



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Protection des végétaux

Présenté et soutenu par :
SAKHRAOUI Wafa

Evaluation de l'efficacité de *Metarhizium anisopliae* contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick , 1917) (Lepidoptera ; Gelechiidae)

Jury :

M.	Achoura Ammar	M.C.B	Mohammed khider -Biskra	Président
M.	Hicher Azzeddine	MAA	Mohammed khider -Biskra	Examineur
M.	Tarai Nacer	Pr	Mohammed khider-Biskra	Encadreur

Année universitaire : 2021 - 2022

Remerciements

*En premier lieu, je remercie **Allah** tout puissant de m'avoir donné le courage et santé pour réaliser cette étude*
Je tiens à remercier vivement
Mr. Le professeur Tarai Nacer pour m'avoir encadrée, pour ses précieuses remarques constructives et son suivi pour mener à terme cette étude.

W A F A

Dédicaces

A mes très chers parents

A toute ma famille

A tous ceux qui me sont chers

*A tous ceux qui aiment la
science*

Je dédie ce modeste mémoire

WAF A

Résumé

L'étude de l'efficacité de *Metarhizium anisoplie* contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* montre que, le pourcentage moyen de mortalité est proportionnel aux doses utilisées et au temps pendant lequel les larves sont exposées. le pourcentage des larves mortes du troisième stade est élevé par rapport au premier et deuxième stade larvaire. La comparaison entre l'effectif des adultes capturés par les pièges à phéromone sexuel après une semaine de traitement est inférieure par rapport au nombre compté avant traitement.

ABSTRACT

The study of the efficacy of *Metarhizium anisoplie* against the tomato leaf miner *Tuta absoluta* shows that the average percentage of mortality is proportional to the doses used and the time during which the larvae are exposed. The percentage of dead third in star larvae is high compared to first and second in star larvae. The comparison between the number of adults captured by sex pheromone traps after one week of treatment is lower than the number counted before treatment.

ملخص

أظهرت دراسة فعالية *Metarhizium anisoplie* ضد عامل منجم أوراق الطماطم *Tuta Absoluta* أن متوسط النسبة المئوية للوفيات يتناسب مع الجرعات المستخدمة والوقت الذي تتعرض فيه اليرقات. نسبة اليرقات الميتة في الطور الثالث مرتفعة مقارنة باليرقات الأولى والثانية. تعد المقارنة بين عدد البالغين الذين تم التقاطهم بواسطة مصائد الفرمون الجنسي بعد أسبوع واحد من العلاج أقل مقارنة بالعدد المحسوب قبل العلاج

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période (1989-2020)	19
02	Précipitation moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période (1989-2020)	19
03	Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Biskra durant la période 1989-2020 (ONM ,2020)	20
04	Humidité relative de l'air de la région de Biskra durant la période de 1989 à 202 0	20
05	Insolation mensuelle moyenne de la région de Biskra durant la période 1989-2020 (ONM , 2020)	21

Liste des figures

N°	Titre	page
01	Conidies unicellulaires de Beauveria sp	04
02	Muscardine blanche observée sur insecte attaqué par B . bassiana	05
03	Cycle biologique d'un champignon entomopathogène	05
04	Cycle de développement de Metarhizium anisopliae	07
05	Invasion de la mineuse de la tomate à l'échelle internationale	10
06	Origine d'invasion et propagation de T . absoluta en Algérie	11
07	Œufs de Tuta absoluta	12
08	Stades larvaires de la mineuse de tomate	13
09	Stade nymphal de tuta absoluta	13
10	Adulte ailes de Tuta absoluta	14
11	Dégats de Tuta absoluta	15
12	Dégats de la mineuse sur la tige de la tomate	15
13	Dégats se Tuta absoluta sur fruits de tomate	15
14	Situation géographique de la zone d'étude (MADR, 2020)	19
15	Semences de la tomate var . sahara germées dans les planques alvéolées	22
16	Sacs de plantation remplis de débris de noix de coco	22
17	Préparation d'un milieu de culture de M. anisoplie dans des conditions controlées	23
18	Souche mère de M. anisoplie provenant de L'INPV de Biskra	26
19	Caractéristiques des colonies de M.anisoplie après incubation à une tempurature de 27 c° pendant 8 jours	27
20	Taux de mortalité des larves de Tuta absoluta après traitement avec M.anisoplie au laboratoire	27
21	Larve de Tuta absoluta attaqué par le champignon entomopathogène M.anisoplie	28

22	Taux de mortalité des larves et adultes de <i>Tuta absoluta</i> après traitement avec <i>M.anisoplie</i>	29
23	Détermination de la dose létale dl 50	30

Tableau des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale	01
Chapitre I : Généralité sur les Champignons entomopathogènes	
1-Agents entomopathogènes	03
2- Champignons entomopathogènes	03
2-1 Beauveria bassiana	03
2-1-1 Description	03
2-1-2 Morphologie	03
2-1-3 Classification	04
2-1-5 Multiplication	04
2-1-6 Cycle de vie	05
2-1-7 Evolution	05
2-2 Metarhizium anisopliae	06
2-2-1 Description	06
2-2-2 Morphologie	06
2-2-3 classification	06
2-2-4 Multiplication	06
2-2-4-1 Germination	06
2-2-4-2 pénétration	06
2-2-4-3 Dissémination	07
2-2-5 Cycle de vie	07
2-2-6 Evolution	07
Chapitre II : Généralité sur la mineuse de la tomate	
1. Définition	10
2. Origine et répartition	10
2.1. A l'échelle internationale	10
2.2 En Algérie	11
3 . systématique	11
4.Bio écologie de la mineuse	12
5. Morphologie et description	12
a) Œufs	12
b) Chenille	12
c) Chrysalide	13
d) Adulte	13

6. symptomes et dégats	14
6.1. sur les feuilles	14
6.2. Tiges ou pédoncule	15
6.3. fruits	15
chapitre III : Matériels et méthodes	
1.Objectif du travail	18
2.Présentation de la zone d'étude	18
3.Conditions climatiques	18
3.1 Température	18
3.2 Pluviométrie	19
3.3 le vent	19
3.4 Humidité relative	20
3.5 Insolation	20
3.6 sol	21
4.Méthodologie	21
4.1 sur terrain	21
4.1.1 Plantation de la tomate	21
4.1.2 Transplantation des semences germées	21
4.1.3 Sacs de plantation	22
4.2 Au laboratoire	23
4.2.1 Elevage de la souche fongique	23
4.2.2 Pulvérisation	23
5. Traitement statistique	24
Chapitre IV : Résultats et discussion	
1-Efficacité de M.anisopliae sur les larves de Tuta absoluta au laboratoire	26
2- traitement de Tuta absoluta par M. anisoplie sous serre	29
3- Détermination de la dose létale pour 50% de mortalité	30
Conclusion Générale	34
Référence bibliographique	36
Résumé	
Abstract	
ملخص	



Introduction général e

Introduction Générale

Introduction générale

La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae) est un insecte ravageur signalé sur la tomate cultivée sous serres de tomates depuis mars 2008 au niveau de la région de Mostaganem (**Guenaoui, 2008**). En effet cette dernière a provoqué des dégâts importants en Amérique du Sud et en Espagne depuis fin 2006. (**Guenaoui, 2008**).

La bioécologie de *Tuta absoluta* a été étudiée, pour connaître premièrement les paramètres de développement des larves et adultes en fonction des caractéristiques biotiques et abiotiques du milieu, la biologie et la relation avec leurs ennemis naturels en demi-cages (**Oukil et al., 2011 ; Allache et al., 2012**)

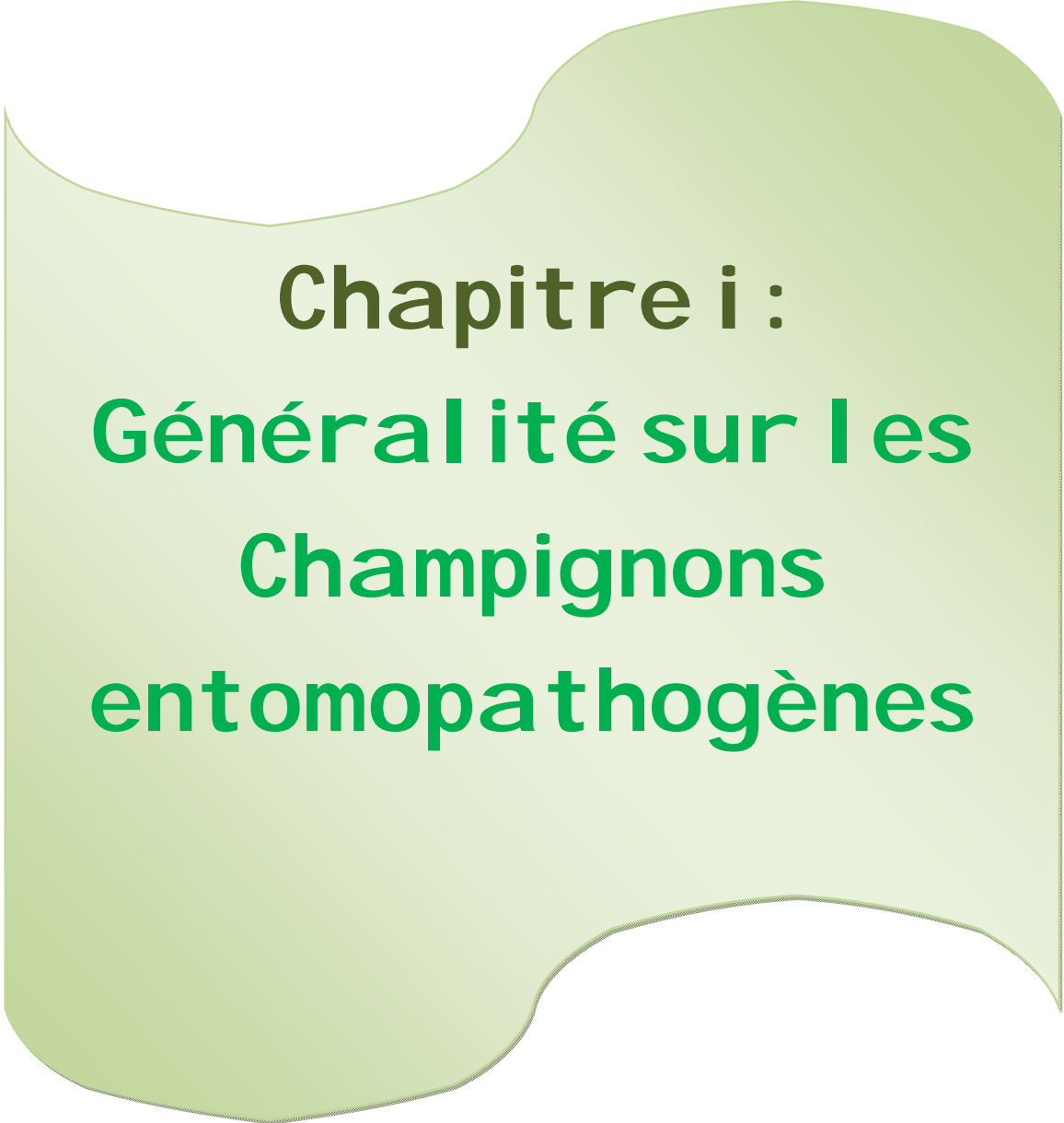
Plusieurs études ont été réalisées sur l'efficacité des biopesticides en Algérie. En effet, des recherches ont été menées sur les prédateurs et parasitoïdes indigènes (**Kolai et al., 2011, Dehliz et al., 2013**), champignons entomopathogènes (**Badaoui et al., 2011**) et biopesticides (**Gacemi et Guénaoui, 2012**).

Les microchampignons entomopathogènes sont des agents utilisés en lutte biologique. L'infection de l'hôte est effectuée par ingestion et contact. Par ailleurs, la pathogénécité de l'inoculum sporal et la nature de l'hôte sont importants dans le choix de l'isolat fongique. (**Carruthers and Soper, 1987**)

Les espèces appartenant aux genres *Beauveria*, *Metarhizium*, *Verticillium*, *Erynia*, *Hirsutella*, *Entomophthora* et *Entomophaga*, sont les plus utilisées en lutte biologique. L'infection des ravageurs insectes est généralement par pénétration à travers la cuticule. (**Goettel, 1992**)

Ce travail est réalisé au niveau du laboratoire et la station expérimentale de département d'Agronomie, Université de Biskra

La mémoire est composée de deux parties. Une partie théorique, comporte une recherche bibliographique sur le ravageur et biopesticides microbiens appliqués à l'échelle nationale et internationale. Alors que, la partie pratique est consacrée à la méthodologie utilisées et résultats obtenus durant la période d'échantillonnage



Chapitre i :
Généralité sur les
Champignons
entomopathogènes

Agents entomopathogènes

Les agents pathogènes responsables de maladies chez les insectes ravageurs des cultures. Ce sont des micro-organismes utilisés en lutte biologique.

1- Champignons entomopathogènes

D'après **Starnes et al.(1993)** , il existe plus de 700 espèces microchampignons entomopathogènes jouant un rôle dans la régulation naturelle des populations d'insectes (**Wraight et Roberts, 1987; Ferron, 1978**) . En effet , les espèces de champignons les plus utilisées en lutte biologique proviennent des Deuteromycètes (Fungi imperfecti), genres *Beauveria*, *Metharizium*, *Verticillium*, *Erynia* ,(BOUFENNARA B. S , **Besila . H 2017**) .

2-1 *Beauveria bassiana*

2-1-1 Description

Beauveria bassiana est un champignon filamenteux qui se développe naturellement dans le sol. C'est un pathogène de diverses espèces d'insectes, agent causal de la maladie appelée muscardine blanche (**Richard et Humber, 2012**)

D'après **Sabbahi,(2008)**, la reproduction asexuée est le système de multiplication chez *B. Bassiana* . Cette espèce est utile contre le pucerons, thrips et mouches blanches.

2-1-2 Morphologie

Le champignon est caractérisé par un conidiophore de base renflée et à extrémité terminale en zigzag. Les bouquets de conidiospores en un aspect en fausse tête.

Il existe deux types de spores en fonction de l'aération , présente ou absente : En condition d'anaérobie , les conidiospores ont une forme sphérique ou ovale. Alors que , les blastospores sont ovales. Les deux types de spores possèdent un effet pathogène sur les insectes attaqués (**Weiser, 1972**) (Fig. 04)

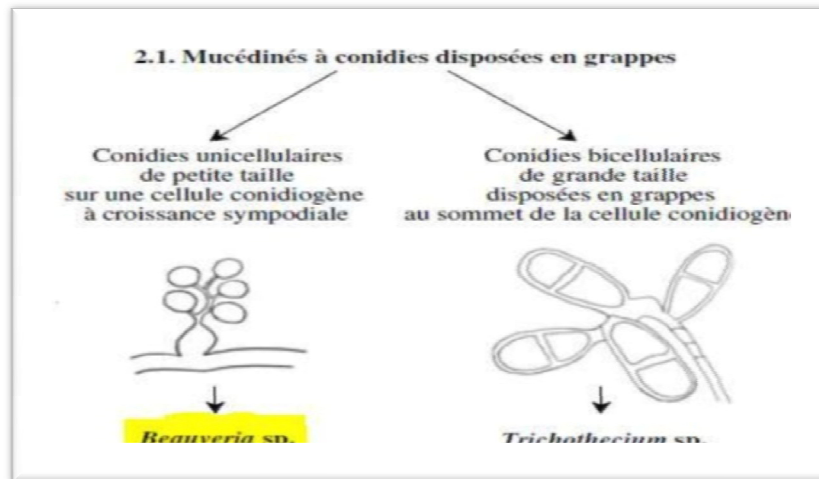


Figure 01 : Conidies unicellulaires de *Beauveria sp.* (Chabasse et al., 2002).

2-1-3 Classification

Selon Rehner et Buckley (2005), la classification de *Beauveria bassiana* est comme suit:

Règne	Fungi
Phylum	Ascomycota
Sous-phylum	Pezizomycotina
Division	Ascomycota
Classe	Sordariomycetes
Sous-classe	Hypocreomycetidae
Ordre	Hypocreales
Famille	Ophiocordycipitaceae
Genre	<i>Beauveria</i>
Espèce	<i>B. bassiana</i>

2-1-5 Multiplication

Le champignon est cultivé dans un milieu fermenté. Les conidies sont pulvérisées sur les ravageurs ou plantes attaquées sous forme d'émulsion ou poudre mouillable (Blumberg et al., 2016).



Figure 02 : Muscardine blanche observée sur insecte attaqué

par *B. bassiana* (Michael, 2002)

2-1-6 cycle de vie

Selon la nature de vie de *B. bassiana*, les conidies germent et construisent un réseau d'hyphes qui détruit l'hôte en formant des blastopores. Le cycle de vie s'effectue sur l'hôte en quatre étapes : engagement, germination, différenciation et pénétration. (Ferron et al., 2019)

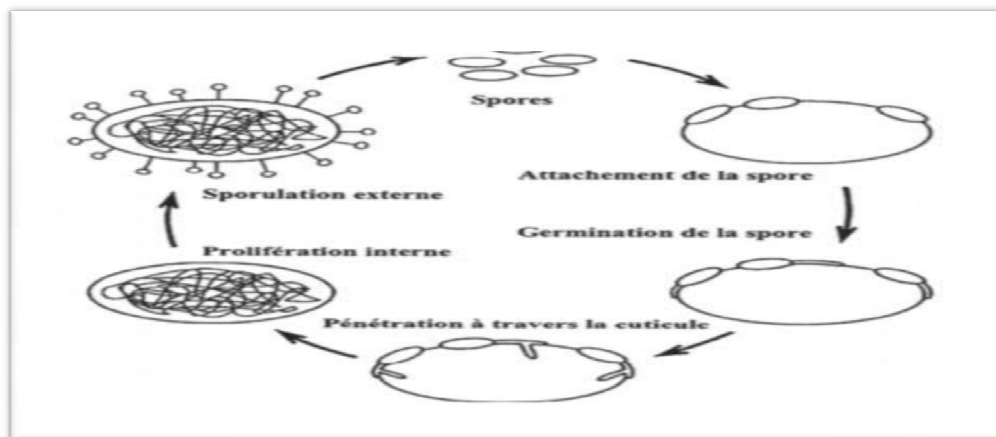


Figure 03 : Cycle biologique d'un champignon entomopathogène (Ferron et al., 2019)

2-1-7 Evolution

B. bassiana est signalée dans tous les pays, au Canada, États-Unis, Turquie, en Afrique de l'Ouest, Afrique central, Népal, et à l'est de la Sibérie (Zimmermann 2007). Ce champignon habite les sols alpins, la savane, forêts, sols cultivés, dunes, sols désertiques même l'eau courante (Zimmermann 2007).

Chapitre I : Généralité sur les champignons entomopathogènes

Les précipitations jouent un rôle dans la dispersion des conidies. (Storey et al. 1989). En peut dire aussi que , la persistance des conidies dans le sol est dépendante de la température et de l'humidité.

La durée de vie des conidies varie de 14 jours à 25°C à 75% de saturation en eau à 276 jours à 10°C et à 25% de saturation en eau. (Lefort, 2018)

2-2 *Metarhizium anisopliae*

2-2-1 Description

Les conidies de *Metarhizium anisopliae* ont la forme de sporulation asexuée . *Metarhizium anisopliae* s.l. (Metschnikoff) Sorokin est un complexe de 9 espèces génétiquement distinctes, mais morphologiquement identiques (Bischoff et al., 2009; Chandler, 2017)

2-2-2 Morphologie

Les espèces du genre *Metarhizium* produisent des spores sexuées uniquement dans des cas exceptionnels. Ces champignons se développent sous leur forme mycélienne et se reproduisent par formation de « conidies » .

2-2-3 Classification

Le genre *Metarhizium* appartient à la famille des Clavicipitaceae. (Ascomycota). En effet, le genre *Metarhizium* regroupe plusieurs espèces , *M. anisopliae* s.s., *M. guizhouense* (syn. *M. taii*), *M. pingshaense*, *M. acridum*, *M. lepidio-tae*, *M. majus*, *M. globosum*, *M. robertsii*, et *M. brunneum*, s'ajoutant aux espèces connues *M. album*, *M. flavoviride* et *M. frigidum*. . (Lefort, F.2018)

2-2-4 Multiplication

2-2-4-1 Germination

La germination est formé par un appressorium . Cette étape est en liaison avec les facteurs biotiques , l'état physiologique de l'insecte ainsi que des facteurs abiotiques , hygrométrie et température. (Lefort, 2018)

2-2-4-2 Pénétration

Chapitre I : Généralité sur les champignons entomopathogènes

La pénétration s'effectue par perforation de l'épicuticule de l'insecte , grâce à diverses enzymes (protéases, lipases, chitinases). Les composés issus de la dégradation de la chitine permettent la croissance du tube germinatif du champignon, qui croît à travers la procuticule, puis tout le corps de l'insecte (**Hajek et Leger 1994**)

2-2-2-4-3 Dissémination

Le champignon pénètre dans le système circulatoire de l'insecte. Il se développe dans tous les organes et forme des blastospores.. L'insecte meurt ensuite en quelques heures à quelques jours et le corps entier se retrouve envahi d'hyphes, le champignon sortira du cadavre de l'insecte et produira des conidies (**Lefort, F. 2018.**)

2-2-5 Cycle de vie

Le cycle de vie du champignon *M.anisoplié* est composé de deux phases , phase non parasitaire et phase parasitaire. (Fig. 04)

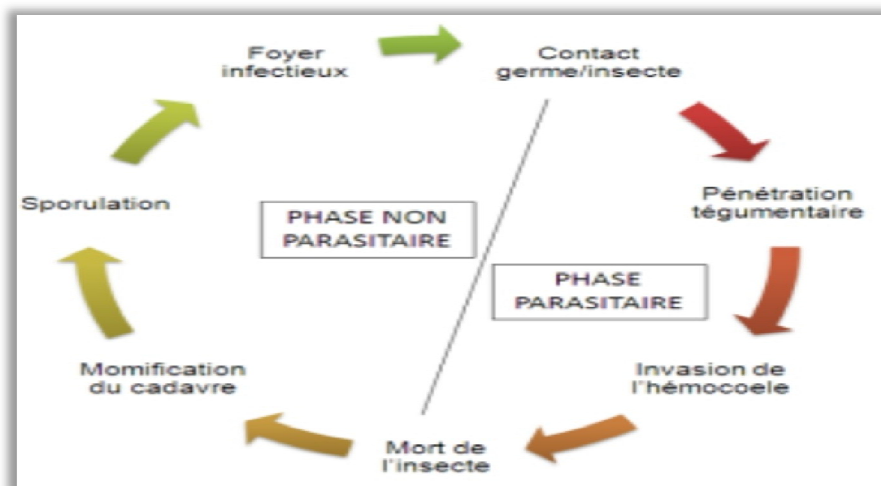


Figure 04: Cycle de développement de *Metarhizium anisopliae* (Rakotoarisoa, 2007)

2-2-6 Evolution

Pour une meilleure production de spores , il faut un substrat liquide composé de mélasse de canne à sucre avec un taux de germination des spores de 99.7%.

Chapitre I : Généralité sur les champignons entomopathogènes

En effet , pour un milieu composé de pomme de terre , la production est de 84.7%. Pour les milieux solides, riz , 95.3% de germination et les graines de sorgho , 93.7% de germination (**Lefort, F. 2018**)

Chapitre iii :
Généralité sur la
mineuse de la
tomate

Chapitre II : Généralité sur la mineuse de la tomate

1. Définition

La mineuse de tomate est un insecte phytophage originaire d'Amérique latine (Rasuri et Vargas, 1975, Souza et Reis, 1986). Mentionné pour la première fois par l'entomologiste Meyrick ; il a reçu au début le nom de *Phthrimaea absoluta* (Rojas, 1989). Selon ANONYME,(2007). Cette espèce a eu plusieurs appellations : *Gnoremoschema absoluta*, *Scrobipolpula absoluta*, *scrobipolpuloides absoluta* ; avant d'être reclassé dans le genre *Tuta*

2. Origine et répartition

2.1. A l'échelle internationale

La première déclaration de la mineuse de la tomate fut en 1962 au Japon. En 1964 elle a été déclarée en Argentine. Par la suite s'ensuit sa propagation vers d'autres pays de l'Amérique Latine.

En 2006. Elle a été détectée en Espagne dans la province de Castillo. En 2008 . *T.absoluta* a été identifiée dans plusieurs autres pays Européens (Sud de la France et l'Italie) et Méditerranéens (Maroc, Algérie et Tunisie). En 2009. Elle a été observée en Grande-Bretagne, Pays-Bas. Albanie. Suisse. Portugal. Malte et au nord de la France. Cet insecte se propage très rapidement (ANONYME³, 2008) Plus récemment. Il a été identifié par Kilic (2010) (fig. 05).

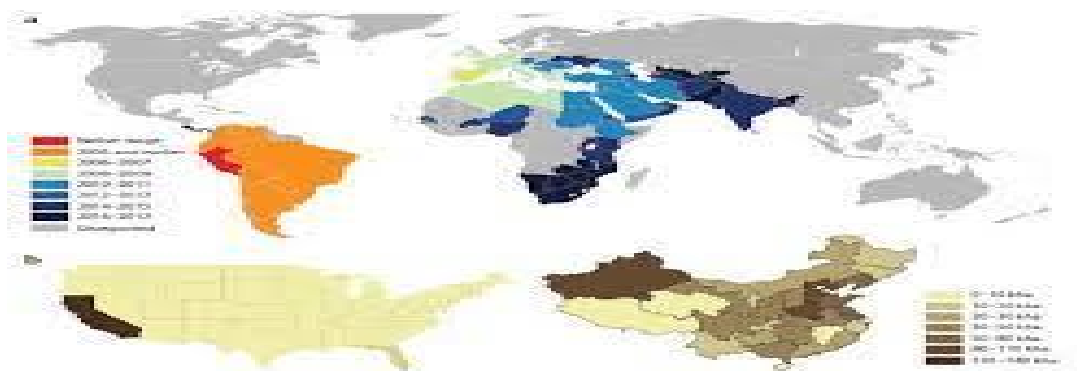


Figure 05 : Invasions de la mineuse de la tomate à l'échelle internationale (**Biondi et al., 2018**)

Chapitre II : Généralité sur la mineuse de la tomate

2.2.En Algérie

Au printemps, 2008 les premiers foyers ont été observés dans les serres de tomates dans la commune de Mazagran (près de Mostaganem) et rapidement étendus, aux communes mitoyennes. Les dégâts sur les feuillées ont été signalés en Mars et sont apparus sur fruits en Mai. D'autres foyers ont également été signalés dans la commune de HassiBounif (près d'Oran). La direction d'avancement du ravageur à travers le territoire national est illustrée dans la carte ci-dessous (fig.06)

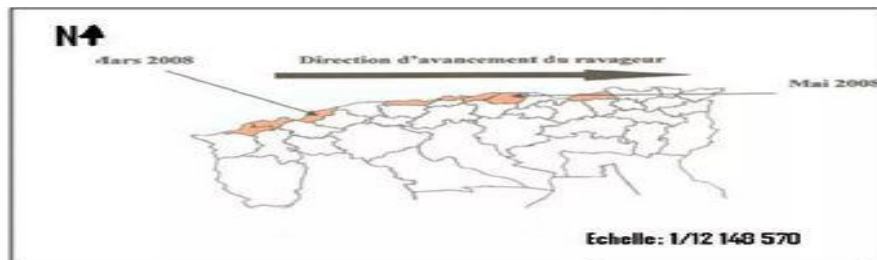


Figure 06 : Origine d'invasion et propagation de *T.absoluta* en Algérie
(Anonyme, 2008)

3. Systématique

Selon Vargas (1970), la classification de la mineuse de tomate *T. absoluta* est comme suit :

Règne : *Animal*

Embranchement : *Arthropoda*.

Sous embranchement : *Uniramia*.

Classe : *Insecta*.

Ordre : *Lepidoptera*.

Famille : *Gelechiinae*.

Sous famille : *Gelechiinae*.

Genre : *Tuta*.

Especie : *T. absoluta* Meyrick.

Chapitre II : Généralité sur la mineuse de la tomate

4. Bio écologie de la mineuse

La température optimale de développement de la mineuse est de 30°C et la durée du cycle de vie varie de 26 à 75 jours avec des seuils de développement supérieurs et inférieurs estimés à 34,6°C et 14°C respectivement (Martins et al. 2016). Cuthbertson et al. (2013), signalent que, la mineuse se la tomate tolère le froid, la survie larvaire, nymphale et adulte pour 0 C° 11,1 ; 13,3 et 17,9 jours, respectivement). Aucune diapause n'est observée chez *T. absoluta* et ses caractéristiques biologiques lui permettent d'accomplir plus de 10 générations par an (Biondi et al. 2018).

5. Morphologie et description

D'après (Meyick, 1917). *T. absoluta* est un lépidoptère ; les ailes antérieures, postérieures et le corps sont recouverts d'écailles. *T. absoluta* est caractérisée par une taille petite comprise entre 5 et 20 mm. Les ailes postérieures sont étroites et frangées (Ramel, 2010).

a) Œufs

Les œufs sont de petit taille 0,36 mm de long, 0,22 mm de large, elles sont difficiles à l'observation par l'œil nu. De forme cylindrique et de couleur crème à jaunâtre (Fredon, 2008) (Fig. 07)



Figure 07 : Œufs de *Tuta absoluta* (Ouarchene, 2019) Gx25

b) Chenille

D'après (Margarida, 2008), la mineuse de la tomate passe par quatre stade successifs (L1, L2, L3, L4)

Chapitre II : Généralité sur la mineuse de la tomate

Durant le stade L1 la chenille est de couleur crème avec une tête noir, elle mesure entre 0,6 et 0,8 mm au fur et à mesure qu'elle se nourrit la chenille prend une couleur verdâtre puis de nouveau blanc crème au moment de la mue (stade L1, L3) L2 mesure entre 1,8 à 2,8mm, le stade L3 mesure environ 4,5 mm. Au stade L4 mesure environ 7,5 à 8 mm au maximum elle reprend la couleur verdâtre



L1

L2

L3

L4

Figure 08 :Stades larvaires de la mineuse de tomate (**Ouarchene,2019**).

c) Chrysalide

C'est le stade pendant lequel la larve cesse de s'alimenter. Elle est de forme cylindrique de 4,3 mm de large et 1,1 mm de diamètre. La nymphose peut avoir lieu au sol, et sur les feuilles. Elle est couverte généralement par un cocon blanc et soyeux. La température affecte considérablement le cycle biologique de l'insecte (**KOPPERT, 2008**).



Figure 09 : Stade nymphal de *tutaabsoluta*(**Ouarchene, 2019**)

d) Adulte

Chapitre II : Généralité sur la mineuse de la tomate

Petit papillon de nuit mesurant 6-7 mm de long et environ 10mm d'envergure. Les males sont un peu plus foncés que les femelles. Ils sont de couleur grise et leurs ailes sont couvertes de taches brunes. Ils possèdent des antennes filiformes presque aussi longues que son corps. La femelle est légèrement plus grande que le male (**Guenaoui, 2008**). Sa durée de vie moyenne est 10 à 1 jours pour les femelles et 6 à 7 jours pour les mâles , les adultes restent cacher durant les heures de la journée (**OPPE. 2005**).



Figure 10 : Adulte ailes de *Tuta absoluta* (**Ouarchene, 2019**).

6. Symptômes et dégâts

La mineuse de tomate s'attaque aux feuilles, aux tiges et également aux fruits qu'ils soient verts ou murs. Les galeries d'aspect blanchâtre que ses chenilles creusent à l'intérieur des feuilles sont les lésions les plus communes. Les premiers dégâts de *Tuta absoluta* sont localisés préférentiellement sur les parties jeunes des plantes : apex, jeune fruit, fleur (**Ramel et Oudard, 2008**).

Sur tomate après, un premier stade baladeur, la larve peut pénétrer dans tous les organes, quelque soit le stade de développement de la plante.

6.1. Sur les feuilles

L'attaque se caractérise par la présence de plage décolorée nettement visibles. Les larves dévorent seulement le parenchyme en ne laissent subsister que l'épiderme de la feuille à sa surface extérieure. Elles dévorent chacune entre 2 à 3 cm² de parenchyme. Par la suite. Les folioles attaquées se nécrosent entièrement (**Caffarini, 1999 : Ramel et Oudard, 2008**).

Chapitre II : Généralité sur la mineuse de la tomate

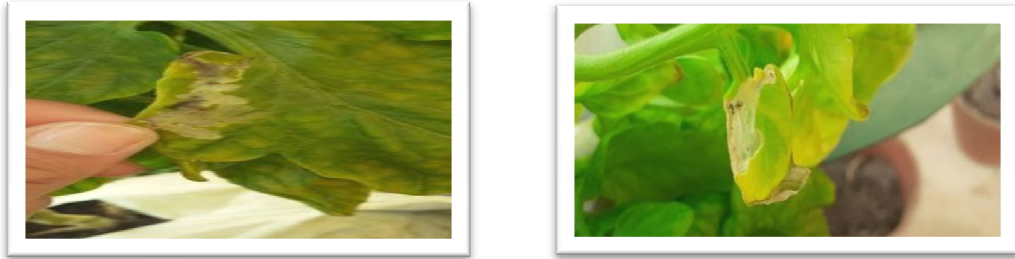


Figure 11 :Dégâts de *Tuta absoluta* (Original ; 2021)

6.2. Tiges ou pédoncule

La nutrition et l'activité de la larve perturbent le développement des plantes (Amazouz, 2008 ; Ramel et Oudard, 2008 et Monserrat Delgado, 2009).

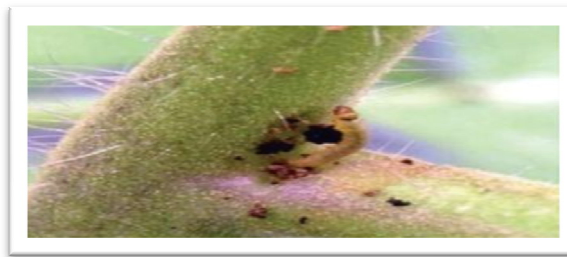


Figure 12 : Dégâts de la mineuse sur la tige de la tomate (Ramel, 2008).

6.3. Fruits

Les tomates présentent des nécroses sur le calice et des trous de sortie à la surface. Les fruits sont susceptibles d'être attaqués dès leur formation jusqu'à maturité. Une larve peut provoquer des dégâts sur plusieurs fruits d'un même bouquet (Caffirini, 1999 ; Ramel et Oudard, 2008).

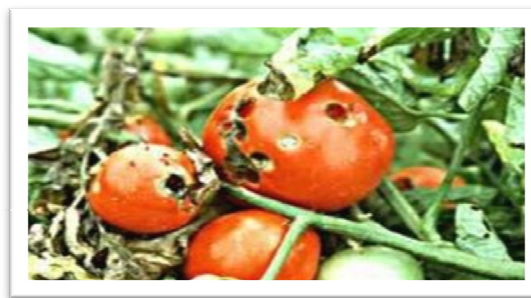



Figure 13 : Dégâts de *Tuta absoluta* sur fruits de tomate (Krid et Messati, 2013).

Chapitre II : Généralité sur la mineuse de la tomate

Nous remarquons que les dégâts de la mineuse de la tomate est signalés sur la totalité de la plante, feuille, tige et fruits



Chapitre iii :
Matériels et
méthodes

Chapitre III : Matériels et méthodes

Objectif du travail

L'objectif de ce travail est l'étude de l'effet d'un biopesticide à base de *Metarhizium anisopliae* sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* dans des conditions contrôlées, au niveau de la région de Biskra.

1. Présentation de la zone d'étude

La Wilaya de Biskra est une zone de transition entre les régions semi-aride et les hautes plaines. Cette dernière est caractérisée par une formation végétale riche en espèces endémiques. SALEMKOUR,(2012), signale que, le plateau prés-saharien est caractérisé par des steppes buissonneuses à *Halloxylon articulatum* et *Astragalus armatus* et des dayas dont les quelles en trouve *Pistacia atlantica* et *Zizyphus lotus*. Par ailleurs, les dépressions salées sont caractérisées par des groupements halophiles formés spécialement par *Salsola vermiculata* et *Atriplex halimus*. Alors que les groupements psammophiles sont localisés au niveau d'accumulations sableuses, nebkas les sioufs et voiles sableux.

2. Conditions climatiques

3.1 Température

La région de Biskra est caractérisée par des températures élevées dont la moyenne annuelle de 23°C. Les mois les plus chauds durant la période (1989-2020) sont Juin, Juillet et Août présentant une moyenne mensuelle de 31.1°C, 34,35°C et 33.9°C. Les plus froids sont Décembre avec 13.05°C, le mois de Janvier 11.9°C et le mois de février 13,7°C.(Tab 07) .

Chapitre III : Matériels et méthodes



Figure 14 : Situation géographique de la zone d'étude (MADR, 2020)

Tableau 01 : Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période (1989-2020)

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
T°min	17	19.2	23.3	26.8	32.3	37.6	40.8	40.1	34.7	29	22.2	18	28.4
T°max	6.8	8.2	11.5	15.2	20	24.6	27.9	27.7	23.4	18.2	12	8.1	17
T _y	11.9	13.7	17.4	21	26.15	31.1	34.35	33.9	29.05	23.6	17.1	13.05	22.7

3.2 Pluviométrie

La région de Biskra est caractérisée par une pluviométrie faible, en plus des précipitations annuelles insuffisantes, il faut signaler aussi l'irrégularité de cette dernière durant toute l'année (Hachani.2021)

Tableau 02: Précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période (1989-2020).

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
P mm	19.3	11.3	13.6	16.9	11.6	7.4	1.6	4.2	16	15.9	15	13.2	12.1

Chapitre III : Matériels et méthodes

3.3 Le vent

Le vent est un facteur qui favorise l'évapotranspiration qui contribue à dessécher l'atmosphère (**Ozanda, 1983**). La vitesse moyenne du vent au niveau de la région d'étude durant la période 1989-2020 la plus élevée est enregistrée en avril, 6,7 m/s (Tab.03)

Tableau 03: Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Biskra durant la période 1989 – 2020. (ONM, 2020).

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Vent	5.2	5	5.8	6.7	6.2	6	5.2	5.5	6	6.4	4.6	4.8

La vitesse moyenne du vent la plus faible est enregistrée en aout et décembre avec 4.6m/s.(ONM, 2020).

3.4 Humidité relative

La moyenne de l'humidité relative de l'air de la région de Biskra est variable durant la période 1989 à 2020. En effet, la moyenne de l'humidité relative, la plus élevée est enregistrée durant le mois de décembre (Tab.04).

Tableau 04 : Humidité relative de l'air de la région de Biskra durant la période de 1989 à 2020

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Humidité	54	46	41	37	32	28	25	27	38	46	51	56	40

3.5 Insolation

L'insolation est un facteur important dans la mesure où il influence directement le degré d'activité végétative des cultures (**Khadraoui, 2007**) (Tab. 05)

Chapitre III : Matériels et méthodes

Le nombre moyen mensuel d'heures d'insolation est de 8.7h, le phénomène est régulier

Tableau 05: Insolation mensuelle moyenne de la région de Biskra durant la période 1989 _ 2020 (ONM, 2020)

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Ensol h	7.2	8	8.4	9.4	10.3	11	11.5	10.6	8.6	8.2	7.4	7	8.7

Passant d'un minimum en décembre de 7 heures à un maximum en Juillet de 11.5 heures.

3.6 Sol

Le sol de la région-Est est alluvionnaires, argileux fertile.

Alors que, la région Nord ou zones montagneuse, le sol est peu-évolué et moins fertile. Par ailleurs, le sol de la plaine située au Nord-Ouest de la Wilaya de Biskra est argileux-sodique irrigué par des eaux fortement minéralisées constituant le caractère de la pédogénèse au niveau de cette région (**Merdaci,2020**).

4. Méthodologie

4.1 Sur terrain

4.1.1 Plantation de la tomate

La semence de la tomate var Sahara est plantée dans des alvéoles remplis de matière organique (tourbe noir).

4.1.2 Transplantation des semences germées

La transplantation de plants de tomate est effectuée durant le mois d'octobre dans des pots avec débris de noix de coco.

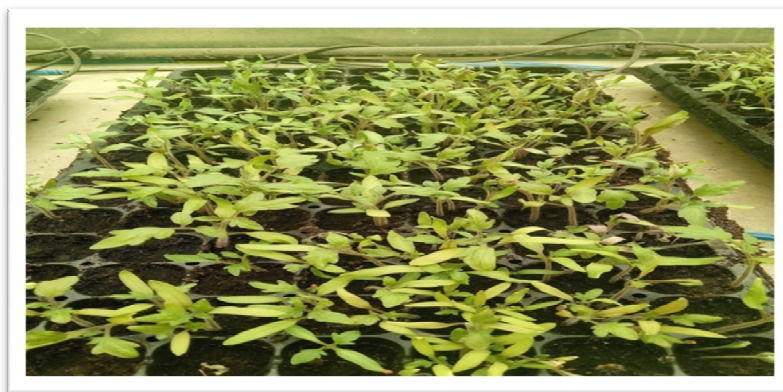


Figure 15 : Semences de la tomate var. Sahara germées dans des planques alvéolées (originale, 2021).

4.1.3 Sacs de plantation

100 Sacs remplis de débris de noix de coco sont utilisés durant toute la période d'échantillonnage de septembre jusqu' à avril , la période de fin de cycle de la tomate . (Fig. 16)



Figure16: Sacs de plantation remplis de débris de noix de coco (originale 2021)

Chapitre III : Matériels et méthodes

4.2 Au laboratoire

4.2.1 Elevage de la souche fongique

La souche mère de *M. anisoplie* a été obtenue à partir de la collection du laboratoire de l'Institut National de Protection des végétaux, wilaya de Biskra.

Les champignons ont été cultivés sur gélose (extrait de levure 2g, agar 20 g dans 1l d'eau distillée) à 27° C pendant 15 jours avant d'être pulvérisé sur les feuilles attaquées par *Tuta absoluta*. Les suspensions fongiques ont été préparées dans une solution aqueuse à base d'eau distillée. La concentration de conidies a été déterminée à l'aide d'un hémocytomètre.



Figure 17 : Préparation d'un milieu de culture de *M. anisoplie* dans des conditions contrôlées (**originale 2022**)


4.2.2 Pulvérisation

Les larves L2 ont été pulvérisées avec la souche fongique avec une concentration de 4300 et 1215 conidies/ml. Pour chaque traitement, 6 larves ont été immergées dans la suspension conidienne pendant 10 minutes.

Chapitre III : Matériels et méthodes

3. Traitement statistique

Les résultats obtenus avant et après traitement sont analysés à l'aide de logiciel Xlstat , le taux de mortalité et nombres moyens des individus vivants après traitement au niveau de la serre polycarbonate sont calculés.



Chapitre IV :
Résultats et
discussion

Chapitre VI : Résultats et discussion

Les résultats sur l'efficacité de *M. anisopliae* sur la larve L3 au laboratoire e , larves de différents stades et adultes au niveau de la serre polycarbonate sont présentés.

1- Efficacité de *M. anisopliae* sur la larve de *Tuta absoluta* au laboratoire

Les résultats obtenus après pulvérisation de *M. anisoplie* au niveau du laboratoire sont significatifs . Ces résultats sont obtenus après isolement des conidies à partir d'une souche mère provenant de l'INPV (Fig. 18) , développée dans un milieu gélosé et incubée à une température de 27 C° pendant 8 jours (Fig. 18). En effet, après le 1er jour de traitement. Le pourcentage moyen de mortalité est proportionnel aux doses utilisées et au temps pendant lequel les larves sont exposées.

Le taux de mortalité est varié de 4% pour une dose de 1215 conidies/ml le premier jour à 72% après 7 jours (Fig. 19).

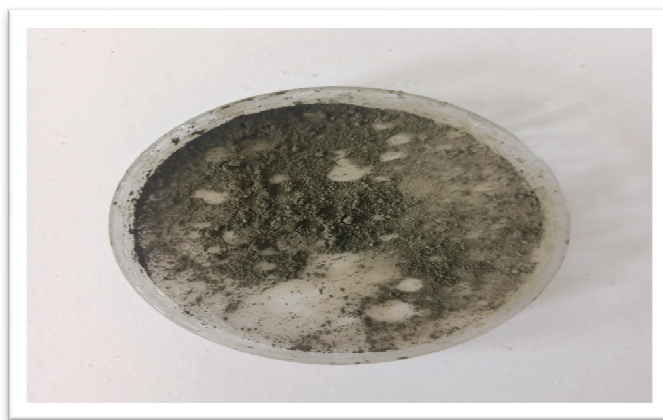


Figure 18 Souche mère de *M. anisoplie* provenant de L'INPV de Biskra

Chapitre VI : Résultats et discussion



Figure 19 Caractéristiques des colonies de *M. anisoplie* après incubation à une température de 27C° pendant 8 jours (originale 2022)

Pour la seconde concentration 4300 conidies/ml, le taux de mortalité est important, 5% pendant le premier jour et 81 % durant le septième jour d'exposition à la solution testée.

Les résultats obtenus ont été exprimés sous forme de courbes (Fig20) afin de mieux suivre les niveaux de mortalité (Fig. 20).

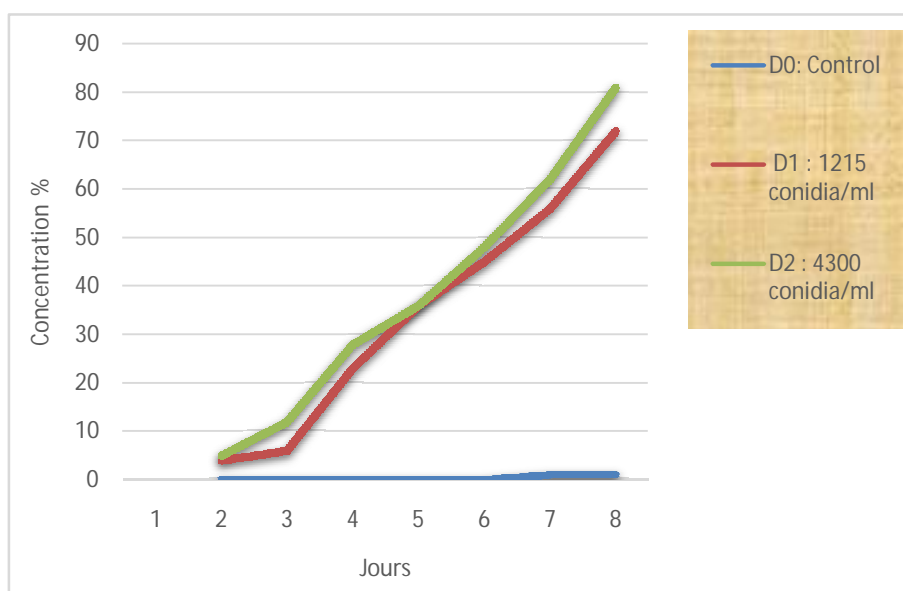


Figure 20 Taux de mortalité des larves de *Tuta absoluta* après traitement avec *M. anisoplie* au laboratoire

Les symptômes de la mycose ont été observés après la première semaine de traitement, 07 jours après. La présence de mycélium et sporulation verte externe

Chapitre VI : Résultats et discussion

couvrant totalement le tégument. Ces symptômes sont les mêmes observées par (Alves 1998).



Figure 21 : Larve de *Tuta absoluta* attaquée par le champignon entomopathogène *M. anisoplie* (originale 2022)

D'après **Rodríguez et al. (2006)** l'efficacité des entomopathogènes fongiques contre les œufs de *T. absoluta*, sont encourageantes car ils ont obtenu une mortalité de 60%. Cependant, d'autres travaux réalisés au niveau du laboratoire par Pires et al. (2010). Ont montré que les œufs étaient plus sensibles que la souche de *M. anisopliae* à une faible dose, ce qui a entraîné une infection de 95 % des œufs, avec une CL50 de $3,5 \times 10^7$ conidies par litre.

Laurici et al. , (2009) , mentionnent que, l'infection des femelles par le champignon *M. anisoplie* ne concerne pas la ponte et fécondité ; mais , il a affecté la survie de *Tuta absoluta* dont la mortalité totale est respectivement 54,2% et 37,14%.

Selon les mêmes auteurs, les œufs ont été traités avec une suspension à une concentration de 106 conidies/ml.

L'analyse au microscope électronique à balayage a montré que les processus de germination et de pénétration des conidies dans les œufs de *T. absoluta* ont commencé pendant la période de 6 heures après l'inoculation.

Chapitre VI : Résultats et discussion

2- Traitement de *Tuta absoluta* par *M. anisoplie* sous serre

Le taux de mortalité des différents stades larvaires de *Tuta absoluta* sous serre traitées par *M. anisoplie* est important. En effet, le pourcentage des larves mortes du troisième stade est élevé par rapport au premier et deuxième stade larvaire.

Par ailleurs, la comparaison entre l'effectif des adultes capturés par les pièges à phéromone sexuel après une semaine de traitement est inférieure par rapport au nombre compté avant traitement.

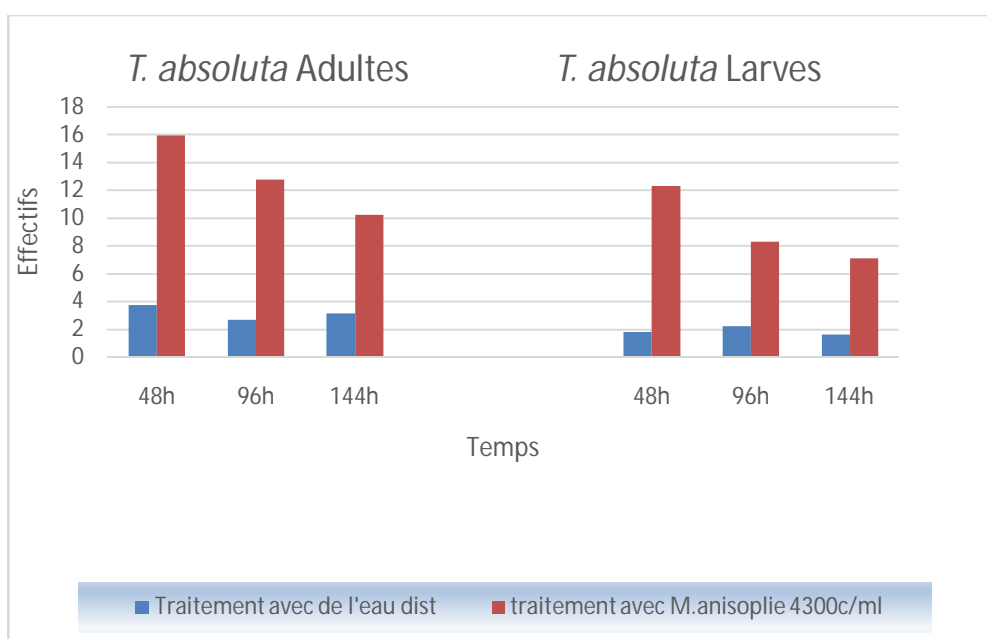


Figure 22 Taux de mortalité des larves et adultes de *Tuta absoluta* après traitement avec *M. anisoplie*

De l'analyse des résultats obtenus après traitement avec une solution de 4300 conidies par ml de *M.anisoplie*, nous pouvons dire que le nombre moyen des individus adultes morts est importante dès le premier jour.

Le nombre moyen enregistré après 48 h est de 15,99 après 48 heures. Par ailleurs, l'effectif moyen traité seulement avec de l'eau distillé le taux de mortalité est de 3,73 individus.

Chapitre VI : Résultats et discussion

D'après Ansari et al. (2008) , la réaction des populations de *T. absoluta* à un pathogène entomogène au niveau du stade nymphal est semblable aux d'autres insectes nuisibles, tels que *Frankliniella occidentalis* (Pergande).

Les mêmes remarques sont mentionnées par Garrido-Jurado et al. (2011) sur *Ceratitis capitata* et (Yousef et al.(2013) sur *Bractoceraoleae*

B. bassiana un autre agent pathogène considéré comme étant le seul contrôle des insectes nuisibles.

Ce dernier peut pénétrer directement dans l'hôte à travers leurs cuticules et offre de bonnes perspectives de la gestion des pupes de *B. zonata* dans le sol (inocula du sol) (Garrido-Jurado et al. 2011).

3-Détermination de la dose létale pour 50 % de mortalité (CL50)

La relation entre la concentration et mortalité, dose létale pour 50 % des individus de *Tuta absoluta* traité par *M. anisopliae* (DI 50) , a été déterminée avec application des concentrations fongiques testées ($2,0 \times 10^3$, $4,0 \times 10^3$, 6×10^3 , 8×10^3 conidies/ml) 72 heures après traitement.

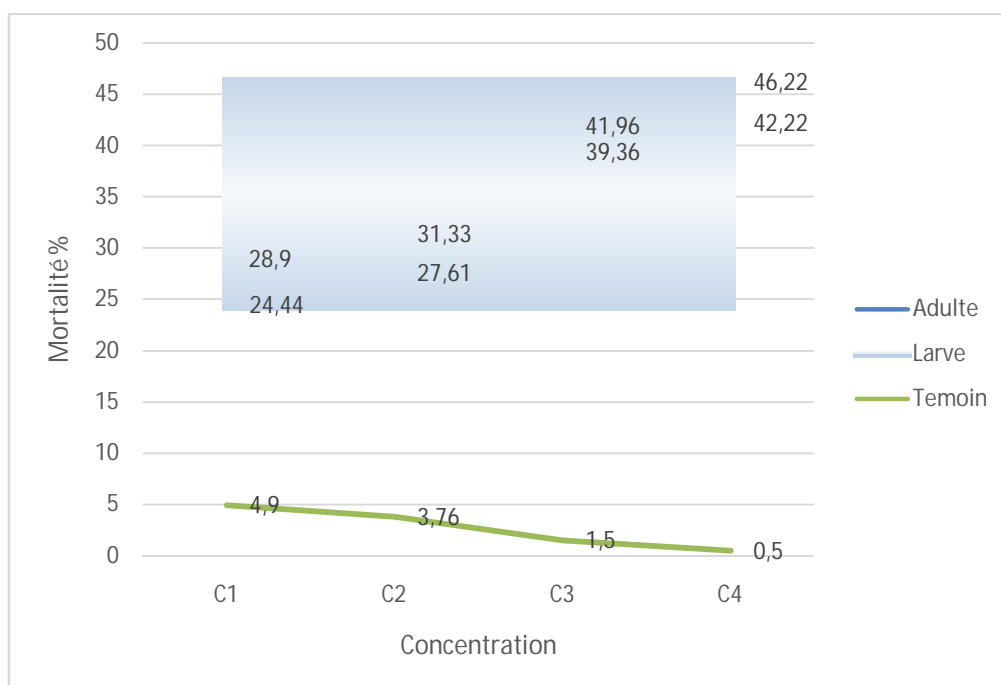


Figure 23 Détermination de la dose létale dl 50

Chapitre VI : Résultats et discussion

Les résultats obtenus montrent que la dose létale est de 46,22 % de la population des adultes avec une concentration de *M.anisoplie* de 8×10^3 conidies/ml.

Alors que, la dose létale chez les larves est de 42,22 % avec la même concentration.

La variation des taux de mortalité des larves et adultes a révélé que les adultes de *T. absoluta* sont tolérantes à l'insecticide fongique que le stade larve

Dans le même ordre, **Mahmoud (2009)** a enregistré une sensibilité assez élevée des pupes de *Bactocerazonata* vis à vis de *M. anisopliae*.

Par ailleurs, le taux de mortalité fongique des adultes est augmenté avec la concentration du champignon et l'intervalle du temps d'exposition.

Rashad et al. (2015), indiquent que, le taux de mortalité des pupes de *B. zonata* est augmenté de manière significative avec la concentration de *M. anisopliae* et *B. bassiana* durant le même temps d'exposition.

Des résultats similaires ont été enregistrés avec *Ceratitidis capitata* (Wiedemann),

Avec la même concentration et durées d'exposition différents (**Soliman et al. 2020**).

Chapitre VI : Résultats et discussion



RéféréRence

BiBli iographique

Conclusion Générale

Conclusion générale

L'étude sur l'évaluation de l'efficacité de *Metarhizium anisoplie* contre *Tuta absoluta* montre que, Le traitement au niveau du laboratoire avec deux doses différentes sont significatifs.

Après le 1^{er} jour de traitement, le pourcentage moyen de mortalité est proportionnel aux doses utilisées et au temps pendant lequel les larves sont exposées.

Le taux de mortalité est varié de 4% pour une dose de 1215 conidies/ml le premier jour à 72% après 7 jours.

Pour la seconde concentration 4300 conidies/ml, le taux de mortalité est important, 5% pendant le premier jour et 81 % durant le septième jour d'exposition.

Les symptômes de la mycose ont été observés après la première semaine de traitement, 07 jours après.

Par ailleurs, le taux de mortalité des différents stades larvaires de *Tuta absoluta* sous serre traitées par *M. anisoplie* est important.

En effet, le pourcentage des larves mortes du troisième stade est élevé par rapport au premier et deuxième stade larvaire.

La comparaison entre l'effectif des adultes capturés par les pièges à phéromone sexuel après une semaine de traitement est inférieure par rapport au nombre compté avant traitement.

Les résultats obtenus après traitement avec une solution de 4300 conidies par ml de *M. anisoplie*, indiquent que, le nombre moyen des individus adultes morts est importante dès le premier jour.

Il faut signaler que la dose létale est de 46,22 % de la population des adultes avec une concentration de *M. anisoplie* de 8×10^3 conidies/ml.

Alors que, la dose létale chez les larves est de 42,22 % avec la même concentration.

Conclusion Générale

La variation des taux de mortalité des larves et adultes a révélé que les adultes de *T. absoluta* sont tolérantes à l'insecticide fongique par rapport aux stades larvaire.

Référence bibliographique :

1. Abassi, M., Zouaoui, R., Hachani, C., & Béjaoui, Z. (2021). Réponses adaptatives à un assèchement édaphique chez 3 provenances de chêne liège (*Quercus suber*). *Botany*, 99(11), 747-761.
2. Allache, F., Bouta, Y., & Demnati, F. (2015). Population development of the tomato moth *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato in Biskra, Algeria. *Journal of Crop Protection*, 4(4), 509-517.
3. Alves, R. T., Bateman, R. P., Prior, C., & Leather, S. R. (1998). Effects of simulated solar radiation on conidial germination of *Metarhizium anisopliae* in different formulations. *Crop protection*, 17(8), 675-679.
4. Ansari, M., Shah, F. A., Gaffney, M., A., Prasad, M., & Butt, T. M. (2008). Neemseed cake enhances the efficacy of the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* for the control of black vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Biological Control*, 44(1), 111-115.
5. Arifi, I. Contribution à l'étude des plantes spontanées dans les oasis de Biskra (cas de la région de Ain ben Noui, Biskra).
6. Badaoui, M. I., Berkani, A., & Lotmani, B. (2010). Les entomopathogènes autochtones, nouvel espoir dans le contrôle biologique de *Tuta absoluta* Meyrick 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae) en Algérie. *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*.
7. Biondi, A., & Desneux, N. (2019). Special issue on *Tuta absoluta*: recent advances in management methods against the background of an ongoing worldwide invasion. *Journal of Pest Science*, 92(4), 1313-1315.
8. Biondi, A., Guedes, R. N. C., Wan, F. H., & Desneux, N. (2018). Ecology, worldwide spread, and management of the invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*: past, present, and future. *Annual review of entomology*, 63, 239-258.
9. Bischoff, J. F., Rehner, S. A., & Humber, R. A. (2009). A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. *Mycologia*, 101(4), 512-530.

Référence bibliographique

10. Blumberg, B. J., Short, S. M., & Dimopoulos, G. (2016). Employing the mosquito microflora for disease control. In Genetic control of malaria and Dengue (pp. 335-362). Academic Press.
11. BOUCHEFFA, A., & MOKHTARI, M. (2017). Mise en oeuvre d'une base de données vent ALADIN et réalisation d'une carte de régime des vents dominants en Algérie. JAMA, 1, 41-47.
12. Boumaraf, S. Bioécologie générale de la tomate *Tuta absoluta* dans la région de Biskra.
13. Caffarini, P. M., Folcia, A. M., Panzardi, S. R., & Pérez, A. (1999). Incidencia de bajos niveles de daño foliar de *Tuta absoluta* (Meyrick) en tomate. Bol. San. Veg Plagas, 25, 75-78
14. Carruthers, R. I., Feng, Z., Ramos, M. E., & Soper, R. S. (1988). The effect of solar radiation on the survival of *Entomophaga grylli* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) conidia. Journal of Invertebrate Pathology, 52(1), 154-162.
15. Chabasse, D. (2002). Les phaeohyphomycetes agents de phaeohyphomycoses: Des champignons émergents. Journal de mycologie médicale (Paris), 12(2), 65-85.
16. Chandler, D. (2017). Basic and applied research on entomopathogenic fungi. In Microbial control of insect and mite pests (pp. 69-89). Academic Press.
17. Choudar-Boussad, F., Oudjiane, A., Kaidi, N., Doumandji, S., & Oukil, S. Choix alimentaire et estimation des dégâts de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) sur trois cultures de Solanacées.
18. Cuthbertson, A. G., Mathers, J. J., Blackburn, L. F., Korycinska, A., Luo, W., Jacobson, R. J., & Northing, P. (2013). Population development of *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) under simulated UK glasshouse conditions. Insects, 4(2), 185-197.
19. DEHLIZ, A. Thèse de Doctor. 2013
20. Delvare, G., Lacordaire, A. I., & Ramel, J. M. (2011). *Necremnus artynes* (Walker, 1839)(Eulophidae), a potential beneficial for the biological control of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917).

Référence bibliographique

21. Gacemi, A., & Guenaoui, Y. (2012). Efficacy of emamectin benzoate on *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) infesting a protected tomato crop in Algeria. *Academic Journal of Entomology*, 5(1), 37-40.
22. Garrido-Jurado, I., Torrent, J., Barrón, V., Corpas, A., & Quesada-Moraga, E. (2011). Soil properties affect the availability, movement, and virulence of entomopathogenic fungiconidia against puparia of *Ceratitiscapitata* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control*, 58(3), 277-285.
23. GUENAOU, Y. (2008). Nouveau ravageur de la tomate en Algérie: Première observation de *Tuta absoluta*, mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps 2008: Végétaux du soleil. *Phytoma, la défense des végétaux*, (617), 18-19.
24. Hajek, A. E., & St Leger, R. J. (1994). Interactions between fungal pathogens and insect hosts. *Annual review of entomology*, 39(1), 293-322.
25. Johnson, D. L., Goettel, M. S., Bradley, C., Paauw, H. V. D., & Maiga, B. (1992). Field trials with the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against grasshoppers in Mali, West Africa, July 1990. In *Biological control of locusts and grasshoppers: proceedings of a workshop held at the International Institute of Tropical Agriculture, Cotonou, Republic of Benin, 29 April-1 May 1991*. (pp. 296-310). CAB International.
26. kilic, T. (2010). First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3), 243-244.
27. Kolai, N., Cherifa, A., Berkani, A., Saiah, F., & Badaoui, M. (2011). Observations on the biology of *Necremnus artynes*; new parasitoids of *Tuta absoluta* in Mostaganem (Algeria). *EPPO/IOBC/NEPPO joint international symposium on management of Tuta absoluta (Tomato Borer)*, 16–18 November 2011, Agadir, Morocco.
28. Lefort, F. *AGRONOMIE* hepia JUIN 2018.
29. MahMoud, M. F. (2009). Pathogenicity of three commercial products of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Metarhizumanisopilae* and *Lecanicillium lecanii* against adults of olive fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) in the laboratory. *Plant Protection Science*, 45(3), 98-102.

Référence bibliographique

30. Margarida, C. (2008). Sistema de informações como apoio à gestão de risco no transporte rodoviário de produtos perigosos.
31. Martins, J. C., Picanço, M. C., Bacci, L., Guedes, R. N. C., Santana, P. A., Ferreira, D. O., & Chediak, M. (2016). Life table determination of thermal requirements of the tomato borer *Tuta absoluta*. *Journal of pest science*, 89(4), 897-908.
32. Merdaci, S., & Masmoudi, A. (2020). L'apport de la télédétection pour l'estimation du coefficient cultural Kc de la culture d'orge (*Hordeum vulgare*) en région aride (Biskra Algérie). *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*, 6(3).
33. Michele, Leckie, B. (2002). Effects of *Beauveria bassiana* mycelia and metabolites incorporated into synthetic diet and fed to larval *Helicoverpa zea*; and detection of endophytic *Beauveria bassiana* in tomato plants using PCR and ITS primers.
34. MOUANE, A. (2020). Contribution à l'étude de l'écologie de l'herpétofaune du Sahara septentrional Est (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khaider-Biskra).
35. Pires, L. M., Marques, E. J., Wanderley-Teixeira, V., Teixeira, Á. A., Alves, L. C., & Alves, E. S. B. (2009). Ultrastructure of *Tuta absoluta* parasitized eggs and the reproductive potential of females after parasitism by *Metarhizium anisopliae*. *Micron*, 40(2), 255-261.
36. Ramel, J. M., & Oudard, E. (2008). *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) Éléments de reconnaissance. Fiche technique, LNPV et SRPV, Avignon, 2p.
37. Rashad, M. M., El-Heneidy, A. H., Djelouah, K., Hassan, N., & Shaira, S. A. (2015). On the pathogenicity of entomopathogens to the peach fruit fly, *Bacterocerazonata* (Saunders) (Diptera: Tephritidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25(3).
38. Razafindrakoto, C., Rakotoarisoa, H. L., Meziere, D., Razafindrakotomamonjy, A., & Ratnadass, A. (2007). Efficacité de *Metarhizium anisopliae* pour une protection biologique intégrée contre *Heteronychus plebejus* du riz pluvial en semis direct sur couverture végétale (SCV) à Madagascar. CIRAD.

Référence bibliographique

39. Rehner, S. A., & Buckley, E. (2005). A *Beauveria* phylogeny inferred from nuclear ITS and EF1- α sequences: evidence for cryptic diversification and links to *Cordyceps* teleomorphs. *Mycologia*, 97(1), 84-98.
40. Rhouma, A., Chettaoui, M., Krid, S., Elbsir, H., Msallem, M., & Triki, M. A. (2013). Evaluation of susceptibility of an olive progeny (*Picholine* x *Meski*) to olive leaf spot disease caused by *Fusicladium oleagineum*. *European Journal of Plant Pathology*, 135(1), 23-33.
41. Roberts, D. W. (1989). World picture of biological control of insects by fungi. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84, 89-100.
42. Rodríguez, M., Gerding, M., France, A., & Ceballos, R. (2009). Evaluation of *Metarhiziumanisopliae* var. *anisopliae* Qu-M845 isolate to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in laboratory and field trials. *Chil. J. Agric. Res*, 69(4), 541-547.
43. Rojas Soto, S. P. (1989). Manual no. 1: Sistema de información estadística financiera de las instituciones de educación superior universitaria estatal
44. Sabbahi, R. (2008). Utilisation du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* dans une stratégie de gestion phytosanitaire des principaux insectes ravageurs en fraiseraias (Doctoral dissertation, Université du Québec, Institut National de la Recherche Scientifique).
45. Salemkour, N., Chalabi, K., Farhi, Y., & Belhamra, M. (2012). Inventaire floristique de la région des Ziban. *Journal Algérien des Régions Arides*, 9, 10-11.
46. SEBA, M. F. (2020). Performance de la phoeniciculture dans la wilaya de Biskra.
47. Soliman, N. A., Al-amin, S. M., Mesbah, A. E., Ibrahim, A., & Mahmoud, A. (2020). Pathogenicity of three entomopathogenic fungi against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitiscapitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 1-8.
48. Starnes, R. L., Liu, C. L., & Marrone, P. G. (1993). History, use, and future of microbial insecticides. *American Entomologist*, 39(2), 83-91.
49. Storey, G. K., Gardner, W. A., & Tollner, E. W. (1989). Penetration and persistence of commercially formulated *Beauveria bassiana* conidia in soil of two tillage systems. *Environmental Entomology*, 18(5), 835-839.

Référence bibliographique

50. Vargas, C. (1970). Observations on the bionomics and
51. natural enemies of the tomato moth, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick)(Lep. Gelechiidae). *Idesia*, (1), 75-110.
52. Weiser, J. (1972). *Beauveria* Vuill. Nemoci hmyzu. Naklad. Ceskoslov. Akademie, Praha, 361-377.
53. Yousef, M., Lozano-Tovar, M. D., Garrido-Jurado, I., & Quesada-Moraga, E. (2013). Biocontrol of *Bactrocera* spp. (Diptera: Tephritidae) with *Metarhizium brunneum* and its extracts. *Journal of Economic Entomology*, 106(3), 1118-1125.
54. Zimmermann, G. (2007). Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology*, 17(9), 879-920.



Conclusion Générale

