine :** épaisse, fibreuse, horizontale, de 50 à 70 centimètres, droite, ferme, un peu anguleuse et pubescente.
- **Fleurs :** grandes, d'un blanc jaunâtre ou rougeâtre, sessiles, formant un bel épi; chaque fleur munie d'une bractée ovale, épineuse, qui la soutient (de juillet à octobre).
- **Calice :** de quatre divisions dont deux latérales, la supérieure plus grande, tenant lieu de lèvre supérieure à la corolle, qui a un tube court et qui s'allonge en une seule lèvre large et trilobée; quatre étamines didynames à filets gros, style les dépassant.
- **Fruit:** capsules ovales à deux loges, dans chacune une seule graine roussâtre



Les feuilles la tige les racines la fleur

Figure 01 : Les déférentes parties d*'Acanthus mollis* (originale)

II.2.2. Culture d*'Acanthus mollis* L.

L'acanthe n'est guère cultivée que comme plante d'ornement; à peu près indifférente sur le sol, elle préfère cependant une terre profonde, douce et légère, et une exposition chaude; on la sème de graines vers la fin de mars, on éclaircit en mai en espaçant de 0.10 m, en automne on transplante, elle exige une grande surface; on peut aussi la propager par œilletons plantés à la fin de l'hiver, d'ailleurs elle se propage d'elle-même.

Plante invasive : Ces plantes sont généralement propagées à partir de tubercules et ont tendance à former de gros amas localisés qui peuvent survivre pendant plusieurs décennies mais leur pertinence en tant que plante de jardin est réduite en raison de leur caractère invasif (de nouvelles plantes sont produites facilement à la fois à partir de graines et de fragments de racine). Par ailleurs, la plante est sensible à l'oïdium et aux attaques d'escargots et limaces**.**



Figure 02 : La plante *Acanthus mollis* L. (originale)

II.2.3. Classification Botanique

La position systématique d*'Acanthus mollis* et décrite comme suit:

Tableau 01 : Classification botanique d'*Acanthus mollis.*

Règne	**Plantae**
Sous -règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Scrophulariales
Famille	Acanthaceae
Genre	Acanthus
Espèce	*Acanthus mollis L.*

II.2.4. Répartition Géographique

Cette plante méditerranéenne se trouve sur les continents Européens et Africains (plus précisément en Europe méridionale et en Afrique du Nord).

L'Acanthe à feuilles molles sauvage est considérée comme caractéristique des sous-bois des forêts d'Ormes riveraines et méditerranéennes (association *Acantho mollis- Ulmetum minoris*).

II.4. Les maladies et les ravageurs qui attaquent l'*Acanthus mollis* L .

- En cas de forte humidité, l'acanthe peut être victime d'oïdium (blanc sur les feuilles), dès les primaires signes, supprimez les feuilles atteintes, pulvérisez une solution contenant du lait ou du petit-lait ou du soufre.
- Les escargots et les limaces se régalent des jeunes feuilles d'acanthe, protégez les avec des pièges.



Figure 03 : Les dégâts de l'oïdium sur *Acanthus mollis* L. (ALAMY)

II.3. Travaux Antérieurs

Les études pharmacologiques systématiques sur le genre ont donné une reconnaissance remarquable sur leurs utilisations ethnomédicinales dans la gestion des soins de santé (**REKHA, B et al. 201**7). Sur le volet biologique comme sur le volet chimique, l'Acanthe molle fait l'objet de peux d'études.des études relativement récente rapportent que les feuilles d'AMO possèdent des propriétés anti-oxydantes, antifongiques, Analgésiques et anti-inflammatoires

Malgré son utilisation intensive en médecine populaire, les études scientifiques permettant de valider ces utilisations traditionnelles sont rares. **REZANKHA et CALLABORATEURS en 2009** ont isolé des lignages avec une activité anti tumorale et **ATTARD et PACIONI en 2012**vérifié que les extraits ethanolique aqueuse chloroformique d'*A. mollis* contenant des erpénoïdes, des flavonoïdes et des protéines présentait des propriétés similaires (antibactérienne) .

En 2015, il n'a été constaté qu'un extrait méthanolique des feuilles d'A. mollis augmentait la biosynthèse de 15- hydroxyeicosatetraenoic acid, un eicosanoïde anti-inflammatoire (**BADER et al. 2015**). Plus récemment, diverses parties d'*Acanthus mollis* ont été étudiées. Les extraits éthanoliques montrent une concentration plus élevée en composés phénoliques.

L'activité antifongique des extraits ethanolique des fleurs et des feuilles contre plusieurs souches de Candida a été également vérifiée, ainsi qu'une corrélation avec l'activité antioxydant (**JARRA et al, 2017**).

Plusieurs familles de composés chimiques sont détectées dans la partie aérienne d'*Acanthus mollis* tels que: les tèrpenoïdes, les alcaloïdes, les quinones libres, les saponines. Quantitativement, l'évaluation du contenu des polyphénols totaux en adoptant la méthode de Folin-Ciocalteun, cette dernière révèle la présence des quantités moyennement importantes en polyphénols. Le potentiel antiradicalaire des extraits a été déterminé par la méthode de DPPH dont les résultats montrent que ces extraits possèdent une bonne activité, donc cette plante contient des molécules qui sont considérées comme des agents antioxydants de première classe et peuvent être employées pour des applications thérapeutiques, sachant que les antioxydants contribuent de manière très efficace à la

prévention des maladies telles que le cancer, et les maladies cardiovasculaires ,neurologique ou encore pulmonaire (**BARMEYER T al.,2017 LIM et al.,2017 ; OZ ,201**

II.4. Travaux chimiques sur les feuilles d'*Acanthus mollis*

De nombreux groupes de composés potentiellement intéressants ont été trouvés de cette espèce (Tableau 1.2). Il s'agit essentiellement de flavonoïdes, lignanes et benzoxazinoides **(MAKOWSKA, B et al. 2015**). Malgré les travaux cités la chimie de cette espèce demeure insuffisamment étudiée **(MATOS, P et al. 2018).**

Tableau 02 : Métabolite secondaire identifies dans l'espèce A. Mollis **HAMIMED ET BENMABROUK …2020)**

Partie de plante	**Métabolites secondaires**	**Références**
Les graines	Glucoside de 2,4-dihydroxy-1,4-benzoxazin3-one (DIBOA-GLC)	Wolf, B.R et al., 1985 ; Hermann, M.N., 1988
la plante entière	Flavonoïdes, acides hydroxamiques cycliques et dérivés de la benzoxazolinone	Masouda, E.A et al., 2004 Tomas, R et al., 2009
feuilles, fleurs et racines	Glucoside de 2,4-dihydroxy-1,4-benzoxazin3-one et 1,4-benzoxazin-3-one	Kimberly, P E et al., 1995 Wahidulla, S et al., 2001 ; Héctor, R.B et al., 2004 ; ChangHong Huo et al., 2005
fleurs et feuilles	Anthraquinones, flavonoïdes et phénols	Jara, C et al., 2017

Feuilles	2,4-dihydroxy-1,4-benzoxazin-3-one, dérivés d'acides hydroxamiques et phénoliques cycliques	Kanchanapoom, T et al., 2001 ; Kanchanapoom, T et al., 2006 ; Matos, P et al., 2019

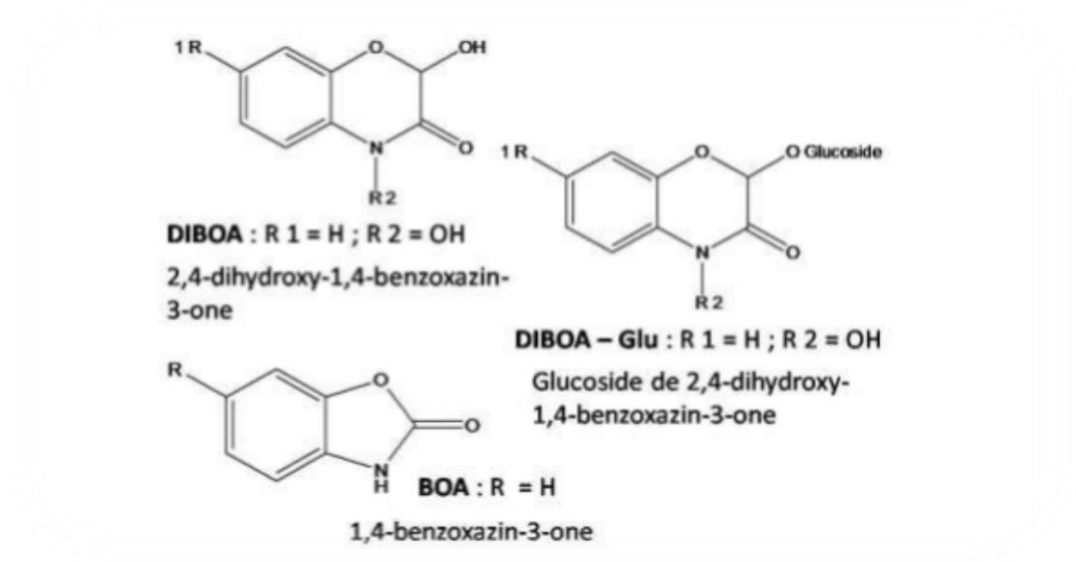


Figure 04: les Benzoxazinoides détectés dans les feuilles d*'Acanthus mollis .L*

(HAMIMED ET BENMABROUK …2020)

II. Bibliographie Sur Le Champignon Phytopathogène

II.1. Le champignon phytopathogène à tester "*Fusarium oxysporum*"

II.1.1.Taxonomie et biologie

Fusarium oxysporum est une espèce de champignons ascomycètes, ce champignon appartient à la famille des Nectriaceae, au genre Fusarium **(MYCOBANK, 2014).** Le principal caractère morphologique des Fusarium est la présence de macroconidies fusiformes et cloisonnées. Le genre Fusarium tire son nom du latin fusus car ses spores sont en forme de fuseau. Les colonies mycéliennes (aériennes et cotonneuses) de *Fusarium oxysporum* sur différents milieux de culture varient dans leur aspect et leur couleur varie entre le rose orangé et le violacé **(CHAMPION, 1997).** Le champignon forme des microconidies d'une ou deux cellules, de forme ovale sur les monophialides (5-12 x 2,2-3,5 µm), et des macroconidies courbes de quatre à six cellules, fusiformes (27-46 x 3-4,5 µm) (BOTH, 1970 cité par **DABRE, 2013).** Sa position systématique est décrite comme suit :

Tableau 04 : Classification de *Fusarium Oxysporum*

Classification	
Règne	Fungi
Division	Ascomycota
Classe	Sordariomycetes
Sous-classe	Hypocreomycetidae
Ordre	Hypocreales
Famille	Nectriaceae
Genre	Fusarium
Espèce	*Fusarium oxysporum*

- **Cycle biologique**

Les *F. oxysporum* ne sont pas des parasites obligatoires, en absence de la plante hôte, ils mènent une vie de saprophyte sur des débris végétaux et des matières organiques. Les isolements effectués indiquent qu'un gramme de sol renferme près de100.000 propagules (**SMITH, 1965**) et les *F. oxysporum* représentent 40-70% de la population fusarienne totale.

Ces champignons persistent dans le sol principalement sous forme de spores de résistance (chlamydospores) en état de dormance (**BOOTH, 1971**).

En contact de l'hôte et une fois les conditions favorables, les chlamydospores germent et les jeunes filaments pénètrent au niveau des racines.

Après pénétration dans la cellule épidermique, le mycélium se ramifie, colonisent ainsi toutes les cellules avoisinantes.

Les hyphes mycéliens progressent à l'intérieur des cellules puis colonisent le cortex, arrivé au niveau du cylindre central, le parasite s'installe dans les vaisseaux du xylème d'où il se propagera dans la tige par l'intermédiaire des microconidies aisément véhiculées par la sève dans toutes les parties de la plante.

A la surface des feuilles, se forment des organes fructifères appelés sporodochies qui produisent des macroconidies qui vont à leur tour contaminer d'autres plantes lorsqu'elles sont transportées par le vent, par l'eau ou bien par l'intermédiaire des insectes **(ELMAHDJOUB, 1972).**

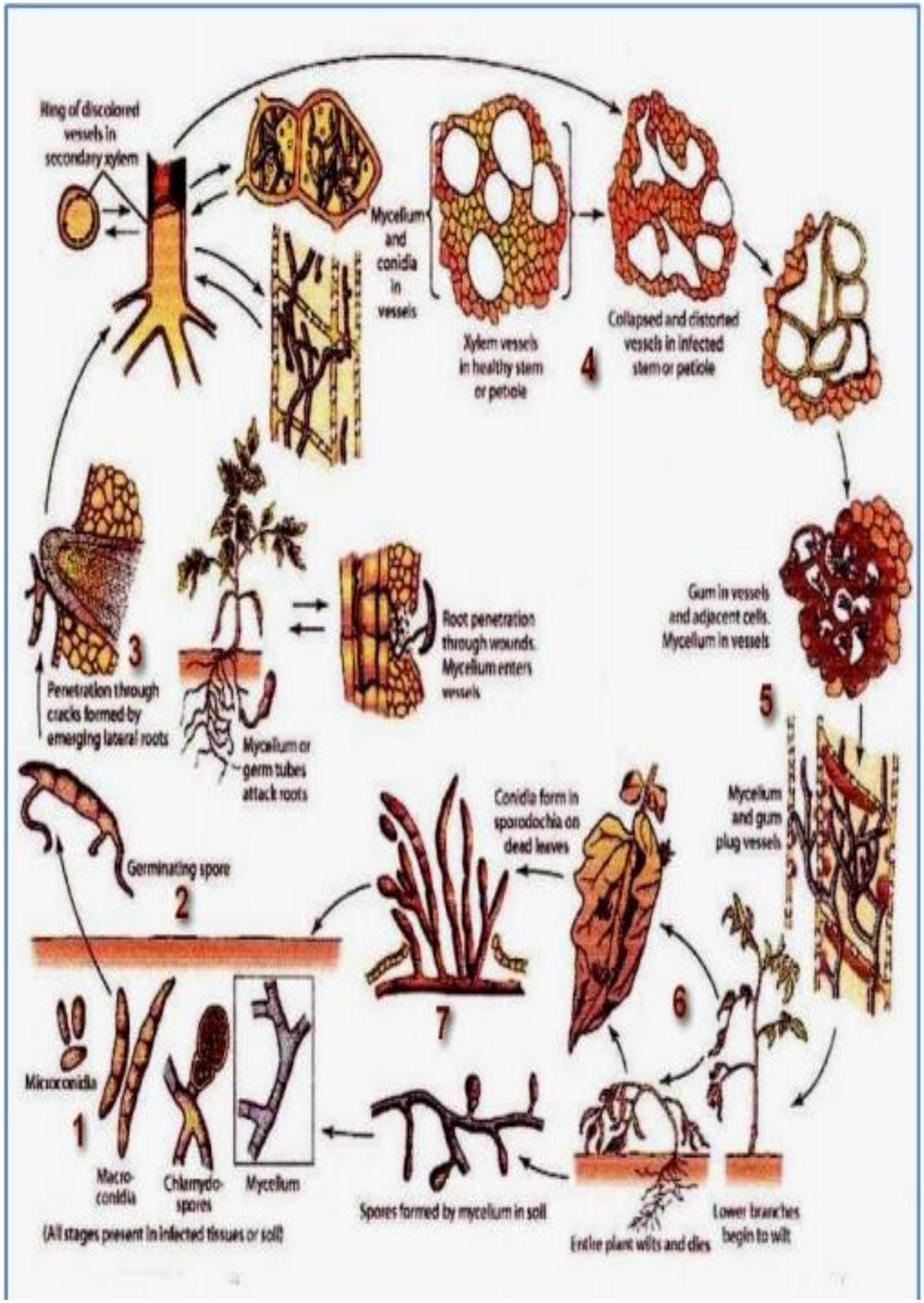


Figure 05: Cycle de vie de *fusarium oxsporum* **(AGROISE, 2005**

1- Conidies, chlamydospores ou mycélium vivant dans le sol
2- Germination des spores
3- Pénétration du tube germinatif à l'intérieur des racines
4- Invasion des vaisseaux par les conidies et/ou mycélium
5- Production de gomme à l'intérieur des vaisseaux
6- Flétrissement et mort de la plante
7- Sporodochies ou mycélium produisant des conidies

- **Incidence économique**

Le genre *Fusarium* espèces phytopathogènes susceptibles d'attaquer un grand nombre de plantes (**BEZUIDENHOUTET al. 1988** cités **par MOINE, 2013**). *Fusarium spp*. est parmi les champignons telluriques les plus agressifs causant des flétrissements et des pourritures racinaires de plusieurs espèces végétales **(HIBAR et al. 2007**). De plus, beaucoup d'espèces saprophytes sont capables de se développer en tant que pathogènes secondaires sur des tissus végétaux sénescents. L'impact économique de *F. oxysporum* est important de par la diversité de ses plantes hôtes (**LECOMTE ,2016).** C'est un contaminant de nombreuses céréales (blé, avoine, orge), de légumes et d'arbres fruitiers (**GAUTHIER, 2016**) allant jusqu'à causer des cancers au champ et en forêt (**LI-JUNMA et al. 2013**). Des cultures aussi importantes que la tomate, le coton, la vanille, le lin ou le concombre peuvent être attaquées (**LECOMTE, 2016**). L'un des exemples les plus notables est certainement la *fusariose* du bananier (*Panama disease*) causée par *F. oxysporumf. sp. cubense*. Le marché mondial de la banane n'a été sauvé que par l'introduction du cultivar Cavendish, résistant au pathogène (**STOVER, 1962 cité par LECOMTE, 2016).**

Le flétrissement qu'il cause est considéré comme l'une des plus importantes maladies et la plus dévastatrice de la tomate dans le monde entrainant des pertes partielles ou totales de récoltes (**BLANCARD et al. 2009 ; JAMES, 2010, BAWA, 2016**). En effet, celle-ci est sujette à deux maladies *fusariennes* : la flétrissure *fusarienne* classique causée par *F. oxysporum f. sp.lycopersici (FOL*) et la pourriture des racines et du collet causée par *F. oxysporum f. sp.radicis-lycopersici (FORL).* Durant la campagne 2000-2001, elle a causé des

pertes pouvant atteindre 90% de plantes de tomate dans certaines serres en Tunisie (**HIBAR et al. 2007**). Il produit également divers métabolites secondaires (mycotoxines) comme les trichothecènes et fumonisines qui peuvent contaminer les produits agricoles les rendant impropres à la consommation, engendrant par conséquent d'énormes pertes.

II.1.2.Méthodes de lutte

II.1.2.1.Lutte culturale

C'est l'ensemble des pratiques culturales visant à défavoriser les bio-agresseurs au détriment de la plante cultivée. En pépinière, il faut semer des graines saines et éviter de cultiver de manière continuelle sur les mêmes pépinières et champs (**SUMNER, 1995** cité par KABORE, 2014). Ainsi, la manipulation des plantes et le travail du sol seront effectués avec soin afin d'éviter des blessures aux systèmes racinaires **(BLANCARD et al. 2009).** Les outils utilisés pour ces interventions dans les parcelles contaminées seront bien nettoyés (formol 3%, eau de javel) avant leur emploi dans des parcelles saines. Le chaulage atténuerait les effets de la maladie. Des rotations culturales d'au moins 3 à 4 ans contribueraient à prévenir l'apparition de la maladie. En cours de culture, lorsqu'apparait la maladie, l'élimination des plantes avec leur système racinaire et également la bonne gestion des résidus en fin de culture (non enfouissement), limitent le phénomène et contribuent à réduire la quantité d'inoculum dans les parcelles.

II.1.2.2. Lutte génétique

La méthode de loin la plus efficace contre la fusariose consiste à utiliser les variétés résistantes (**BLANCARD et al. 2009)** et reste très certainement la voie de lutte la plus prometteuse. Elle est toutefois encore insuffisamment explorée **(MOURICHON, 2003).** Heureusement, la création de variétés résistantes à ce redoutable champignon a permis de résoudre efficacement ce problème phytosanitaire en France comme dans de nombreux pays **(BLANCARD et al. 2009).** Au Brésil, plusieurs accessions de *L. hirsutum*, *L. chilense*, *L. peruvianum* combineraient un haut niveau de résistance aux 3 races de Fusarium très dommageables à la culture de tomate.

II.1.2.3. Lutte biologique

- **Phénomène d'antagonisme dans le sol**

L'utilisation de champignons utiles est plus difficile à exploiter pour la lutte contre les champignons pathogènes que pour la lutte contre les insectes pour la raison bien simple que les insectes se déplacent et peuvent entrer facilement en contact avec le champignon inoculé alors que le champignon phytopathogène ne se déplace pas ou peu (FAO, 2012). Cette méthode est utilisée de façon plus ou moins préventive, c'est-à-dire quand le potentiel infectieux du sol est encore faible. Plusieurs micro-organismes ont été rapportés pour leurs

effets à l'égard de *F. oxysporum* f. sp. lycopersici **(BLANCARD et al. 2009).** Comme exemples d'organismes intéressants, on cite les Fusarium non pathogènes qui entrent en compétition avec les pathogènes pour l'occupation de la même niche **(COUTEAUDIER et al. 1985 ; FAO, 2012).** *Trichoderma harzianum*, les *mycorhizes arbusculaires* sont utilisés de façon plus prometteuse en traitement des semences et il existe d'ailleurs une préparation commerciale qui a été obtenue à partir d'une souche de T. harzianum génétiquement.

- **Exploitation des substances actives des plantes**

Parmi les méthodes alternatives, signalons que l'usage de substances (extraits aqueux, huiles totales et essentielles) obtenues à partir d'organes de plantes dotées de vertus fongicides n'est plus à démontrer. En effet, le contexte actuel où les nouveaux enjeux environnementaux (réduction des pollutions diffuses, restauration de la biodiversité) fixés par les politiques agricoles et/ou le Grenelle de l'Environnement, conduisent à repenser les pratiques agricoles vers une agriculture moins dépendante de la lutte chimique. A cet effet, de nombreux travaux ont été réalisé sur le *Fusarium oxysporum* sur différentes spéculations **(OGECHI et al. 2006 ; HIBAR et al., 2007 ; DAO, 2013 ; KONE, 20014 ; KABORE, 2014 ; SOME, 2016).**

II.1.2.4. Lutte physique

Le traitement du sol à la vapeur est totalement inefficace à lui seul pour lutter contre la maladie. En effet, **MAROIS et al. (1983)** cités par **COUTEAUDIER et al. (1985)** ont démonté que la fumigation des sols est suivie d'une recolonisation très rapide par *F. oxysporum* pathogènes hébergés dans les zones du sol non atteintes par le traitement. Le traitement du sol avec de la vapeur peut réduire les fontes de semis à de très bas niveaux. La solarisation du sol permet également d'éliminer la plupart des propagules des espèces de Fusarium **(SUMNER, 1995 cité par KABORE, 2014).**

III. Bibliographie Sur L'insecte Ravageur :

III.1. Introduction :

Le genre *Tribolium* se compose de petits coléoptères extrêmement communs en France et en Amérique du nord **(LEPESME., 1944).** Leurs taille varie de 3 à 4 mm de long, leurs couleurs est d'un brun plus ou moins foncé **(BALACHOWSKY., 1951).** Selon l**epigre (1966),** ces insectes sont peu actifs et se dissimulent de préférence dans les recoins obscurs. **STEFFAN (1978)** affirme qu'on peut les apercevoir courir au crépuscule par temps chaud. Cependant, il existe plusieurs espèces de *Tribolium* dont deux espèces également communes se montrent nuisibles ce sont *T. castaneum H* .et *T. confusum D*. Ces deux espèces semblables d'aspect et de taille identique se distinguent par la forme de leurs antennes.

Chez *T confusum D*, celle-ci vont en s'élargissant régulièrement de la base au sommet, tandis que chez *T. castaneum H.* les trois derniers articles sont nettement plus gros. D'autre part, le rebord de la tête déborde latéralement le niveau de l'œil, chez la première espèce et non chez la deuxième **(LEPESME, 1944).** Dans le monde entier, *Tribolium castaneum* Herbst.est le plus commun des insectes des denrées entreposées. C'est essentiellement une espèce des pays chauds, il ne peut vivre dans les pays froids que dans les locaux chauffés. Selon **BALACHWSKY et MENSIL (1936),** *Triboliumcastaneum* Herbst.ne remonte pas plus au nord que le 40éme degré de latitude, sauf dans les entrepôts chauffés. *Tribolium confusum D*, espèce très voisine, tend à la remplacer dans les pays froids tel que la Scandinavie.

Les insectes des denrées stockées dont *Tribolium castaneum* représentent une partie très important des ravageurs (**T SYED SHAYFUR al.** 2007). Ils peuvent causer des pertes importantes en réduisant la qualité et la quantité des produits stockés. D'après l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture **(FAO)**, les pertes dues aux insectes nuisibles correspondent à 35% de la production agricole mondiale.

III.2. Description de *Tribolium castaneum H*

L'adulte de *T. castaneum* mesure de 3 à 4 mm, de couleur uniformément brun rougeâtre. Il est étroit, allongé, à bords parallèles. Le dernier article des antennes est légèrement renflé. Le prothorax a généralement des bords tranchants et les élytres sont striés. Les tarses antérieurs et moyens comportent cinq articulations, alors que les tarses postérieurs n'ont que quatre. Les

téguments sont presque toujours très robustes et de teinte foncée **(CHRISTINE, 2001).** Il est très difficile de distinguer les mâles des femelles sauf au stade nymphal. **HINTON (1948),** rapporte qu'il est possible de les séparer, le mâle porte au niveau des pattes une épine à soie.

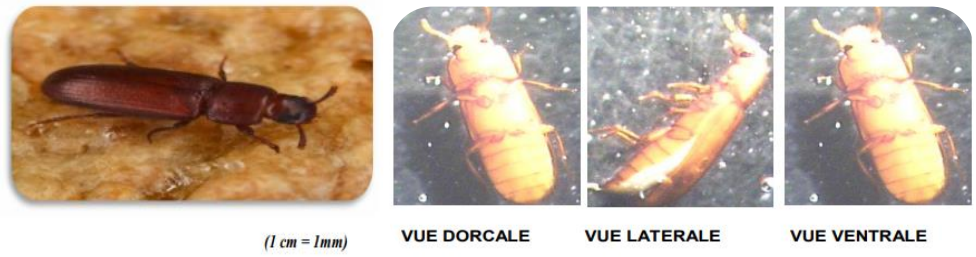


Figure 06: Adulte de *Tribolium castaneum* **(CHRISTINE, 2001)**

III.2.1. Nymphe

La nymphe de *T. castaneum* a une forme cylindrique, de couleur blanchâtre virant vers le jaune. La partie terminale de l'abdomen porte deux épines **(CHRISTINE, 2001).**



Figure 07 : Vue dorsale et ventrale de nymphe de *Tribolium castaneum* (**CHRISTINE, 2001)**

III.2.2. Larve

Les larves de *T. castaneum* sont de forme cylindrique d'une couleur jaune. Les larves, qui ne dépassent pas 1,4 mm lors de l'éclosion, atteignent 6 à 7 mm à l'achèvement de leur croissance **(GODON et WILLM, 1998).** Le nombre de mues, 4 au minimum, 11 au maximum, varie selon de nombreux facteurs : température, humidité, qualité de l'alimentation, etc.… **(STEFFAN, 1978).**



Figure 08 : Larve de *Tribolium castaneum* **(GODON et WILLM, 1998).**

III.2.3. Œufs

Les œufs de *T. castaneum* sont blanchâtres ou sans couleur et d'une taille microscopiques **(WEIDNER et RACK, 1984).**



Figure 09 : Œuf de *Tribolium castaneum***(CHRISTINE, 2001)**

III.3. Classification

Le Tribolium est connu sous le nom de « **bogue de son**». En se référant à plusieurs auteurs dont **PERRIER (1961), (1964) et WEIDNER et RACK (1984**), la classification de Tribolium se résume comme suit **:**

Tableau 05 : Classification botanique de l'insecte ravageur *Tribolium castaneum*

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordre	Coleoptera
Sous -ordre	Polyphaga
Famille	Tenebrionidae
Genre	Tribolium
Espèce	*Tribolium castaneum Herbst*

III.4. Cycle biologique

La longévité de *T. castaneum* est de 2 à 8 mois suivant les conditions abiotiques. L'accouplement des adultes a lieu 48 heures après l'émergence des imagos et dure environ 15 minutes.

Selon **KASSEMI (2014),** la ponte commence le troisième jour après l'émergence pond entre 300 et 400 œufs qui éclosent au bout de cinq jours à 30°C. La durée de l'embryogenèse est fonction de la température, elle dure neuf jours en moyenne à 22°C, alors qu'elle n'est que de 3,5 jours en moyenne à 28 C°. La durée d'incubation des œufs est plus courte, elle est de 2,6

jours à 35 °C et 85 % d'humidité relative. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler.

D'après **CHENNI (2016),** les larves se montrent actives circulant librement dans les denrées infestées. Elles subissent au total huit à neuf mues. La taille des larves constitue un critère essentiel pour la distinction des différents stades larvaires. La durée des stades larvaires varie en fonction de la température et de l'humidité, elle est plus longue à 28°C et 75 % HR qu'à 35°C et 85 %HR. Donc la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation**.**

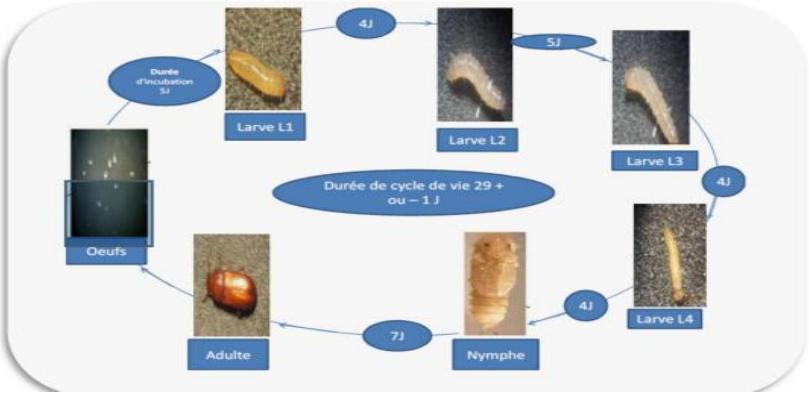


Figure 10 : Cycle biologique de *Tribolium castaneum* **(CHENNI, 2016).**

III.5. Les dégâts

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



Figure 11 : Dégâts *de Tribolium castaneum H* sur la semoule (Originale)

III.6.Origine et répartition :

*Tribolium castaneumH.*est une espèce cosmopolite. Selon **LEPESME (1944),** elle peut être originaire de l'inde car dans cette région, on la trouve d'une manière courante sous l'écorce des arbres forestiers. Néanmoins, il a été retrouve également dans ces conditions en Amérique du Nord. LUCAS in (LEPESME, 1944), l'a découvert sous les écorces de liège dans les environs d'Oron et de Skikda.

III.7. les Méthode de lutte

III.7.1 LUTTE PREVENTIVE

Les moyens prophylactiques sont donc un élément primordial de lutte contre les déprédateurs des stocks des céréales et cette prévention peut être envisagée de plusieurs façons :

III.7.1.1.Les mesures d'hygiènes

Parmi les moyens prophylactiques élémentaires, la mise en application régulière des mesures d'hygiènes constitue le moyen le plus important et le plus efficace pour contrôler les ravageurs des stocks. Pour cela, **DUCON (1982),** préconise plusieurs méthodes à savoir :

- Une incinération des déchets de nettoyage.
- Une vérification des locaux, des crevasses et des recoins qui peuvent abriter des insectes ou des grains inaccessibles aux insecticides de contact.
- Un nettoyage convenable des locaux de conservation et du matériel destiné à l'emmagasinage, par un badigeonnage ou une pulvérisation d'insecticides
- Un tri soigné éliminant ainsi les impuretés, les grains cassés et la poussière de farine.
- Respecter la rotation des stocks en réduisant au minimum les causes des contaminations.

III.7.1.2. La lutte durant l'entreposage

Pendant l'entreposage, plusieurs méthodes peuvent être utiles, afin de prévenir l'infestation nous citons donc :

III.7.1.2.1. Lutte génétique

Comme le Tribolium est capable de résister à toutes les classes d'insecticides, le contrôle de ce ravageur nécessite de nouvelles stratégies de lutte. Le séquençage du génome **(RICHARDSet al. 2008**), a justement permis d'identifier des protéines susceptibles d'être ciblées par de nouveaux insecticides, comme des canaux ioniques, des récepteurs nucléaires **(BONNETON,2010)** qui ont été réalisés afin de trouver des variétés résistantes aux maladies et aux insectes.

III.7.1.2.2. Lutte par piégeage

Les pièges permettent d'obtenir des indications sur la présence de ravageurs, et peuvent servir à identifier ou détecter leur période optimale d'activités et diminuer les pullulations **(KOSSOUET AHO. 1993).**

III.7.1.2.3. Lutte par dépistage

III.7.1.2.3.1. Dépistage ordinaire

Cette méthode est très utilisée, elle consiste à surveiller l'état du grain par la mesure de la température et d'humidité du grain dans la masse, au moyen de détecteurs électriques installés **(MILLS ,1990)**. Cependant, cette méthode aléatoire reste insuffisante pour déceler les formes cachées qui provoquent des dégâts considérables au cours de leur développement.

III.7.1.2.3.2. Dépistage par infrarouge

Ce procédé, permet de détecter les protéines animales des insectes et même les formes cachées, il consiste à réaliser une résonance magnétique nucléaire (RMN) pour déceler la présence des acariens et éventuellement les fragments d'insectes **(WILKINS Et CHAMBER ,1987).**

III.7.1.2.3. Dépistage électroacoustique

Le principe de cette opération, est de pouvoir détecter l'activité des insectes et de surveiller le niveau de population présente dans la denrée, par des microphones sensibles, cette technique permet de réduire le coût de l'inspection et les traitements **(MANKIN ,1998).** Le son des insectes, peut être décelé par la méthode de simulation par ordinateur sans pour cela réaliser

des prélèvements au niveau du stock. Un logiciel informatique permet la détermination de l'insecte et son niveau d'infestation **(HAGSTRUM ,1990).**

III.7.1.2.3.4. Méthode immuno-enzymatique

C'est une analyse minutieuse, qui donne une estimation de l'infestation des grains et de la farine (**FIELDS**, **2001).** L'extrait du blé après broyage est soumis à un dosage par le Test ELISA. La coloration de l'extrait obtenu est mesurée par spectrophotomètre qui nous permet de calculer la concentration en protéine d'insectes, cette quantité de protéines nous renseigne sur l'infestation des grains **(WIRSTA . ,1996).**

III.7.2. LUTTE CURATIVE

Elle intervient directement contre les insectes en place, parmi les moyens utilisés nous avons la lutte physique, biologique et chimique.

III.7.2.1. Lutte physique

Les moyens préventives sont obligatoires mais elles restent insuffisantes, dans ce cas le recours aux procédés curatifs est indispensable. Les moyens de lutte physique utilisables, font appel au choc thermique, au froid, aux radiations ionisantes et aux ondes électromagnétiques.

III.7.2.2. Lutte chimique

Dans le domaine de la lutte chimique, nous citons deux groupes de produits qui sont essentiellement utilisées.

III.7.2.2.1. Les insecticides de contact

Les insecticides de contact pénètrent dans les tissus de l'insecte après avoir traversé la cuticule, parmi ce groupe d'insecticides nous citons le pyréthrinoïde de synthèse qui agit par contact et ingestion, en provoquant souvent un effet choc sur les insectes comme *Tribolium castaneum* (Herbst.) **(SCHIFFERS et al. 1990**).

III.7.2.2.2. l'utilisation de la fumigation

Des gaz toxiques utilisés pour désinsectiser une denrée dans un espace clos. De toute évidence, les enceintes de fumigation, doivent être suffisamment étanche pour que le gaz pénètre et puisse diffuser entre les grains et dans les grains assez de temps, pour tuer les insectes présents, quel que soit leur stade de développement. C'est le plus utilisé à cause de

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

L'utilisation de pesticides pendant plusieurs années a entraîné de nombreux problèmes entre autre la présence de résidus sur les denrées stockées et le développement du phénomène de résistance chez les insectes.

III.7.2.3. Lutte biologique

L'utilisation anarchique des pesticides a engendré depuis quelques années des effets néfastes considérables. Ces effets ont incité les scientifiques à chercher des alternatives de lutte pour remplacer ces pesticides chimiques par des bio-pesticides végétaux biodégradables et respectueux de l'environnement tels que l'utilisation des huiles essentielles de **Rutachalepensis (L.)(MADJDOUB, 2013). I.5.5.7**

Tout organisme vivant, possède des ennemis naturels ou maladies qui régulent ses populations. Ce sont ces antagonistes naturels des ravageurs, que les méthodes biologiques de lutte mettent à contribution. Les avantages offerts par les procédés biologiques résident surtout dans l'absence presque totale de risques toxicologiques. Les possibilités d'application des méthodes biologiques de lutte contre les ravageurs des stocks sont très limitées (**GWINNERET al. 1996).**D'exemple : les parasitoïdes, les prédateurs et les agents pathogènes.

Le développement de résistance par les insectes aux insecticides a permis de développer d'autres matières actives à base d'extraits végétaux pouvant avoir des modes d'actions différents à ceux des insecticides déjà utilisés. Les végétaux produisent des composées secondaires tel que les terpènes, les composés soufrés, les alcools etc. ; leur utilisation en tant que Bio-pesticides dans la protection de graines de légumineuses ou de céréales stockées contre les insectes à fait l'objet de nombreuses études notamment en zone tropicale **(ARTHUR, 1996).** Ces extraits végétaux à propriétés insecticides sont utilisés sous plusieurs formes : poudre, extraits organiques ou aqueux et huiles essentielles.

CHAPITRE II :

PARTIE EXPEREMENTAL

I. Matériels et Méthodes

Ce présent travail a pour objectif d'évaluer l'efficacité fongicide et insecticide des extraits méthanolique et aqueux de l'espèce *Acanthus mollis L* sur le champignon *Fusarium oxysporum L* et l'insecte *Tribolium castaneum*.

I.1. Matériels

I.1.1. Matériel physique, appareillage et produit chimique

Boites de pétri ; papier filtre ; tube à essai ; seringue ; mortier ; spatule ; erlenmeyerr ; coton hydrophile ; entonnoir ; papier aluminium ; bécher ; pipette de pasteur ; écouvillon ; vaporisateurs ; les disque antibiotiques ;

Balance électronique ; agitateur magnétique ; évaporateur rotatif ; étuve ; vortex ; réfrigérateur ; balance de précession ; bec bunsen ; densitomètre ;

Eau distillée ; méthanol ; DMSO ; eau de javel; potato dextrose agar (voir annexe n1)

I.1.2. Matériel biologique

- feuilles de la plante *Acanthus mollis L*
- La souche fongique : *Fusarium oxysporum*
- L'insecte Ravageur **:** *Tribolium castaneum*
- Le blé concassé

I.1.3. Obtention ou origine des souches fongiques

La souche *FORL* nous a été fournie par le laboratoire de mycologie de la station INPV Boufarik wilaya de Blida.



Figure 12 : Aperçu sur la souche fongique mère : *Fusarium oxysporium.f.* (Originale)

I.2. Présentation de la région de récolte

I.2.1. Position géographique

L'espèce *Acanthus mollis L* été récoltée le mois de janvier 2022 de la région de Blida (chiffa).La commune de chiffa est située à 4 Km à l'Ouest de la ville de Blida et à 50 Km sud-est de la capitale Alger, elle s'étend sur une superficie de 4811Ha. Son territoire est composé de :

- 64%de la surface représente la plaine de Mitidja
- 08 % sous forme de piémonts
- 28% de cette surface sont des chaines de montagnes

Cette commune est limitée par:

- Oued al Alleug et Mouzaia au Nord
- La wilaya de Médéa au sud
- La wilaya de Blida et bouarfa à l'est
- Les communes ain rommana a l'Ouest

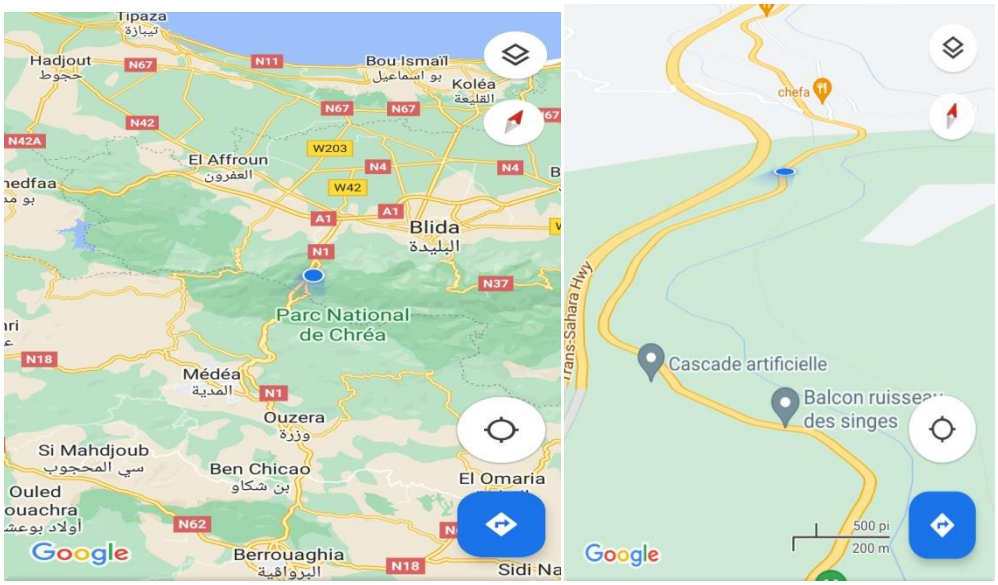


Figure 13 : Position géographique de la zone de récolte "



Figure 14 : la zone de récolte Chiffa (originale)

I.2.2.Caractéristiques géographiques

Le tableau 06 montre les principales caractéristiques climatiques de la station de récolte.

Tableau 06 : Caractéristiques climatiques de la station de Chiffa

Caractéristiques climatiques	
Altitude (m)	**92 m**
Les coordonnées géographiques	**L :36°.27'.45'' N** **Long :2.44'.28'' E**
Climat	**Méditerranéen avec été chaud**

I.2.2.1. Climat

Vu sa situation géographique, la commune de Chiffa subit une double influence de la mer et de montagnes, donc le climat a des particularités continentales, caractérisé par une irrégularité pluviométrique annule et interannuelle. Donc on peut dire c'est un climat méditerranéen. Avec quelque nuance continentale, le caractère principal de ce climat est l'alternance d'une saison chaude sèche s'étalant du mois d'avril au mois de septembre, suivi d'une saison froide et humide d'octobre à mars.

I.2.2.2. La Végétation

La région d'étude est caractérisée par une couverture végétale assez dense favorisée par l'importance de précipitation. Les conditions climatiques et la nature des terrains de la région

ont permis le développement de forêts denses à moyennes. Ces forêts constituées essentiellement par des arbres de sapinettes, olivère, broussailles et d'autres arbres fruitières.

I.3.Préparation de la matière végétale :

Les feuilles de l'espèce d'*Acanthus mollis* ont été nettoyées et séchées à 45°C dans une étuve. Une fois bien séchées, elles sont conservées dans des sacs en papier.

I.3.1. Préparation des extraits

Les feuilles séchées d'*Acanthus mollis* sont broyées puis soumises à deux types d'extraction : aqueuse et méthanolique (Fig. 15).

I.3.2. 1.Préparation par macération d'extrait aqueux

Une macération aqueuse a été effectuée pour la poudre des feuilles d'*Acanthus mollis* :

- 50g de la poudre sont macérées dans 500ml d'eau distillée stérilisée durant 48 heures à température ambiante
- L'extrait aqueux soumis à une double filtration : sur un coton hydrophile puis sur papier filtre, ensuite centrifugé (pour sédimenter la poudre en suspension)
- Après centrifugation, l'extrait aqueux est filtré une autre fois sur le papier filtre
- L'extrait aqueux obtenu est évaporé puis séché à l'étuve à 45°C pendant 7 jours permettant d'avoir un extrait aqueux sec
- L'extrait sec obtenu broyé et conservé à 4°C jusqu'à utilisation

I.3.2.2. Préparation par macération d'extrait méthanolique

Une macération dans le méthanol a été effectuée pour la poudre des feuilles de l'espèce d*'Acanthus mollis*:

- 50 g de poudre ont été macérée dans 200 ml de méthanol durant 48 heures à température ambiante
- L'extrait alcoolique est soumis à une double filtration : sur coton hydrophile puis sur un papier filtre, ensuite centrifugé (pour sédimenter la poudre en suspension).
- Après centrifugation, l'extrait méthanolique est filtré
- L'extrait méthanolique obtenu est évaporé puis séché à l'étuve à 45 °C pour donner l'extrait aqueux sec.
- L'extraits sec obtenu est broyé et conservé à 4°C jusqu'à utilisation

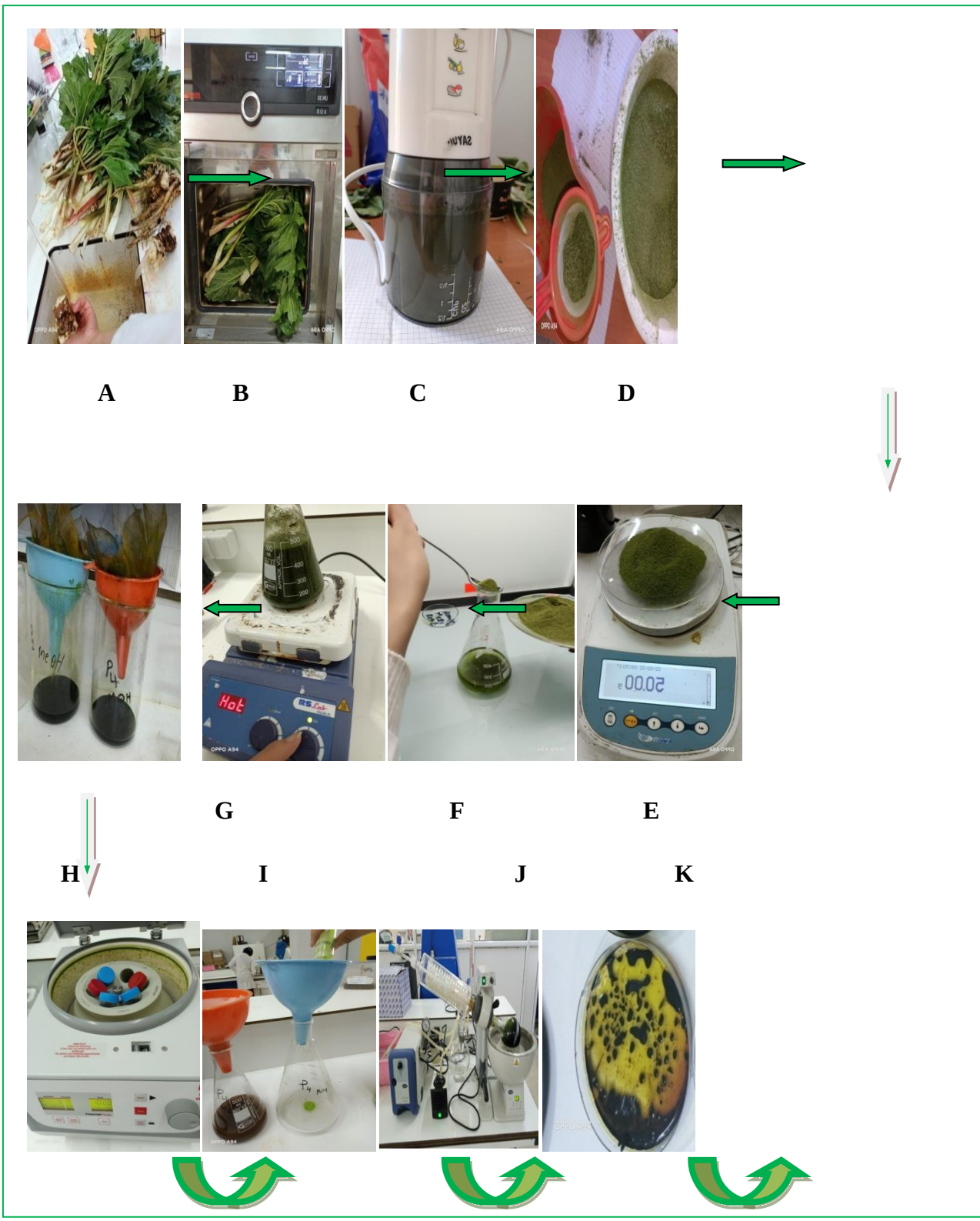


Figure 15 : Etapes de préparation, macération, et extraction de la matière végétale verte de *L'Acanthus mollis*

A : Matière végétale verte préparée d'*Acanthus mollis.*

B : Matière végétale mise à l'étuve pour sécher à 45°C durant 7 jours.

C : broyage de la matière végétale sèche.

D : tamisage de la poudre finale.

E : Pesage de 50g de M.V sèche.

F : Préparation pour macération des solvants méthanolique et aqueux.

G : agitation de la solution préparé.

H : Filtration des solutions macérées.

I : centrifugation de la solution.

J : filtration par papier filtre.

K : évaporation par Rotavapor.

L : l'extrait final sec.

II. Evaluation des activités biologiques

II.1. Evaluation de l'Activité Antifongique

II.1.1. Préparation de milieu de culture

Pour évaluer l'activité antifongique, nous avons utilisé le milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar) préparé comme suit :

- 39g de PDA sont dissouts dans 1L d'eau distillée
-la solution est agitée à l'aide d'un agitateur magnétique jusqu'à bouillir à 100 °C pendant 20 à 25 mn, pour homogénéiser le milieu
- le mélange est stérilisé à 125 °C, à 1,4 bar pendant 15 minutes puis coulé sous hotte à flux laminaire, dans des boites de pétri

II.1.2. Repiquage et purification des souches

On a procédé au premier lieu à la purification pour obtenir des souches filles pures à partir des souches mères ensuite au repiquage dans un milieu aseptique. Pour ce fait des disques mycéliens (de 6 mm de ∅) sont placés au centre des boites de pétri stériles à l'aide de pipette pasteur stérile, puis incubés pendant 7 jours à 25°C (Fig. 16).

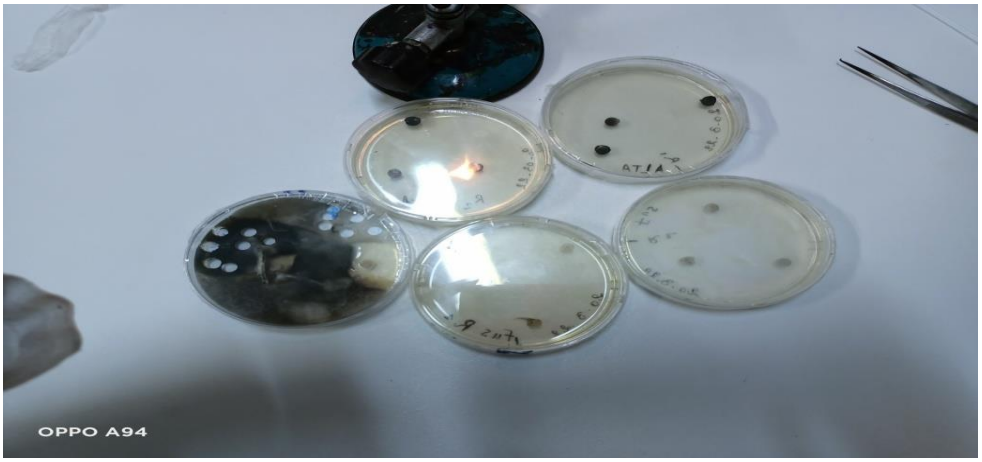


Figure16: Repiquage et purification de la souche fongique

II.1.5. Préparation des boites de Pétrie avec les échantillons à tester

- pesage de 100 mg, 50 mg et 25 mg de chaque extrait à l'aide d'une balance de précision
- dissolution de 100 mg, 50 mg et 25 mg des poudres des extraits déjà pesées dans 10 ml de milieu PDA à l'aide du vortex
- Après homogénéisation, les mélanges sont coulés dans des boites de pétri et laissés refroidir le milieu pendant 10 minutes



Figure 17 : Préparation des doses des extraits

II.1.6. Protocole du test par contact

Durant notre expérience, nous avons testé trois doses des extraits aqueux et méthanolique de feuilles de la plante *Acanthus mollis L* à l'encontre du champignon phytopatogéne ***(****Fusarium oxysporum*) par le test par contact (Fig. 18):

- à l'aide d'une pipette de pasteur stérile on prend les disques de champignon déjà incubés
- chaque 3 disques sont placés dans une boite de pétri contenant déjà le milieu mélangé avec l'extrait
- pour les témoins trois disques sont placés sur le milieu PDA sans extrait
- chaque essai est répété trois fois

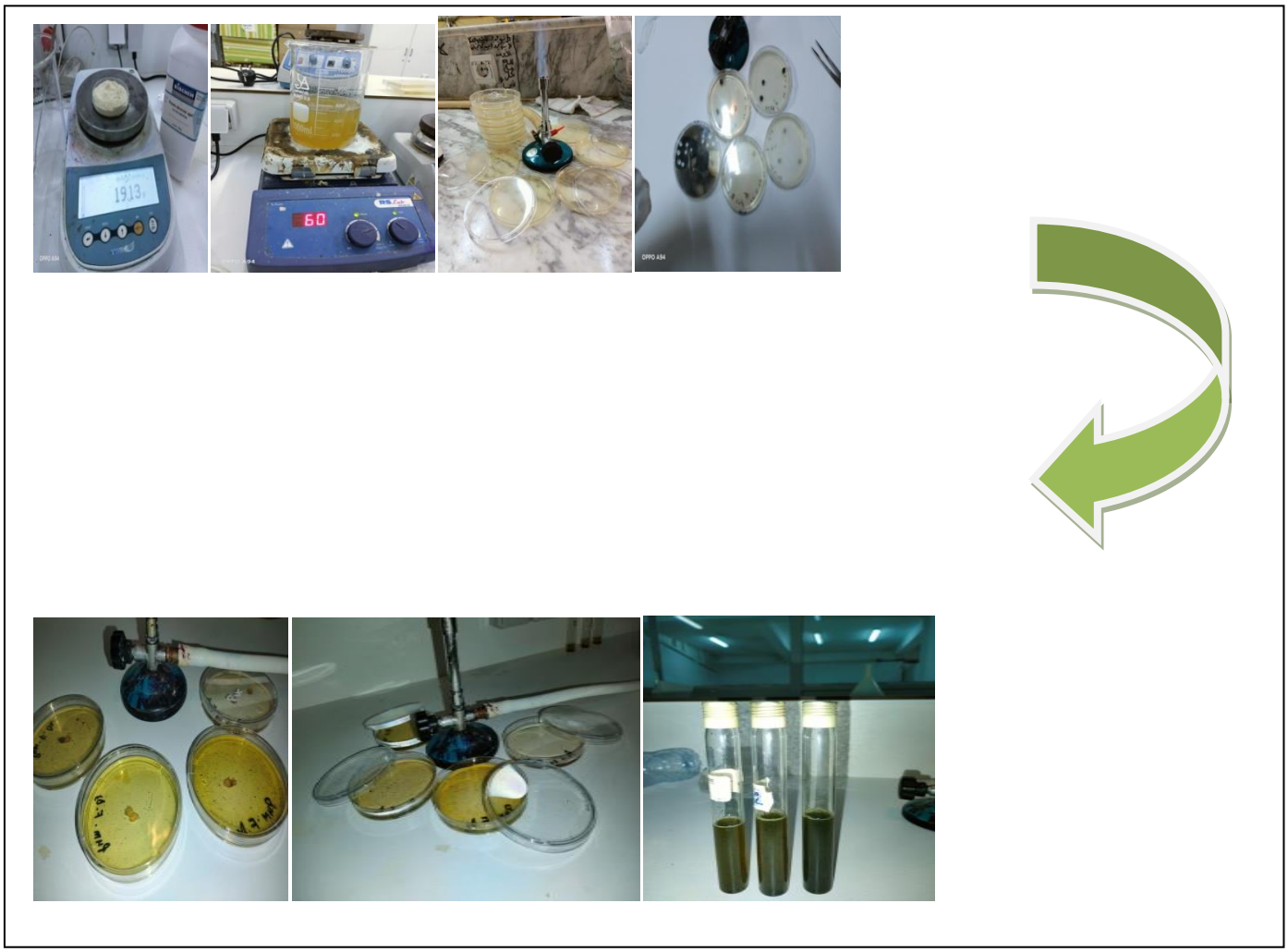


Figure 18 : Préparation des boites de Pétrie avec les extraits à tester

II.1.8. Détermination de la croissance mycélienne du pathogène *FORL*

La croissance mycélienne est mesurée dans notre expérience pendant la période d'incubation en calculant la moyenne des diamètres linéaires tracés sur le fond de chaque boîte de pétri ; le troisième, le cinquième et le septième jour .Ces mesures sont arrêtées lorsque l'une des colonies mycéliennes couvre l'ensemble de la boite.

Pour l'estimation de la croissance mycélienne radiale **(CM),** la technique utilisée est celle indiquée par **Rapilly** (1968) qui consiste à mesurer soit la croissance linéaire **(L)** soit la croissance diamétrale **(D)** des colonies du pathogène.

La croissance mycélienne (**CM**) permet de calculer le pourcentage d'inhibition (**Douhou et al ., 2004 ; Serghat** , **2004 ; Ramanet al ., 2004** ; **Attrassi**et **al. 2005 ; Shafique et Shafique, 2008)** selon l'équation suivante**:**

I % = (CMt - CM tr /CMt) × 100

où I %= Pourcentage d'inhibition,

CMt = Croissance mycélienne du témoin,

CMtr = Croissance mycélienne du traité en cm.

D'après **Hmouni et al. (2003)** et **Kpemissi (2007),** le taux d'inhibition de la croissance mycélienne est calculé selon la formule suivante**:**

I (%) = (D 0 - Dc/D 0) x 100

Avec :

D 0 = diamètre moyen des colonies témoins et

Dc = diamètre moyen des colonies traitées

Selon **Kpemissi (2007**), l'extrait est dit:

- Très actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre **75 et 100 %,** la souche fongique est **dite très sensible**

- Actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre **50 et 75 %,** la souche fongique est **dite sensible**

- Moyennement actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre **25 et 50 %,** la souche est **dite limite**

-**Peu ou pas actif** lorsqu'il possède une inhibition comprise entre **0 et 25 %,** la souche est **dite peu sensible ou résistante**

III. Evaluation de l'Activité insecticide



Figure 19: Boite d'élevage des insectes ravageurs *Tribolium castaneum* (originale).

III.1. Préparation des doses à tester

Durant notre expérience, nous avons testé trois doses des extraits aqueux et méthanolique des feuilles de la plante *Acanthus mollis* L à l'encontre des insectes de genre de *tribolium* par le test par contact et par ingestion.

- dissolution de 1,5 g de la poudre des extraits dans 3 ml de DMSO et homogénéisation par un vortex
- par la technique de dilution en cascade, 1,5 ml de la solution mère sont mélangés avec 1,5 ml de DMSO permettant d'avoir la **dose 02**
- 1,5 ml de la dose 2 sont mélangés avec 1,5 ml de DMSO donnant la **dose 03**
- Les doses préparées sont mises dans des vaporisateurs étiquetés

III.2. Application:

III.2.1 Application par test de contact

55 individus de *tribolium* sont répartis en lots de 5 individus. Chaque lot est placé dans une boite de pétri. Chaque extrait est testé à trois doses. Chaque test est répété trois fois et les résultats sont comparés avec le témoin (DMSO).

L'application se fait par pulvérisation comme suit (Fig. 20) :

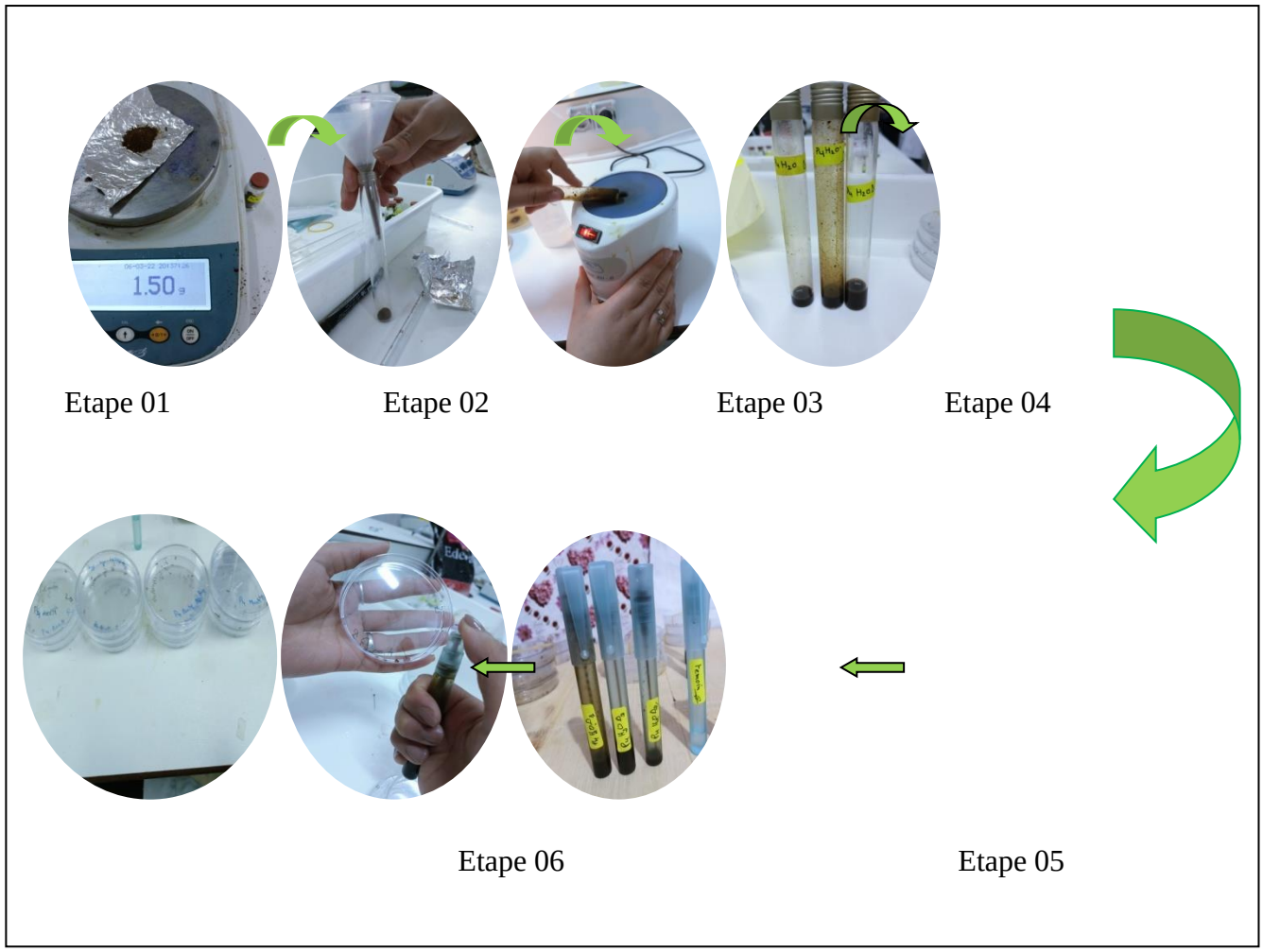


Figure20 : Protocole expérimental de l'activité insecticide Par contact

- Etape 01: mesurer 1.5 g de l'extrait.
- Etape 02 : Dilution des extraits MeOH/aqueux par DMSO (5%).
- Etape 03 : Agitation par vortex.
- Etape 04 : Extraits dilués.
- Etape 05: à l'aide d'un vaporisateur, on pulvérise directement les insectes avec les déférentes doses.

Après l'application les boites sont fermée et laisser dans les conditions ambiantes.

III.2.2. Application par ingestion

- Mettre 5g de blé concassé dans chaque boite de pétri.
- Pulvériser chaque boite avec une quantité d'extrait (aqueux / méthanolique) de *A. mollis L.*
- 55 individus de *tribolium* sont repartis en lots de 5 individus. Chaque lot est placé dans une boite de pétri contenant déjà le blé concassé
- Chaque extrait est testé à trois doses, chaque test est répété trois fois. Les résultats sont comparés avec le témoin qui est pulvérisé avec le DMSO.
- L'application se fait comme suit (Fig. 21) :

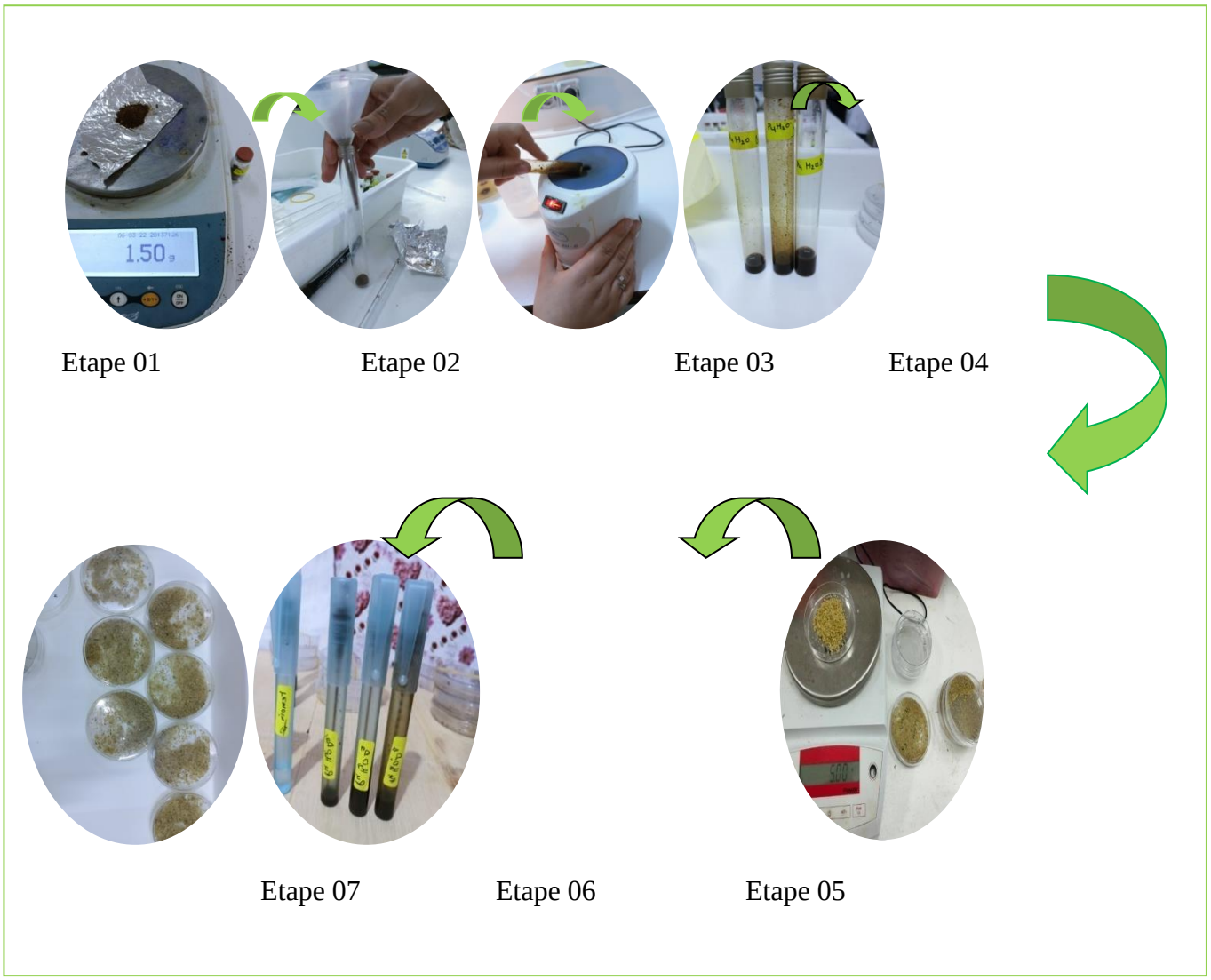


Figure 21 : Protocole expérimental de l'activité insecticide par ingestion

- Etape 01: mesurer 1.5 g de l'extrait
- Etape 02 : Dilution des extraits MeOH/aqueux par DMSO (5%)
- Etape 03 : Agitation par vortex
- Etape 04 : Les extraits dilués
- Etape 05 : peser 5g de blé concassé dans chaque boite de pétri
- Etape 06: placer les doses des extraits dans des vaporisateurs, on pulvérise directement les boites contenant le blé concassé
- Etape 07 : placer dans chaque boite 5 individus de *T.castaneum*
- Après l'application les boites sont fermée et laisser dans les conditions ambiantes

III.5. Tests illustrant les activités anti-insectes

Les tests illustrant les activités anti-insectes sont:

1- le taux de mortalité

2- la dose létale 50 : DL_{50}

1- Taux de mortalité

La mortalité est le principal critère de jugement de l'efficacité d'un traitement chimique ou biologique. Le pourcentage de la mortalité observée chez les individus témoins et traités par les extraits végétaux est estimé en appliquant la formule :

Mortalité observée = nombre de morts /nombre total des individus x 100

2- DL 50

C'est la dose des extraits d'*Acanthus mollis* nécessaire pou tuer 50% de la population des insectes.

pour les calculs de DL50 nous avons suivi la méthode arithmétique de Karber et Behrens (1935)

il s'agit d'une méthode d'approximation par calcul rapproché, la DL50 est données comme suit

$$DL50 = DL100 - (ab)/n$$

a : différence entre deux dose successives.

b : Demi somme des animaux morts entre deux doses successives.

RESULTATS ET DISCUSSION

I.ETUDES DES ACTIVITES ANTIFONGIQUES

I.1.Détermination de la croissance mycélienne et le taux d'inhibition :

Le tableau 06 montre les effets des extraits aqueux et méthanolique des feuilles d'*Acanthus mollis* sur la croissance mycélienne (CM) et le taux d'inhibition de la CM du champignon pathogène *Fusarium oxysporium* (FORL).

D'après les résultats trouvés, nous avons remarqué que des effets antifongiques allant de moyen à élevé ont été notés. Cette inhibition fongique varie en fonction de l'extrait testé, de sa dose et du temps d'exposition.

Les mêmes résultats ont montré que l'extrait aqueux est plus actif que l'extrait méthanolique à l'encontre du pathogène testé FORL et que les meilleurs effets inhibiteurs sont observés avec la première dose (D1 = **100mg**) avec un pourcentage d'inhibition égal à 88,88%. pour l'extrait aqueux et de l'ordre de 88,88 % pour l'extrait méthanolique.

Pour la même dose D1, l'inhibition de la croissance fongique de l'extrait aqueux a augmenté avec le temps d'exposition. Au 3ème jour (T1), la croissance mycélienne a été de l'ordre de 0 ,5 cm. Au cinquième jour (T2) le diamètre de la couche mycélienneest égal à 1,5 cm, alors qu'il était de 1,79 cm au septième jour (T3) ce qui a montré une forte inhibition exercé après ce temps d'exposition qui a permet presque une inhibition de la croissance du *Fusarium oxysporium*.

Pour cela on peut déduire que l'extrait aqueux et méthanolique d*'Acanthus mollis* sont avérés très actifs et très efficace vis-à-vis le pathogène *fusarium oxysporium* a un taux d'inhibition de 88,88% dans trois jours d'exposition.

Tableau 06 : Croissance mycélienne et taux d'inhibition de la souche *FORL* par les extraits de feuilles *d'acanthus moliis*

	Dose	Croissance mycélienne (cm)				Taux d'inhibition (%)			
E MeOH	D1	T 0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
	D2	0	0 ,5	1,5	1,79	100	88,88	76 ,19	78,96
	D3	0	0,77	2,5	2,75	100	82,82	60,31	67,26
E AQX	D1	0	0,5	1	1,25	0	88,88	84,12	85,11
	D2	0	0,75	2	2 ,1	0	83,33	68,25	75
	D3	0	0,79	2,25	2,3	0	82 ,44	64,28	72,61
Témoin	/	0	4,5	6,3	8.4	/	/	/	/

II. Discussion

L'étude de la croissance mycélienne des isolats fongiques testés (*FORL*) en présence d'extraits organique et aqueux des feuilles *d'acanthus moliis* montre une réduction de la croissance mycélienne et un effet du taux d'inhibition synchronisés avec les différents extraits utilisés (alcooliques ou aqueux) .Ces résultats montrent clairement que les deux paramètres utilisés (croissance mycélienne et taux d'inhibition de croissance) sont fortement influencés par l'ajout d'un extrait riche en substances actives dans le milieu de culture.

Les activités antifongiques observées par les extraits de la plante *A. mollis* peuvent être dues à la présence des composés chimiques à effet fongicide, cela est confirmé par des travaux de recherche qui ont montré l'inhibition de la croissance de *fusarium* par deux composés (DIBOA et BOA) de l'extrait aqueuse identifiés chez les feuilles de l'espèce *A. mollis* (**REECCA, B. WOLF, GAYLAND F. SPENCER, and RONALD D. PLATTNER).**

Ces activités biologiques notées avec les extraits de l'espèce testée pourraient être expliquées par la présence de forte teneur en composés phénoliques et en flavonoïdes. Ces composés connus par leur pouvoir antioxydant ont exercé également des effets antifongiques à l'encontre des souches de Candida testées par les extraits à l'acétate d'ethyle de fleur et éthanolique (**Carlos Jaraa, Miguel Leytonb, Mauricio Osoriob, Viviana Silvac, Francisco Fleminga, Marilyn Paza, Alejandro Madride and MarcoMelladob,d).**

Selon **Arras et al. (2001) etBillerbeck et** al. (2001), les phénols provoquent contre les champignons plusieurs dégâts tels que des perturbations morphologiques des hyphes mycéliens, la rupture de la membrane plasmique et l'altération de la structure des mitochondries.

II. Etudes des activités insecticides :

II.1. Evaluation de la toxicitédes extraits d'*Acanthus mollis* Lsur l'insecte *Tribolium castaneum*

II.1.1 Evaluation de la toxicité par le test de contact

II.1.1.1. Evaluation de la toxicité de l'extrait méthanolique *d'Amollis*

D'après la figure 21 qui illustre les effets de l'extrait méthanolique d'*Acanthus mollis* L sur la mortalité de *Tribolium castaneum*, nous remarquons qu'à fortes doses (0.75 g/ml et 0.37 g/ml) la mortalité peut atteindre 100% au bout de 8h.

D'après la même figure, l'évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet progressif des trois doses utilisées s'étalant sur une période après traitement de 2 à 10 heures. L'extrait méthanolique appliqué à la première dose (D1) a montré une toxicité élevée au début de traitement (2H) et atteint une forte toxicité après 6h de contact.

La dose D2 a montré une toxicité moyenne 60% après 2h qui a augmenté à 80% au bout de 4h et atteint les 100% après 8h.

Tandis que la dose D3 a montré la plus faible toxicité. Le témoin quant à lui présente un taux de population résiduelle proche de 100 % (voir annexe n°2).

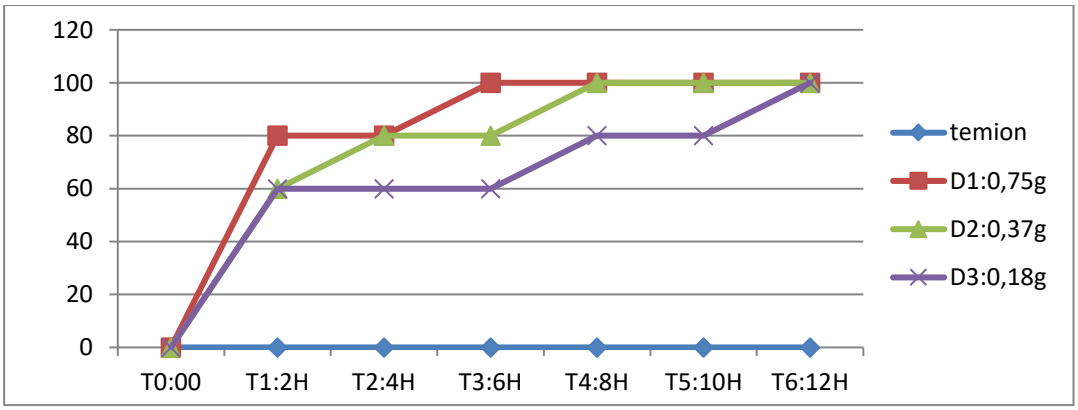


Figure 22: Evolution de la mortalité de *Tribolium castaneum* dans le temps en fonction de l'extrait méthanolique d'*A.mollis.*

I.1.1.2.Evaluation de la toxicité de l'extrait aqueux d'*A.mollis*

D'après la figure 22 qui illustre les effets de l'extrait aqueux d'*Acanthus mollis L* sur la mortalité de *Tribolium castaneum*, nous remarquons que l'extrait à fortes doses (1.5 g/ml et 0.75 g/ml), a un effet important sur la mortalité de *T. castaneum* qui peut atteindre 100% au bout de 60 h.

L'évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet progressif des trois doses utilisées après traitement de 24 à 96 heures. Cependant, on note que l'extrait aqueux appliqué à D1 a montré une toxicité élevée au début de traitement (12h) et atteint une forte toxicité à 60h puis augmente à 80% au bout de 24h pour atteindre les 100% après 60h.

La dose D2 a montré une toxicité moyenne 40% après 12h puis s'accentue à 80% au bout de 48h, jusqu'à atteindre les 100% à 84h.

Tandis que la dose D3 a montré une très faible toxicité après 60h puis le taux a augmenté au bout de 96h pour atteindre les 100% de mortalité.

Le témoin quant à lui présente un taux de population résiduelle proche de 100 %.(voir annexe n°2).

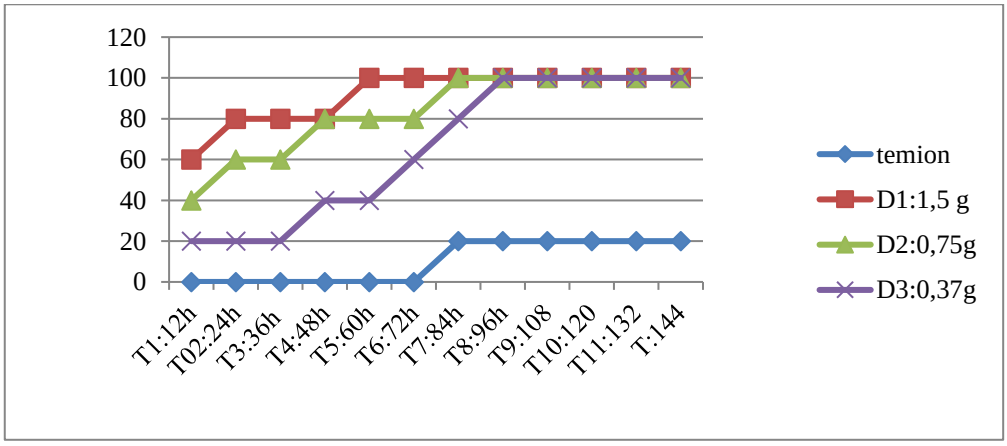


Figure 23: Evolution de la mortalité de *Tribolium castaneum* dans le temps en fonction de l'extrait aqueux d'*A.mollis*.

II.1.2. Evaluation de la toxicité des extraits d'*Acanthus mollis* L réalisés par le test de L'ingestion

II.1.2.1.Evaluation de la toxicité de l'extrait méthanolique *d'A.mollis*

D'après la figure 23 qui illustre les effets de l'extraits méthanolique d'*Acanthus mollis L* sur la mortalité de *Tribolium castaneum*, nous remarquons que l'extrait à fortes doses (0.75 g/ml et 0.37 g/ml), a un effet important sur la mortalité de *T. castaneum* qui peut atteindre 100% au bout de 6 jours .

D'après la figure 23, l'évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet progressif des trois doses utilisées s'étalant sur une période après traitement de 6 jours. Cependant, on note que l'extrait méthanolique appliqué à dose complète D1 a montré une toxicité moyenne 20% au début de traitement (24H) et atteint 40% à 48h puis 80% après 72h jusqu'à arriver à 100% (144h).

La dose D2 a montré une toxicité moyennement faible 20% (24h) puis augmente à 60% au bout de 72h.

Tandis que la dose D3 a montré une très faible toxicité par rapport aux autres doses elle a atteint 20% durant 48h ensuite les 40% (72 h).

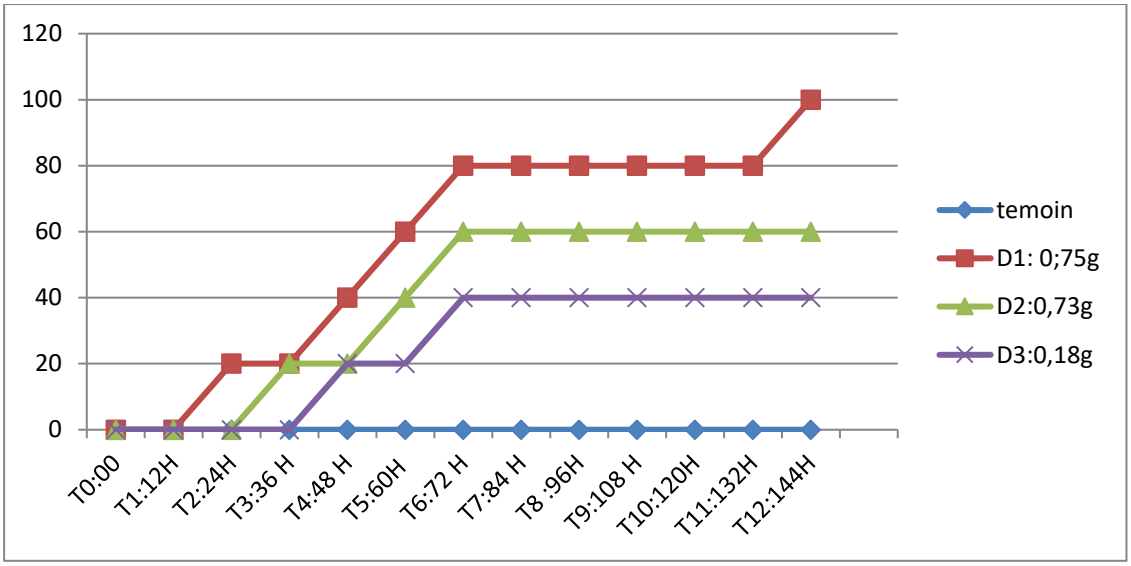


Figure 23: Evolution de la mortalité de *Tribolium castaneum* dans le temps en fonction de l'extrait méthanolique d'*A.mollis* par le test d'ingestion

II.1.2.2.Evaluation de la toxicité de l'extrait aqueux *d'A.mollis*

D'après la figure 24 qui illustre les effets de l'extraits aqueuse *d'Acanthus mollis L* sur la longévité de *Tribolium castaneum*, nous remarquons que l'extrait à fortes doses (0.75 g/ml et 0.37 g/ml), a un effet important sur la mortalité de *T. castaneum* qui peut atteindre 80 % au bout de 6h.

D'après la figure 24, l'évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet progressif des trois doses utilisées s'étalant sur une période après traitement de 2 à 10 heures. Cependant, on note que l'extrait méthanolique appliqué à dose complète D1 a montré une toxicité élevée (2h) et atteint une forte toxicité à 6h.

La dose D2 a montré une toxicité moyenne 60% (2h) puis atteint 80% au bout de 4h, jusqu'à atteindre les 100% dans 8h.

La dose D3 a montré une faible toxicité par rapport aux autres doses, elle a atteint 60% durant 2h puis le taux se stabilise, ensuite il atteint les 80% dans 8h pour arriver finalement aux 100% après 12h.

Le témoin quant à lui présente un taux de population résiduelle proche de 100 %.

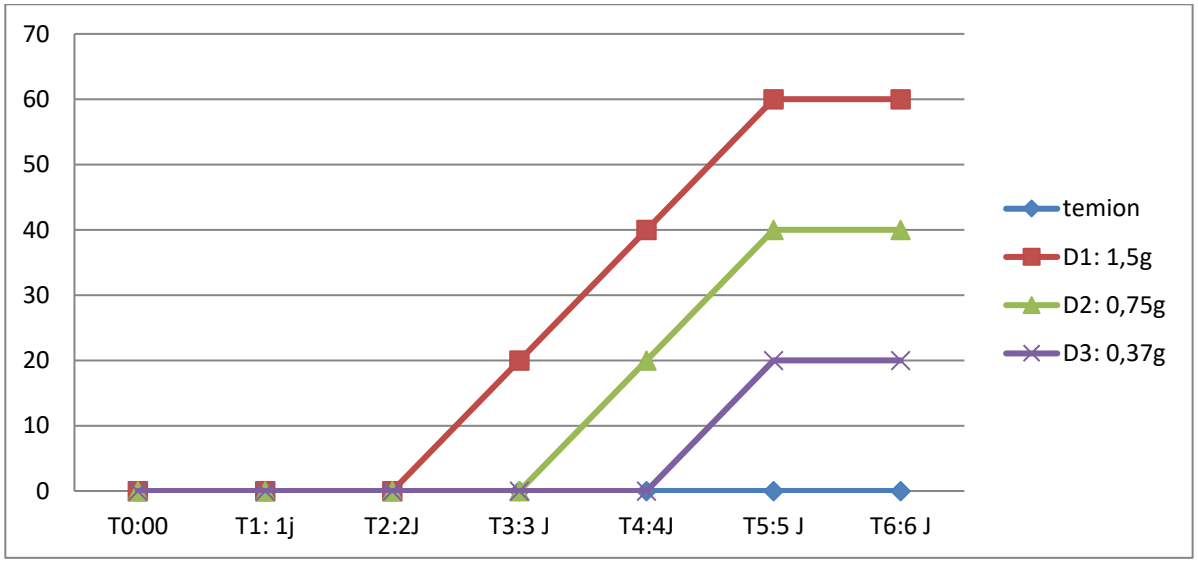


Figure 25 : Evolution de la mortalité de *Tribolium castaneum* dans le temps en fonction de L'extrait aqueux de *A.mollis*.

II.2. Estimation des DL50

D'après le tableau 07, nous avons noté que l'extrait méthanolique présente les DL50 les plus faible pour les tests vis-à-vis aux adultes de *T. castaneum*. La concentration de l'extrait la plus faible qui cause la mortalité de 50 % des insectes est égale à **253,125 mg/ml** observée par le test de contact avec l'extrait méthanolique des feuilles d'*Acanthus mollis.*

Tableau 07 : Les doses létales 50 des différents extraits des feuilles d'*Acanthus Mollis .L*

Les extraits testés	DL50 mg/ml
Test de contact	
E.MEOH	253,125
E .AQX	693,75
Test d'ingestion	
E.MEOH	337,5
E.AQX	1012,5

II. Discussion

Tous les résultats obtenus montrent que la mortalité des *T. castaneum* est proportionnelle aux doses des extraits testés et la durée d'exposition.

D'après l'évaluation de l'activité anti-insecte, les extraits d'*A.mollis L* sont avérés toxiques vis-à-vis au *Tribolium castaneum* essentiellement par le test par contact.

L'extrait méthanolique s'est avéré plus efficace que l'extrait aqueux.

Nos résultats se rapprochent de ceux obtenus par plusieurs études qui ont démontré que l'utilisation des extraits méthanolique et aqueux des plantes médicinales comme bio-pesticides réduit les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des graines stockés.

Dans le même cadre des travaux de recherche ont montré que le composé DIBOA d'*A. mollis* est également létal pour les pucerons (**REECCA, B. WOLF, GAYLAND F. SPENCER, and RONALD D. PLATTNER)**.

D'après d'autres travaux de (**DILALI et IHDENE 2018**) ont montrés que l'étude de l'activité insecticide de l'extrait aqueux des tubercules de l'asphodèle c'est avérée très intéressante.

Dans le même cadre, les travaux de **BELHACHAT (2019)** montrent que les différents extraits testés de *P. lentiscus* présentent un effet insecticide sur les adultes de *T. casataneum*. D'autres travaux ont montré que l'efficacité de ces extraits varie en fonction de l'organe, de la dose et la durée de traitement (MOUSSAOUI et BOUCAIDI., 2019).

De nombreux travaux scientifiques publiés dans la littérature ont mis en évidence l'effet répulsif des produits qui sont à base de plante contre les insectes des stocks. Parmi eux, KASSEMI (2014) signale que la poudre des feuilles de deux plantes Nepeta nepetelle et *Pseudocytisus integrifolius* et les huiles essentielles extraites de ces plantes révèlent un effet néfaste sur le *Tribolium castaneum* en appliquant un traitement par contact.

(BOUNECHADA et al. 2011) montrent que l'effet insecticide de la plante *Peganum harmala* présente une toxicité remarquable. Tandis que MADJDOUB et al (2013) ont testé la toxicité des huiles essentielles de *Ruta chalepensi* (L) sur les adultes de *T. castaneum*, les résultats obtenus montrent un pouvoir répulsif plus remarquable sur les adultes de l'insecte.

De même, SOUGUIR et al. (2017) ont mis en évidence l'efficacité biocide des huiles essentielles des feuilles et des fleurs de la plante Marjolaine sur les adultes de *T. castaneum.*

D'autres travaux ont montré que l'huile essentielle de l'espèce Pistachier lentisques présente une forte activité insecticide vis-à-vis de *T. castaneum*. Ces auteurs ont signalé que la toxicité obtenue dépend essentiellement de stade de développement de l'insecte, ainsi que le temps d'exposition aux traitements (BACHROUCH ,2010).

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

Conclusion

Par le présent travail, nous avons essayé de contribuer à lever le voile sur les potentialités agro-phytosanitaires de la plante *Acanthus mollis .L* le pouvant être utilisée localement comme bio pesticides dans la protection des végétaux. C'est là un champ de recherche-développement qui mériterait tout l'intérêt des scientifiques.

Au cours des dernières décennies, l'attention portée aux effets secondaires des pesticides a profondément modifié la perception à l'égard des pesticides. Ils sont devenus, pour certains, des produits dangereux que l'on devrait bannir ou au mieux un mal nécessaire.

Ces conséquences éco toxicologiques plus contraignantes mènent à une augmentation importante des coûts de développement de nouveaux produits phytosanitaires. Le concept de lutte intégrée se réfère principalement à l'écologie, aux rapports existants entre les organismes vivants et leur environnement ou leur espace vital. A l'origine, cette démarche visait la réduction du nombre d'interventions avec des pesticides tout en minimisant leurs effets secondaires.

Par conséquent, le développement des futurs bio pesticides d'origine végétale, est une méthode plus saine et écologique pour la protection des plantes .De ce fait, le travail entrepris dans ce mémoire avait pour objectif l'usage d'alternative naturelle à base d'extrait végétale d'une plante magique (*Acanthus mollis L*) , pour ses vertus bienfaisants dans le contrôle biologique.

Les résultats de cette étude portant sur l'évaluation du pouvoir anti fongique et anti insecticide de l'espèce *A. mollis L* que cette plante peut être exploitée avec succès pour la gestion des pathologies végétales.

Les résultats ont montré que les deux extraits (méthanolique/aqueux) présentent un pouvoir antifongique et insecticide contre les champignons phytopathogènes et sur les insectes ravageurs testés.

L'extrait méthanolique de *A.mollis L* a montré une forte toxicité et un pouvoir insecticide avec 100% de mortalité des individus et un pouvoir antifongique très significative avec un taux d'inhibition de la croissance mycélienne de champignon égale à 88,88%.

D'une manière générale, les extraits méthanolique et aqueux d'*Acanthus mollis* L. montré une très forte activité bio pesticide.

Perspectives

Cette étude constitue une première étape dans la recherche des biopesticides d'origine végétale, elle mérite d'être poursuivie par des études in vitro pour confirmer leur activité.

Il serait intéressant de tester l'activité de ces extraits sur d'autres agents pathogènes et insectes ravageurs en particulier ceux listés de quarantaine qui constituent des organismes très redoutables.

Dans ce sens, plusieurs portes s'ouvrent à la recherche :

- Etude du profil phytochimique des extraits *d'Acanthus mollis* L.
- Modalités d'action et mécanismes de résistance induites par les traitements à base de la plante
- Identification et isolement des principes actifs responsable des activités biologiques

Références

Bravo HR, Copaja S. 2002. Contents and morphological distribution of 2,4-dihydroxy-l,4-benzoxazin-3- one and 2-benzoxazolinone in Acanthus mollis in relation to protection from larvae of Pseudaletia impuncta. Ann App Biol. 140:129–132

BOURTEL Mohammed ,BOUNNECH Messouada .2015.Etude de stabilité de la digue d'un capteur des source d'eau (Oued Chiffa , wilaya de Blida) .MEMOIRE master de Université Mohammed Seddik Benyahia –Jijel.

BOUNECHADA, M. ARAB, R. 2011. effet insecticide des plantes melia azedarach l. et peganum harmala l. sur tribolium castaneum herbst (coleoptera:tenebrionidae) agronomie numéro 1 – 2011

BACHROUCH,O.BENJEMAA,J.CHAIB,I.TALOU,T.MARZOUK,B.ABDERRAB A,M.2010.insecticid al activity of pistacia lentiscus oil on tribolium castaneum as alternative to chemical control in storage. tunisian journal of plant protection 5:63-70.

Boutebakh Fatima Zohra ,Contribution à l'étude de l'aptitude des champignons mycoriziensarbusculaires et de T.viride à protéger les plantules de tomate variété (super strain)contre F.oxysporium durant les premiers stades de leur developpement.p :3,p :19-23

BENYEZZA Maria , BENAROUSS Nour el houda ,2021,Etude d'activités anti-insectes et allélopathiques d'extraits de deux espèces de genre *Pistacia* **,** deplome master de universitéYAHIA FARES MEDEA .

Carmen Burgos 1 , Dolores Muñoz-Mingarro 2 , Inmaculada Navarro 3 , Carmen Martín-Cordero 1 and Nuria Acero 4.2020. Neuroprotective Potential of Verbascoside Isolated from Acanthus mollis L. Leaves through Its Enzymatic Inhibition and Free Radical Scavenging Ability . Antioxidants 2020, 9, 1207.

Dieter Sicker, Monika Freyt, Margot Schulz, and Alfons Gier.2000.role of natural Benzoxozinones in the survival strategy of plants. by Academic Press.

DJILALI Saliha et IHDENE Tinhinane.2018. Effets des extraits de l'Asphodèle sur *Triboliumcastaneum*.MEMOIRE de MASTER . UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ-BOUIRA.P.8.

FEKIR salim et HAMZI mohammed ,contribution a l'etude de l'effet insecticide de l'huile essentielle et l'extrait aqueux de thym (*thymus capitatyus*) sur *rhyzoperth dominica* et *tribolium castaneum* , mémoire de master académiques en science de la nature et de la vie .P24.25.26.27.

HADJINE Ilyes ,KADRI Hayet. 2020. Contribution A L'étude Chimique Et Biologique D'une Plante Médicinale Acanthus mollis d'Algérie(Nadrouma, Tlemcen).MEMOIRE de master UNIVERSITAIRE BELHADJ BOUCHAIB D'AÏNTEMOUCHENT.P3.4.5.15.16.

HEÄCTOR R. BRAVO, SYLVIA V. COPAJA, AND VICTOR H. ARGANDON. 2004. Chemical Basis for the Antifeedant Activity of Natural Hydroxamic Acids and Related Compounds . J. Agric. Food Chem. 2004, 52, 2598−2601

HIEN Sandra Mireille, Efficacitéd'extraits de Cymbopogoncitratus(D.C.) Stapf, Azadirachta indica (A)JUS et Cassia occidentalis (L.) contre Fusarium oxysporum(Schlecht. emend. Snyder et Hanse) en culture de tomate(Solanum lycopercicum(L).P 25.28.29.30.

HAMIMED souad , EP BENMABROUK ,2020, *Anacyclus pyrethrum* (L) cass .[Asteraceae], *pistacia lentiscus L*.[anacardiaceae]et *Acanthus mollis L*.[Acanthaceae] d'Algérie : Caractérisation phytochimique et exploration de propriétés biologiques ,thése de doctorat , Université des FRERES MENTOURI COSTANTINE 1.P.8.9.

Jara C, Leyton M, Osorio M, Silva V, Fleming F, Paz M, Madrid A, Mellado M. 2017. Antioxidant, phenolic and antifungal profiles of Acanthus mollis (Acanthaceae). Nat Prod Res. 6419:1–4

KASSEMI, N.2014.activité biologique des poudres et des huiles de deux plantes aromatiques (pseudocytisus intergrifolius salib et nepeta nepetella l.) sur les ravageurs du blé et des légumes secs .thèse de doctorat en biologie, université de tlemcen.

Marrazzo, P.; Angeloni, C.; Hrelia, S. Combined Treatment with Three Natural Antioxidants Enhances Neuroprotection in a SH-SY5Y 3D Culture Model. Antioxidants 2019, 8, 420.

M. Bounechada et R. Arab .2011. Effet insecticide des plantes Melia azedarach L. et Peganum harmala L. sur Tribolium castaneum Herbst (Coleoptera:Tenebrionidae). Université Ferhat Abbas,setif

Mariana Ribeiro Marques .2016. Acanthus mollis como fonte de compostos biologicamente ativos. UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR Ciências .

MADJDOUB, O.SOUGUIR, S. HAOUAS. BAOUAND, M. LAARIF, A. CHAIEB, I. 2013.etude de l'activité insecticide des huiles essentielles de ruta chalepensis (l.) sur les adultes de tribolium castaneum (herbst.) et sitophilus zeamais (motsch.) .4 ème journées scientifiques sur la valorisation des bioressources. Masson (Paris), 87 pp.

MATMOURA laldja ,2021, Contribution à l'étude antifongique d'extraits de l'espèce***Urtica dioica***sur quelques espèces de champignons phytopathogéne , diplôme master de université YAHIA FARES MEDEA .P.27.28.29.30.31..32.

Mebarki Lakhdar ,(2016) ; Recherche d'activité biologique de molécules végétales pour la lutte contre Fusarium oxysporumf. sp. albedinis.

P. Minissale, V. Magro & F. M. Raimondo.2019. Why did Acanthus mollis, native to West Mediterranean, become a so relevant artistic and symbolic element arising from ancient Greece? . Bocconea 28: 331-340

Patrícia Matosa,b, Artur Figueirinhaa,b , Isabel Ferreiraa,c, Maria Teresa Cruza,c and Maria Teresa Batistac .2018. Acanthus mollis L. leaves as source of anti-inflammatory and antioxidant phytoconstituents . Nat Prod Res.

P.Matos,A.figueirinha,A. Paranhos ,F. nunes , P. Crus , G.F.G.C.Geraldes,M.T. Cruz , M.T. Batrista .2018.Bioactivity of Acanthus mollis –Contribution of benzoxazinoids and phenylpropanoids .jornal of ethnopharmacologie.P5.

SOUGUIR,S.BENCHEIKH,Z.CHAIEB,I-LAARFI,A. 2017.etude de la toxicité des huilles essentielles d'origanum majorana pour tribolium castaneum et plodia inter punctelle .3em journée scientifique sur la volarisation de bioresource.

SI MOHAMMED ABEDSLEM , étude de la compatibilité végétative chez la population du *fusarium oxysporum isolé* dans l'oust algérien MEMOIRE DE MAGISTER université d'oran p 41.

TAFIFET Lamia ,**KRIMI Zoulikha et NEBIH Dhaouia ,**Efficacite de lutte biologique par utilisation des extraits totaux de plantes adventices,laboratoire de phytobactériologie ,université de Blida.pdf

TALBI Mehdia et CHAOUI Rima ,L'efficacitté d'un fongicide <<Prosaro » nouvellement introduit en Algérie sur le contrôle des maladies fongiques du blédur(TriticumdurumDesf.),variété<<Vitron » Dans la région de Guelma ,

Les sites web :

Https://salagonethno,hypotheses.org/3880
https://www.tela-botanica,org/bdtfx-nn-74930-repartition
https://en.m.wikipidia.org/wiki/Acanrgys_mollis

Annexes

Annexe :

Annexe 01 :

Les appareils utilisés :



Etuve



broyeur



Agitateur



vortex



Balance de précession



balance



Centrifigates e



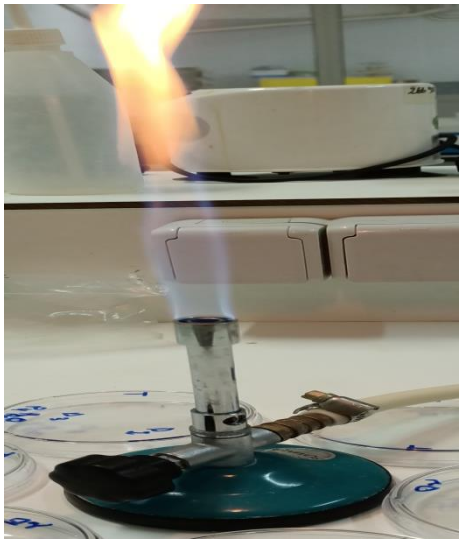
bain marré



Rotavapor



Réfrigérateur

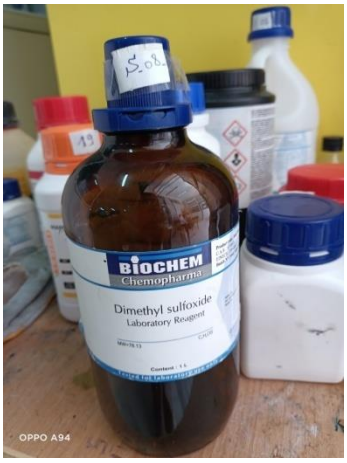


bec bunsen

Produit chimique :







Milieu PDA Méthanol DMSO

Annexe 2 :

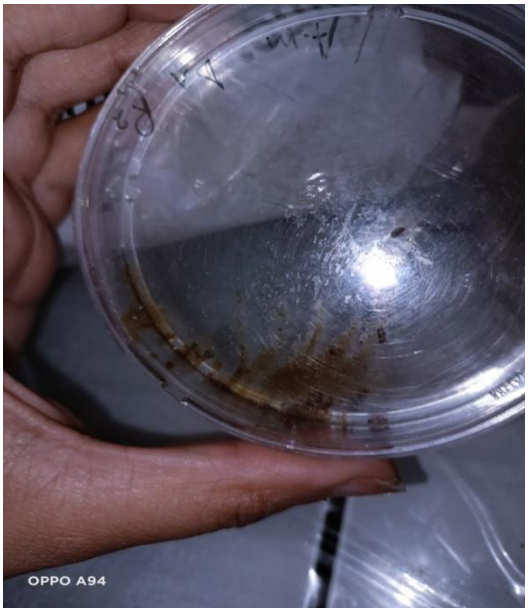
	Témoin	Dose 01	Dose 02	Dose 3
T0	0 mort	0 mort	0 mort	0 mort
T1 :12h	0 mort	3 morts	2 morts	1 mort
T2 :24h	0 mort	4 morts	3 morts	1 mort
T3 :36h	0 mort	4 morts	3 morts	1 mort
T4 :48h	0 mort	4 morts	4 morts	2 mort
T5 :60h	1 mort	5 morts	4 morts	2 morts
T6 :72h	1 mort	5 morts	4 morts	3 morts
T7 :84h	1 mort	5 morts	5 morts	4 morts
T8 :96h	1 mort	5 morts	5 morts	5 morts
T9 :108	1 mort	5 morts	5 morts	5 morts
T10 :120	1 mort	5 morts	5 morts	5 morts
T11 :132h	1 mort	5 morts	5 morts	5 morts
T12 :144h	1 mort	5 morts	5 morts	5 morts

Tableau 01 : effet l'extrait aqueuse de A.mollis sur le nombre de mortalité de *trubolium castaneum*

	TEMION	DOSE1	DOSE 2	DOSE 3
T0 :00	0 mort	0 mort	0 mort	0 mort
T1 :2H	0 mort	4 morts	4 morts	3 morts
T2 :4H	0 mort	5 morts	4 morts	3 morts
T3 :6H	0 mort	5 morts	5 morts	4 morts
T4 :8H	0 mort	5 morts	5 morts	5 morts

Tableau 02 : effet d'extrait méthanolique d*'acanthus mollis* sur le nombre de mortalité de *trubolium*

Annexe 03 :





Annexe 04 :

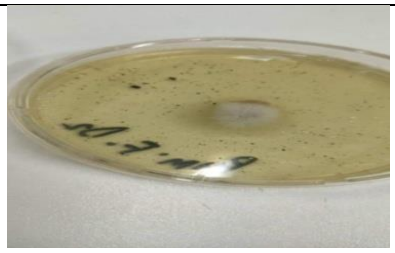
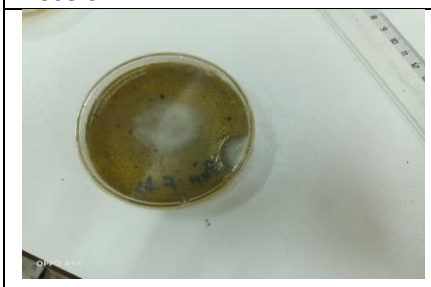
Les extraits	Croissance mycélienne
E.MEOH	 Dose 01
	 Dose 02
	 Dose 03

Tableau 03 : Aperçu sur la croissance mycélienne in vitro de l'extrait méthanolique

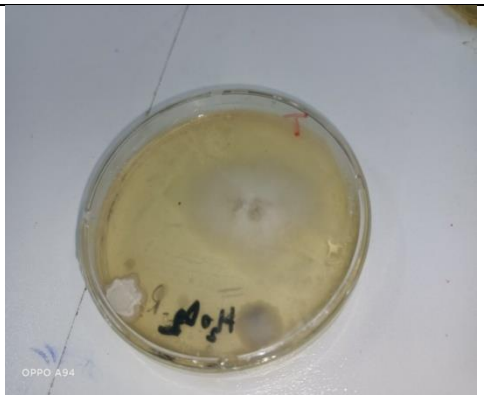
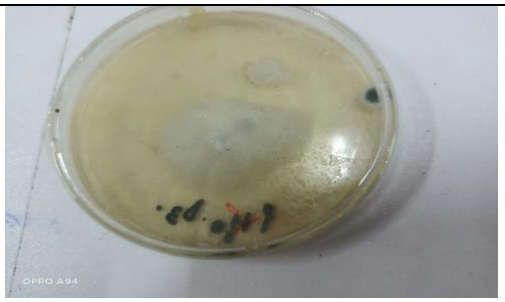
Les extraits	Croissance mycélienne
E.AQX	 Dose 01
	 Dose 2
	 Dose 03

Tableau 04 : Aperçu sur la croissance mycélienne in vitro de l'extrait aqueuse



La croissance mycélienne in vitro de témoin

Annexe 05

Estimation de DL50 pour l'extrait méthanolique d'*A. Mollis* par test de contact

Tableau 05 : Estimation de DL50 pour l'extrait méthanolique d'*A. Mollis* par test de contact

Dose (mg/ml)	Nombre des insectes (n)	Nombre des insectes morts (la moyenne)	%mortalité	a	b	a*b
750mg	5	4,5	90 %	375	4,5	1687,5
375mg	5	4,5	90%	187,5	4,25	796,875
187,5 mg	5	4	80%			SOMME= 2484,375

Estimation de DL50 pour l'extrait aqueux d'*A. Mollis* par test de contact

Tableau 06: Première étape de calcul de DL50 pour l'extrait aqueux d'*A. Mollis* par test de contact

Dose (mg/ml)	Nombre des insectes (n)	Nombre des insectes morts (la moyenne)	%mortalité	a	b	a*b
1500mg	5	4	80%	750	3,75	2812,5
750mg	5	3,5	70%	375	3,25	1218,75
375mg	5	3	60%			La somme= 4031,25

Estimation de DL50 pour l'extrait méthanolique d'*A. Mollis* par test d'ingestion

Tableau 7: Première étape de calcul de DL50 pour l'extrait méthanolique d'*A. Mollis* par test d'ingestion

Dose (mg/ml)	Nombre des insectes (n)	Nombre des insectes morts (la moyenne)	%mortalité	a	b	a*b
750mg	5	5	100%	375	4	1500
375mg	5	3	60%	187,5	3	562,5
187,5 mg	5	2	40%			La somme = 2062,5

Estimation de DL50 pour l'extrait aqueux d'*A. Mollis* par test d'ingestion

Tableau 8: Première étape de calcul de DL50 pour l'extrait aqueux d'*A. Mollis* par test d'ingestion

Dose (mg/ml)	Nombre des insectes (n)	Nombre des insectes morts (la moyenne)	%mortalité	a	b	a*b
1500mg	5	3	60%	750	2,5	1875
750mg	5	2	40%	375	1,5	562,5
375mg	5	1	20%			La somme= 2437,5