



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 Agronomique  
Spécialité : protection végétales

Réf. :

---

Présenté et soutenu par :  
**Zellouf Ibtissem**

Le : dimanche 3 juillet 2022

## Effacité des bio pesticides naturels sur les insectes ravageurs cas de la mineuse de la tomate Tuta Absoluta

---

### Jury :

M.	Tarai Nacer	Pr	Université de Biskra	Rapporteur
M.	Hadjeb Ayoub	MAA	Université de Biskra	Examineur
M.	Achoura Amar	MCA	Université de Biskra	Président

# **Remerciements**

Avant tout, je tiens à remercier Dieu, le tout puissant. Grâce à son assistance ce mémoire a pu être réalisé.

Louange à Dieu...

Ces quelques lignes vont me permettre de remercier toutes les personnes qui m'ont beaucoup apporté au niveau scientifique mais aussi personnel.

Qu'il me soit permis d'adresser mes vifs remerciements et ma profonde reconnaissance à mon directeur de thèse : le Professeur TARAÏN. (Université de Biskra) pour la confiance qu'il a eu en moi en acceptant de diriger mon travail, malgré ses occupations multiples. Je voudrais qu'il trouve ici toute ma reconnaissance pour ses encouragements, ses conseils, ses recommandations, le temps qu'il m'a consacré et sa bienveillance.

Je remercie aussi tous le personnel de la ferme expérimentale et des laboratoires du département Science agronomique de l'Université de Biskra.

Un grand merci à nos amis de la promotion 2021-2022 de Master 2.

# Dédicace

*Je dédie ce mémoire à :*

*À ma tendresse... mon soleil... ma confiance... À toi... ma chère maman Saliha*

*À mon enseignant... mon soutien... ma force... À toi... mon cher papa Mabrouk*

*Deux Personnes exceptionnelles qui, par leur amour, leur*

*Dévouement, leur patience et leur soutien*

*Inconditionnel m'ont permis d'arriver là où je suis.*

*À mes frères : Sofiane, Khaled, Tarek et Sadek.*

*À mes chères sœurs : Affaf, Nawal et Abba.*

*Et toute ma famille.*

*Amies intimes : Fatiha, Rima, scouraya, fatma, Aicha, Abir*

*À toute personne ayant contribué et de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*À tous qui ont laissé Une empreinte de joie dans ma vie.*

*Jbtissem*

# Sommaire

**Remerciements**

**Dédicace**

**Liste de tableaux.....**

**Liste des figures.....**

**Liste d'abréviations.....**

Introduction ..... 1

**Chapitre I Généralités sur la mineuse de la tomate Tuta absoluta..... 04**

1 Définition ..... 04

2 Origine et répartition ..... 04

2.1 A l'échelle internationale..... 04

2.2 Systématique ..... 05

3 Systématique ..... 05

4 Bio-Ecologie de la mineuse T.absoluta ..... 06

5 Morphologie et description..... 06

5.1 Œufs..... 06

5.2 Chenille..... 07

5.3 Chrysalide ..... 07

5.4 Adulte ..... 08

6 Symptômes et dégâts..... 08

6.1 Sur les feuilles..... 09

6.2 Tiges ou pédoncule..... 09

6.3 Fruits..... 10

**Chapitre II Bio pesticides utilisés contre les insectes ravageurs ..... 11**

7 Extraits des plantes médicinales..... 11

7.1 Ruta graveolens ..... 11

7.1.1 Description et distribution ..... 11

7.1.2 Position systématique ..... 12

7.1.3 . Noms vernaculaires ..... 13

7.1.4 Usage de Rutagraveolens..... 13

7.2	Artemisia Herba alba.....	13
7.2.1	Origine.....	13
7.2.2	Description botanique.....	13
7.2.3	Taxonomie.....	14
7.2.4	Classification botanique d' A.herba alba.....	14
8	Pesticides microbiens.....	15
8.1	Bacillus Thuringiensis.....	15
8.1.1	Usage industrielle de B. Thuringiensis.....	15
8.2	Metarhizium anisopliae.....	16
8.2.1	Taxonomie et Classification.....	16
8.2.2	Morphologie.....	18
8.2.3	Mode d'infection.....	19
8.2.4	Production des toxines.....	20
8.2.5	Réponse immunitaire à l'infection microbienne chez l'insecte.....	21
8.3	Champignon Beauveria bassiana.....	22
8.3.1	Aspects taxonomiques.....	22
8.3.2	Morphologie.....	23
8.3.3	Mode d'action.....	23
8.3.4	Persistance de Beauveria bassiana en conditions environnementales.....	25
8.3.5	Avantages de l'utilisation de B. bassiana.....	25
Chapitre III : Matériel et méthodes.....		27
9	Objectif :.....	28
9.1	Présentation de la région d'étude.....	28
9.2	Situation géographique de la wilaya de Biskra.....	28
9.3	Facteurs climatiques.....	29
9.4	Caractéristiques physico-chimique du sol de (0-20cm).....	29
9.5	Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	30
10	Matériel et méthodes.....	30
10.1	Sur le terrain.....	30
10.1.1	Choix de la variété de tomate.....	30
10.1.2	Création de la pépinière.....	31
10.1.3	Plantation de la tomate sous serre.....	31
10.1.4	Installation des pièges à phéromone.....	32

10.1.5	Comptage des larves.....	32
10.2	Au laboratoire .....	33
10.2.1	Préparation des extraits aqueux.....	33
11	Analyse statistique .....	33
Chapitre Résultats et discussion.....		34
12	Bio écologie de la mineuse Tuta absoluta avant traitement .....	35
13	Evolution des adulte mâle ailés et larves .....	35
13.1	Evolution des adulte mâle .....	35
14	Taux de mortalité des adultes de Tuta absoluta traités avec l'extrait aqueux de Rutagraveolens .....	36
15	Efficacité de l'extrait aqueux de R. graveolens à une concentration de 10g/l .....	37
16	Efficacité de l'extrait aqueux de R. graveolens à une concentration de 30g/l .....	37
17	Efficacité de l'extrait aqueux de Ruta graveolens à une concentration de 50g/l.....	38
Conclusion.....		41
Références.....		43
Résumé		

Liste de tableaux

**Tableau 01** : Facteurs climatiques de la région de Biskra durant la période 2020 -2021.....29

**Tableau 02** : Caractéristiques physiques du sol de (0-20cm).....29

**Tableau03** : Caractéristiques chimique du sol de (0-20cm).....29

**Tableau 04** : Efficacité de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* de 10g/l contre *Tuta absoluta* après 24h. De traitement.....37

**Tableau 05** : Efficacité de l'extrait aqueux d'*Artemesia herba alba* contre les adultes De *Tuta absoluta* à une concentration de 30g/l après 24 h de traitement.....38

**Tableau 06** : Efficacité de l'extrait aqueux à une concentration de 50 g/l de *Ruta graveolens* contre la mineuse de la tomate.....38

## Liste des figures

Figure	Titre	N
Figure01	Invasions de la mineuse de la tomate à l'échelle internationale	4
Figure02	Origine d'invasion et propagation de <i>T. absoluta</i> en Algérie	5
Figure03	Œufs de <i>Tuta absoluta</i> (Ouarchene, 2019) Gx25	6
Figure04	Stades larvaires de la mineuse de tomate	7
Figure05	Stade nymphal de <i>tuta absoluta</i>	8
Figure06	Adulte ailes de <i>Tuta absoluta</i>	8
Figure07	Dégâts de <i>Tuta absoluta</i>	9
Figure08	Dégâts de la mineuse sur la tige de la tomate	9
Figure09	Dégâts de <i>Tuta absoluta</i> sur fruits de tomate	10
Figure10	Dessin de détail d'après POTTER, 1981 d'A. <i>Herba alba</i>	14
Figure11	<i>Bacillus thuringiensis</i> en phase de sporulation	16
Figure12	Observation en microscope électronique des conidiophores et des hyphes de <i>Metarhizium anisopliae</i>	17
Figure13	Aspect morphologique de <i>Metarhizium anisopliae</i>	18
Figure14	Aspect microscopique de <i>Metarhizium anisopliae</i> , a. x1600; b. x2800; c. x7000	19
Figure15	Schéma du cycle biologique des champignons entomopathogènes	20
Figure16	Insectes infectés par <i>Metarhizium anisopliae</i> (Muscardine verte)	21
Figure17	Morphologie de <i>Beuveria bassiana</i> . A -Hyphes et mycélium de <i>Beuveriabassiana</i>	24
Figure18	Limite géographique de la Wilaya de Biskra	28
Figure19	Diagramme ombrothermique de la région de Biskra	30
Figure20	Semis de la tomate sous serre	31
Figure21	La transplantation de la tomate est effectuée dans des sacs de noix de coco	31



## Liste des figures

Figure22	Installation des pièges à phéromone sous serre	32
Figure23	Filtration de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i>	33
Figure24	Evolution des individus, mâles ailés de <i>Tuta absoluta</i>	35
Figure25	Taux de mortalité des adultes et larves de <i>Tuta absoluta</i> traités avec l'extrait aqueux	36

## Liste des abréviations

**Ta** : *Tuta absoluta*

**L** : Larve

**S** : *Solanum*

**BB** : *Beauveria Bassiana*

**Bt**: *Bacillus thuringiensis*.

**Tm%** : Taux de mortalité.

**R.graveolons** : *Ruta graveolons*

**A .Herba alba** : *Artemisia Herba alba*

# **Introduction générale**

## Introduction

La tomate est une culture à cycle très court avec un rendement élevé, elle est économiquement importante.

Cette culture est inféodée aux ravageurs insectes. Parmi eux la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. (Badaouiet *al.*2011). La mineuse de la tomate est un micro lépidoptère signalé sur la tomate cultivée en Algérie depuis, 2007, de nombreux d'infestations ont été observés le long de la côte méditerranéenne en Algérie, il est difficile de donner avec précision la voie d'introduction de ce dernier (Badaouiet *al.*2011) .*Tutaabsoluta* est observé en 2006 en Espagne, en 2008 en Algérie, la mineuse de la tomate est introduite pour la première fois dans la région de Mostaganem. A travers cette région que cette espèce s'est élargie à d'autres régions du pays comme Oran, Jijel, à Alger, et à Boumerdes (D Alili et *al.* .2014).

*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) est un insecte ravageur de cultures dont la larve est capable de causer d'importants dégâts sur les plantes infestées, engendrant des pertes pouvant aller jusqu'à 100% de la culture considérée. Son hôte, principalement une Solanacée, peut aussi bien être la tomate, la pomme de terre et même certaines espèces sauvages. (Mouffok, 2016).

La lutte biologique à l'aide des bio-pesticides constitue une bonne alternative pour remédier à ce mal en minimisant les risques et maintenant ainsi la biodiversité. Les plantes spontanées et aromatiques grâce à leurs molécules bioactives sont considérées comme des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des bio-agresseurs (Baba-Aissaet *al.* 2012).

Le but de ce travail est d'évaluer l'efficacité de Rue, *Ruta graveolens* vis-à-vis de la mineuse de la tomate *T. absoluta*. Comme moyen de lutte respectueux de l'environnement et de la santé humaine.

Ce travail est présenté comme suit :

La partie théorique est composée de deux chapitres : le première chapitre est une généralité sur la mineuse de tomate ; le deuxième chapitre est un aperçu sur les bio pesticides et leurs rôles dans la lutte biologique contre les insectes ravageurs.

La partie pratique est subdivisée en deux chapitres : le premier présente le matériel et méthodes utilisées durant la période d'échantillonnage et le deuxième comporte les résultats et discussion.

**Première partie**

**Partie Bibliographique**

# Chapitre I

**Généralités sur la mineuse de la tomate**

*Tuta absoluta*

## Chapitre I Généralités sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

### 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 Absoluta*.

### 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.

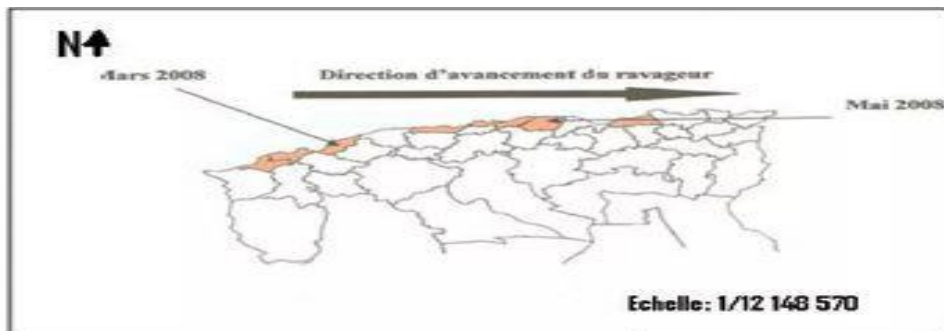
En 2006. Elle a été détectée en Espagne dans la province de Castillo. En 2008. *T.absoluta* a été identifiée dans plusieurs autres pays Européens (Sud de la France et l'Italie) et Méditerranéens (Maroc, Algérie et Tunisie). En 2009. Elle a été observée en Grande-Bretagne, Pays-Bas. Albanie. Suisse. Portugal. Malte et au nord de la France. Cet insecte se propage très rapidement (ANONYME<sub>3</sub>, 2008) Plus récemment. Il a été identifié par Kilic (2010) (fig. 01).



**Figure 1 :** Invasions de la mineuse de la tomate à l'échelle internationale (Biondi et al. 2018)

## 2.2 Systématique

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 Hassi Bounif (près d'Oran). La direction d'avancement du ravageur à travers le territoire national est illustrée dans la carte ci-dessous (fig.2)



**Figure02** : Origine d'invasion et propagation de *T.absoluta* en Algérie (Anonyme<sup>3</sup>, 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*.

**Espèce :** *T. absoluta* Meyrick.

#### 4 Bio-Écologie de la mineuse *T.absoluta*

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 (Meyrick, 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).

##### 5.1 Œufs

Les œufs sont de petite 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. 03)



**Figure 3 :** Œufs de *Tuta absoluta* (Ouarchene, 2019) Gx25

## 5.2 Chenille

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

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 4 :** Stades larvaires de la mineuse de tomate (Ouarchene,2019)

## 5.3 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 5** : Stade nymphal de *tuta absoluta* (Ouarchene, 2019)

#### 5.4 Adulte

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 cachés durant les heures de la journée (OPPE. 2005).



**Figure 6** : 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).

## Généralité sur la mineuse de la tomate *tuta absoluta*

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 laissant subsister que l'épiderme de la feuille à sa surface extérieure. Elles dévorent chacune entre 2 à 3 cm<sup>2</sup> de parenchyme. Par la suite. Les folioles attaquées se nécrosent entièrement (Caffarini, 1999 : Ramel et Oudard, 2008).



**Figure 07 :** Dégâts de *Tuta absoluta* (Original ; 2022)

### 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 8:** 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 9:**Dégâts de *Tuta absoluta* sur fruits de tomate (**Originale2022**)

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

# **Chapitre II**

**Bio pesticides utilisés contre les insectes  
ravageurs**

### Chapitre II Bio pesticides utilisés contre les insectes ravageurs

#### 7 Extraits des plantes médicinales

##### 7.1. *Ruta graveolens*

###### 7.1.1. Description et distribution

*Ruta* vient du grec *rhyté* qui signifie sauvé, prévenir, ou de *reo* qui signifie coule faisant certainement référence à ses vertus emménagogues : *graveolens* vient du latin *gravis* qui signifie fort et du verbe *olere* qui veut dire sentir, donc odeur forte et désagréable (Doerper, 2008). Appelée aussi rue-officinale, rue-puante, rue fétide, rue des jardins, et également péganion (Le moine, 2001). Ainsi, cette espèce est appelée vulgairement Fidj en (Abdel basset et *al*, 2008).

Les fleurs et le feuillage aromatiques sont le principal attrait de cette plante. Mioulane, (2004) mentionne qu'il s'agit d'un sous-arbrisseau très ramifié. La floraison s'étend de mai à aout. Ses fleurs regroupées en corymbe. Sont composées de 4 à 5 pétales jaunes verdâtres soudés à la base, du même nombre de sépales et de 8- 10 étamines. La plante est hermaphrodite et entomogame (Doerper, 2008). Selon Bernard (2007) et Zhila et *al*. (2008), les fruits sont des follicules à graines noires.

###### 7.1.2. Position systématique

- **Règne** :Plantae
- **Sous règne** :Tracheobionta
- **Super division** :Spermatophyta
- **Division** :Magnoliophyta
- **Classe** :Magnoliopsida
- **Sous classe** :Rosidae
- **Ordre** :Sapindales
- **Famille** :Rutaceae
- **Genre** :Ruta
- **Espèce** :*Rutagraveolens*.

### 7.1.3. . Noms vernaculaires

✓ En Algérie : Figel

✓ Français : Rue

### 7.1.4. Usage de *Ruta graveolens*

La rue est utilisée comme contre l'angine de gorge, et gonflement de la rate, pour soigner les blessures, pour tous les problèmes liés à la circulation sanguine, tels que les varices, les œdèmes, les complications de la phlébite, fragilité capillaire, la goutte. (Attou, 2011).

*Ruta graveolens* est utilisée contre *Myzus persicae* (Haddad., 2017), antimicrobienne (Bayoud et al., 2007), antifongiques (Shabir et al., 2012). Ben Chaaban et al (2019) ont signalé que les huiles essentielles de *Rutagraveolens* étaient toxiques contre *Ephesiakuehniella*.

## 7.2. *Artemisia Herba alba*

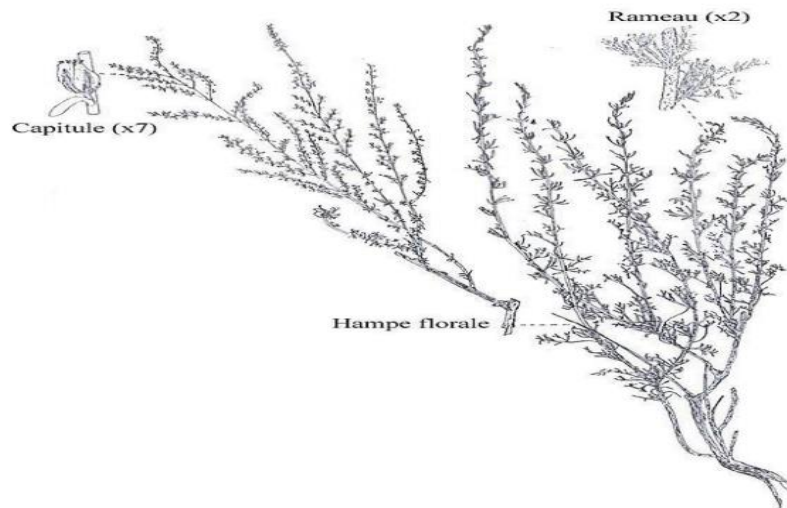
### 7.2.1. Origine

*Artemisia* est le nom de guerre des armoises. Il provient de celui de la déesse grecque de la chasse Artémis, la diane des romains, patronne des vierges à cause des bienfaits de cette herbe. *Herba alba* signifie herbe blanche.

### 7.2.2. Description botanique

*Artemisia Herba alba* est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées, de 30 à 50 cm, très feuillées avec une souche épaisse. Les feuilles sont petites, blanches et laineuses avec un aspect argenté. Les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petites et ovoïdes de 1,5 à 3 mm de diamètre (Bezzal, 2010).





**Figure 10:** Dessin de détail d'après POTTER, 1981 d'A. Herba alba

### 7.2.3. Taxonomie

*A. herba-alba* (Shih) fait partie de la famille des Astéracées (asteraceae) ou Composées (Compositae). C'est la famille la plus large des plantes à fleurs qui comprend près de 23 000 espèces réparties en 1535 genres formant approximativement 10% de la flore du monde (Pottier, 1981). Les espèces du genre *Artemisia* les plus célèbres sont : *Artemisia abaensis*, *Artemisia absinthium* L., *Artemisia adamsii*, *Artemisia alba turra*, *Artemisia annua* L., *Artemisia arborescens* L., *Artemisia atratam*, *Artemisia biennis* Willd., *Artemisia caerulescens* L., *Artemisia campestris* L., *Artemisia capillaris* Thunb., *Artemisia achamaemelifolia* Vill., *Artemisia incana*, *Artemisia dracunculoides* L., *Artemisia eriantha* Ten., *Artemisia genipi* Weber, *Artemisia lachialis* L., *Artemisia herba-alba* Asso, *Artemisia insipida* Vill., *Artemisia ludoviciana* Nutt., *Artemisia maritima* L., *Artemisia molinieri*, *Artemisia pontica* L., *Artemisia tridentata*, *Artemisia umbelliformis* Lam., *Artemisia vallesiaca* All., *Artemisia verlotiorum* Lamotte, *Artemisia vulgaris* (Vallès et Arthur., 2001 ; Mohamed et al., 2010).

### 7.2.4. Classification botanique d'*A. herba alba*

**Règne** *Plantae*

**Sous-règne** *Tracheobionta*

**Super-division** *Spermatophyta*

<b>Division</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Sous-classe</b>	<i>Asteridae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Asterales</i>
<b>Famille</b>	<i>Asteraceae</i>
<b>Sous-famille</b>	<i>Asteroideae</i>
<b>Tribu</b>	<i>Anthemideae</i>
<b>Sous-tribus</b>	<i>Artemisiinae</i>
<b>Genre</b>	<i>Artemisia L.</i>
<b>Sous-Genre</b>	<i>Seriphidium</i>
<b>Espèce</b>	<i>Artemisia herba-alba</i>
	<i>Asso</i>

## 8 Pesticides microbiens

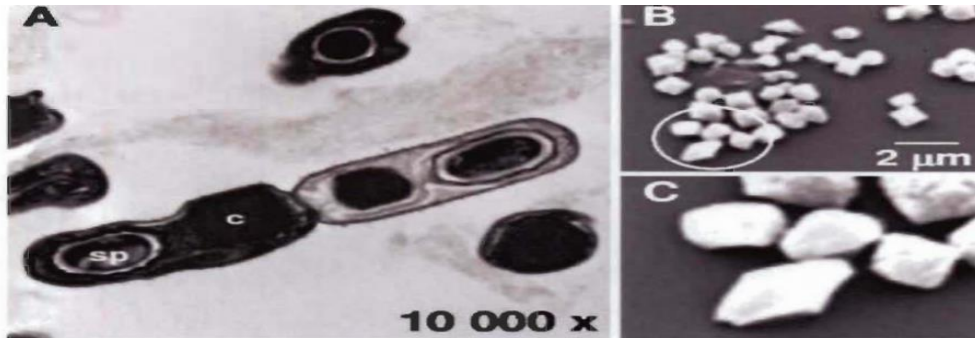
### 8.1. *Bacillus Thuringiensis*

#### 8.1.1. Usage industrielle de *B. Thuringiensis*

L'activité insecticide de *Bacillus thuringiensis* est exprimée par la production de de protéines, pendant la phase de sporulation. Ces protéines connues sous le nom de delta-endotoxine Porcar Met al. (2003). Il existe deux types de delta-endotoxines: les Cry (cristal delta-endotoxines) et les Cy(cytolysines) Crickmore N, et al. (1998).

D'après Hofte et Whiteley ont défini quatre classes de gènes Cry et deux classes de gènes Cyt en 1998 Ito A, et al. (2004). les toxines Cry se lient à des récepteurs spécifiques tandis que les toxines Cyt n'ont pas de récepteurs spécifiques. Les toxines Cry I et Cry II sont actives contre les Lépidoptères, Cry II et Cry IV contre les Diptères et Cry III contre les Coléoptères. D'autre part, les

toxines Cyt sont actives contre les Diptères et les Coléoptères Ito A, et al. (2004). cependant leur activité est inférieure à celle des toxines Cry Chang C, et al. (1993).



**Figure 11** (A) *Bacillus thuringiensis* en phase de sporulation. (B) Cristaux purifiés de Bt au microscope électronique à balayage. (C) Morphologie des cristaux de Bt au fort grossissement (x 3.6). (Swiecicka 1 et al. 2007)

### 8.2. *Metarhizium anisopliae*

*Metarhizium anisopliae* était le premier pathogène utilisé délibérément pour le contrôle des insectes ravageurs par le Russe Eli Metchinnicoff (le père de la lutte microbiologique) dans les années 80. Il a été isolé et identifié sur la paille de céréale près d'Odessa en Ukraine sous le nom *Anisopliae austria* ou il l'a nommé Entomophthoraanisopliae. En 1883 Sorokin assigna ce champignon à la muscardine verte au genre *Metarhizium*. Depuis il est connu sous le nom de *Metarhizium anisopliae*.

#### 8.2.1. Taxonomie et Classification

La classification de *Metarhizium anisopliae* a été sujette à plusieurs révisions au cours des dernières années. Par le passé, l'espèce a été classée principalement sous la division des Deutéromycètes, dans la classe des Hyphomycètes. Les membres de cette sous-division ayant comme spécificité le fait de ne jamais produire, ou très rarement, des spores sexuées.

Cette classe est en fait caractérisée par la présence de formes mycéliennes portant des spores asexuées, appelées conidies, engendrées sur des cellules conidiogènes spécialisées. Par contre, à l'heure actuelle, la plupart des mycologistes n'acceptent plus les Deuteromycota et ses sous-classes comme formant un assemblage taxonomique. Plusieurs espèces de champignons ont été associées avec des membres de la division des Ascomycota sur une base d'homologie d'ADN, dont l'espèce

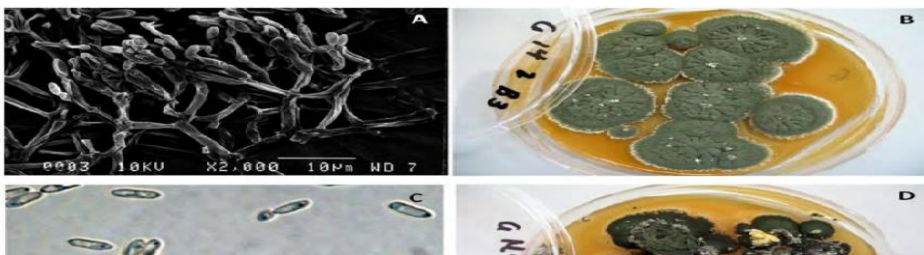
## Bio pesticides utilisés contre les insectes ravageurs

*M.anisopliae* (Inglis et al., 2001). Cette espèce fait dès lors partie du règne des Mycota, de la division des Ascomycota et de l'ordre des Hypocreales.

La classification de ce genre à été basée sur des caractères morphologiques des cellules et des conidies, et comme ces caractéristiques sont assez limitées elles ont compliqué la taxonomie. (Bidochka et Small, 2005).

- Règne : *Fungi*
- Embranchement : *Dikarya*
- Sous-embranchement : *Ascomycota*
- Classe : *Pezizomycotina*
- Ordre : *Hypocreales*
- Famille : *Clavicipitaceae*
- Genre : *Metarhizium*
- Espèce : *Metarhiziumanisopliae*

La première révision de ce genre a été faite par Tulloch (1976), où il a utilisé les caractéristiques morphologiques des conidies pour distinguer entre deux formes de *Metarhizium* ; à savoir *Metarhizium flavoviride* et *Metarhizium anisopliae* (Figure14). Ce dernier a été subdivisé en deux variétés ; *Metarhiziumanisopliae* var *anisopliae* et *Metarhiziumanisopliae* var *majus*



**Figure12 :** (A) Observation en microscope électronique des conidiophores et des hyphes de

## Bio pesticides utilisés contre les insectes ravageurs

*Metarhizium anisopliae* (B) Culture de *M. anisopliae* sur Sauboraud dextrose agar (SDA) à 25 °C , (C) Aspect microscopique des Conidies de *M. flavoviride* (X100) (D) Culture de *M. flavoviride* sur Sauboraud dextrose agar (SDA) à 25°C. Photo Credits: (A) Fumio Ihara, National Institute of Fruit Tree Science, Japan. (B, D) T. Goble, Rhodes University, South Africa. (C) Dan Johnson, University of Lethbridge, Canada.

### 8.2.2. Morphologie

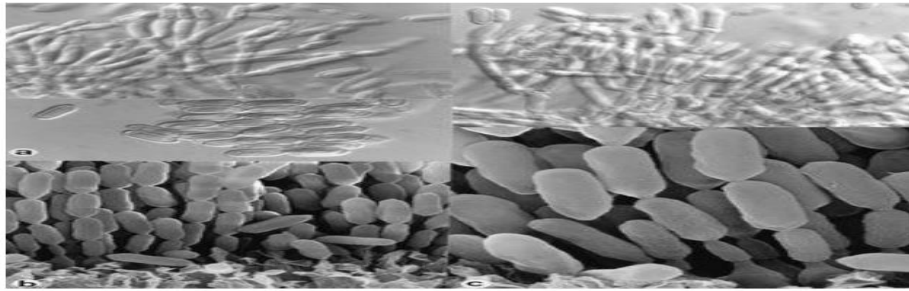
Les caractéristiques taxonomiques dominantes sont les traits morphologiques des structures de sporulation.

Le genre *Metarhizium* est défini par l'agencement des chaînes porteuses de phialides, des colonies de conidies cylindriques ou légèrement ovotides, sèches et généralement de couleur verte. Les colonies sont formées d'une agrégation de ces chaînes conidiennes (Zimmerman, 2007). *Metarhizium anisopliae* apparaît blanc lorsqu'il est jeune et il devient vert foncé après la maturation des spores (Fig.13).



**Figure 13:** Aspect morphologique de *Metarhizium anisopliae* (Ihara et al., 2001)

Cette espèce est caractérisée par des conidiophores de longueur variable, sont relativement courts, irrégulièrement ramifiés ou non et arrangés en groupes compacts formant une masse de spores, les spores étant allongées avec des côtés parallèles (Bischoff et al., 2009).



**Figure14:** Aspect microscopique de *Metarhizium anisopliae*, a. x1600; b. x2800; c. x7000(Bischoff et al., 2009)

### 8.2.3. Mode d'infection

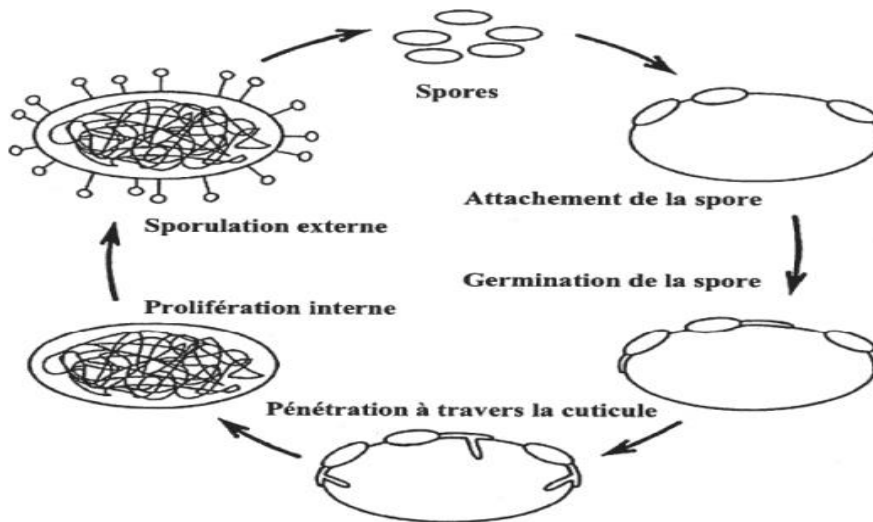
Généralement, les champignons entomopathogènes tuent ou réduisent la vigueur des hôtes qu'ils infectent. Ces ennemis naturels sont plus efficaces lorsque l'insecte ciblé est préalablement affaibli par un autre facteur comme un stress nutritif. Compte tenu de leur mode de transmission et de leurs besoins abiotiques. Aussi, ils sont généralement très efficaces lorsque la densité des populations d'insectes ciblés est très élevée. Quoi qu'il en soit, le système immunitaire des insectes peut fortement influencer la pathogénicité de ces ennemis naturels.

La cuticule de l'insecte est une barrière structurellement et chimiquement complexe pour la pénétration du champignon. L'épicuticule contient une protéine stable au phénol et est couverte d'une couche cireuse contenant des acides gras, des lipides et des stérols (Andersen, 1979). La procuticule contient de nombreuses fibrilles de chitine enfouies dans une matrice protéinique. Celle-ci peut représenter jusqu'à 70 % du poids sec de la cuticule.

Contrairement aux autres microorganismes (virus, bactéries, nématodes, protozoaires) où l'infection de l'hôte découle de leur ingestion obligatoire, les champignons peuvent infecter les insectes par pénétration directe à travers la cuticule (Clarkson et Charnley 1996). Au contact de la cuticule de l'insecte, la spore, l'unité infectieuse du champignon, germe et pénètre au travers du tégument en combinant des pressions mécaniques et enzymatiques (St Leger, 1993).

Le champignon croît rapidement dans l'hémocoel. Les insectes susceptibles au champignon meurent généralement dans un délai de 3 à 10 jours. Quand l'insecte meurt, le champignon entre dans un stade hyphal, colonise les organes internes puis sporule à la surface de l'insecte. Le cycle

infectieux est généralement le même pour tous les champignons entomopathogènes. Le processus de pénétration est l'étape la plus importante de la pathogénèse (Ferron et al., 1993). Le mode d'infection des champignons entomopathogènes se divise en quatre étapes distinctes: l'adhésion, la germination, la pénétration et la dissémination (Fig 15).



**Figure15.** Schéma du cycle biologique des champignons entomopathogènes

(Ferron et al. 1993).

### 8.2.4. Production des toxines

Une fois que le champignon atteint l'hémocoel, il entame la production d'hyphes qui circuleront à travers l'hémolymphe pour ce faire le champignon doit surmonter les mécanismes immunitaires de l'hôte. L'espèce *Metarhizium anisopliae* produit des composés toxiques non enzymatiques tels que les Destruxines (DTX) et les cytochalasmes qui lui permettent de surmonter les mécanismes de défense de l'hôte et de proliférer (Inglis et al., 2001). Les toxines ont des effets divers sur différents tissus d'insectes. Les DTX dépolarisent la membrane du muscle de l'insecte en activant les canaux calcium. En outre la fonction des hémocytes d'insectes peut être empêchée par les DTX (Bradfish, 1990). Sous les conditions optimales la mort de l'insecte survient normalement entre 3 à 5 jours à partir du moment de l'infection.

Une fois l'insecte meurt, l'espèce produit un antibiotique : l'oosporine qui lui permet de surmonter la compétition des bactéries saprophytes dans le tube intestinal de l'insecte (Inglis et al., 2001). Le champignon entame alors une phase saprophytique. Les spores sont produites par les conidiophores

## Bio pesticides utilisés contre les insectes ravageurs

qui émergent du cadavre, préférentiellement au niveau inter segmentaire si les conditions environnementales sont adéquates. Le cadavre est alors couvert par un feutrage mycélien vert nommé Muscardine constitué d'hyphes et de conidiophores portant des conidies (Fig 16). La phase saprophytique ne dépend pas de l'humidité relative par contre elle est influencée par la température (Ferron, 1977).



**Figure16.** Insectes infectés par *Metarhizium anisopliae* (Muscardine verte)

(Boucias et Pendland , 1998).

### 8.2.5. Réponse immunitaire à l'infection microbienne chez l'insecte

Les insectes fournissent un exemple particulier d'une immunité naturelle, dite non spécifique, qui n'implique pas les lymphocytes et les anticorps comme chez les mammifères (Fugita, 2002 ; Hoffmann et Reichhart, 2002). Afin d'empêcher l'invasion par les agents pathogènes, les insectes ont développé, au cours de leur évolution, différents mécanismes de défense. D'ailleurs, la colonisation de l'hémocoel est strictement dépendante de l'aptitude de l'agent infectieux à surmonter les mécanismes immunitaires de défense de l'insecte (Ferron et al., 1993).

L'arsenal défensif des insectes est constitué de barrières structurelles passives comme la cuticule. Le tégument chitineux de l'insecte constitue donc une barrière primaire efficace contre l'invasion par la majorité des micro-organismes. En absence de blessure, La principale voie d'infection des insectes par les bactéries, les virus et les parasites, est le tube alimentaire. Cependant, comme marqué précédemment, les champignons entomopathogènes ont l'habilité de pénétrer à travers la cuticule pour établir l'infection.



## Bio pesticides utilisés contre les insectes ravageurs

En plus des barrières passives, il existe une cascade de réponses actives lorsque les pathogènes ont atteint l'hémocoel de l'insecte (Hoffmann et Reichhart, 2002). Ces réponses actives incluent la mélanisation, les réactions cellulaires (ex. phagocytose, encapsulation), les réactions humorales (ex. phénoloxidase, lectines) et la production des inhibiteurs de protéases (Gillespie et al., 2000). Les antigènes microbiens sont reconnus par le système immunitaire naturel de l'insecte grâce à des unités répétitives constituées de polysaccharides trouvés dans les glycoprotéines de la surface microbienne.

### 8.3. Champignon *Beauveria bassiana*

#### 8.3.1. Aspects taxonomiques

Le champignon *B. bassiana* est un mycète filamenteux naturel initialement décrit par Beauverie en 1911 sous le nom de *Botrytis bassiana*. Le genre a été établi par Veullemin (1912) et appartient à la classe des deutéromycètes et à l'ordre des hyphomycètes. En effet, on regroupe sous le nom des hyphomycètes plus de 1000 espèces appartenant à plus de 1800 genres (Subramanian, 1983).

L'identification des hyphomycètes est principalement basée sur la morphologie, l'arrangement, la pigmentation et la texture externe des conidies. Du point de vue systématique, les deux systèmes de classification des hyphomycètes sont celui de Saccardo établi en 1886 et qui est basé sur la morphologie et la pigmentation des conidies et conidiophores; et celui de Hughes décrite en 1953 qui s'appuie sur le développement et la morphologie considérant la pigmentation et la répartition des conidies comme des caractères secondaires. Les espèces sont essentiellement instables et sont définies de diverses manières selon leur intérêt pour différents aspects de leur variation. D'ailleurs, des chercheurs sont intéressés par la morphologie des mycètes, d'autres par la variation génétique. En effet, selon cet auteur, les caractéristiques des hyphomycètes peuvent varier en fonction des conditions de croissance et de maturité.

Ainsi, Tai bot (1971)" a donc reclassé toutes les espèces du genre *Tolypocladium* comme des synonymes de *Beauveria*. Cependant, les profils d'utilisation de 49 hydrates de carbone en se basant sur les tests biochimiques API 50 CH, ont été utilisés par Todorova et al., (1998) afin d'identifier et distinguer 75 souches des genres *Beauveria* et *Tolypocladium*. Ces tests ont montré que *Beauveria* et *Tolypocladium* sont deux genres distincts. Plusieurs études basées sur des techniques de biologie moléculaire permettent de classer les isolats fongiques de leurs profils génétiques.

Des recherches ont été réalisées afin de mettre en évidence les variations génétiques entre les isolats de *B. bassiana*. Pfeifer et Khachatourians (1993) ainsi que Viaud et al. (1996) ont démontré des

différences significatives entre les ADN des différents isolats. Une analyse phylogénétique a révélé que l'espèce anamorphe de *B. bassiana* était plus proche des pyrénomycètes que des plectomycètes de type ascomycètes. Ceci était inattendu d'après les comparaisons antérieures des réarrangements de gènes chez les champignons filamenteux (Hegedus et al. 1998). Une étude récente a montré des variations des profils de l'ADN plamidiqes de différents isolats de *B. bassiana* (Sabbahi, Guertin et Merzouki, communication personnelle).

### 8.3.2. Morphologie

Le champignon *B. bassiana* est une espèce fréquemment retrouvée dans les sols du monde entier. Ce champignon forme des hyphes transparents et septaux de 3,5  $\mu$ m de diamètre (figure 1.3 A). Cette espèce produit des colonies cotonneuses de couleur blanchâtre à jaunâtre. Le genre est caractérisé par un conidiophore à base renflée et à extrémité terminale en zigzag formant de façon sympodiale de petites spores unicellulaires. Le conidiophore continue de croître après avoir donné naissance aux spores et chaque spore laisse une cicatrice en relief (aspect denticulé). Les bouquets de conidiospores donnent un aspect en "fausse tête". On distingue deux types de spores selon la présence ou l'absence d'oxygène: les conidiospores formées en présence d'air et les blastospores en condition d'anaérobie. Les conidiospores prennent une forme sphérique ou ovale tandis que les blastospores sont uniquement ovales. Les deux types de spores peuvent avoir le même effet pathogène sur les insectes infectés (Weiser, 1972 et Lipa, 1975).

### 8.3.3. Mode d'action

Le champignon *B. bassiana* infecte l'insecte par contact et n'a pas besoin d'être ingéré par son hôte pour causer l'infection. En général, le processus d'infection de *B. bassiana* est divisé en quatre phases distinctes soit les phases d'adhésion, de germination, de différenciation et de pénétration.

La phase d'adhésion constitue la première étape du processus d'infection. Elle se déclenche par un mécanisme de reconnaissance et de compatibilité des conidies avec le tégument de l'insecte. Ce phénomène peut être déclenché par des polysaccharides fongiques extra-cellulaires, des lectines et des enzymes extracellulaires (Boucias et Pendland, 1991).

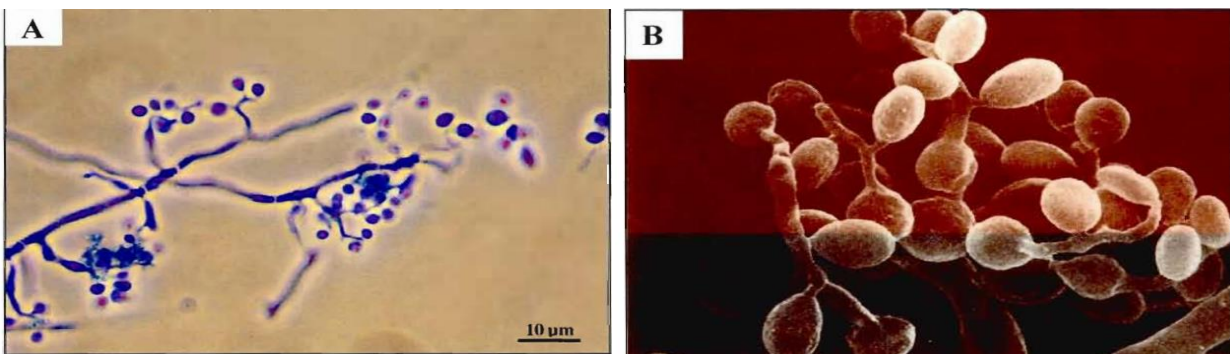
La phase de germination dépend des conditions environnementales et également de la physiologie de l'hôte (composition biochimique de la cuticule) qui peut favoriser ou inhiber la germination

## Bio pesticides utilisés contre les insectes ravageurs

(Ferron, et al. 1991). Il a été démontré que la germination des spores était affectée par des lipides épicuticulaires et les acides gras (Boucias et Pendland, 1991).

La phase de différenciation est une phase importante dans le processus d'infection. Au cours de cette phase, la spore germée produit une structure appressoriale, qui sert de point d'ancrage et de ramollissement de la cuticule ce qui a pour effet de favoriser la pénétration de la spore. La production des appressorias est dépendante de la valeur nutritive de la cuticule de l'hôte (Magalhaes et al. 1989).

Finalement, la phase de pénétration consiste à la pénétration du microchampignon dans l'hôte à travers les orifices naturels, la cuticule ou par ingestion. En général, la cuticule de l'insecte est une barrière structurellement et chimiquement complexe pour la pénétration du champignon. L'épicuticule contient une protéine stable au phénol et est couverte d'une couche cireuse contenant des acides gras, des lipides et des stérols (Andersen, 1979). La procuticule contient de nombreuses fibrilles de chitine enfouies dans une matrice protéinique. Celle-ci peut représenter jusqu'à 70% du poids sec de la cuticule.



**Figure 17.** Morphologie de *Beauveria bassiana*. A -Hyphes et mycélium de Beauveria bassiana (Par David Ellis, source: [http://www.mycology.adelaide.edu.au/..../beauveria\\_l.gif](http://www.mycology.adelaide.edu.au/..../beauveria_l.gif)); B - Spores de *B. bassiana*: Unités infectieuses (Par John Bisselt Source : [http://www.vertigo.uqam.ca/.../beauveria\\_bassiana\\_1.jpg](http://www.vertigo.uqam.ca/.../beauveria_bassiana_1.jpg)).

La complexité de la cuticule, que les champignons entomopathogènes aient besoin d'une série d'enzymes hydrolytiques pour assurer la pénétration cuticulaire et fournir la nourriture nécessaire à la croissance. On connaît surtout la protéase. Cette enzyme a une forte activité sur la cuticule des insectes et est la protéine prédominante produite pendant la formation de l'appressorium (St Léger et al. 1993).

## Bio pesticides utilisés contre les insectes ravageurs

Lorsque j'insecte meurt, le champignon sécrète un antibiotique, l'oosporine, qui lui permet de surmonter la compétition des bactéries intestinales. Il s'ensuit une momification du cadavre transformé en sclérote, phase nommée saprophyte.

### 8.3.4. Persistance de *Beauveria bassiana* en conditions environnementales

La description et la quantification de la persistance environnementale des entomopathogènes ainsi que les causes de la variation de cette persistance ont été étudiées pendant plusieurs décennies. La survie des conidies de *B. bassiana* diminue dans le sol dans les deux mois suivants leur application au champ (Grodén et Lockwood, 1991). Alors que dans la littérature, il est rapporté que les conidies de *B. bassiana* sur les feuilles ont un temps de survie court ne dépassant pas une semaine (Daoust et Pereira, 1986a).

En effet, les données d'une expérience réalisée dans un champ de coton indiquent que les conidies de *B. bassiana* peuvent persister et affecter *L. lineolaris* durant 24 à 96 heures (Steinkraus et Tugwell, 1997).

Par contre, une étude a démontré que l'isolat MK 2001 de *B. bassiana* peut persister et infecter les adultes de *L. lineolaris* jusqu'à 26 jours en champs (Kouassi et al., 2002). De façon générale, la viabilité des conidies de plusieurs espèces fongiques est fortement affectée par des facteurs biotiques et abiotiques, ce qui entraîne une distribution spatiale sporadique lors des applications au champ. Pour compenser cette mortalité, beaucoup d'espèces produisent de grandes quantités de spores contagieuses et/ou forment des structures adaptatives modifiées telles que des hyphes résistants, des chlamydospores, des spores de repos, de la sclérotite et des conidies macrocycliques, afin de survivre (Pendland, 1982).

### 8.3.5. Avantages de l'utilisation de *B. bassiana*

L'exploitation directe d'organismes vivants afin d'éliminer les ravageurs nécessite une compréhension des mécanismes d'interaction entre l'agent entomopathogène et l'insecte nuisible visé. En effet, la pathogénicité de l'inoculum sporal et la spécificité de l'hôte sont deux paramètres importants dans le choix de l'isolat fongique. Le microchampignon *B. bassiana* s'avère être un agent de lutte intéressant puisqu'il possède l'avantage, par rapport aux autres microorganismes pathogènes, d'infecter l'hôte sans être ingéré. Ce qui peut rendre les différents stades de développement de l'hôte sensibles à ce biopesticide. Cette caractéristique fait aussi en sorte que ce mycète peut être

## Bio pesticides utilisés contre les insectes ravageurs

efficace contre les insectes piqueurs-suceurs qui sont relativement peu exposés à l'infection par des spores déposées sur le feuillage des plantes (Wraight et Roberts, 1987). Les espèces de champignon du genre *Beauveria* ont un intérêt agronomique considérable dans la lutte biologique contre les ravageurs de cultures et font donc l'objet d'études de plus en plus poussées.

En outre, la persistance des conidies dans le sol peut assurer un contrôle à long terme en provoquant la mycose sur les générations suivantes de l'hôte (Gaugler et Lashomb, 1989). Au niveau de la biosécurité, plusieurs études ont prouvé que ce mycète n'est pas dangereux pour les vertébrés (Faria et Wraight, 2001).

Le champignon *B. bassiana*, comme la plupart des microchampignons entomopathogènes, peut être produit en masse et peut être appliqué avec les méthodes conventionnelles (Faria et Wraight, 2001). La production de ce champignon entomopathogène peut s'effectuer de diverses façons: une méthode simple consiste à faire croître ce champignon dans des sacs de plastique en utilisant comme milieu nutritif du riz stérile, de blé ou autres céréales. La croissance peut également se faire en fermentation liquide sur des milieux bien définis ou en fermentation semi-solide. Actuellement, plusieurs préparations à base de champignons entomopathogènes sont commercialisées. En France, deux insecticides biologiques à base fongique, l'Ostrinil (composé de spores de *B. bassiana* et destiné à la lutte contre la pyrale du maïs) et le Bétel (préparation composée de *B. brongniartii* et qui permet de lutter contre le ver blanc de la canne à sucre), ont été récemment homologués.

# **Chapitre III**

## **Matériel et méthodes**

### Chapitre III : Matériel et méthodes

#### 9 Objectif

L'objectif principal de cette étude est l'amélioration et développement des différentes techniques de lutte biologique contre la mineuse de la tomate cultivée sous serre.

La présentation de la région d'étude, matériels et méthodes utilisées durant la période d'échantillonnage, 2021- 2022 sont présentées.

#### 9.1 Présentation de la région d'étude

#### 9.2 Situation géographique de la wilaya de Biskra

La station expérimentale de l'Université de Biskra située au niveau de la ville de Biskra a une altitude de 87 m. En effet, la distance entre la ville de Biskra et Alger est de 400km environ. Biskra, la capitale des Ziban est situé à 115 Km au sud-est de Batna, à 222 km au nord de Touggourt.

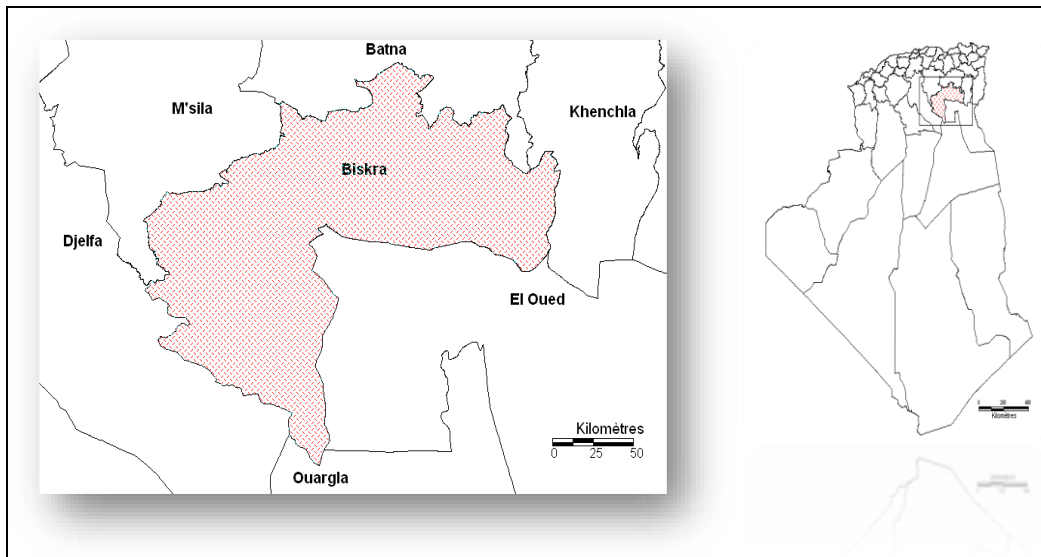


Figure 18 Limite géographique de la Wilaya de Biskra (DSA ,2021)

### 9.3 Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques étudiée, Température, Précipitation et Humidité sont présentée (Tab01.).

**Tableau 01 : Facteurs climatiques de la région de Biskra durant la période 2020-2021, (O.N.M., 2021).**

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moye
T° Moye	5.89	12.96	17.32	21.49	26.27	35.65	37.22	34.26	28.89	23.91	17.32	12.39	22.80
P (mm)	15.44	7.23	25.79	18.73	12.10	0.0	0.92	1.00	23.29	26.81	15.54	12.15	164.7
H(%)	55.54	48.95	42.85	39.04	33.05	33.05	28.03	25.18	28.45	39.60	46.20	59.04	41.59

### 9.4 Caractéristiques physico-chimique du sol de (0-20cm)

Le sol de la station expérimentale est caractérisé par d'une profondeur de (0-20cm) avec une texture limoneuse, et moyennement salé (Tab02).

**Tableau02 : Caractéristiques physiques du sol de (0-20cm).**

Calcaire total %	Granulométries		
	Argile%	Limon%	Sable%
39,48	8,10	71,35	20,55

**Tableau03 : Caractéristiques chimique du sol de (0-20cm)**

CE (Ds/m)	PH	Calcaire actif%	MO%
3,4	7,36	36,28	0,69



## Matériel et méthode

D'après les résultats obtenus, le sol de la station expérimentale est pauvre en matière organique, fortement calcaire et peu salé.

### 9.5 Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen de 10 années réalisé en fonction des données climatiques de la période (2006-2016) indique une période de sécheresse importante. Les températures enregistrées sont élevées et pluviosité faible. .

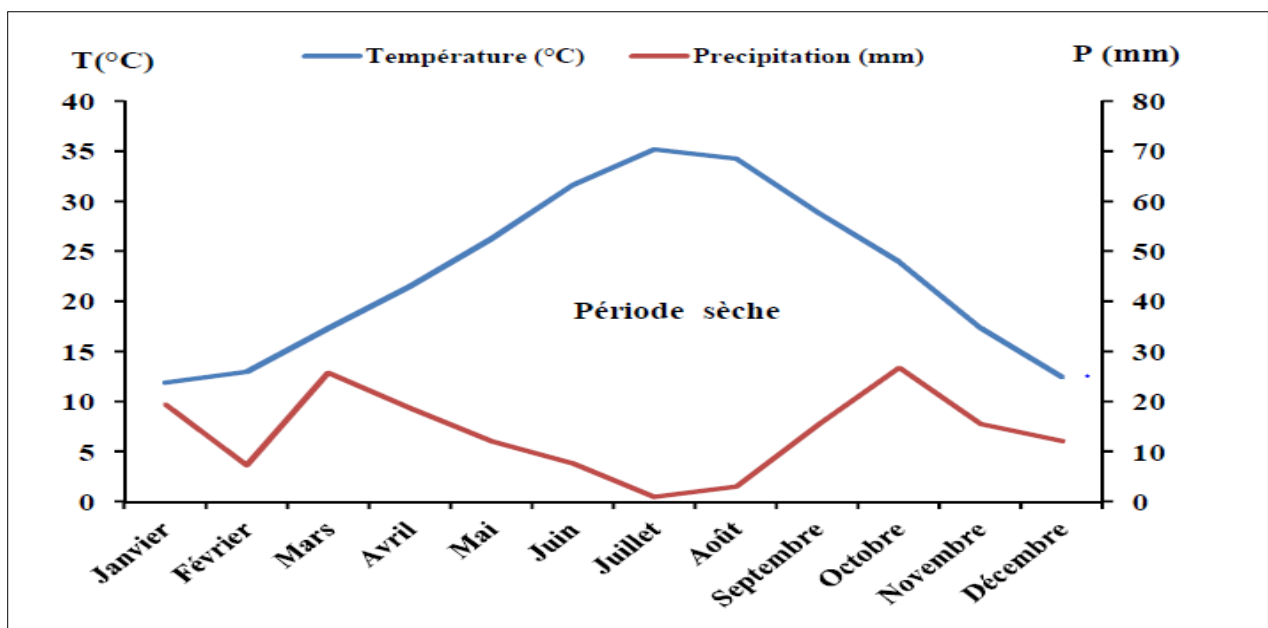


Figure19 : Diagramme ombrothermique de la région de Biskra

## 10 Matériel et méthodes

### 10.1 Sur le terrain

#### 10.1.1 Choix de la variété de tomate

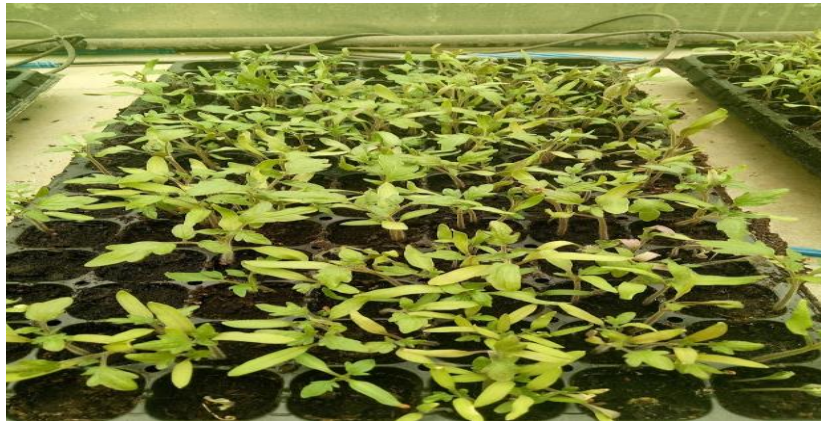
**Sahra** est la variété de la tomate choisie. Elle est caractérisée par une croissance indéterminée. Le fruit est de bon calibre de type rond de couleur rouge, la fructification abondante est solide.

## Matériel et méthode

Cette dernière est résistante aux maladies virales, Tomato yellow leaf curl virus(TYLCV), champignons, bactéries et nématodes.

### 10.1.2 Création de la pépinière

Le semi est réalisé fin Aout 2021 dans des plateaux alvéolés remplis de matière organique, l'arrosage est réalisée en fonction de besoin de la plante (Fig.20).



**Figure20** .Semis de la tomate sous serre (originale)

### 10.1.3 Plantation de la tomate sous serre

La transplantation de la tomate est effectuée dans des sacs de noix de coco, l'irrigation est assuré par le système goutte à goutte. (Fig. 21).



**Figures 21.** La transplantation de la tomate est effectuée dans des sacs de noix de coco

### 10.1.4 Installation des pièges à phéromone

Pour estimer l'évolution temporelle du nombre d'adulte males capturés avant et après traitement ,6 pièges delta de couleur jaune a phéromone sexuel sont installés. En effet, la distance entre les pièges et de 2 m. l'échantillonnage est réalisé une fois par 15 jours durant toute la période l'expérimentation les individus captures sont comptabilisés et préservés dans des flacons aux laboratoires. Le renouvellement des capsules à phéromones est réalisé chaque semaine.

L'objectif est de détecter le début du vol de la mineuse de la tomate, et de déterminer le nombre de générations (Fig.22).



**Figure22** : Installation des pièges à phéromone sous serre (Originale)

### 10.1.5 Comptage des larves

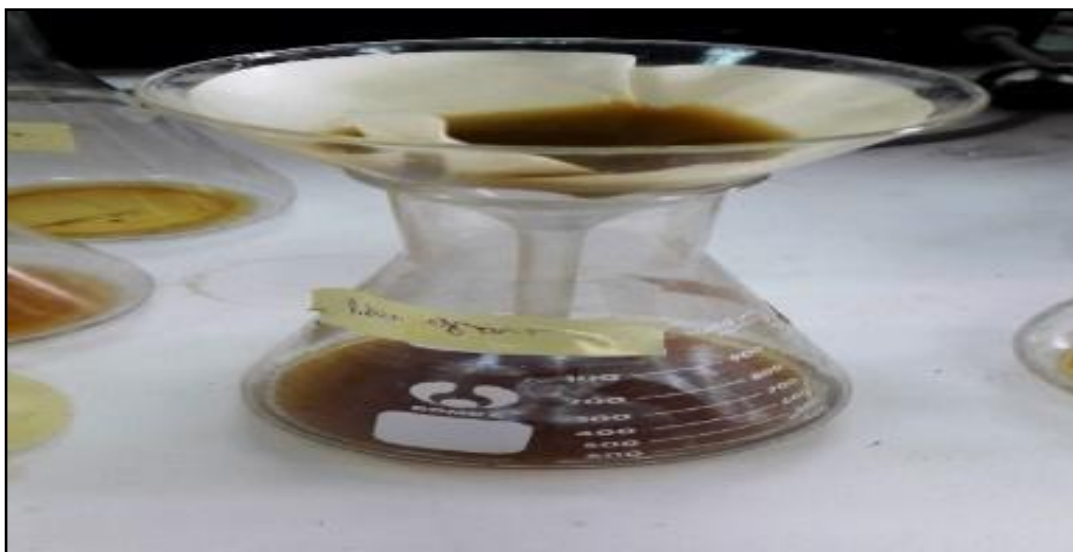
L'échantillonnage de différents stades larvaires est réalisé chaque semaine, en prélevant à chaque fois les feuilles infestées selon un dispositif aléatoire. Les spécimens prélevés sont déposés dans des sachets en papier kraft. Les feuilles prélevées sont examinées minutieusement à l'œil nu et avec la loupe binoculaire afin de déterminer les différents stades larvaires et d'étudier le cycle biologique de la mineuse de la tomate dans les conditions naturelles.

### 10.2 Au laboratoire

#### 10.2.1 Préparation des extraits aqueux

L'extrait aqueux a été réalisé au niveau du laboratoire après séchage à l'ombre et broyage. La poudre fine est conservée à une température ambiante dans une bouteille en verre hermétiquement fermée selon la méthode citée par N'Guessan *et al.*, (2009). La poudre de la partie aérienne (100 g) est macérée avec de l'eau distillée (1 L) pendant 24 h avec une vitesse d'agitation constante de 200 tr / min, à température ambiante.

La suspension est filtrée avec papier Whatman (3 mm) (Aouinty *et al.*, 2006). Le filtrat récupéré représente une solution mère initiale à 100 g / l, soit 10%. Après les tests préliminaires sur différentes concentrations Les concentrations choisies sont : 10 g / l (C1), 30 g / l (C2) et 50 g / l (C3). La conservation des extraits est effectuée à une température de 4 ° C (Fig. 23).



**Figure 23 :** Filtration de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens*

### 11 Analyse statistique

Les résultats obtenus sont exploités par le programme XLSTAT version 2016. , la moyenne des effectifs est calculée selon la formule ; moyenne  $\pm$  écart-type ( $X \pm SD$ ). Significatives au seuil de probabilité alfa 5 % ( $p < 0.05$ ).

# Chapitre IV

## **Résultats et discussion**

Chapitre IV Résultats et discussion

12 Bio écologie de la mineuse *Tuta absoluta* avant traitement

L'étude de la dynamique de population de *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae) avant traitement indique que le nombre des adultes mâles ailés capturés par les pièges à phéromone sexuel est élevé durant la période printanière. En effet, le comptage des adultes réalisé chaque 15 jour depuis le mois de décembre montre que l'effectif le plus élevé est enregistré durant le mois d'avril avec un nombre moyen de 225,5 individus.

13 Evolution des adulte mâle ailés et larves

13.1. Evolution des adulte mâle

L'effectif de la mineuse de tomate male ailés capturés par les pièges à phéromone sexuel installés sous serre polycarbonate durant l'année 2021 /2022, est très variable (Fig.24,).

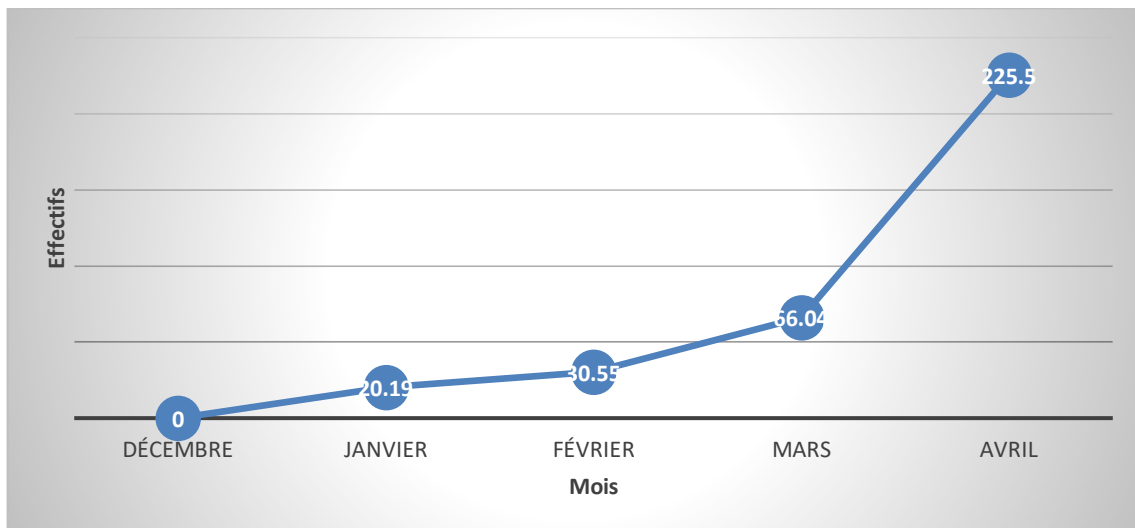
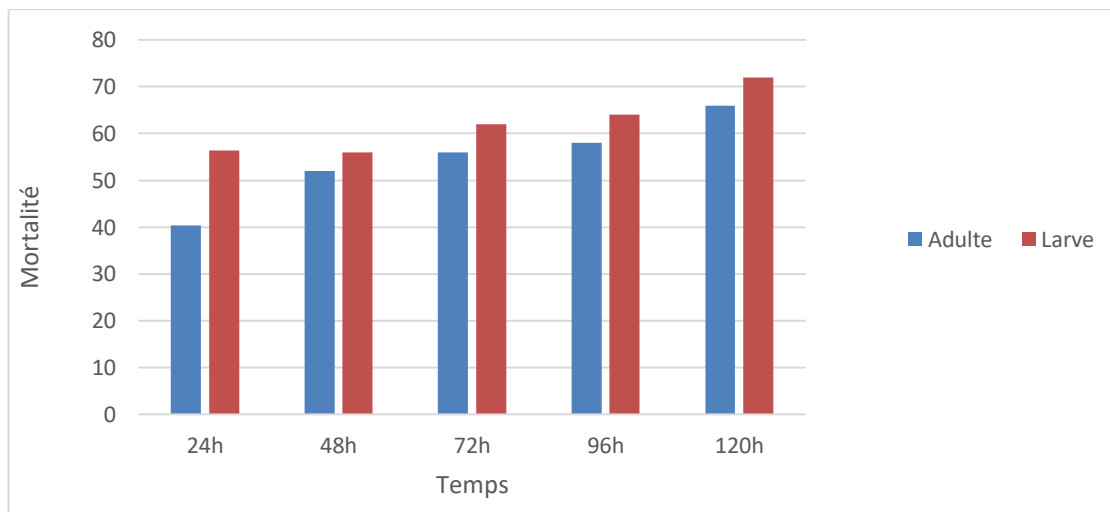


Fig24. Evolution des individus, mâles ailés de *Tuta absoluta*, capturés par les pièges à phéromone sexuel durant l'année 2021- 2022, station expérimentale, Université de Biskra

Koudjil et al. (2014), mentionnent que le nombre de mâles capturés par les pièges à phéromone augmente progressivement dans la région littorale de l'ouest Algérien en février jusqu'au juin. Le maximum de mâles capturés est enregistré durant le mois de juin au littoral à Ténès avec un taux de feuilles minées plus élevé. Les infestations par *Tuta absoluta* sont élevées sous les serres sans insecte proof (71,7%) par rapport à celles protégées (56,7%) (Alili et al. , 2013).

### 14 Taux de mortalité des adultes de *Tuta absoluta* traités avec l'extrait aqueux de *Ruta graveolens*

Les résultats obtenus après 24 heures jusqu'au 120 h, montrent que, le pourcentage de mortalité après traitement avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une concentration de (50g/l), provoque une mortalité de 40% chez les larves et 56,33 % chez les adultes après 24 heures. Fig25.



**Fig25.** Taux de mortalité des adultes et larves de *Tuta absoluta* traités avec l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une concentration de 50 g/l

D'après Flávia et al, (2011), les extraits aqueux de *Ruta graveolens* a une activité insecticide puissante contre *Tuta absoluta*. Dans le même contexte, Chacko et al. (2015), mentionnent que l'extrait d'éther de *Ruta graveolens* possède une activité larvicide contre *Anopheles stephensi* et *Aedes aegypti* dont le taux de mortalité est entre 100% et 80%.

(Ben Chaaban et al, 2019) signalent que les huiles essentielles de *Ruta graveolens* sont toxiques contre *Empoasca kuehniella* avec un taux de mortalité de 88 % après 48 h.

(Lee et al, 2004) ont signalés que la forte efficacité de l'huile essentielle de *Ruta graveolens* contre *Sitophilussp.* Par ailleurs, l'huile essentielle de *Ruta graveolens* a un fort potentiel insecticide et répulsif contre *Sitophilusoryzae*, provoque la mortalité de charançons du riz à 100% après une heure d'exposition. (Perera et al, 2016).

Bayoud et al, (2007), indiquent que, les huiles essentielles de *Ruta graveolens* ont une activité antimicrobienne contre les bactéries Gram (+), et les bactéries Gram (-). Alors que, Haddouchi et al, (2013), mentionnent que l'huile essentielle de *Ruta graveolens* a une faible activité antibactérienne contre douze bactéries.

### 15 Efficacité de l'extrait aqueux de *R. graveolens* à une concentration de 10g/l

L'effet de l'extrait de *R. graveolens* à une concentration de 10 g/l sur les adultes de *Tuta absoluta* est non significatif à une probabilité de ( $p < 0,0001$ ). Après 24h de traitement Le F observé est de 311,823, comparé au théorique, (Tab.4).

**Tableau 04:** Efficacité de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* de 10g/l contre *Tuta absoluta* après 24h. De traitement.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	341,045	233,629	311,823	0,0001
Erreur	6	22,333	2,34		
Total corrigé	9	414,400			

### 16 Efficacité de l'extrait aqueux de *R. graveolens* à une concentration de 30g/l

Le taux de mortalité des individus de *Tuta absoluta* traités avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une concentration de 30 g/l est moyennement significatif à une probabilité  $p < 0,0001$  En effet, après 48 h de traitement Le F observé est de 36,66, comparé au théorique, (Tab05.).

**Tableau 05:** Efficacité de l'extrait aqueux d'*Artemesia herba alba* contre les adultes

De *Tuta absoluta* à une concentration de 30g/l après 24 h de traitement.



Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	866,600	255,66	36,66	0,0001
Erreur	6	35,000	4,333		
Total corrigé	9	877,300			

Viegasjúnior, (2003) ; Trevisan et al. (2006) montrent que, la mortalité est satisfaisante avec les extraits aqueux de feuilles de *Ruta graveolens* L. (Rutaceae) et *Artemisia verlotorum* Lamotte (Asteraceae), des extraits alcooliques de feuilles de *Petiveria alliacea* L. (Phytolaccaceae) contre *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera : Chrysomelidae), dans des conditions de laboratoire. Cependant, il est nécessaire d'évaluer l'effet insecticide de ces extraits sur les autres ravageurs insectes signalés surtout sur cultures sous serre. Ainsi que leurs l'impact sur les ennemis naturels, et la persistance de ces derniers après un certain temps d'exposition. Il faut dire que pour une protection efficace des ennemis naturels des insectes ravageurs, il faut un biocontrôle efficace. Entre autres, les biopesticides favorisent une grande productivité de la culture (Cardinale et al. 2003).

### 17 Efficacité de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une concentration de 50g/l

De l'analyse des résultats obtenus, on peut dire que l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une concentration de 50 g/l est hautement significatif à une probabilité ( $p < 0,0001$ ). En effet, après 24h de traitement le F observé est de 8,333, comparé au théorique, (Tab.6).

**Tableau06** : Efficacité de l'extrait aqueux à une concentration de 50 g/l de *Ruta graveolens* contre la mineuse de la tomate.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	2322,800	667,302	8,333	<0,0001
Erreur	6	32,000	3,333		
Total corrigé	9	2331,900			

Les résultats obtenus durant la période d'échantillonnage, 2021- 2022 indiquent que la concentration de 50g/l est plus efficace contre la mineuse de la tomate par rapport aux autres concentrations.

## Résultats et discussion

Les résultats sont identiques aux résultats mentionnés par Haddad, (2017). Ce dernier montre que l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à 100 g/l provoque une réduction des populations de *Myzus persicae* à 74,5% chez la larve et 72,3% chez l'adulte.

Al.saaidy (2008), signale que l'extrait alcoolique de la plante *Oxalis corniculata* entraîne la mortalité 61.5 % de population de la cochenille blanche avec la concentration 1 % au niveau de laboratoire. En plus, l'extrait de la plante de clerodendron provoque à une mortalité de 27,64% de population de la cochenille blanche .

Alors que *Eucalyptus camaldulensis* entraîne une mortalité de plus bas qui atteignent 12,32% de *Parlatoria blanchardi*. (Al-Hammadani, 2012).

D'autres bio-insecticides sont obtenus à partir des plantes à effets bio-pesticides tels que l'oignon (*Allium cepa*) (Ghanim et Abdel Ghani, 2014), le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) (Ammad et al., 2012), le thym commun (*Thymus vulgaris* L.), l'arganier (*Argania spinosa* L.) (Aït Taadaouit et al., 2011), le poivre (*Piper amalago* L., *Piper glabratum* L. et *Piper mollicomum* L.) (Brito et al., 2015), l'inule visqueuse (*Inula viscosa* L.), la sauge (*Salvia officinalis* L.), la pourgère (*Jatropha curcas* L.) (Berima et Osman, 2014) ou l'ortie brûlante (*Urtica urens* L.) (Allal-Benfekih et al., 2011).

L'extrait de Neem provoque une mortalité de 100 % sur les œufs, les larves et les adultes de *Parlatoria blanchardi* après 7 jours (El Zoubidi et Mdjid, 2015).

En Algérie, la lutte contre *T. absoluta* est basée principalement sur l'utilisation des produits chimiques, rarement des produits biologiques à base de bactérie *Bacillus thuringiensis* .

En effet, la lutte biologique à l'aide des extraits est efficace contre la mineuse de la tomate. Cette dernière a montré dans plusieurs pays des formes de résistance contre certaines molécules à effets insecticides (Lietti et al. 2005; Haddi, 2011).

# **Conclusion générale**

### Conclusion générale

Application des moyens biologiques et spécialement les extraits des plantes médicinales sont importante de points de vue cout et efficacité. En effet, la lutte biologique à l'aide des extraits est efficace contre la mineuse de la tomate. Cette dernière montrée dans plusieurs pays des formes de résistance contre certaines molécules a effets insecticides.

Au niveau de la station expérimentale de l'Université de Biskra et après 24 heures le pourcentage de mortalité après traitement avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une concentration de 50 g/l provoque une mortalité de 40% chez les larves et 56,33 % chez les adultes.

L'effet de l'extrait de *R. graveolens* à une concentration de 10 g/l sur les adultes de *Tuta absoluta* est non significatif.

Le taux de mortalité des individus de *Tuta absoluta* traités avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une concentration de 30 g/l est moyennement significatif.

De l'analyse des résultats obtenus, on peut dire que l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une concentration de 50 g/l est hautement significatif.

Les résultats obtenus durant la période d'échantillonnage, 2021- 2022 indiquent que la concentration de 50g/l est plus efficace contre la mineuse de la tomate par rapport aux autres concentrations.

Cette étude mérite d'être poursuivie sur d'autres plantes médicinales et autres pesticides microbiens afin de minimiser l'effet néfaste des produits chimiques sur la santé humaine et l'environnement.

# **Références bibliographiques**

### A

**Andersen, S.O. 1979.** Biochemistry of insect cuticle. Annual Review of entomol, 24: 29-61.

**ARNO J. & GABARRA R. (2011).** Lutte contre *Tuta absoluta*, un nouveau ravageur qui

**Attrassi, K. 2015.** Study of the Evaluation of Damage Caused By *Tuta Absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on Tomato Field in Morocco. International Journal of Emerging Trends in Science and Technology, 2(3), 2046-2053.

### B

**Bacci L., 2006.** Les facteurs déterminants de l'attaque de *Tuta absoluta* sur tomate.

**Bajracharya ASR, Mainali RP, Bhat B, Bista S, Shashank PR, Meshram NM. 2016.** The first record of South American tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Nepal. Journal of Entomology and Zoology Studies; 4(4): 1359-1363.

**Balakowsky A.S., 1966.** Entomologie appliquée à l'agriculture. T2 : Les lépidoptères.

**Balzan MV, Moonen AC. 2012.** Management strategies for the control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) damage in open-field cultivations of processing tomato in Tuscany (Italy). EPPO Bulletin; 42: 217–225.

**Barrientos Z.H., Apablaza H.J., Norero S.A. & Estay P.P., 1998.** Threshold temperature and thermal constant for development of the South American tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae). *Cienciae Investigacion Agraria* 25:133-137.

**BARRIENTOS Z.R., APABLAZ A., NORERO H.J.S.A. & ESTAY P.P. (1998).**

**BARRIENTOS Z.R., APABLAZ A., NORERO S.A. et ESTAY P.P., 1998.** Threshold

**Berkani A. et Badaoui M., 2008.** Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae). Edition INRA Algérie. 16p

**Bezza, L., Mannarino, A., Fattarsi, K., Mikail, C., Abou, L., Hadji-Minaglou, F. & Kaloustian, J. (2010).** Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie*, 8: 277–281.

**Bidochka M.J et Small C.(2005).** Phylogeography of *Metarhizium*, an insect pathogenic fungus. In: F.E. Vega & M. Blackwell (Eds.) *Insect-Fungal Associations*. 28-49. Oxford University Press Inc., New York.

## Références

**Bidochka M.J et Small C.(2005).** Phylogeography of *Metarhizium*, an insect pathogenic fungus. In: F.E. Vega & M. Blackwell (Eds.) *Insect-Fungal Associations*. 28-49. Oxford University Press Inc., New York.

Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* 83: 197-215.

Biologie du ravageur et stratégies de protection : Situation actuelle et perspectives. Carquefou, biology factors influencing the behavioral management of *Tuta absoluta*

**Bischoff J.F., Rehner S.A et Humber R.A. (2009).** A multilocus phylogeny of the *Metarhizium* anisopliaelineage , *Mycologia*, 101: 512-530.

**BOGORNI SILVA P.C.R.A., & CARVALHO G.S. (2003).** Leaf mesophyll consumption by

**Bogorni, P.C., Da Silva, R.A. et Carvalho, G.S. 2003.** Leaf mesophyll consumption by *Tuta absoluta* (Meyrick, 1971) (Lepidoptera: Gelechiidae) in three cultivars of *Lycopersicon esculentum* Mill. *Ciência Rural*, Santa Maria, 33(1), 7-11.

**Boucias DG, Pendland JC. 1998.** Principles of insect pathology. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.568 p.

**Boucias, D. G. et Pendland, IC. 1991.** Attachment of mycopathogens to cuticule: The initial event of mycosis in anthropod host. In: *The Fungal Spore and Disease Initiation in Plants and Animals*. G. T. Cole and H. C. Hoch (eds.), Plenum, New York, 10) -128.

### C

**CABI, 2007.** Autres noms scientifiques de *Tuta absoluta* Meyrick.

**Caffarini PM, Folcia AM, Panzardi SR & Pérez A 1999.** Incidencia de bajos niveles de daño foliar de *Tuta absoluta*(Maeyrick) en tomate. *BolEtin de Sanidad Vegetal Plagas* 25: 75-78.

**Caparros Megido R, Haubruge E, Verheggen FJ. 2012** First evidence of deuterotokous parthenogenesis in the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *Journal of Pest Science*; 85(4): 409–412.

**Cardozo, M. R., M. B. Lopez, M. T. Evert, C. Palacio, S.**

**Chang C, Yu YM, Dai SM, Law SK, Gill SS. (1993).** High level Cry IVD and Cyt A gene expression in *Bacillus thuringiensis* does not require the 20-kilodalton protein, and the coexpressed gene products are synergistic in their toxicity to mosquitoes. *Applied and Environmental Microbiology* 1993; 59: 815-21.

## Références

**Cherif, A., Mansour, R. & Grissa-Lebdi, K. 2013.** Biological aspects of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in conditions of Northeastern Tunisia: possible implications for pest management. *Environmental and Experimental Biology* 11: 179–184.

comportamental de *Tuta absoluta*(Meyrick) (Lépidoptera: Gélechiidae); 2008,Reproductive

**CORBAZ R., 1990.** Principes de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes.

**Crickmore N, Zeigler DR, Feitelson J, SchnepfE, Van Rie J, Lereclus D, Baum J, Dean DH. (1998).** Revision of the literature for the *Bacillus thuringiensis* pesticidal crystal proteins. *Microbiology Molecular Biology Review.* 62: 807-13.

### D

**Daoust, R.A. et Pereira. R.M. 1986a.** Stability of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on beetle-attracting tubers and cowpea foliage in Brazil. *Environ. Entomol.* 15: 1237-1243.

del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). *Plagas Agrícolas de Venezuela.*

**Desneux N, Luna MG, Guillemaud T, Urbaneja A. 2011.** The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. *Journal of Pest Science* 84 :403–408.

**Desneux N., Wajnberg E., Wyckhuys K.A.G., Burgio G., Arpaia S. , 2010.**

Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) nymphs preying on tomato leaf miner.

Ed. Masson et Cie., Paris 564p.

Edition, Presses Polytechniques, 286p.

Effect of predator release time, density and satiation level. *J. Appl. Ent.* 126, 326-332.

### E

**ELOUISSIM, 2016.** Contribution à l'étude de la bio écologie des populations de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*(Lepidoptera, Gelechiidae) en vue de l'optimisation de son contrôle dans la région de Mascara. MOSTAGANEM.

em *Entomologia Agricola.* Da universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos

envahit l'Europe. *ENDURE, Formation en Lutte Intgr e - No. 5,* Edition IRTA, Cabrils,



## Références

Espagne, 8p.

**ESTAY P. (2000).** Pollila del tomato Tuta absoluta (MEYRICK). Informativo, la Platina. Investigación agro-pecuaria, centro region-investig. La Platina. 1-4p.

**Estay P., 2000.** Pollila del tomate Tuta absoluta (Meyrick). Informativo la platina: 9-4.

**Ettaib R. 2017.** Etude bioécologique du ravageur Tuta absoluta (Meyrick) sur la culture des tomates sous serres chauffées par les eaux géothermiques dans le sud tunisien et possibilités de contrôle biologique. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, sous la direction du Pr. Mohamed Sadok belkadhi, Tunis, INAT, 160p.

### F

**Faria, M. et Wraight, S.P. 2001.** Biological control of Bemisia tabaci with fungi. Crop Protection. 20, 767-778.

**Ferron P. (1977).** Influence of relative humidity on the development of fungal infection caused by Beauveria bassiana (Fungi Imperfecti Moniliales) in imagines of Acanthoscelides obtectus (Col.: Bruchidae). Entomophaga . 22 :393-396.

**Ferron P., Fargues J et Riba G. (1993).** Les champignons agents de lutte microbiologique contre les ravageurs D5, 65-92. (Handbook of applied mycology, vol. 2, Humans, Animals and Insects, 1991).

**Ferron, P., Fargues, J. et Riba, G. 1991.** Les champignons agents de lutte microbiologique contre les ravageurs. In Handbook of applied mycology, 2: 237-270.

**Fugita T. (2002).** Evolution of lectin-complement pathway and its role in innate immunity. Nature Rev. Immunol. 2:346-353.

### G

**Galarza J. 1984.** Laboratory assessment of some solanaceous plants as possible food plants of the tomato moth Scrobipalpula absoluta. Idia ; 421(424) : 30-32.

**Garcia, M.F. & Espul J.C. 1982.** Bioecología de la polilla del tomate (*Scrobipalpula absoluta*) en Mendoza, Republica Argentina. Rev. Invest. Agropecuarias INTA (Argentina) XVII: 135-146

**Gaugler, R. L. et Lashomb, J. J 1989.** Stability and efficacy of Beauveria bassiana soil inoculations. Environ. Entomol. pp.18: 412-418.

## Références

**Gillespie J.P., Bailey A.M., Cobb B et Vilcinskis A .(2000).** Fungi as elicitors of insect immune responses. Arch Insect Biochem Physiol. 44:49–68.

**GILLIAN F. (2009).** La mineuse de la tomate. Cycle évolutif et Stratégies de protection des

**Graden, E., Lockwood, J.L. 1991.** Effects of soil fungistasis on *Beauveria bassiana* and its relationship to disease incidence in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, in Michigan and Rhode Island soils. J. Invertebr. Pathol. pp. 57: 7-76.

**GUISTOLINE T.A., VENDRAMIM J.D. & PARRA J.R.P. (2002).** Number of larval

### H

**Hoffmann J.A et Reichhart J.M. (2002).** *Drosophila* innate immunity: An evolutionary perspective. Nature Immunol. 3:121-126.

### I

**IDRENMOUCHE. S, 2011.** Biologie et écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (*Lepidoptera :Gelechiidae*) dans la région de Boumerdes. EL HARRACH – ALGER.

**Ihara F., Yaginuma K., Kobayashi N., Mishiro K et Sato T. (2001).** Screening of entomopathogenic fungi against the brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott (Hemiptera: Pentatomidae). Appl.Entomol.Zool. 36 (4): 495-500.

**Inglis G.D., Goettel M.S, Butt T.M et Strasser H. (2001).** Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. In: Butt TM, Jackson CW, Magan N (eds) Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential. CABI Publishing, Wallingford, UK, 23–55.

**Ito A, Sasaguri Y, Kitada S, Kusaka Y, Kuwano K, Masutomi K, Mizuki E, Akao T, Ohba M. (2004).** Selective cytotoxic action of a crystal protein of *Bacillus thuringiensis* on human cancer cells. J. Biol Chem. 279, 21282-6.

### K

**KOPPERT (2013).** "Tuta absoluta." Koppert Biological Systems. Consulté le 21 Mai 2013,

**KOPPERT. 2009.** Tuta absoluta : un lépidoptère particulièrement dangereux pour les cultures de tomate : la protection biologique intégrée est la meilleure solution. 6p.

## Références

**Kouassi, M., Coderre, D et Todorova, S.I. 2002.** Relative Performance of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin ( Deuteromycotina: Moniliae) and the insecticide cygon ( Dimethoate ) in field control of the tarnished plant bug *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) ( Hemiptera: Miridae). *J Entomol Sci*, 38:359-367.

### L

**LEBDI GRISSA K., SKANDER M., MHAFDHI M., & BELHADJ R. (2010).** "Lutte

**Leite G.L.D., Picanço M., Jham G.N. & Ecole C.C., 2002.** Effect of leaf characteristics, natural enemies and climatic conditions on the intensities of *Myzus persicae* and *Frankliniella schulzei* attacks on *Lycopersicon esculentum*. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.69, n.4, 71-82

**Leite G.L.D., Picanço M., Jham G.N. & Marquini F., 2004.** Intensity of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) attacks on *Lycopersicon esculentum* Mill. Leaves. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 28, n. 1, 42-48, jan./fev., 2004

**Lietti M.M., Botto E. & Alzogaray R.A., 2005.** Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera; Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 34 (1): 113-119.

**Lietti M.M., Botto E. & Alzogaray R.A., 2005.** Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera; Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 34 (1): 113-119.

**Lipa, J.J. 1975.** White muscardines (*Beauveria* sp.). In an outline of insect pathology. Foreign Sei. Publ. Dept NCSTE!, Warsaw, Poland. 139-J42.

### M

**Magalhaes, B.P., Butt T.M., Humber, RA, Shields, EJ. et Roberts, D.W. 1989.** Formation of appressoria in vitro by the entomopathogenic fungus *Zoophtora radicans* (Zygomycetes: entomophthorales). 1. *Inv. Pathol.* 55: 284-288.

**Mallia, D. 2009.** Guidelines for the control and eradication of *Tuta absoluta*. Ministry for Resources and Rural Affairs, Plant Health Department, Malta. Accessed November 4, 2009.

**MARCANO R. (2008).** Minador pequenô de la hoja del tomate ; palomilla pequena, Minador

**Marcano R., 2008.** Minador pequeno de la hoja del tomate ; palomilla pequena, Minador del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick), 1917. plagas Agrícolas de Venezuela.

## Références

**Mohamed A.H., El-Sayed M.A., Mohamed N.S. (2010).** Chemical constituents and biological activities of *Artemisia herba alba*. *Records of natural products*; 4: 1-25.

**MOLLA O., MONTON H., BEITIA F. & URBANIJA A. (2008).** La pollila del tomate,

### N

**NAVA D.E., PARRA J.R.P., DIEZ-RODRIGUEZ G. & ES BENTO J.M.S. (2005).**

**Notz, A.P. 1992.** Distribution of eggs and larvae of *Scrobipalpula absoluta* in potato plants. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)* 18: 425–432.

### O

**OEPP/EPPO, 2005.** *Tuta absoluta*, fiches informatives sur les organismes de quarantaine. *Bulletin N° 35*, 434-435

**OEPP/EPPO, 2005.** *Tuta absoluta*, fiches informatives sur les organismes de quarantaine. *Bulletin N° 35*, 434-435.

**OEPP/EPPO, 2007.** Distribution maps of quarantine pests for Europe: *Tuta absoluta*. *In*

**OEPP/EPPO, 2009 a .** Premier signalement de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera; Gelechiidae) en France. *In: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N° 1*. Paris, 2009-01-01. pp2-3,  
**OEPP/EPPO, 2011.** Premier signalement de *Tuta absoluta* en Grèce, en Lituanie, en Iraq et dans la région de Trentino-Alto Adige (Italie) et au Royaume-Uni. *In: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N° 11* Paris, 2011-04-01. p3-5.

**OEPP/EPPO, 2009 a .** Premier signalement de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera; Gelechiidae) en France. *In: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N°1*. Paris, 2009-01-01. pp2-3,

**OEPP/EPPO, 2009 e .** Premier signalement de *Tuta absoluta* en Albanie, au Portugal et dans les régions de Puglia et Veneto, Italie. *In: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N°9* Paris, 2009-09-01. p2-3.

Oviposition behavior of *Stenomoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae): chemical and Physical

### P

**PendLand, le. 1982.** Resistant structures in the entomogenous hymenoptera, *Nomuraea rileyi*: an ultrastructural study. *Cano 1. Bot.* 60: 1569-] 576.

## Références

**Pereyra PC, Sánchez NE. 2006.** Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*; 35: 671–676

**Picanço M., Azevedo A.A., & Gonring A.H.R., 1999.** Efeito de tricomas, aleloquímicos e nutrientes na Resistência de *Lycopersicon hirsutum* a traça do tomateiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.34, n.11, 2059-2064.

**Porcar M, Juarez-Perez V. (2003).** PCR-based identification of *Bacillus thuringiensis* pesticidal crystal genes. *FEMS Microbiology Reviews*; 26: 419-32.

**Pottier G, (1981).** *Artemisia herba-alba*. Flore de la Tunisie: angiospermes–dicotylédones–gamopétales, 1012p.

### R

**Ramel J.M. et Oudard E., 2008.** *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), Eléments de reconnaissance. Fiche technique, L.N.P.V. et S.R.P.V. Avignon, Décembre 2008, Pdf, 2p.

**Ramel, 2010 .** *Tuta absoluta* Meyrick (1917). Element de reconnaissance. INPV Montpellier. Station d'entomologie. Risso S., Bouvier E., Lanza R., 2011- *Tuta absoluta*. 2 p.

requisitos para obtenção do grau de mestre em Entomologia Agrícola: RECIFE-PE Fevereiro-2008. 75 pages.

Santa maria: V. 23 N°1, pp.7-11.

### S

**SILVA S.S. (2008).** Fatores da biologia reprodutiva que influenciam o manejo

**Siqueira H.A.A., Guedes R.N.C. & Picanco M.C., 2000.** Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology*, Volume 2, N° 2, 147-153.

**Souza J.C. et Reis P.R., 1986.** Contrôles de traça do tomateiro em Minas Gerais. *Pesq.*

**Souza J.C. et Reis P.R., 1986.** Contrôles de traça do tomateiro em Minas Gerais. *Pesq.*

**St Leger, RJ. 1993.** Biology and mechanisms of insect-cuticle invasion by deuteromycete fungal pathogens. In: *Parasites and pathogens of insects* (Vol. 2). Beckage NE, Thompson SN, Federici BA (eds.). Academic Press Inc., New York, USA. 211-225.

## Références

**Steinkraus, D.C. et N.P. Tugwell, 1997.** *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Moniliales) Effects on *LJ'gus lineolaris* (Hemiptera:Miridae). J. Entomol. Sei. 32: 79-90.

Stimuli and Del pattern of Egg Laying: Ann.Entomol. Soc.Am.98 (3):409-414.

**Subramanian, C.y. J983.** Hyphomycetes: taxonomy and biology. Accademic Press. New York, 28p.

**Swiecicka I, Bideshi DK, Federici BA. (2007).** Novel isolate of *Baci/lus thuringiensis* subsp. that produces a quasicuboidal crystal of CryIAb21 toxic to larvae of *Trichoplusiani*. Appl Environ Microbiol. 74(4): 923-30.

Tech. 9.2 2009, P10-12.

temperature and thermal constant for development of the South American tomato moth *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). Cienciae Investigacion Agraria 133-137

Terallia, 69.5pages.

Thèse de Doctorat en Science. Université Fédérale de Viçosa, Minas Gerais, Brésil.133p.

Threshold temperature and thermal constant for developpement of the South American tomates de serre au canada.tomato, *Tuta absoluta*(Lepidoptera: Gelechiidae), ciencia e Investigation Agaria 25,133-137.

## T

**Torres J.B., Evangelista Jr W.S., Barras R. and Guedes R.N.C., 2002.** Dispersion of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) nymphs preying on tomato leafminer : effect of predator release time, density and satiation level. J. Appl. Entomol. 126: 326-332.

**Torres J.B., Evangelista Jr W.S., Barras R. and Guedes R.N.C., 2002.** Dispersion of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) nymphs preying on tomato leafminer : effect of predator release time, density and satiation level. J. Appl. Entomol. 126: 326-332.

# Résumé

## Résumé

La lutte par les insecticides végétaux est très recommandée, parmi les moyens mis en œuvre par les plantes pour se défendre contre leurs déprédateurs.

*Tuta absoluta* appartenant à la famille Gelechiinae est un modèle expérimentale qui lui est appliqué. Ce travail porte : sur l'étude pratique de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* et leur activité biologique sur une la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*.

Les résultats obtenus durant la période d'échantillonnage, 2021- 2022 indiquent que la

Concentration de 50g/l est plus efficace contre la mineuse de la tomate par rapport aux autres

## Abstract

The fight by plant insecticides is highly recommended, among the means used by plants to defend themselves against their pests.

*Tuta absoluta* belonging to Gelechiinae family is an experimental model applied to it. This work concerns: the practical study of the aqueous extract of *Ruta graveolens* and their biological activity on a tomato leaf miner *Tuta absoluta*.

The results obtained during the sampling period, 2021-2022 indicate that the concentration of 50g/l is more effective against the tomato leaf miner compared to the other concentrations.

## ملخص

المكافحة بالمبيدات الحشرية النباتية موصى بها كثيرا، فهي من بين الوسائل المتبعة من طرف النباتات للدفاع عن نفسها ضد أعدائها.

النموذج التطبيقي النطبق عليه Gelechiinae حفارة الطماطم التي تنتمي الى عائلة

يتعلق هذا العمل بالدراسة التطبيقية للمستخلص المائي النباتي السذاب و نشاطها البيولوجي على حفارة الطماطم

تشير النتائج التي تم الحصول عليها خلال فترة أخذ العينات 2021-2022 إلى أن تركيز 50 جم / لتر أكثر فعالية ضد عامل منجم أوراق الطماطم مقارنة بالتركيزات الأخرى.