



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

Science de la Nature et de la Vie  
Sciences Agronomiques  
Spécialité :

Réf. : Entrez la référence du document

---

Présenté et soutenu par :  
**Amara Hanna**

Le : dimanche 23 juin 2024

## ***Essai de lutte biologique contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae) dans des conditions contrôlées.***

---

### Jury :

M.	MEHAOUA Mohamed Seghir	Pr	Université Mohamed Khider Biskra	<b>Président</b>
Mme.	ALLOUI Rafika	MAB	Université Mohamed Khider Biskra	<b>Rapporteur</b>
Mme	ATTIA Sabrine	MC	Institut National Agronomique de Tunisie (INAT)	<b>Co-rapporteur</b>
Mlle.	TORKI Somia	MAB	Université Mohamed Khider Biskra	<b>Examineur</b>

Année universitaire : 2023/2024

# **RMERCIEMENTS**

*D'abord et avant tout, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné la santé et le courage de faire le travail de ce mémoire*

*J'adresse mes plus sincères remerciements et ma profonde reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué à la réussite et à l'accomplissement de ce projet.*

*Je tiens à exprimer ma plus vive gratitude envers ma promotrice **Mme ALLOUI RAFIKA** pour ses précieuses orientations et ses efforts inlassables pour me guider et me prodiguer conseils et assistance tout au long de la préparation de ce mémoire. Elle a joué un rôle essentiel dans la réalisation de ce travail sous sa forme aboutie.*

*Mes vifs remerciements à **Mme ATTIA SABRINE**, ma Co-encadrante maitre de conférence à l'INAT (Institut National Agronomique de Tunisie), pour son aide précieuse et le temps qu'il m'a alloué pour me guider et m'aider pour m'intégrer dans l'environnement, ses efficaces conseils et son dévouement qui m'ont permis à bien mener ce travail.*

*Je remercie également chaleureusement les membres du jury d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce mémoire **Mr. MEHAOUA M<sup>ed</sup> ESGHIR** professeur à l'Université BISKRA et **Mlle TORKI SOUMIA** maitre assistante à l'Université de Biskra. Je les remercie pour les efforts qu'ils consacreront et pour les remarques et orientations précieuses qu'ils apporteront.*

*Enfin, j'exprime ma gratitude et ma reconnaissance envers ma famille pour son soutien moral et ses encouragements constants, qui ont grandement contribué à la réussite de ce travail.*

**AMARA HANNA**

# **DEDICACE**

*Au nom de dieu clément et miséricordieux Je dédie cet humble travail Avant tout, je tiens à remercier le Bon dieu, et l'unique qui m'offre Cécourage et la volonté nécessaire pour affronter Ces différentes difficultés de la vie, A mes très chers parents **MAHMOUD** et **HABIBA** qui ont toujours été présent pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance*

*A mon mari **CHERIF***

*A mon cher fils **RASLEN***

*A mon cher frère **MOUHAMED***

*A mes chers seours **BESMA, MANEL, FATIMA , AYA** et **WISSAL***

*الى الروح العزيزة التي فارقتنا اختي اخلاص رحمها الله*

**AMARA HANNA**

## Résumé

---

### Essai de lutte biologique contre la mineuse de la tomate *Tuta Absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae) dans des conditions contrôlées.

Ce travail a pour objectif l'étude de certains traits biologiques de la mineuse de tomate *Tuta absoluta*. Des échantillons ont été prélevés dans des serres situées dans la région d'Ain Naga, wilaya de Biskra.

Ce travail a montré qu'à une température de 30°C, le cycle de vie moyen de l'insecte est de 21,65 ± 0,09 jours. La fécondité quotidienne de *T. absoluta* atteint son pic le troisième jour, avec 42,4 ± 15,49 œufs par femelle. Le pourcentage d'éclosion par rapport au nombre total d'œufs pondus A1 par une femelle de *T. absoluta* est de 76,45 ± 34,18 % à 30°C, avec un taux de fertilité de 63,05 ± 12,21 %, soit une moyenne de 120,8 ± 45,08 œufs fertilisés par femelle. En ce qui concerne la sex-ratio, il est de 58,15 ± 16,60, Cette valeur montre que la proportion de mâles est légèrement moins élevée que celle des femelles.

Dans cette étude, nous avons également évalué l'efficacité de deux espèces *Trichogramma cacoeciae* et *Trichogramma bourarachae* comme ennemis naturels dans la lutte biologique contre *T. absoluta*. Une analyse comparative entre les deux parasitoïdes a montré que la fécondité quotidienne de *T. bourarachae* (14,21 ± 1,34 œufs/jour) est supérieure à celle de *T. cacoeciae* (13,74 ± 1,25 œufs/jour) sur les œufs de *T. absoluta*. Les taux d'émergence des parasitoïdes en laboratoire pour *T. bourarachae* et *T. cacoeciae* étaient respectivement de (86,99 ± 7,35) et (86,66 ± 10,46).

Enfin, le taux de parasitisme des œufs de *T. absoluta* par *T. bourarachae* est supérieure à celle de *T. cacoeciae*. Sur la base des résultats de cette étude, nous pouvons affirmer que *Trichogramma* est un moyen efficace de lutte biologique contre les œufs de la mineuse de la tomate.

**Mots-clés :** *Tuta absoluta*, Lutte biologique, Parasitoïde, *Trichogramma*, *T.bourarachae*, *T. cacoeciae*

## Abstract

---

**Biological control trial against the tomato leafminer *Tuta Absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) under controlled conditions.**

The objective of this study is to study some biological historical traits of the tomato leafminer *Tuta absoluta*. Samples were collected from greenhouses in the Ain Naga region, Biskra province. The study revealed that at a temperature of 30°C, the average life cycle of the insect is  $21.65 \pm 0.09$  days. The daily fecundity of *T. absoluta* peaks on the third day, with  $42.4 \pm 15.49$  eggs per female. The hatching percentage relative to the total number of eggs laid by a female *T. absoluta* is  $76.45 \pm 34.18\%$  at 30°C, with a fertility rate of  $63.05 \pm 12.21\%$ , which translates to an average of  $120.8 \pm 45.08$  fertilized eggs per female. Regarding the sex-ratio, it is  $58.15 \pm 16.60$ , indicating that the proportion of males is slightly lower than that of females.

We also evaluated the effectiveness of *Trichogramma cacoeciae* and *Trichogramma bourarachae* as natural enemies in the biological control of *T. absoluta*. A comparative analysis between the two parasitoids showed that the daily fecundity of *T. bourarachae* ( $14.21 \pm 1.34$  eggs/day) is higher than *T. cacoeciae* ( $13.74 \pm 1.25$  eggs/day) on *T. absoluta* eggs,. The emergence rates of the parasitoids in the laboratory for *T. bourarachae* and *T. cacoeciae* were  $86.99 \pm 7.35$  and  $86.66 \pm 10.46$ , respectively.

Finally, the parasitism rate of *T. absoluta* eggs by *T. bourarachae* is higher than *T. cacoeciae*. Based on the results of this study, we can affirm that *Trichogramma* is an effective biological control method against the eggs of the tomato leafminer.

**Keywords** :*Tuta absoluta* , biological control,Parasitoid,*Trichogramma*, *T.bourarachea*  
*T.cacoeciae*

## ملخص

### تجربة المكافحة البيولوجية ضد حفارة الطماطم (*Tuta Absoluta*) (Meyrick) (Gelechiidae :Lepidoptera) تحت ظروف خاضعة للرقابة.

حفارة أوراق الطماطم (Lepidoptera : Gelachiidae) (*Tuta absoluta* (Meyrick 1917)) تعتبر من الآفات الخطيرة التي تصيب محصول الطماطم، ظهورها أول مرة كان في أمريكا الجنوبية، ومنذ ذلك الحين وهي تنتشر بسرعة لتصل إلى الجزائر عام 2008، تطرقنا في أبحاثنا هذه إلى دراسة بعض المعالم البيولوجية وإبراز بعض خصائصها وسلوكياتها حيث قمنا بأخذ عينات من البيوت البلاستيكية الموجودة بمنطقة عين الناقة التابعة لولاية بسكرة، قمنا بملاحظة الحشرة خلال مراحلها وفي دراستنا وجدنا انه عند درجة حرارة 30° كان متوسط دورة حياة الحشرة يبلغ (21,65 ± 0,09)، اما الخصوبة اليومية لحفارة الطماطم المختلفة لدورة تطورها ساعدتنا على معرفة خصائصها المرفولوجية، حيث تبلغ ذروتها في اليوم الثالث وتقدر ب  $15.49 \pm 42.4$  بيضة / أنثى، اما بالنسبة لعدد البيض الذي يفقس بالنسبة إلى إجمالي عدد البيض الذي تضعه الأنثى) هو  $34.18 \pm 76.45$  عند 30 درجة مئوية ونسبة البيض المخصب الذي تضعه إناث حفار أوراق الطماطم. هو  $63.05 \pm 12.21\%$  عند 30 درجة مئوية بمتوسط  $45.08 \pm 120.8$  بيضة ملقحة/أنثى. وفيما يتعلق بنسبة الجنس  $16.60 \pm 58.15$ . وتبين هذه القيمة أن نسبة الذكور أقل قليلا من نسبة الإناث.

من جهة أخرى، تعتبر المكافحة البيولوجية من بين الوسائل الجديدة و الآمنة لمقاومة هذه الآفة الضارة، وفي تجربتنا المدروسة طبقنا وسيلة من وسائل المكافحة البيولوجية وهو استخدام الطفيلي تريكوجراما الذي يعمل على التطفل في بيض توتا ايسولوتا التي قمنا بتربيتها في ظروف خاضعة للرقابة من اجل ضمان تأقلمها خارج الظروف الطبيعية داخل البيوت البلاستيكية، وكذلك قدرة الطفيلي على التطفل في أكبر عدد ممكن من بيض توتا ايسولوتا، عملنا أيضا على تقييم إمكانية استخدام نوعين من طفيلي تريكوجراما كأعداء طبيعيين في المكافحة البيولوجية ضد توتا ايسولوتا، في تحليل مقارن بين الطفيلين وجدنا أن الخصوبة اليومية ل *T.bourarachea* ( $1.34 \pm 14.21$  بيضة/اليوم) ولاحظنا أن قيمتها أكبر من الخصوبة اليومية ل *T. cacoeciae* ( $1.25 \pm 13.74$  بيضة/يوم) على بيض التوتا ايسولوتا عند درجة حرارة 30°، وكانت نتائج معدلات ظهور الطفيل في المختبر عند 30° ل *T.bourarachae* و *T.cacoeciae* كمايلي على التوالي ( $86,99 \pm 7,35$  a.) و ( $86,66 \pm 10,46$  b.)

ومن هنا نستنتج ان قدرة التطفل على بيض حفارة الطماطم بواسطة *T. bourarachae* أكبر من قدرة تطفل *T. cacoeciae*. وبناء على النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة يمكننا التأكيد على أن الترايكوجراما هي وسيلة فعالة للمكافحة البيولوجية ضد بيض حفار أوراق الطماطم.

الكلمات المفتاحية : توتا ايسولوتا ، تريكوجراما ، المكافحة البيولوجية ، طفيلي ، *T. bourarachae* ، *T. cacoeciae*

# Table des matières

---

Dédicace

Remerciement

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

## Chapitre 01 : Analyse bibliographique

### Partie I : La plante de tomate

1-	Origine et historique	03
2-	Importance économique de la culture de tomate	04
2-1	Dans le monde	04
2-2	En Algérie	05
3-	Classification botanique	05
4-	Valeur nutritive de la tomate	06
5-	Cycle de développement de la tomate	07
6-	Maladies et ravageurs	07
6-1	Maladies	07
6-1-1	Maladies cryptogamiques	08
6-1-2	Maladies bactériennes	08
A-	Les viroses	08
B-	Désordre	08
6-2	Ravageurs	08
<b>Partie II : La mineuse de la tomate Tuta absoluta Meyrick 1917</b>		
1-	Généralités	08
2-	Origine et répartition géographique	08
3-	Position systématique	09
4-	Plante hôte	10
5-	Morphologie et description	10
5-1	Œuf	10
5-2	Larve	11
5-3	Chrysalide	12
5-4	Adulte	13
6-	Comportement biologique	13
6-1	Reproduction et accouplement	13
6-2	La ponte	14
6-3	Cycle biologique	14
7-	Symptômes et dégâts	15

8-	Moyens de lutte	17
8-1	Lutte cultural	17
8-1-	1Piégeage massif	17
8-1-2	Mesures prophylactiques	17
8-2	Lutte biologique	17
8-2-1	Ennemis naturels	17
8-2-2	Bio-insecticides à base de micro-organismes	17
8-2-3	Bio-insecticides à base d'extraits de plantes	17
8-2-4	Huiles essentielles extraites des plantes	18
8-3	Lutte chimique raisonnée	18

### **Partie III: Les trichogrammes**

1-	Généralités sur les Trichogrammatidae	18
2-	Classification de Trichogramma	19
3-	Cycle biologique et reproduction	19
4-	Mode d'action	21

## **Chapitre 02 : Matériels et méthodes**

### **Partie I : Etude de quelques paramètres biologique de la tomate *T.absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae)**

1-	Protocole	23
1-1	Elevage du <i>T.absoluta</i>	23
1-2	Paramètres biologiques étudiés	25
1-2-1	Durée de développement	25
1-2-2	Longévité des adultes	26
1-2-3	Fécondité	26
1-2-4	Fertilité	26
1-2-5	Sex-ratio	26

### **Partie II : Essai de lutte biologique par l'utilisation deux parasitoïdes oophages (*T. cocaeciae* et *T. bourarachae*) contre la mineuse de la tomate *T. absoluta* dans des conditions contrôlées.**

1-	Protocole	26
2-	Analyses statistiques	28

## **Chapitre 03 : Résultats et discussions**

### **Partie I : Etude de quelques paramètres biologique de la mineuse de tomate *T.absoluta* (Meyrick,1917) (Lepidoptera : Gelechiidae)**

1-	Le développement post embryonnaire et la longévité de <i>T.absoluta</i>	30
2-	La fécondité journalière de la femelle de <i>T.absoluta</i> (Meyrick)	31
3-	La fertilité des œufs et la sex-ration de <i>T.absoluta</i>	32

### **Partie II : Etude de performance de deux parasitodes oophages (*T.cocaeciae* et *T. bourarachae*) sur les œufs de la mineuse de la tomate *T.absoluta* dans des conditions contrôlées**

1-	La fécondité journalière de <i>T.bourarachae</i> sur les œufs de <i>T.absoluta</i>	33
----	--	----



2-	La fécondité journalière de <i>T.cocaeciae</i> sur les œufs de <i>T.absoluta</i>	34
3-	Le taux d'émergence de <i>T.bourarachae</i> et <i>T.cocaeciae</i>	36
4-	La longévité de <i>T.bourarachae</i> et <i>T.cocaeciae</i>	36

**Conclusion et perspectives**  
**Références bibliographiques**

## Liste des figures

---

<b>Figure 01:</b>	Diffusion de la tomate dans le monde	<b>03</b>
<b>Figure 02:</b>	représentant les plus grandes wilayas productrices de tomate fraîche en Algérie	<b>05</b>
<b>Figure 03 :</b>	Plants de tomates indéterminées	<b>06</b>
<b>Figure 04:</b>	Cycle de vie de la tomate	<b>07</b>
<b>Figure 05:</b>	(A) Répartition mondiale de <i>T.absoluta</i> entre (1964 et 2006 (B) épartition mondiale de <i>T.absoluta</i> entre (2006 et 2010)	<b>09</b>
<b>Figure06:</b>	les œufs de la mineuse de la tomate <i>T.absoluta</i>	<b>11</b>
<b>Figure 07:</b>	Stades larvaires de la mineuse de la tomate <i>T. absoluta</i> (L1; L2; L3; L4)	<b>12</b>
<b>Figure08 :</b>	Chrysalide de <i>T. absoluta</i>	<b>12</b>
<b>Figure09:</b>	Adulte de <i>T. absoluta</i>	<b>13</b>
<b>Figure 10:</b>	Cycle de développement de <i>T.absoluta</i> à 30°C	<b>15</b>
<b>Figure11:</b>	Feuilles de tomate est infectée par <i>T.absoluta</i>	<b>16</b>
<b>Figure12 :</b>	Fruit de tomate est inféctée par <i>T.absoluta</i>	<b>16</b>
<b>Figure13 :</b>	Cycle biologique chez <i>Trichogramma sp.</i>	<b>20</b>
<b>Figure14 :</b>	Mode d'action de <i>T. cacoeciae</i> (Marchal)	<b>21</b>
<b>Figure15 :</b>	Forte infestation de la culture de tomate sous serre par <i>T.absoluta</i>	<b>23</b>
<b>Figure 16 :</b>	Elevage de <i>T. absoluta</i> sur feuilles de tomate dans des boites en plastique	<b>24</b>
<b>Figure 17 :</b>	chrysalides de <i>T. absoluta</i> sur feuilles de tomate	<b>24</b>
<b>Figure18 :</b>	Boîtes de pétri contenant les différents stades de <i>T. absoluta</i>	<b>25</b>
<b>Figure 19 :</b>	(a) Plaquette contenant des œufs d' <i>E. kuehniella</i> irradiés, et (b) parasités par les trichogrammes (Clichés personnels, 2024)	<b>27</b>
<b>Figure 20:</b>	(a) Boîte de pétri contenant des œufs de <i>T. absoluta</i> parasités par <i>T. cacoeciae</i> ; (b) Œufs de <i>T. absoluta</i> parasités <i>T. caccociae</i>	<b>28</b>
<b>Figure 21 :</b>	Fécondité journalière de la femelle de <i>T. absoluta</i> à 30°C	<b>32</b>
<b>Figure 22:</b>	Fécondité journalière de <i>T. bourarachae</i> à 30°C	<b>34</b>
<b>Figure 23:</b>	Fécondité journalière de <i>T. cacoeciae</i> à 30°	<b>35</b>

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 01:</b>	production en million de tones des principaux pays production de la tomate dans le monde	<b>04</b>
<b>Tableau 02:</b>	valeur nutritive de la tomate (Afssa, 2002)	<b>06</b>
<b>Tableau 03:</b>	Durée de développement de <i>T.absoluta</i> (Meyrick) élevé sur feuille de la tomate à 30°C (jours)	<b>30</b>
<b>Tableau 04 :</b>	la fécondité, la fertilité et la sex ratio de <i>T. absoluta</i>	<b>32</b>
<b>Tableau 05:</b>	Taux d'émergence des <i>T. bourarachae</i> et <i>T. cacoeciae</i> (± Ecart type/ jours)	<b>36</b>
<b>Tableau 06:</b>	Durée de vie (jours) de la femelle de T.Bourarachae et T. cacoeciae (± Ecart type/ jours)	<b>37</b>

## Liste des abréviations

---

Ans : Année.

C° : Degrée Celsius.

DSA : La Direction Des Services Agricoles.

EPPO : European and Mediterranean Plant Protection Organization.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

ha: hectare.

HR : humidité relative.

h : heure.

INPV : Institut National de la Protection des Végétaux.

Kg : kilogramme.

L : stades larvaires.

LD : Longueur d'onde.

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

mm : Milli mètre.

QX : Quintaux.

T° : température.

USDA APHIS : United States Department of Agriculture - Animal and Plant Health Inspection Service.

## Introduction

La tomate (*Solanum lycopersicon L.*) est une culture très populaire à l'échelle mondiale (Terzidis et al., 2014). Elle occupe la deuxième place après la pomme de terre, que ce soit dans la production ou la consommation (Boumaraf, 2020). La production de tomate dans le monde est passée de 124 millions en 2006 (Blanchard et al., 2009), et la plus grosse production de tomates c'était en 2021 de 189281485.32 tonnes (FAO, 2024). Il existe plusieurs variétés de tomates cultivées destinées pour la consommation fraîche ou bien pour la transformation en industries agroalimentaires (Terzidis et al., 2014).

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. Près de 105000 ha sont consacrés annuellement à la culture de tomate (maraîchère et industrielle), donnant une production moyenne d'environ 4.62 millions de tonnes et de rendements moyens d'environ 44 tonnes/ha. (MADR, 2023).

La production de cette culture est sujette aux attaques sévères des maladies et ravageurs principalement, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae) (Cherif, 2018).

En Algérie, la détection de la mineuse de la tomate, *T. absoluta* (Meyrick) originaire d'Amérique du sud où il est l'un des principaux ravageurs des cultures de tomate, constitue une sérieuse menace pour la pérennité de la filière tomate. Cette espèce invasive a été signalée pour la première fois en Mars 2008 sur les tomates sous serres dans la commune de Mazagran, à Mostaganem (Gebiola, et al., 2015). A Biskra, cette espèce a été détectée au courant du dernier semestre de la même année 2008 (Belhadi et al., 2008) puis elle s'est propagée rapidement vers le reste du pays quelques mois plus tard (INPV, 2013).

Les fruits peuvent être gravement altérés aboutissant à des pertes de rendements significatives (Colomo et Berta, 1995). Par conséquent, diverses approches de lutte ont été

mises en place afin de combattre ce ravageur (Consoli et al., 1998; Collavino et Gimenez, 2008).

Des moyens alternatifs de lutte ont été développés dans différents pays d'Amérique du Sud et d'Europe (Parra et Zucchi, 2004). La lutte biologique est identifiée, parmi d'autres moyens de lutte non chimiques, comme étant l'un des outils les plus adaptés pour la lutte contre ce ravageur (Desneux et al., 2010).

Le genre *Trichogramma* est considéré comme le genre des auxiliaires le plus utilisé dans les programmes de lutte biologique contre les lépidoptères ravageurs des cultures (Parra et Zucchi, 2004). Ce dernier est un micro-hyménoptère chalcidien de la famille des Trichogrammatidae. On en connaît actuellement environ 200 espèces, la grande majorité du genre *Trichogramma*; les autres appartiennent au genre *Trichogrammatoidea*. Leur taille est souvent inférieure au millimètre.

En effet, plusieurs espèces de trichogrammes ont été étudiées contre la mineuse à savoir *T. bourarachae* (Pintureau & Babault, 1988); *T. pretiosum* (Pratissoli et al., 2005; Faria et al., 2008), *T. acheae* (Cabello et al., 2009; 2012), *T. euproctidis* (El-Arnaouty et al., 2015), *T. evanescens* (Oztemiz, 2013) et *T. cacoeciae* (Zouba et Mahjoubi, 2010; Cherif et Lebdi Grissa, 2013; Zouba et al., 2013; Sarhan et al., 2015).

Deux espèces de trichogrammes ont été choisies pour cette étude, à savoir *Trichogramma bourarachae* et *Trichogramma cacoeciae*.

*T. bourarachae* est une espèce moins connue que *T. cacoeciae*, découverte dans les régions méditerranéennes. Elle est efficace contre les œufs de Lépidoptères (Zouba, 2015). *T. cacoeciae*, quant à elle, est bien établie et largement utilisée en Europe (Hassan, 1994).

Ce travail a deux objectifs principaux :

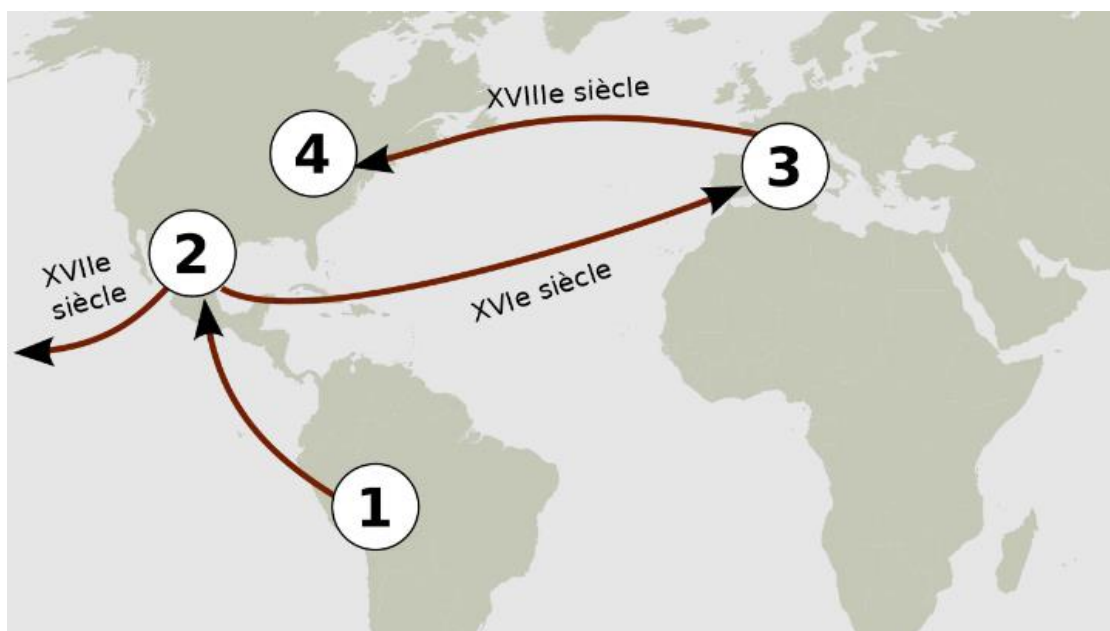
- (i) Etude de quelques paramètres biologiques de la mineuse de la tomate *T. absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae).
- (ii) Essai de lutte biologique par l'utilisation des deux parasitoïdes oophages (*T. cacoeciae* et *T. bourarachae*) contre la mineuse de la tomate *T. absoluta* dans des conditions contrôlées.

**Chapitre I :**  
**Synthèse**  
**bibliographique**

## Partie I: la plante de tomate

### 1. Origine et historique

La tomate, dont le nom dérive des indigènes qui l'appelaient "Tomati" et qui trouve ses origines dans le terme aztèque "Zitomate" (**Chougar, 2011**), a été domestiquée et développée par la sélection, son histoire remonte à sa découverte par le colonisateur Hernán Cortés sur un marché aztèque au Mexique en 1519, après quoi elle a été envoyée en Espagne (**Ercolano et al., 2021**). Initialement utilisée comme plante ornementale, elle a rapidement gagné en importance lors des échanges commerciaux, atteignant le Portugal en 1523, l'Italie en 1544, puis le sud de la France en 1560, où elle s'est adaptée aux conditions climatiques européennes et a trouvé sa place dans les catalogues de graines dès 1778 (**Campetella, 2018**); son introduction en Europe précède celle de la pomme de terre et du tabac, remontant à 1544 par les Espagnols, de là, sa culture s'est étendue vers l'Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et au Moyen-Orient (**Shankara et al., 2005**). En Afrique du Nord, la tomate a été introduite au Maroc, puis en Algérie à la fin du 18ème siècle par des cultivateurs espagnols (Tomateros), attirés par les conditions climatiques propices à sa culture. Sa consommation a débuté dans ces pays avec l'apparition de la tomate dans la région d'Oran en 1905, avant de s'étendre vers le centre, notamment le littoral algérois. Cette expansion a été facilitée par l'adoption de systèmes de serres qui ont permis à la production nationale de rivaliser (**Allache et al., 2015**).



**Figure 01:** Diffusion de la tomate dans le monde (**Shankara et al ,2005**)



## 2. Importance économique de la culture de tomate

### 2.1. Dans le monde

La tomate est le légume-fruit dont la consommation et la culture sont universelles. À l'échelle mondiale, elle est cultivée sur une superficie d'environ cinq millions d'hectares et se classe au deuxième rang après la pomme de terre par son volume de production (**Boumhiriz, 2017**); la tomate est cultivée dans plus de 170 pays du monde et sous divers climats, y compris dans les régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abris, par le volume de production, c'est le premier fruit au plan mondial (**FAO, 2007**); la Chine est en première position avec une production de 65 millions de tonnes, suivie des Inde pour 22,9 millions de tonnes, et en troisième rang vient États-Unis avec 12,6 millions de tonnes produites (**MADR, 2023**).

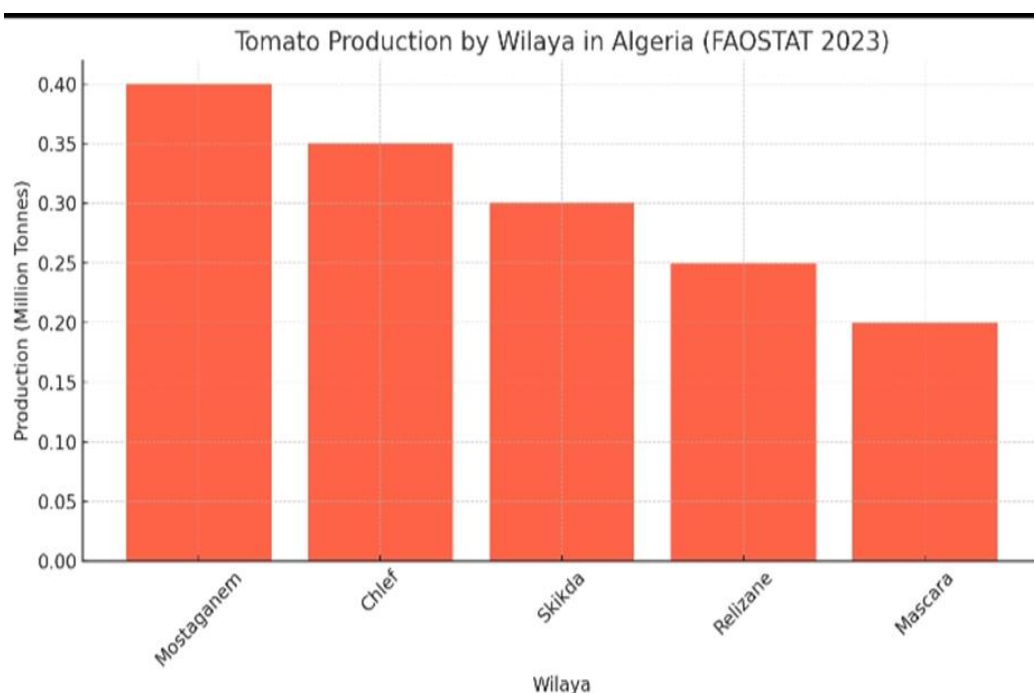
**Tableau 01:** production en million de tonnes des principaux pays production de la tomate dans le monde (**MADR 2023**)

Positon	Pays	Production (tonnes)
1	Chine	65,7 million
2	Inde	22,9 million
3	Etats Unies	12, 6 million
4	Turquie	12,5 million
5	Egypte	6,6 million
6	Iran	6,4 million
7	Italie	5,8 million
8	Espagne	4,9 million
9	Brésil	4,3 million
10	Mexique	4,2 million

## 2.2. En Algérie:

La production nationale de la tomate fraîche s'est établie à 13,8 millions de quintaux (qx) durant la campagne 2023. Le rendement a été de 428 qx/hectare pour la tomate plein champ, et 1.225 qx/hectare pour la tomate sous serre (MADR 2023).

Les plus grandes wilayas productrices de la tomate fraîche sont Mostaganem avec une production de 0.4 millions de tonnes, Chlef avec une production de 0.33 million de tonnes, Skikda avec 0.3 million de tonnes et Relizane avec 0.25 tonnes (FAOSTAT 2023).



**Figure 02:** représentant les plus grandes wilayas productrices de tomate fraîche en Algérie (FAOSTAT, 2023)

## 3. Classification botanique

La tomate appartient à la famille des solanacées. Sa classification est présentée comme suit (Linné, 1753):

- **Règne :** Plantae
- **Sous-règne :** Tracheobionta
- **Division :** Magnoliophyta
- **Classe :** Magnoliopsida

- **Sous-classe :** Asteridae
- **Ordre:** Solanales
- **Famille :** Solanaceae
- **Genre :** Solanum
- **Espèce :** *Solanum lycopersicum*



**Figure 03 :** Plants de tomates indéterminées (PaulMaguire, 2021)

#### 4 .Valeur nutritive de la tomate

**Tableau :** valeur nutritive de la tomate (Afssa, 2002)

Composants	Quantité	Max-Min
Eau	94.1g	88-96.6g
Protéines	0.86g	0.5-1.3g
Lipides	0.26g	0.07-0.8g
Acides gras saturé	0.056g	0.028-0.073g
Glucides	2.26g	Nc
Sucre	2.25g	Nc -2.36g
Fibres	1.2g	0.7-3.2g
Acides organiques	0.39g	Nc

## 5- Cycle de développement de la tomate

Le cycle végétatif complet de la tomate dure environ 4 à 5 mois pour les semis directs en plein champ et 5 à 6 mois pour les plants repiqués en serre (Mohamed, 2016). La plante passe par quatre phases successives distinctes, en commençant par la phase de germination, qui dure environ 8 jours à 25°C (Van Der Vossen et al., 2004). Ensuite, la phase de croissance nécessite environ 20 jours pour le développement des premières feuilles. La phase de floraison, marquée par l'apparition de fleurs jaunes, survient environ deux mois et demi après le semis. Enfin, la phase de fructification débute avec la nouaison des fruits après la fécondation des fleurs, jusqu'à ce que les tomates prennent une coloration verte. La phase finale est la maturation physiologique des fruits, qui se traduit par une coloration rouge de plus en plus prononcée, indiquant que les tomates sont prêtes à être récoltées (Mohamed, 2016).

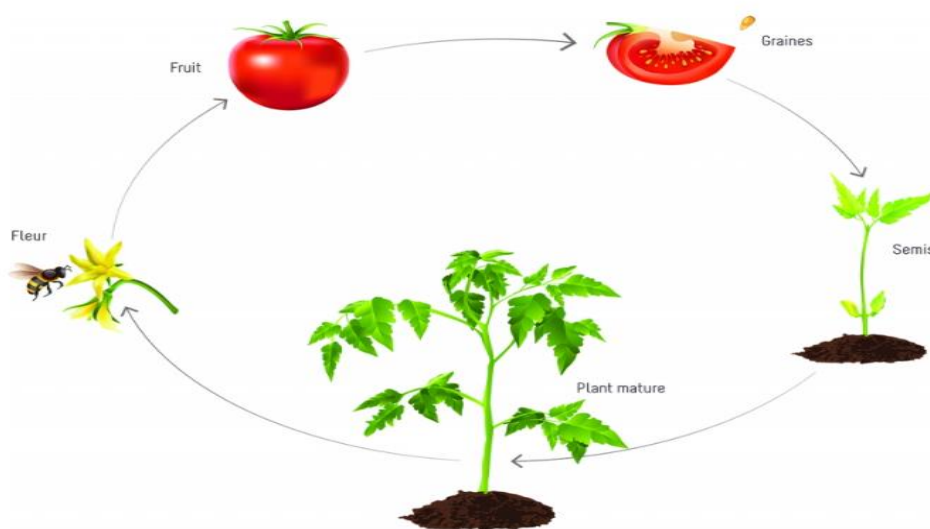


Figure 04: Cycle de vie de la tomate (Parlons sciences, 2020)

## 6-Maladies et ravageurs

La tomate sous serre est sujette aux attaques de plusieurs maladies et ravageurs occasionnant parfois des dégâts très importants pour cette raison la prévention des maladies et des ravageurs est extrêmement importante pour la culture de la tomate (Laumonier, 1979).

La culture de la tomate est fortement dépendante des produits phytosanitaires, car fragile et sensible aux attaques fongiques d'insectes (Polese, 2007 in sahraoui, 2016).

### 6-1. Maladies

### Maladies cryptogamiques

Anthraxnose, Alternariose, Oïdium, Mildiou, Botrytis (ou pourriture grise), Septoriose, fente de semis (Trottin Caudal et al., 1995)

### Maladies bactériennes

Chancre bactérien, Moucheture de la tomate, Gale bactérienne, Moelle noire, (Chibane, 1999).

#### A. Les viroses:

La mosaïque du tabac: TMV La maladie bronzée de la tomate : TSWV La maladie des feuilles jaunes en cuillère de la tomate : TYLCV (Hanafi, 2000).

#### B. Désordre:

Physiologique Nécrose apicale, tomate creuse, éclatement, fentes de croissance les micros fissures, brûlure tardive (Sirtori et al., 2009).

### 6-2. Ravageurs

(insectes, acariens et nématodes) Aleurodes, pucerons, mineuses, acariens, thrips, noctuelles, punaises, cicadelles, nématodes et *T. absoluta* (Pijnakker et al., 1999).

## Partie II: la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick 1917

### 1. Généralités

La mineuse de la tomate *T.absoluta* est un représentant de la famille des Gelechiidae, c'est un microlépidoptère qui se nourrit aux dépens des Solanacées (Doumandji-Mitiche et al., 2010); *T.absoluta*, est un insecte ravageur récemment introduit dans les pays méditerranéens y compris l'Algérie. Ce papillon a un potentiel de reproduction élevé (Urbaneja et al., 2012); elle est considérée comme l'un des ravageurs les plus importants de la tomate (Borgoni et al, 2003; Pires, 2008); constitue un facteur limitant du développement de la culture, puisqu'elle peut causer entre 70% et 100% de pertes de production (Pratissoli et parra, 2000) mais il s'attaque aussi aux autres cultures de Solanacées (l'aubergine (*Melogena de solanum*), pepino (*Muricatum de solanum*), ...) et aux mauvaises herbes des solanacées (*Datura stramonium*, *Lylium chilense*, *Solanum nigrum*, ...). Les plants de tomates peuvent être contaminés de l'état de semence à celui de plante mature. Il s'attaque principalement aux feuilles et aux fruits. (Urbaneja et al., 2012).

### 2. Origine et répartition géographique

*Tuta absoluta* est un micro-lépidoptère qui a été décrit pour la première fois par l'entomologiste anglais Meyrick en 1917 (RAZURI et VERGAS, 1975). Elle est un nuisible



en Asie et en Europe (**Desneux et al., 2010**); Selon Polovny (**1994**), *T. absoluta* se classe comme suit :

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Arthropoda
- **Classe** : Insecta
- **Ordre** : Lepidoptera
- **Sous-ordre** : Microlepidoptera
- **Super-famille** : Gelechioidea
- **Famille** : Gelechiidae
- **Sous-famille** : Gelechiinae
- **Genre** : *Tuta*
- **Espèce** : *Tuta absoluta*

#### 4. Plantes hôtes:

En effet, même si la tomate est considérée comme sa plante hôte préférée, *T. absoluta* peut attaquer d'autres Solanacées cultivées comme la pomme de terre *Solanum tuberosum*, l'aubergine *S. melongena*, la poire-melon *S. muricatum*, les poivrons et piments *Capsicum annum* et le tabac *Nicotiana tabacum* (**Desneux et al., 2010, 2011**). Elle peut aussi se développer aux dépens de *Solanacées spontanées* comme *S. nigrum*, *S. americanum*, *S. elaeagnifolium*, *S. dulcamara* etc., (**Desneux et al., 2010; Bawin et al., 2015**). Toutes les parties de la plante et à différents stades de son développement, peuvent être infestées par *T. absoluta*, feuilles, tiges et fruit verts ou mûrs (**Tropea Garzia et al., 2012; Cherif et al., 2013; Attrassi, 2015**)

#### 5. Morphologie et description

##### 5.1. Œuf

La femelle adulte pond ses œufs sur les feuilles, les tiges ou les fruits de la plante hôte. Les œufs sont une forme ovale de 0,38mm de long et 0,21mm de large (**Vargas, 1970**). Les œufs nouvellement pondus sont de couleur blanc crème, en suite jaune et jaune-orange au cours du développement (**Estay, 2000**). Les œufs matures deviennent sombres et le contour noir de la ligne dorsal peut être vu à travers le chorion (**Vargas, 1970; Germainet al., 2009**).

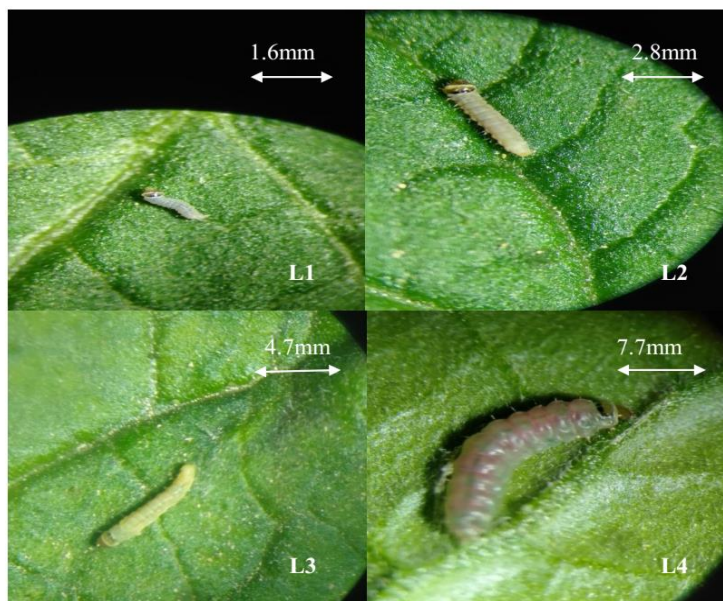


**Figure06:** les œufs de la mineuse de la tomate *T.absoluta* (Cliché personnel, 2024).

## 5.2. Larve

Les œufs éclosent en larves qui se nourrissent des tissus de la plante, creusant des galeries appelées "mines". Les larves de 1er stade crème avec une tête sombre, en passant du 2ème au 4ème stade larvaire, la couleur change du vert au rose clair (**Ramele, 2008**); les larves qui mesurent entre 01 et 09mm, La 1er stade larvaire mesure 1,6mm, le 2ème 2,8mm, le 3ème 4,7mm et le 4ème stade larvaire mesure 7,7mm .Tous les stades larvaires présentent une ligne dorsal rougeâtre au niveau du pronotum (**Germain et al., 2009; Lebdi-Grissa et al., 2010**).





**Figure 07:** Stades larvaires de la mineuse de la tomate *T. absoluta* (L1; L2; L3; L4) (Cliché personnel, 2024).

### 5-3.Chrysalide

Après avoir terminé leur croissance, les larves se transforment en nymphe, qui sont des formes immobile et non alimentaires de la *T.Absoluta*, les chrysalides sont de couleur verdâtre, alors que les plus matures sont de couleur brun foncé (Estay, 2000; Sannino et Espinosa, 2010). Les chrysalides males sont plus légères et plus petites que les chrysalides femelles (Fernandez et Montagne, 1990).



**Figure08 :** Chrysalide de *T. absoluta* (Cliché personnel, 2024).

#### 5-4. Adulte:

Après quelques jours, les chrysalides se transforment en adultes, qui sont de petits papillons de couleur brun foncé. Les adultes ont une longueur de 5-7mm et une envergure d'environ 10mm. Il n'y a pas de dimorphisme sexuel évident, bien que l'abdomen des adultes mâles est plus étroit et pointu postérieurement, tandis que celui des femelles est plus large et volumineux (Vargas, 1970; Desneux et al., 2010). Les écailles abdominales chez les mâles ont de couleur gris, par contre elles sont de couleur crème chez les femelles (Vargas, 1970; USDA APHIS, 2011). Les adultes sont de couleur gris tacheté (Estay, 2000). Les antennes sont longues et filiformes (Vargas, 1970). Les ailes sont frangées et la paire antérieure contient des taches noirâtres (Sannino et Espinosa, 2010). La disposition des franges diffère entre les ailes antérieures et postérieures; les ailes antérieures présentent des franges sur la moitié distale tandis que tout le contour des ailes postérieures est frangé (Sannino et Espinosa, 2010).



Figure09: Adulte de *T. absoluta* (Cliché personnel, 2024).

## 6. Comportement biologique

### 6.1. Reproduction et accouplement

La période séparant l'émergence des adultes et leur accouplement est plus importante chez les femelles (20 à 22 heures) que les mâles (quelques heures) (Tropea Garzia et al., 2012). La femelle est la première à initier la parade nuptiale en déployant ses ailes et émettant un attractif sexuel spécifique. L'émission de la phéromone est sous l'influence de plusieurs facteurs tels que l'âge de la femelle et les facteurs climatiques (Briand, 2009). Au laboratoire, Lee et al. (2014), ont indiqué que la durée d'accouplement varie de quelques minutes à 6h40 min. De même, ces auteurs ont montré, qu'aux conditions de laboratoire, l'adulte de *T. absoluta* peut s'accoupler jusqu'à 15 fois durant sa vie (Lee et al., 2014).

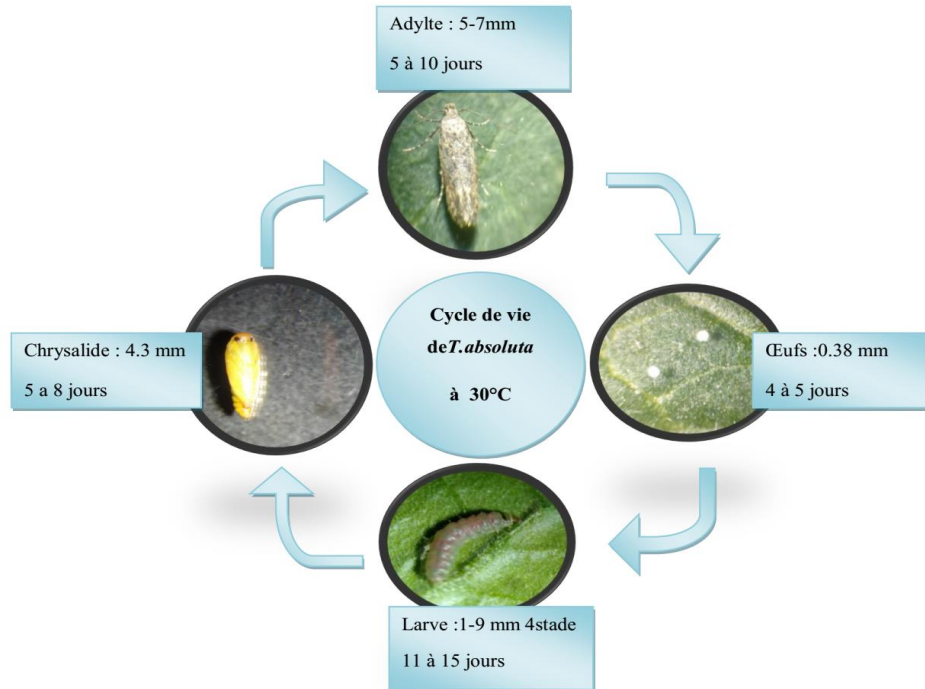
## 6.2. La ponte

La ponte commence entre 6 à 18 heures après l'accouplement. Les œufs sont déposés individuellement à la face inférieure des feuilles, au niveau des jeunes tiges tendres ou au niveau des sépales des fruits immatures (**Goncalves-Gervasio et al., 1999**). Le pic de ponte est enregistré durant la nuit (**Vargas, 1970**) avec 76% des œufs pondus le même jour de l'accouplement (**Lee et al., 2014**); la femelle de *T. absoluta* a une grande fécondité qui peut atteindre 260 œufs/ vie (**Fernandez et Montagne, 1990**). Comme tous les hétérocères .

## 6.3. Cycle biologique

*T. absoluta* est une espèce multivoltine qui possède environ 10 à 12 générations par an. La durée de son cycle de vie dépend des conditions environnementales (**Tropea Garzia et al., 2012**); le développement post-embryonnaire de cet hexapode est influencé par plusieurs facteurs à savoir: la présence de l'hôte végétal, la température, la lumière, l'humidité relative et la photopériode (**Bentacourt et al., 1996**); il s'agit d'un insecte holométabole dont le cycle de développement comporte 4 stades distincts :œuf ,larve ,chrysalide et adulte (**Desneux et al., 2010**). Le cycle de vie de la mineuse dure environ un mois à 25 °c et de 3 semaines à 30 °C. La durée de développement est plus longue : lorsque la température est plus faible elle est supérieure à 2 mois à 15 °C (**Rey et al., 2014**). Depuis 2001, Lima et Lucia ont signalé que le cycle évolutif de *T.absoluta* s'accomplit en 76 jours à 14°C, 40 jours à 20°C et 24 jours à 27°C. En conditions optimales (25°C), le cycle complet de cet insecte varie entre 26 à 30 jours : 4 à 5 jours pour l'incubation de l'œuf, 14 jours pour le développement larvaire et 8 jours pour la nymphose. La longévité de la femelle est de 10 à 15 jours tandis que le male ne peut survivre que 6 à 7 jours (**Sanhueza, 2001**); les adultes possèdent une activité crépusculaire (**Chapman, 1998**). La période séparant l'émergence de l'adulte et l'accouplement est faible pour le mâle, de l'ordre de quelques heures, alors qu'elle est de 20 à 22 heures pour la femelle (**Tropea Garzia et al., 2012**). Lorsque l'accouplement n'a pas eu lieu, la longévité de l'adulte est prolongée; les travaux de **Pereyra et Sanchez (2006)** ont montré que la qualité d'alimentation ainsi que la plante hôte peuvent influencer la fécondité et la fertilité des œufs. En cas d'absence prolongée des mâles, une parthénogenèse peut se mettre en place pour donner naissance à une descendance de mâles et de femelles au départ d'œufs non fécondés (**Amaury, 2013**); d'après **Fernandez et Montagne (1990)**, le sex ratio de *T. absoluta* est de 1 mâle pour 1.33 femelle. Selon **Rey et al. (2014)**, le sex ratio est de 1 mâle pour 1 femelle. Donc, en général, la population adulte est formée de 50% de femelles et 50% de mâles (**Attrassi, 2015**); l'hibernation de ce ravageur peut avoir lieu sous forme d'œuf,

larve ou chrysalide en manifestant une quiescence induite par l'action de l'abaissement de la température et de la photopériode (Vieira, 2007).



**Figure10:** Cycle de développement de *T. absoluta* à 30°C ( Cliché personnel, 2024)

## 7. Symptômes et dégâts

Les dégâts qu'occasionne la mineuse à la culture de tomate peuvent atteindre un pourcentage très élevé de 100% (Bentacourt et al., 1996) Les dégâts de *T. absoluta* sont causés par la chenille qui constitue le stade nuisible par le biais des galeries qu'elle creuse au niveau des feuilles (planche 3c), des bourgeons, des tiges, des fleurs et des fruits (Tropea Garzia et al., 2012). Après l'éclosion, de jeunes larves pénètrent dans les fruits de tomate, les feuilles ou les pieds sur lesquels ils mangent et se développent, en créant ainsi des mines notables et des galeries blanchâtres (seul l'épiderme de la feuille subsiste, le parenchyme étant consommé par les larves) renfermant chacune une chenille et ses déjections. Elles sont, au début, serpentiformes ensuite elles s'élargissent en forme d'entonnoir (Betancourt, 1995); les galeries qui se forment sont de couleur transparente avec une forme irrégulière. Chacune contient une seule larve accompagnée de ses excréments noirâtres (USDA APHIS, 2011). La taille de ces galeries augmente au fur et à mesure du développement larvaire et elles finissent par se nécroser (Sannino et Espinosa, 2010). Sur feuilles, la larve de *T. absoluta* se

développe uniquement aux dépens du mésophyle laissant ainsi l'épiderme intact (**Tropea Garzia et al., 2012**).

Les dégâts provoqués par les galeries affectent l'activité photosynthétique et ouvrent les portes aux attaques secondaires (**Evangelista et al., 2001**). Les fruits surtout ceux destinés au marché du frais ne sont plus commercialisables vue leur aspect perforé et souillé (**Benvenega et al., 2007**).



**Figure11:** Feuilles de tomate est infectée par *T.absoluta* (Cliché personnel, 2024)



**Figure12:** Fruit de tomate est inféctée par *T.absoluta* (Cliché personnel, 2024)

## 9. Moyens de lutte

### 9-1 Lutte cultural

#### A- Piégeage massif

- Pièges à eau : ce sont des récipients contenant de l'eau au-dessus desquels sont fixés des capsules de phéromones (**Thabet, 2019**).

- Bandes engluées tout en assurant une attraction ciblée du ravageur et permettant une réduction importante des populations (**Thabet, 2019**).
- Attract and Kill: Il s'agit d'une pâte imprégnée de phéromone sexuelle avec un insecticide à base d'Imidaclopride (**Darek Czokajlo, 2011**).

### **B- Mesures prophylactiques**

- Isoler et détruire les cultures infestées (**USDA, 2011**).
- Désherbage à l'intérieur et aux alentours des parcelles cultivées pour éliminer les refuges favorisés par les insectes ravageurs (**Germain et al., 2009**).
- L'utilisation des variétés résistantes de tomate telles que les variétés de *Lycopersicum hirsutum*, *L. pennellii* et *L. peruvianum* qui sont connues par leurs résistances à *T. absoluta* (**Thabet, 2019**).
- La rotation des cultures avec d'autres solanacées non hôte de ce ravageur (**Oztemiz, 2014**).

## **9-2 Lutte biologique**

### **A- Ennemis naturels**

- Les punaises prédatrices des œufs et des larves : *Nesidiocoris tenuis* et *Macrolophus caliginosus* (**Mollà et al., 2009**).
- Les parasitoïdes des œufs et des larves : *Trichogramma* spp. (**Cherif et Lebdi-Grissa, 2013**).
- Les champignons entomopathogènes, *Metarhizium anisopliae* (Metschn) et *Beauveria bassiana* (Bals) (**Inanli et al., 2012**).
- Les nématodes entomopathogènes tels que *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae* et *Heterorhabditis bacteriophora* (**Terzidis et al., 2014**).

### **B- Bio-insecticides à base de micro-organismes:**

tels que le Spinosad (**Verpont et Guérineau, 2002**) et la Bactospeine (**Linda et Adams, 2002**).

### **C- Bio-insecticides à base d'extraits de plantes:**

- L'utilisation d'extraits méthanoïques tirés des grains d'*Annona coriacea* Mart. (Annonaceae) sur des larves (**Silva et al., 2007**).
- L'utilisation d'extraits de feuilles et de branches de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sur les larves (**Folcia et al., 2003**).

#### D- huiles essentielles extraites des plantes

- L'huile essentielle extraite à partir de cardamom, (*Elettaria cardamomum*) est toxique à *T. absoluta* (Goudarzvand Chegini et Abbasipour, 2017).
- L'utilisation de l'huile essentielle à base de clou de girofle (Ibrahim et al., 2016)
- L'utilisation de l'huile d'ail (Farah, 2019).

### 9-3 Lutte chimique raisonnée

Afin de minimiser les risques liés à l'utilisation des insecticides, il convient d'appliquer le produit adéquat et de respecter pour chaque produit, le nombre d'applications par an, les doses prescrites et d'alterner les matières actives d'un traitement à l'autre (Thabet, 2019).

## Partie III : les trichogrammes

### 1. Généralités sur les Trichogrammatidae:

Les hyménoptères, après les coléoptères et les lépidoptères, représentent l'un des ordres d'insectes les plus diversifiés sur Terre. Actuellement, on estime qu'il existe plus de 120 000 espèces décrites (Feener et Brown, 1997). Le terme "hyménoptères" dérive du grec "*hymên*" signifiant "membrane", et "*ptéron*" signifiant "aile", en référence à leurs ailes membraneuses. Ces insectes se caractérisent également par la présence de crochets sur la nervure antérieure des ailes postérieures, qui s'insèrent dans une gouttière sur l'aile antérieure, permettant ainsi de coupler les ailes lors du vol; les hyménoptères suivent un développement holométabole avec métamorphose complète. Leur tête est distinctement séparée du thorax par un cou mince et mobile. Le métathorax est très court et fusionné avec le premier segment abdominal pour former un segment intermédiaire (Martinez, 2013); le genre *Trichogramma*, décrit par Westwood en 1833, est largement utilisé en lutte biologique. Il est reconnu comme un agent efficace pour contrôler les ravageurs appartenant à l'ordre des lépidoptères (Hohmann et al., 1988; Bai et al., 1992; Jalali et Singh, 1992 ; Takada et al., 2001; Hansen et Jensen, 2002 ; Van Lenteren et Bueno, 2003; Tezze et Botto, 2004; Van Lenteren, 2012). Quinze espèces de *Trichogramma* sont élevées dans des institutions étatiques et privées à travers plusieurs pays (Van Lenteren, 2012). Des millions d'hectares de terres agricoles et forestières dans plus de 30 pays ont bénéficié de lâchers de trichogramma pour la gestion des ravageurs (Li, 1994 ; Zhang et al., 2010 ; Wang et al., 2015).

### 2. Classification de Trichogramma:

Les Trichogrammes sont de petits insectes appartenant à la famille des Trichogrammatidae (Pinto, 1998). Voici leur classification taxonomique :

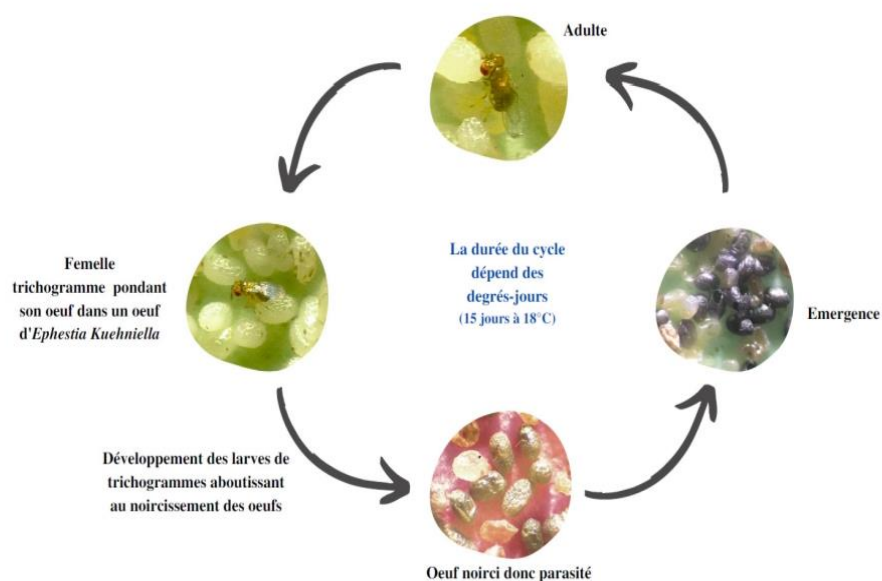
- Règne : Animalia

- **Embranchement** : Arthropoda
- **Classe** : Insecta
- **Ordre** : Hymenoptera
- **Famille** : Trichogrammatidae
- **Genre** : Trichogramma

### 3. Cycle biologique et reproduction:

Les trichogrammes sont des micro-hyménoptères mesurant moins d'un millimètre, appartenant à la famille des Trichogrammatidae (**Hawlitzky, 1982**). Actuellement, 280 espèces du genre *Trichogramma* ont été recensées (**Pintureau, 2012**). Ces insectes sont des parasitoïdes oophages : les femelles pondent leurs œufs dans ceux de l'insecte-hôte, tuant ainsi l'embryon de l'hôte. Les trichogrammes ont des limites de taille pour leurs hôtes (**Strand et al., 1988**), et la taille de l'hôte influence plusieurs paramètres de fitness (**Boivin et Lagace, 1999; Roitberg et al., 2001**). Les œufs parasités noircissent après quelques jours en raison d'une sécrétion visqueuse de la larve, qui durcit et noircit la membrane vitelline de l'œuf de l'hôte, permettant de les distinguer des œufs sains. Les tissus désintégrés de l'hôte et le vitellus nourrissent la larve de trichogramme jusqu'à sa métamorphose en nymphe, puis en adulte. L'adulte émerge de l'œuf et vit en moyenne 15 jours à 18°C, se consacrant à l'accouplement pour les mâles et à la recherche d'hôtes pour les femelles (**Colombel et al., 2020**). La durée de vie des trichogrammes varie selon les espèces et la température, diminuant généralement avec l'augmentation de la température (**Ayvaz et al., 2008 ; Schöller et Prozell, 2002**). Pour *Trichogramma cacoeciae*, la durée de vie des femelles est de 21 jours à 20°C, 15 jours à 25°C, et 10 jours à 30°C (**Özder et Kara, 2010**). L'adulte se nourrit de substances sucrées comme le miellat de puceron ou de pollen (**Hawlitzky, 1982**) avant de trouver un hôte pour pondre. Les femelles examinent la surface de l'hôte en marchant dessus et en le tapotant avec leurs antennes (**Salt et Gray, 1997 ; Schmidt et Smith, 1989**). Si l'hôte est accepté, la femelle pond, suivant un comportement en quatre étapes : (i) arrêt avec la tête levée, abdomen abaissé, antennes près de la tête et ovipositeur perpendiculaire à la surface du chorion ; (ii) forage ; (iii) pénétration du chorion par l'ovipositeur ; (iv) oviposition (**Wajnberg et Hassan, 1994**).





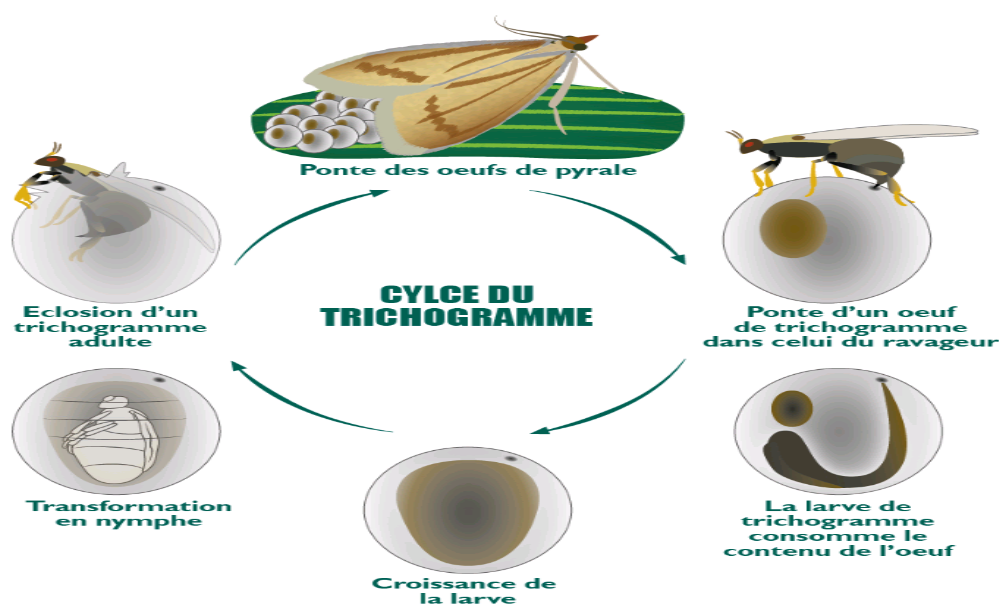
**Figure13** : Cycle biologique chez *Trichogramma* sp. (Cointe, 2024).

Il existe deux modes de reproduction chez les *Trichogramma*, selon l'espèce ou la population considérée (Cònsoli et al., 2010). Le premier mode est la parthénogenèse arrhénotoque (pour les espèces haplodiploïdes) : les mâles, étant haploïdes, proviennent d'œufs non fécondés. Les femelles non accouplées ne produisent que des mâles haploïdes, tandis que les femelles accouplées influencent fortement le sex-ratio de leur progéniture en contrôlant la fertilisation des ovocytes (Suzuki et al., 1984), produisant généralement une majorité de femelles diploïdes.

Le second mode est la parthénogenèse thélytoque : les femelles diploïdes produisent des clones femelles. C'est le cas de *T. cacoeciae* sur laquelle j'ai travaillé, mais aussi de *T. cordubensis* et *T. oleae* (Zhou et al., 2019). Cependant, certaines populations d'espèces arrhénotoques sont infectées par la bactérie *Wolbachia*, ce qui entraîne une reproduction thélytoque (Cook et Butcher, 1999); un dimorphisme sexuel est observable chez les *Trichogramma* : les mâles ont des antennes garnies de longues soies, tandis que celles des femelles sont renflées avec des soies courtes (Querino et al., 2010; Russo et Pintureau, 1981). Les mâles émergent généralement avant les femelles et les attendent pour les féconder dès leur sortie des œufs (Pompanon et al., 1995); la durée de vie moyenne des *Trichogramma* varie selon les espèces et la température, généralement plus courte lorsque la température augmente (Ayvaz et al., 2008; Schöller et Prozell, 2002).

#### 4. Mode d'action

*Trichogramma* est un parasitoïde oophage qui a été utilisé avec succès contre les ravageurs de l'ordre des lépidoptères. Ainsi, la femelle du ravageur dépose ses œufs sur le fruit, et le parasitoïde oophage pond son œuf dans l'œuf de l'hôte avec une efficacité considérable (Moezipour et Shojaei, 2008). La larve du parasitoïde se développe, par la suite, à l'intérieur de l'œuf de l'insecte-hôte, dont l'embryon est tué à un moment plus ou moins précoce de la vie larvaire du parasitoïde et ce sont ses tissus désintégrés et son vitellus qui servent de nourriture à la larve de trichogramme ce qui assure son développement jusqu'à sa métamorphose, sa transformation en nymphe puis en insecte parfait ou adulte (Figure 14) (Jardak, 1980).



**Figure14** : Mode d'action de *T. cacoeciae* (Marchal) ([http:// www.semencedefrance.com](http://www.semencedefrance.com))

# **Chapitre II :**

## **Matériel et méthodes**

## Partie I : Etude de quelques paramètres biologiques de la mineuse de la tomate *T. absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)

### 1. Protocole expérimental

#### 1.1. Elevage du *T. absoluta*

Cette étude vise à étudier les aspects biologiques (durée de développement, fécondité des femelles et longévité des adultes) dans des conditions contrôlées ( $T= 30^{\circ}\text{C} \pm 1$ , HR  $50\pm 5\%$  et une photopériode de 16 heures de lumière et de 8 heures d'obscurité).

Différents stades larvaires de *T. absoluta* ont été collectés à partir des feuilles de tomate infestées de la variété TSARINE dans des serres commerciales situées à Ain Naga (Gouvernorat de Biskra) depuis Février 2024, (figure 15) puis placées ensemble dans des boîtes en plastique ventilées (environ 25 larves/boîte) contenant des feuilles fraîches (figure 15) et fermées par un couvercle afin d'éviter la sortie des larves.



**Figure 15 :** Forte infestation de la culture de tomate sous serre par *T.absoluta* (cliché personnel, 2024)

Les boîtes ont été placées dans des chambres climatiques ( $T= 30^{\circ}\text{C} \pm 1$ , HR  $50\pm 5\%$  et une photopériode de 16 heures de lumière et de 8 heures d'obscurité) jusqu'à l'obtention des chrysalides. (Des nouvelles feuilles fraîches ont été ajoutées chaque fois que nécessaire « au minimum deux jours »)

Les nymphes ont été récupérées et placées dans des nouvelles boîtes jusqu'à l'émergence des adultes (figure 16).



**Figure 16:** Elevage de *T. absoluta* sur feuilles de tomate dans des boîtes en plastique (cliché personnel, 2024)



**Figure 17:** Chrysalides de *T. absoluta* sur feuille de tomate (cliché personnel, 2024)

Après émergence des adultes et leurs accouplements, 20 femelles (âgés de 24 heures) ont été placées dans 20 boîtes de Pétri (D: 5,5 cm) et contenant un petit coton imbibé de miel dilué qui est considéré comme une source de nourriture. Ces femelles ont été exposées à une seule température 30°C et suivies jusqu'à la ponte des œufs. Ensuite des œufs pondus ont été

prélevés soigneusement du papier filtre avec une pince entomologique et placés dans 20 boîtes de pétri contenant des feuilles de tomate fraîches et ont été suivis chaque jour jusqu'à l'émergence des adultes, en tenant compte de la durée de développement de chaque stade larvaire (L1, L2, L3 et L4), du stade chrysalide jusqu'à la mort des individus mâles et femelles de *T. absoluta*. Le substrat alimentaire a été ajouté chaque fois que cela était nécessaire (figure 17).



**Figure 18** : Boîtes de pétri contenant les différents stades de *T. absoluta* (cliché personnel, 2024)

### 1.2.Paramètres biologiques étudiés

Cette expérience vise à étudier le développement de *T.absoluta* dans des conditions contrôlées élevé sur un milieu naturel.

Pour atteindre cet objectif, tous les stades pré imaginaux (œufs, stades larvaires et chrysalides) ainsi que les adultes mâles et femelles ont été suivis avec 20 répétitions/stade.

Les paramètres suivants ont fait l'objet de cette étude:

- **Durée de développement**

Nous avons déterminé:

-L'incubation: temps entre la ponte et l'éclosion des œufs.

-Durée de développement larvaire: durée totale des 5 stades larvaires.

-Durée du stade chrysalide et apparition de l'adulte.

-Durée du développement pré imaginal: durée totale depuis la ponte des œufs jusqu'à l'apparition des adultes.

- **Longévité des adultes**

Durée de vie moyenne des mâles et des femelles depuis leur apparition jusqu'à leur mort (en jours).

- **Fécondité**

C'est le nombre total d'œufs pondus par une femelle durant toute sa vie.

- **Fertilité**

C'est le pourcentage d'œufs éclos (donnant naissance à des larves) par rapport au nombre total d'œufs pondus par une femelle.

- **Sex-ratio**

La sex ratio est définie par le nombre de femelles et de mâles présents dans une population à un moment donné. La sex-ratio femelle de la descendance d'une femelle est le pourcentage de femelles adultes produites par cette femelle. On exprimera dans cette étude la sex-ratio en % de descendance.

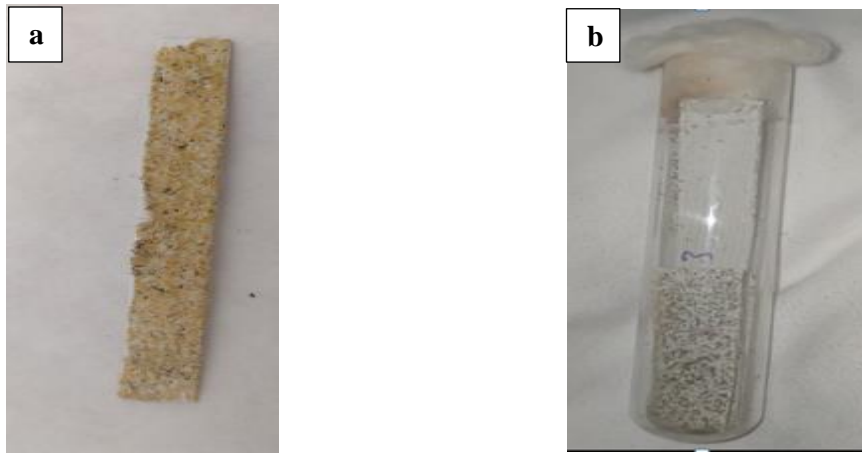
## **Parite II : Essai de lutte biologique par l'utilisation deux parasitoïdes oophages (*T. cacoeciae* et *T. bourarachae*) contre la mineuse de la tomate *T. absoluta* dans des conditions contrôlées**

### **1- Protocole**

L'objectif de cette expérience c'est afin d'évaluer la performance de deux espèces de trichogrammes (*T. cacoeciae* et *T. bourarachae*) sur les œufs de *T. absoluta*.

Deux espèces de trichogrammes (*T. cacoeciae* et *T. bourarachae*) utilisées dans cette étude ont été obtenue auprès du Centre Technique des Dattes de Tozeur (Tunisie). L'origine de ces trichogrammes ont été collectés à différents endroits dans l'oasis du Tozeur (*T. bourarachae*) et dans les vergers du grenadier à Gabes (*T. cacoeciae*) (CTD, 2024). Les parasitoïdes ont été élevés sur les œufs irradiés d'*Ephestia kuehniella* (Lepidoptera : Pyralidae), à  $27 \pm 2$  °C et une

photopériode 16:8 h (L:D) (figure ..). Les parasitoïdes ont été maintenus en laboratoire dans des conditions contrôlées ( $30 \pm 1$  °C,  $50 \pm 5\%$  HR et 16:18 L: D).



**Figure 19** : Plaquettes contenant des œufs d'*E. kuehniella* irradiés (a) et parasités par les trichogrammes (b) (Clichés personnels, 2024)

Quarante femelles de *T. cacoeciae* et *T. bourarachae* (âgées de 24 h) ont été séparées et placées chacune dans des boîtes de pétri associées avec environ 50 œufs de *T. absoluta*.

Les boîtes de pétri portant les œufs parasités ont été incubées à une température de 30°C et une photopériode de 16 h de luminosité et 8 h d'obscurité. Les œufs ont été mises à la disposition de chaque femelle et ont été remplacées par d'autres toutes les 24 heures jusqu'à la mort de la femelle. L'alimentation des ooparasitoïdes est assurée par des gouttelettes de miel déposées à l'extrémité des boîtes de pétri.

Les paramètres suivants ont été étudiés : le nombre d'œufs parasités et le nombre des œufs émergés. La distinction entre les œufs parasités et non parasités est basée sur la couleur de l'œuf. La couleur de l'œuf parasité par les trichogrammes est noire, alors que la couleur de l'œuf non parasité est toujours blanche.





**Figure 20:** (a) Boîte de pétri contenant des œufs de *T. absoluta* parasités par *T. cacoeciae* ;  
(b) Œufs de *T. absoluta* parasités *T. caccociae* (Clichés personnels, 2024)

### Analyses statistiques

Les données récoltées au laboratoire ont été soumis au logiciel de traitement de données Excel 2010. L'analyse statistique est effectuée moyennant le logiciel IBM SPSS (Statistiques Pacage for Social Science) Statistics 20. Afin d'étudier la performance des parasitoïdes, des analyses de la variance ont été réalisées et la comparaison des moyennes a été effectuée avec le test Tukey ( $p=0,05$ ).

# **Chapitre III :**

## **Résultats et discussion**

## Partie I : Etude de quelques paramètres biologiques de la mineuse de la tomate *T. absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)

### 1- Développement post embryonnaire et longévité de *T.absoluta*

Les résultats concernant la durée de l'incubation, la durée moyenne de chaque stade larvaire et nymphal et la longévité des adultes mâles et femelles sont résumés dans le tableau 03

L'expérience a permis d'enregistrer une durée d'incubation moyenne égale à  $4,3 \pm 0,92$  jours à  $30^\circ\text{C}$ . La durée totale du développement pré-imaginal (de l'œuf à l'émergence de l'adulte) est de  $21,65 \pm 0,09$  jours à  $30^\circ\text{C}$ .

La durée de développement du premier stade larvaire (L1) à  $30^\circ\text{C}$  est  $3,25 \pm 0,63$  jours alors qu'elle est de  $2,65 \pm 0,74$  et  $3,15 \pm 0,67$  pour L2 et L4, respectivement. Concernant le stade nymphal, la durée moyenne égale à  $5,55 \pm 0,88$  jours à  $30^\circ\text{C}$

De plus, la longévité des adultes mâles et femelles émergents dans des feuilles de tomate, montre que la durée moyenne varie entre  $3,2 \pm 0,83$  et  $6,05 \pm 1,05$  jours, respectivement pour mâles et femelles.

**Tableau 03:** Durée de développement de *T.absoluta* (Meyrick) élevé sur feuille de la tomate à  $30^\circ\text{C}$  (jours)

Stades	Durée moyenne $\pm$ Ecart-Type (Jours)
	$30^\circ\text{C}$
<b>Incubation des œufs</b>	$4,3 \pm 0,92$
<b>L1</b>	$3,25 \pm 0,63$
<b>L2</b>	$2,65 \pm 0,74$
<b>L3</b>	$2,75 \pm 0,71$
<b>L4</b>	$3,15 \pm 0,67$
<b>Chrysalides</b>	$5,55 \pm 0,88$
<b>Durée de développement pré imaginal</b>	$21,65 \pm 0,09$
<b>Longévité des mâles</b>	$3.2 \pm 0.83$
<b>Longévité des femelles</b>	$6.05 \pm 1.05$

Plusieurs travaux, ont été réalisés pour étudier les paramètres de la mineuse de la tomate à des différentes températures et humidités sur plusieurs hôtes. (Cherif, 2018) a mentionné que la durée d'incubation des œufs sur la culture de tomate en Tunisie est de  $3,36 \pm 1,32$  jours à

25°C ± 2, alors que (**Krechmer et Forester, 2015**) montrent que la durée d'incubation des œufs de *T. absoluta* est de 4,5 jours dans les mêmes conditions. Tandis que (**Lebdi Grissa et al, 2010**) ont trouvé que la période d'incubation est de 5,2 jours à 25°C. Nos résultats sont en concordance avec ceux obtenus par (**Mahdi, 2011**), qui ont déterminé que la durée d'incubation des œufs est de 4,1 ± 1,1 jours à 30°C.

La durée totale de développement de *T. absoluta*, de l'œuf jusqu'à l'apparition de l'adulte est de 21,65 ± 0,09 jours à 30°C ce qui est en accord avec (**Boualem et al, 2012**), qui a montré que la durée de développement larvaire totale de la mineuse de la tomate est de 21,1 jours à 26°C.

Contrairement à (**Osman et al, 2008**), signalent que la durée moyenne de développement des stades larvaires (L1-L4) est de 11,42 jours. En Tunisie, (**Lebdi-Grissa et al, 2010**), ont signalé que les larves de *T. absoluta* nécessitent environ 19-20 jours à 25°C. Alors que (**Mahdi et al, 2011**) a mentionné que le cycle de développement de la mineuse de la tomate est de 18,5 ± 2,52 jours à 30 ± 1°C.

Concernant la nymphose des adultes de *T. absoluta* nourris sur tomate, nos résultats montrent que la durée moyenne du stade chrysalide est de 5,55 ± 0,88 à 30°C.

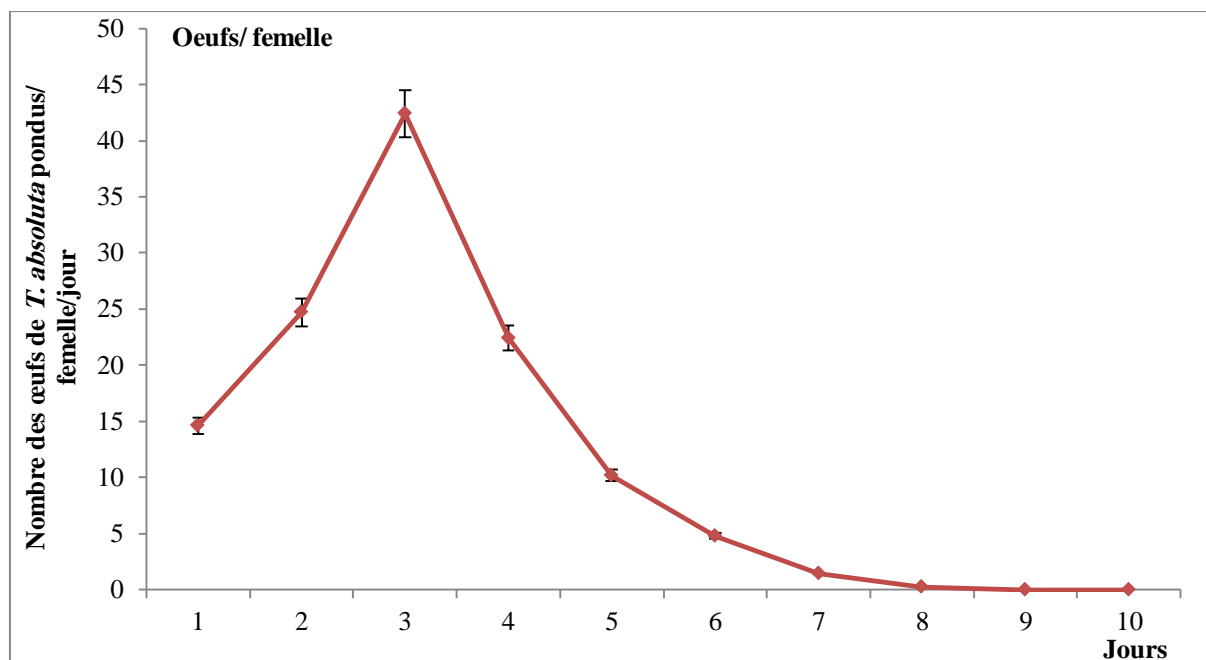
Ces résultats confirment les travaux de (**Mahdi, 2011**) et (**Haji et al, 1988**) et (**Coelho et Franca, 1987**) qui ont mentionné que la durée moyenne du stade chrysalide est de 6,5 ± 0,9°C jours.

Nos résultats montrent que la longévité des femelles est plus importante que celle des mâles. Des études faites sur quelques paramètres biologiques de *T. absoluta* ont révélé que la longévité des femelles est supérieure à celle des mâles (**Erdogan et Babaroglu, 2014**; **Krechmer et Forester, 2015**). En effet les insectes de l'ordre des lépidoptères peuvent acquérir une longévité atteignant 12 jours lorsqu'ils sont soumis aux conditions adéquates de nutrition (**Lepigre, 1963**).

## 2- La fécondité journalière de la femelle de *T.absoluta*

Les résultats indiquent que la fécondité journalière la plus importante des femelles de *T. absoluta* atteint le maximum le troisième jour avec 42,4 ± 15,49 œufs/femelle à 30°C (Figure 21). Ensuite, la fécondité journalière a diminué progressivement avec le temps pour atteindre

0 œuf/femelle au 8ème jour. Nos résultats ont montré que le nombre total d'œufs pondus d'une femelle peut varier entre 52 et 197 œufs/ femelle.



**Figure 21:** Fécondité journalière de la femelle de *T. absoluta* à 30°C

### 3- Fertilité et sex ratio de *T. absoluta*

Le tableau 04 illustre le taux de fécondité, la fertilité des œufs pondus et la sex ratio de la mineuse de la tomate. Les résultats montrent que le taux de fertilité (nombre d'œufs éclos par rapport au nombre total des œufs pondus par une femelle) de la *T. absoluta*, est de  $76,45 \pm 34,18$  à 30°C, et le pourcentage des œufs fertiles déposés par les femelles de la mineuse de la tomate est de  $63,05 \pm 12,21$  % à 30°C avec une moyenne de  $120,8 \pm 45,08$  œufs fécondés/ femelle. Concernant la sex ratio est de  $58,15 \pm 16,60$ . Cette valeur montre que la proportion de mâles est légèrement moins élevée que celle des femelles.

**Tableau 04 :** Fécondité, fertilité et sex ratio de *T. absoluta* mesurés à 30°C

	Fécondité	Fertilité	Sex ratio
30° C	$120,8 \pm 45,08$	$63,05 \pm 12,21$ %	$58,15 \pm 16,60$

Concernant le nombre d'œufs pondus par la femelle, (**Gothilf 1970**) a montré que l'augmentation de la température a un effet négatif sur le nombre d'œufs pondus. De nombreuses études ont démontré les effets de la température sur la fécondité, la sex-ratio et le nombre d'œufs pondus de plusieurs lépidoptères. Le dépôt des œufs commence 24 heures

après la copulation d'une manière échelonnée durant la période de vie de la femelle (Domandji, 1981). Les activités de ponte occupent 60 % de la durée de vie imaginaire de la femelle et la vitesse de ponte décroît régulièrement durant cette période (Le Berre, 1978).

Dans ce cadre, (Mahdi 2011) et (Uchoa-Fernandes et al. 1995), ont montré que les femelles de *T. absoluta* pondent entre 30 et 260 œufs avec une moyenne égale à  $71,4 \pm 70,9$  œufs par femelle. Cependant, d'autres travaux estiment que les pontes de ce ravageur sont en moyenne de 183 œufs par femelles (Mihsfeldt et Parra, 1999). Alors que, (Osman et al, 2015) montrent qu'une femelle peut pondre jusqu'à 244 œufs à 25°C. (Imenes et al, 1990) ont trouvé que la femelle de la mineuse de la tomate dépose entre 145 et 262 œufs par femelle à 30°C.

Des travaux en Tunisie montrent que la viabilité des œufs *T. absoluta* est de 55.5% à 30°C (Cherif 2018). Alors qu'en Egypte, (Osman et al. 2015) ont montré que 93.33% des œufs pondus sur tomate ont éclos à 25°C et une humidité relative de 60%. Selon Achoura et khennouche (2018) la fertilité de *T. absoluta* est liée aux conditions climatiques avec un pourcentage varie entre 25 et 100%. Cependant (Krechmer et Forester, 2015) ont démontré que la viabilité des œufs de *T. absoluta* sur tomate est de 81%.

Concernant la sex ratio, nos résultats montrent une valeur de  $58,15 \pm 16,60$  alors que (Mahdi, 2011) trouve que sur un effectif de 517 adultes obtenus après un élevage en masse, 236 sont des mâles pour 281 femelles, soit un sex-ratio de 0,84.

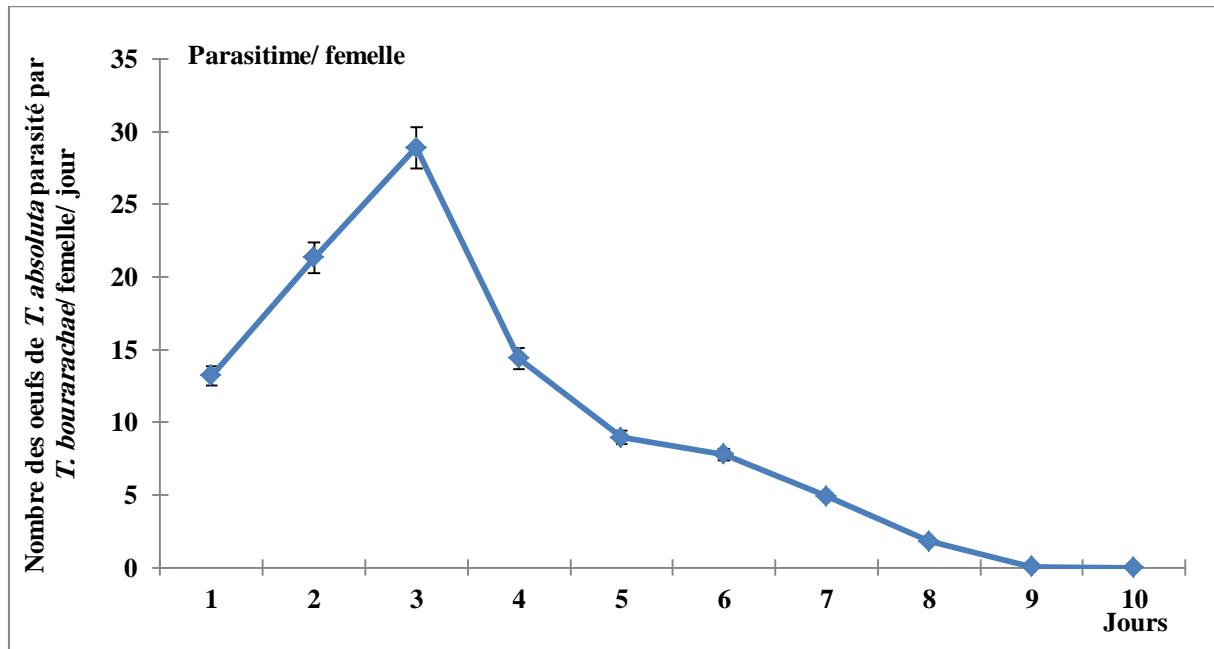
## **Parite II : Etude de performance de deux parasitoïdes oophages (*T. cocaeciae* et *T. bourarachae*) sur les œufs de la mineuse de la tomate *T. absoluta* dans des conditions contrôlées**

### **1- La fécondité journalière de *T. bourarachae* sur les œufs de *T. absoluta***

La fécondité totale est le nombre d'œufs parasités (noircis) par la femelle tout au long de sa vie, depuis son émergence jusqu'à sa mort. (Figure 22) montre que la fécondité des trichogrammes est évaluée en fonction du nombre d'œufs de *T. absoluta* parasités, il est à noter qu'on n'a tenu compte que du nombre d'œufs parasités et devenus noirs (stade pré nymphé). Cette dernière diminue en fonction de l'âge de la femelle

Les résultats indiquent que la fécondité journalière des trichogrammes est la plus importante durant les premiers jours. En effet, une femelle de *T. Bourarachae* pond environ  $14,21 \pm 1,34$

œufs/jour à 30°C avec un total de  $101,35 \pm 9,23$  œufs/ femelle. Ensuite, le nombre moyen d'œufs parasités récupérés par jour diminue progressivement jusqu'à 0 œuf pondu à partir du 9ème jour.



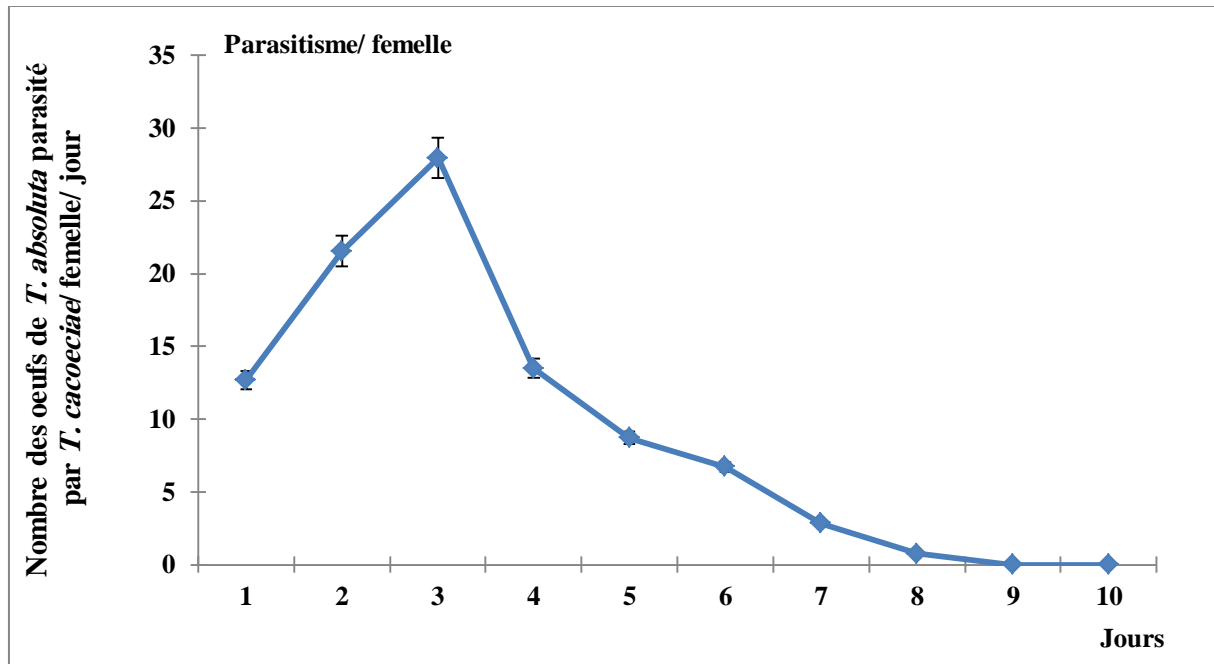
**Figure 21:** Fécondité journalière de *T. bourarachae* à 30°C

## 2- Fécondité journalière de *T. cacoeciae* sur les œufs de *T. absoluta*

Les résultats montrent clairement que la fécondité journalière de *T. cacoeciae* est plus importante durant les premiers jours avec un maximum de  $27,95 \pm 4,47$  œufs/ jour durant le troisième jour. De plus, les résultats indiquent d'une femelle de *T. cacoeciae* pond environ  $13,74 \pm 1,25$  œufs/jour à 30°C avec un total de  $93,55 \pm 8,25$  œufs/ femelle. La fécondité diminue progressivement jusqu'à 0 œuf pondu à partir du 8ème jour.

La capacité de parasitisme des œufs de *T. absoluta* par la *T. bourarachae* était plus importante que celle de *T. cacoeciae*. Les analyses statistiques montre une différence significative entre la fécondité journalière pour les deux parasitoïdes ( $7,93$  (df=1,39)  $p = 0,008$ ).

D'après les résultats obtenus de cette étude, nous pouvons affirmer que les trichogrammes sont un moyen efficace de lutte biologique contre les œufs de la mineuse de la tomate.



**Figure 22:** Fécondité journalière de *T. cacaoeciae* à 30°C

Le changement des facteurs abiotiques, comme le changement climatique pourrait agir sur les relations trophiques entre les auxiliaires et leurs hôtes. Un impact sur l'efficacité des parasitoïdes pourra, donc, avoir lieu dans les secteurs agricole et forestier (Hance et al., 2007) en influençant la biologie, la physiologie, et le comportement des parasitoïdes (Pratissoli, 1995). (Zouba 2016), a mentionné que la fécondité la plus forte de *T. bourarachae* et de *T. cacaoeciae* a été observée sous condition optimale (à 30°C); c'est le cas aussi pour *Trichogramma chilonis* (Ishii, 1941) et *Trichogramma mwanzai* (Kalyebi et al., 2005 ; Shirazi, 2006).

Pour d'autres espèces du genre *Trichogramma*, la fécondité est maximale à 25°C (Pizzol, 1978 ; Russo et Voegelé, 1982 ; Pizzol et al., 2010 ; Ksentini et al., 2011).

Zouba (2015) a révélé que les œufs de *T. absoluta* étaient plus appropriés pour le développement de *T. bourarachae*. En effet, le nombre moyen des œufs de *T. absoluta* parasités par *T. bourarachae* ( $12.93 \pm 3.08$ ) était significativement plus élevé que celui obtenu dans le cas de *T. cacaoeciae* ( $8.47 \pm 2.90$ ). Contrairement, une étude comparative entre *T. cacaoeciae* et *T. bourarachae* a été menée par (Tamez-Guerra et al., 2015) dans laquelle les auteurs ont évalué le taux de parasitisme des deux parasitoïdes contre *T. absoluta* à



différentes températures. Les résultats trouvent que *T. cacoeciae* a montré un taux de parasitisme plus élevé que *T. bourarachae* à 30°C.

L'acceptation de l'hôte peut être déterminée par le génotype de la femelle du parasitoïde, mais peut aussi être modifiée par des facteurs tels que l'âge de la femelle, la disponibilité de l'hôte, la densité des parasitoïdes et les conditions d'élevage (Dijken et al., 1986; Wackers et al., 1987; Bergeijk et al., 1989, Ksentini et al., 2013).

### 3- Le taux d'émergence de *T. bourarachae* et *T. cacoeciae*

Les résultats de taux d'émergence des parasitoïdes au laboratoire ont montré une différence significative entre le *T. bourarachae* et *T. cacoeciae*. (7,02 (df= 1 ,39) ; p = 0 ,012)

En effet, comme le montre le tableau 05, le taux d'émergence atteint son maximum à 30°C avec  $86,99 \pm 7,35\%$  et  $86,66 \pm 10,46$  respectivement pour *T. bourarachae* et *T. cacoeciae*.

Nos résultats montrent que l'élevage de *T. cacoeciae* et de *T. bourarachae* sur les œufs de *T. absoluta* a affecté la performance des deux espèces.

**Tableau 05:** Taux d'émergence des *T. bourarachae* et *T. cacoeciae* ( $\pm$  Ecart type/ jours)

	<i>T. bourarachae</i>	<i>T. cacoeciae</i>
<b>Emergence (%)</b>	$86,99 \pm 7,35$ a	$86,66 \pm 10,46$ b

Les différentes lettres dans les lignes indiquent des différences significatives (p < 0,05)

Plusieurs espèces de trichogrammes ont été étudiées pour lutter contre la mineuse de la tomate, *Trichogramma pretiosum*, *Trichogramma achaeae*, *Trichogramma bactrae* et *Trichogramma nerudai* (Virgula et al., 2006; Faria et al., 2008; Cabello et al., 2012; Cherif et Lebdi-Grissa, 2013).

Zougari (2022) montre que les pourcentages de parasitisme et d'émergence de *Trichogramma cacoeciae* (Marchal) ont été supérieurs à 50%. Alors que Zouba (2015) indique que le taux d'émergence des deux parasitoïdes est de  $92,61 \pm 4,95$  et  $95,78 \pm 5,10$  respectivement pour *T. cacoeciae* et *T. bourarachae*.

### 4- Longévité de *T. bourarachae* et *T. cacoeciae*

Les résultats indiquent qu'à une température de 30°C, la longévité moyenne des femelles de *T. bourarachae* est de  $9,22 \pm 0,71$  jours, avec une durée maximale de 10 jours et minimale de 8 jours, tandis que pour *T. cacoeciae*, la longévité moyenne est de  $8,15 \pm 1,13$  jours, avec un maximum de 10 jours et un minimum 6 jours.

L'analyse de la variance montre une différence significative sur la longévité des deux parasitoïdes (13,40 (df=1,39) p = 0,001)

**Tableau 06:** Durée de vie (jours) de la femelle de *T. Bourarachae* et *T. cacoeciae* ( $\pm$  Ecart type/ jours)

	<i>T. bourarachae</i>	<i>T. cacoeciae</i>
<b>Longévité (jours)</b>	<b>9,22 <math>\pm</math> 0,71 a</b>	<b>8,15 <math>\pm</math> 1,13 b</b>

Les différentes lettres dans les lignes indiquent des différences significatives (p < 0,05)

Ce résultat est approximatif à celui **Zouba (2015)**, qui ont déterminé que la longévité moyenne des femelle de *T. bourarachae* et *T. cacoeciae* et de 9,93  $\pm$  2,91 et 8,86  $\pm$  2,50, respectivement.

La longévité des trichogrammes est liée à la variation de la température, elle diminue avec l'augmentation de la température (**Hansen et Jensen, 2002 ; Maceda et al., 2003 ; Bueno et al., 2012 ; Gharbi, 2014**).

Selon **Khoualdia et al. (1995)** et **Pizzol et al. (2010)** la mortalité de la souche oasienne de *T. cacoeciae* est enregistrée après une semaine à 30°C. A 25°C, la mortalité de la souche tunisienne de *T. bourarachae* est supérieure à 70% après une semaine (**Herz et al., 2007**).

### Conclusion et perspectives

La mineuse de la tomate, un micro-lépidoptère originaire d'Amérique du Sud, est devenue un ravageur majeur de la tomate, sa plante hôte préférée, aussi bien en serre qu'en plein champ. Son statut a évolué d'un ravageur local en Amérique du Sud à un ravageur invasif menaçant la production de tomates dans le monde entier, avec des pertes pouvant atteindre 100%. Cet insecte prolifère rapidement, générant jusqu'à 12 générations par an en fonction de la température. Présent tout au long du cycle végétatif de la culture (de décembre à juin), il démontre une grande adaptabilité aux conditions contrôlées de la région.

Le développement de *T. absoluta* est influencé par les conditions climatiques. Le nombre d'adultes ailés est relativement élevé durant le printemps avec les températures élevées, tandis que le nombre de larves est relativement faible en hiver avec les basses températures.

Notre étude dans les serres de la région d'Aïn Naga à Biskra a permis de préciser les paramètres biologiques de cet insecte et de tester l'efficacité de méthodes de contrôle biologique. Ces caractéristiques biologiques élevées, notamment la rapidité du cycle et la forte fécondité, expliquent le fort potentiel de développement et de nuisibilité de *T. absoluta* dans les cultures de tomates sous des conditions chaudes.

L'utilisation de *Trichogramma*, en particulier *T. bourarachae*, s'est avérée prometteuse pour lutter contre *T. absoluta*. Ces résultats suggèrent que des approches de lutte biologique, adaptées aux conditions locales, pourraient constituer une alternative durable et efficace aux méthodes de contrôle chimique traditionnelles. La poursuite de recherches pour optimiser ces stratégies de lutte biologique est cruciale pour assurer la pérennité des cultures de tomates face à ce ravageur invasif

Il est essentiel de continuer à affiner les méthodes de lutte biologique contre *T. absoluta* en testant d'autres souches de *Trichogramma* et en explorant des synergies avec d'autres agents de contrôle biologique. De plus, la mise en place de programmes de surveillance et de gestion intégrée des ravageurs (IPM) pourrait renforcer l'efficacité de ces méthodes. La recherche sur la

résistance variétale des plants de tomates et le développement de pratiques culturales innovantes, telles que l'utilisation de filets anti-insectes ou de techniques de piégeage, pourraient également contribuer à réduire l'impact de ce ravageur.

## Références

1. **Achoura et khennouche (2018)**: Bio-écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* dans la région de Ain Naga
2. **Allache F., Bouta Y., Demnati F (2015)**: Population development of the tomato moth *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae ) in greenhouse tomato in Biskra, Algeria. *J.Crop Prot.* 4(4):509–517.
3. **Amaury, R. (2013)**: Étude de la reproduction parthénogénétique et de son origine chez la mineuse de la tomate. Mem., Bachelier en Agronomie, Haute école Louvain et Hainaut. Belgique.
4. **American pest of tomato now in the EPPO region**: Biology, distribution and damage. *EPPO Bulletin*, 42, 205–210.
5. **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.
6. **Ayvaz, A., Karasu, E., Karabörklü, S. et Tunçbilek, A. Ş. (2008)**: Effects of cold storage, rearing temperature, parasitoid age and irradiation on the performance of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of*
7. **Bai, B. Luck, R. F. Forster, L. Stephens, B. Janssen, J. A. M. (1992)**: The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. *Journal of Entomologia Experimentalis and Applicata*. 64: 37-48.
8. **BARRIENTOS Z.R., APABLAZA H.J., NORERO S.A. et ESTAY P.P., (1998)**: Threshold temperature and thermal constant for development of the South American tomato moth *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ciencia e Investigación Agraria*, Pp 133-137
9. **Bawin, T., Dujeu, D., De Backer, L., Francis, F. et Verheggen, J. (2015)**: Ability of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) to develop on alternative host plant species. *Can. Entom.* 00, 1-9.
10. **Belhadi, A., Nezzar-Kebaili, N., Berdjouh D., Djoudi M et Baazizi E. (2008)**: Note sur l'infestation de la tomate sous serre par *Tuta absoluta* Meyr. (Lepidoptera, Gelechiidae), dans la région des Ziban. *journal algérien des régions arides*, n°7. P63-64.
11. **Benvenga, S. R., O. A. Fernandes, S. Gravena, (2007)**: [Decision making for integrated pest management of the South American tomato pinworm based on sexual pheromone traps. *Horticultura Brasileira*, Vol.: 25, pp: 164-169.
12. **Blancard D., H. Laterrot, G. Marchoux et T. Candresse, (2009)**: Les maladies de la

tomate(identifier, connaitre, maitriser). Edition Quae. INRA. pp 671et 679 . Paris.

13. **Boivin, G. et Lagace, M. (1999):** Effet de la taille sur la fitness de *Trichogramma evanescens* (Hymenoptera : Trichogrammatidae). [/paper/Effet-de-la-taille-sur-la-fitness-de-Trichogramma-%3A-Boivin-Lagace/91229c50b422be19df2eed2862317aef70d41b7a](#)
14. **Borgoni (P.C.), Sila (R.A) et Carvalho (G.S.), (2003):** Leaf mesophil consumption by *Tuta absoluta* (Meyrick), (Lepidoptera: Gelechiidae) in three cultivars of *Lycopersicon esculentum* Mill. *Ciencia rural*, Santa Maria: V23 NO1 jan Fév: 7-11.
15. **Boualem M, Allaoui H, Hamadi R, Medjahed M. (2012):** Biologie et complexe des ennemis naturels de *Tuta absoluta* à Mostaganem (Algérie). *Bull OEPP/EPPO Bull.* 42 (2): 268–274.
16. **Boumaraf S. (2020):** Bioécologie générale de la tomate *Tuta absoluta* dans la région de Biskra, doctorat, université Biskra. 58p
17. **Boumhiriz R. (2017):** Etude « in vitro » de l'efficacité de l'extrait hydro-éthanolique des feuilles matures de la courge *Cucurbita pepo* et de l'extrait hydro-méthanolique des feuilles de la menthe *Mentha spicata* sur les larves de *T. absoluta*. Mémoire de master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Algérie, 95 pp.
18. **Briand F. (2009):** Les phéromones sexuelles: utilisées comme moyen de lutte, évaluation de leur efficacité et mesure de leur impact physiologique sur les vers de la grappe.
19. **Bueno, R. C. O. D. Parra, J. R. P. Bueno, A. D. (2012):** ~~Trichogramma pretiosum~~ parasitism of ~~Pachydes~~ ~~and~~ ~~Atta~~ ~~germs~~ eggs at different temperatures. *Biological Control.* 60: 154-162.
20. **Campetella M. (2018):** L'horticulture et le jardinage en France et en Italie au xvie siècle : le cas des manuels de techniques horticoles de Charles Estienne (1536) et des
21. **Chapman, R. F. (1998):** *The Insects: Structure and function.* 4th edition, Cambridge University Press, 657p
22. **Cherif A & Lebdi-Grissa K. (2013):** *Trichogramma cacoeciae* as a biological control agent of the tomato pinworm *Tuta absoluta* in Northeastern Tunisia. *Entomologia Hellenica*, 22: 35-42.
23. **Cherif A., Mansour R., et 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
24. **Cherif Asma (2018):** La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae) : Paramètres biologiques, écologiques et alternatives de lutte

25. **Chougar. S. (2011)** : Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera :Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de tizi-ouzou. Mémoire de magister. Université Mouloud Mammeri De Tizi- Ouzou.98p.
26. **Cock, M. J. W., Murphy, S. T., Kairo, M. T. K., Thompson, E., Murphy, R. J. et Francis, A. W.(2016)**: *McCLO*. *BioControl*, 61(4), 349-363. <https://doi.org/10.1007/s10526-016-9726-3>
27. **COELHO M.C.F. y FRANCA F.H. (1987)**: *Revista de Biologia*, Quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça do tomateiro. *Pesquisa agro. Pecuária Brasileira*, 22 (2) : 129 - 135
28. **Colombel, E., Venard, M. et Tabone, E. (2020)**: *Technique d'élevage des trichogrammes*,9.
29. **Cônoli, F. L., Parra, J. et Zucchi, R. (2010)**: *Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on Trichogramma*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9110-0>
30. **Desneux, N., Luna, M.G., Guillemaud, T. et 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. *J. Pest Sci*, 84(4), 403-408.
31. **Desneux, N., Wajnberg, N.W., Wychuys, K.A.G., Brugio, G., Arpaia, S., Narvaez-Vasquez, C.A., Gonzales-Cabrera, J., Ruescas, C., Tabone, E., Frandon, J., Pizzol, J., Poncet, C., Cabello, T. et Urbaneja, A. (2010)**: Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83, 197-215
32. **Doumandji, B. (1981)**: Le complexe parasites-prédateurs Zeller. *Bulletin de Zoologie Agricole INA El Harrach*. 1: 4-6.
33. **EPPO. (2008)**: Additional information provided by Spain on EPPO A1 pests. 5p. Kharroubi, A., 2008. *Agriculture: Tuta absoluta threatens the Moroccan tomato*.
34. **Ercolano M. R., Di Matteo A., Andolfo G., Frusciante L. (2021)**: The Wild Genetic Resources of Tomato : A Reservoir of Useful Genes for the Future. In D. Carputo, R. Aversano, & M. R. Ercolano (Éds.), *The Wild Solanums Genomes*, Springer International Publishing, 35–49 p.
35. **Erdogan P, Babaroglu NE. (2014)**: Life Table of the Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae). *J Agric FGazio U*. 31 (2) : 80-89.
36. **ESTAY P. (2000)**: Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). *Informativo 09.pdf*. Accessed 2 Feb 2010. (<http://alerce.inia.cl/docs/Informativos/02/06/2014>)
37. **Evangelista W. S., C. A. Faria, D. Pratissoli, J. B. Torres. (2001)**: Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing

tomatoes, with notes on plant phenology. *International Journal of Pest Management*, Vol. : 47, pp: 173 – 178.

38. **FAO. (2007)** : Disponible sur : <http://faostate.fao.org> et <http://ecocrop.fao.org> .P4-5.
39. **FAO. (2024)** : La production mondiale des cultures maraichère. Ed. FAO. <https://www.fao.org/faostat/fr/#home>
40. **Feener, D. H. J. et Brown, B.V. (1997)**: Diptera as parasitoid. *Annual Review of Entomology*. 42: 73-97.
41. **Fernandez S. et Montagne A. (1990)**: Biología del minador del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bol. Entomol. Venez. N.S.* 12pp : 89-99.
42. **Gebiola, M., Bernardo, U., Ribes, A., et Gibson, G.A.P. (2015)**: An integrative study of *Necremnus Thomson* (Hymenoptera: Eulophidae) associated with invasive pests in Europe and North America: taxonomic and ecological implications. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 173(2), 352-423.
43. **Gharbi, N. (2014)**: Influences of cold storage period and rearing temperature on the biological traits of *Trichogramma oleae*. *Tunisian Journal of Plant Protection*. 9: 143- 153.
44. **Goncalves-Gervasio R.C.R., Ciociola A.I., Santa-Cecilia L.V.C. et Maluf W.R. (1999)**: Aspectos biológicos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) em dois genótipos de tomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-tridecanona nos folíolos. *Cienc. Agrotec.*, 23pp: 247-270.
45. **Gothilf, S. (1970)**: The biology of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Zell.) in Israel. III. Phenology on various hosts. *Israel Journal of Entomology*. 5:161–175.
46. **Guenaoui Y. et Guellamallah A. (2008)**: *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Premières données sur la Biologie en fonction de la température. *Conférence Procceeding*, 8p..
47. **Haji F.N.D., Oliviera C.A.V., Amorim-Neto M.S. e Batista J.G.S. (1988)**: *R* Fluctuação populacional da traça do tomateiro . *pécuaria. Brasileira* 23(1) : 7- 1
48. **Hance, T. Baaren, J. V. Vernon, P. Boivin, G. (2007)**: Impact of Extreme Temperatures on Parasitoids in a Climate Change Perspective. *Annu rev entomol*. 52: 107-126.
49. **Hansen, L.S. et Jensen, K.M. (2002)**: Effect of temperature on parasitism and host-feeding of *Trichogramma turkestanica* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Ephesiakuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*. 95: 50-56.
50. **Hassan, S.A. (1994)**: Comparison of different *Trichogramma* species for controlling lepidopterous pests. *Journal of Applied Entomology*, 118(3-4), 226-233.



51. **Hawlitzy, N. (1982):** La lutte biologique à l'aide de Trichogrammes, (16).  
**Pintureau, B. (2012):** Les hyménoptères parasitoïdes oophages d'Europe (Quae).
52. **Herz, A. Hassan, S. A. Hegazi, E. Khafagi, W. E. Nasr, F.N. Youssef, A. I. Agamy, E. Blibech, I. Ksentini, I. Ksantini, M. Jardak, T. Bento, A. Pereira, J. A. Torres, I. Souliotis, C. Moschos, T. Milonas, P. (2007):** Egg parasitoids of the genus Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in olive groves of the Mediterranean region. *Biological Control*. 40: 48-56.
53. **Hohmann, C. L. Luck, R. F. Oatman, E. R. (1988):** A comparison of longevity and fecundity of adult Trichogramma platneri reared from eggs of the cabbage looper and the angoumois grain moth, with and without access to honey. *Journal of Economic Entomology*. 81: 1307-1312.
54. **IMENES S. D. L., FERNANDES M. A. U., CAMPOS T. B. y TAKEMATSU A. P. (1990):** Aspectos biológicos e compartamentais de traça do tomateiro *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae). *Arquivos Instituto biológico*, 57 (1 & 2) : 63 \_ 68.
55. **INPV (2013):** Lutte biologique contre *Tuta absoluta* sur tomate : Lâchers de *Nesidiocoris*. Institut National de la Protection des Végétaux, Alger
56. **Jardak, T. (1980):** Bio-ecological studies of *ern* (Lepidoptera, Hyponomeutidae) and of its egg-eating parasites of Trichogramma species (Hymenoptera, Trichogrammatidae); trials for use in biological control. Faculte des Sciences et Techniques de Saint- Jerome. Marseille France. Thèse de Doctorat.
57. **Kalyebi, A. Sithanatham, S. Overholt, W. A. Hassan, S. A. Mueke, J. M. (2005):** Parasitism, longevity and progeny production of six indigenous Kenyan trichogrammatid egg parasitoids (Hymenoptera Trichogrammatidae) at different temperature and relative humidity regimes. *Biocontrol Science and Ttechnology*. 15: 255-270.
58. **Khoualdia, O. R'houma, A. Jarraya, A. Marro, J. P. Brun, J. (1995):** Un trichogramme, nouveau parasite d'*E. ceratoniae* Zeller (Lep: Pyralidae) en Tunisie. *Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie*. 68: 145-151.
59. **Krechmer FS, Forester LA. (2015):** *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): Thermal requirements and effect of temperature on development, survival, reproduction and longevity. *Eur J Entomol*. 112(4): 658-663.
60. **Ksentini. I. Jardak, T. Zeghal, N. (2011):** First report *Virachola Klug.* (Lepidoptera: Lycaenidae) and its effects on different pomegranate varieties in Tunisia. *Bull OEPP/EPPO*. 41: 178-182.
61. **L. Consoli, J. R. P. Parra et R. A. Zucchi (dir.),** Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on Trichogramma (p. 191-218). Springer Netherlands.

[https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9110-0\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9110-0_7)

62. **Laumonier R. (1979):** Culture légumière et maraîchère, Tome II, Ed. J.B Ballière, Paris,276p.
63. **Lebdi Grissa K, Skander M, Mhafdhi M, Belhadj R. (2010):** Lutte intégrée contre la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) en Tunisie. Entomologie faunistique :63(3) : 125-132.
64. **Lee, M.S., Albajes, R. et Eizaguirre, M. 2014:** Mating behaviour of female *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): polyandry increases reproductive output. J Pest Sci, 87, 429-439.
65. **Li, L. Y. (1994):** Worldwide use of *Trichogramma* for biological control of different crops: A survey. In: Wajnberg E, Hassan SA (Eds.). Biological control with egg parasitoids CABInternational; Wallingford. U. K. 37-54pp.
66. **Lima E.R. et Lucia T.M.C. (2001):** Bioquímica dos Feromônios, Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas. Ribeirão Preto, Holos, 206pp.
67. **Maceda, A. Hohmann, C. L. Santos, H. R. (2003):** Temperature effects on *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogramma antea* de Santis. Brazilian Archives of Biology and Technology. 46: 27-32.
68. **MAHDI Khadidja (2011):** Quelques aspects de la bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) et essai de lutte dans l'Algérois p 171
69. **Mahdi.K ; Doumanji- mitich .B et Doumanji (2011):** EFFET DE LA TEMPERATURE SUR LE CYCLE DE DEVELOPPEMENT DE LA MINEUSE DE LA TOMATE *TUTA ABSOLUTA* DANS L'ALGEROIS
70. **Mallea AR, Macola GS, Garcia SJG, Bahamondes LA & Suarez JH (1972):** [*Nicotiana tabacum* var. *virginica* , a new host of *Scrobipalpus absoluta*] Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo 18 , 13–15 (in Spanish).
71. **Martinez, M. (2013):** Lepidoptera (Papillons). Ephytia, INRA. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/7524/Info-Insectes-LEPIDOPTERA>
72. **MIHSFELDTL H. e PARRA J.P.R. (1999):** R Biología de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) em dieta artificial. Scienta Agricola 56 (4) :
73. **Moezipour, M. Shojaei, S. S. (2008):** Developmental biology and fertility life table parameters of *Trichogramma Brassicae* (Bezdenko), on eggs of *Sitotroga cerealella* at different temperatures, in laboratory conditions. Pak. Entomology. 30: 5-10.
74. **Osman Mohamed A. M., Nasser S. Mandour, Mohamed A. Abd El-Hady and Awad**

- A. Sarhan. (2015):** Influence of temperature on some biological attributes and life table analysis of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera; Gelechiidae) (Abstract)
75. **Özder, N. et Kara, G. (2010):** Comparative biology and life tables of *Trichogramma cacoeciae*, *T. brassicae* and *T. evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) with *Ephestia kuehniella* and *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) as hosts at three constant temperatures. *Bio*
76. **Pizzol, J. (1978):** La diapause chez *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae), écotype moldave parasite oophage de la pyrale du maïs. Diplôme de l'école pratique des hautes études. Institut de Montpellier, France, 78pp.
77. **Pizzol, J. Pintureau, B. Khoualdia, O. Desneux, N. (2010):** Temperature-dependent differences in biological traits between two strains of (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Pest Science*. 83: 447-452.
78. **Pompanon, F., Fouillet, P., Allemand, R. et Bouletreau, M. (1993):** Temporal Organization of Locomotor-Activity in *Trichogramma* Species (hym Trichogrammatidae) - Variability and Relation to Efficiency of Parasitism. *Bulletin De La Societe Zoologique De France- Evolution Et Zoologie*, 118(2), 141-148.
79. **Pratissoli, D. (1995). Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riely. (1879):** nas traças *Scrobipalpuloidea absoluta* (Meyrick, 1917) e *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873), emtomateiro. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz e Queiroz", Brazil, 135 pp.
80. **Querino, R. B., Zucchi, R. A. et Pinto, J. D. (2010):** Systematics of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) with a Focus on the Genera Attacking Lepidoptera. Dans F.
81. **RAZURI V. E E. VARGAS. (1975):** Biología y comportamiento de *Scrobipalpus absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae) en tomatera. *Revista peruana de entomología*. Vol., 18 (1): 84-89.
82. **Rey F., Carrière J., Ginez A., Giraud M., Goillon C., Goude M., Lambion J., Lefèvre A., Séguret J., Tabone E., Terrentroy A., Trottin-Caudal Y. (2014):** Stratégies de protection des cultures de tomates sous abri contre *Tuta Absoluta* - Protection Biologique Intégrée, Agriculture Biologique. Cahier technique TUTAPI, Paris: ITAB.
83. **Roitberg, B. D., Boivin, G. et Vet, L. E. M. (2001):** Fitness, parasitoids, and biological control: an opinion. *The Canadian Entomologist*, 133(3), 429-438. <https://doi.org/10.4039/Ent133429-3>
84. **Russo, J. et Pintureau, B. (1981):** Etude biométrique du dimorphisme sexuel chez *Trichogramma maidis* et *T. nubillale* (Hym. Trichogrammatidae). *Publications de la Société Linnéenne de Lyon*, 50(6), 193-201. <https://doi.org/10.3406/linly.1981.10490>

85. **Russo, J. et Voegelé, J. (1982):** Influence de la température sur quatre espèces de Tichogrammes (Hym : Trichogrammatidae) parasite de la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* Hubn.(Lep: Pyralidae). *Agronomie*. 2: 509-516.
86. **Salt, G. et Gray, J. (1997):** Experimental studies in insect parasitism III—host selection. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B - Biological Sciences*, 117(805), 413-435. <https://doi.org/10.1098/rspb.1935.0037>
87. **Sanhueza L. P. (2001):** Pollila del tomate y su manejo *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Géneros anteriores : *Scrobipalpuloidea* ; *Scrobipalpula* ; *Gnorimoschema* ; *Phthorimaea*. Ministerio de Agricultura. Chile. 14pp.
88. **Sannino, L et Espinosa, B. (Eds.) (2010):** *Tuta absoluta* Guida alla conoscenza e recenti acquisizioni per una corretta difesa. Verona: Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l
89. **Schmidt, J. M. et Smith, J. J. B. (1989):** Host examination walk and oviposition site selection of *Trichogramma minutum*: Studies on spherical hosts. *Journal of Insect Behavior*, 2(2), 143-171. <https://doi.org/10.1007/BF01053289>
90. **Schöller, M. et Prozell, S. (2002):** Response of *Trichogramma evanescens* to the main sex pheromone component of *Ephestia* spp. and *Plodia interpunctella*, (Z,E)-9,12-tetra-decadienyl acetate (ZETA). *Journal of Stored Products Research*, 38(2), 177-184. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(01\)00015-7](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(01)00015-7)
91. **Shankara N. Jeude J.V.L. Goffau M. Hilmi M. et Dam B.V. (2005):** La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Ed Protas, Pays-Bas, 105 pp.
92. **Shirazi, J. (2006):** Effect of temperature and photoperiod on the biological characters of *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pakistan Journal of Biological Control*. 16: 177-184.
93. **Snoussi S.A. (2010):** Etude de base sur la tomate en Algérie. Rapport de mission. Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Rome, 52p.
94. **Strand, M. R., Vinson, S. B., Nettles, W. C. et Xie, Z. N. (1988):** In vitro culture of the egg parasitoid *Telenomus heliothidis*: the role of teratocytes and medium consumption in development. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 46(1), 71-78. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1988.tb02269.x>
95. **Suzuki, Y., Tsuji, H. et Sasakawa, M. (1984):** Sex allocation and effects of superparasitism on secondary sex ratios in the gregarious parasitoid, *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Animal Behaviour*, 32(2), 478-484. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(84\)80284-5](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(84)80284-5)
96. **Takada, Y. Kawamura, S. Tanaka, T. (2001):** Effects of various insecticides on the

- development of the egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Economic Entomology*. 94: 1340-1343.
97. **Terzidis, A.N., Wilcockson, S. et Leifert, C. (2014):** The tomato leaf miner (*Tuta absoluta*): Conventional pest problem, organic management solutions? *Org. Agr*, 4, 43-61.
  98. **Tezze, A. A. et Botto, E. N. (2004):** Effect of cold storage on the quality of *Trichogramma*
  99. **THABET Mouna. (2019):** Effet des quelques substances biologiques (trois huiles naturelles et un virus) sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) et son parasitoïde *Trichogramma caccoeciae* (Marchal, 1927) , p 7
  100. **traductions italiennes de Pietro Lauro (1545).** Cahiers d'études italiennes 27(1):145. DOI:<https://doi.org/10.4000/cei.5174>
  101. **Tropea Garzia G., Siscaro G., Biondi A., Zappala` L. (2012):** *Tuta absoluta*, an exotic invasive pest from South America now in the EPPO region: biology, distribution and damage. *EPPO Bulletin* 42 :205–210.
  102. Tropea Garzia, G., Siscaro, G., Biondi, A. & Zappalà, L. 2012. *Tuta absoluta*, a South
  103. **Trottin Caudal, Y., Grasselly, D., & Millot, P.(1995):** Management of plant protection. Greenhouse and protected tomato.
  104. **Uchoa-Fernandes M., Della L., Vilela E. (1995):** Mating, oviposition and pupation of *scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae). *Annais da Socedade Entomologica do Brasil*, 24, 1, 159-164.
  105. **Urbaneja A., González-Cabrera J., Arnó, J. et Gabarra R. (2012):** Prospects for biological control of *Tuta. absoluta* in tomatoes of the Mediterranean basin. *Pest. Manag.*
  106. **USDA APHIS. (2011):** New pest response guidelines: tomato leafminer (*Tuta absoluta*). Washington, DC: United States Department of Agriculture. En ligne [https://www.aphis.usda.gov/import\\_export/plants/manuals/emergency/downloads/Tuta-absoluta.pdf](https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/emergency/downloads/Tuta-absoluta.pdf), consulté le 15 mars 2016.
  107. **Van der Vossen H.A.M., Nono-Womdim R. and Messiaen C.M. (2004):** *Lycopersicon esculentum* Mill. In: Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. (Editors). *PROTA 2: Vegetables/Légumes*. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Netherlands.
  108. **Van Lenteren, J. C. (2012):** The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* (in press).

109. **Van Lenteren, J. C. et Bueno V. H. P. (2003):** Augmentative biological control of arthropods in Latin America. *BioControl*. 48(2):123-139.
110. **Vargas H. (1970):** Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae). *Idesia*; 1: 75-110.
111. **Viggiani, G., Filella, F., Delrio, G., Ramassini, W., and Foxi, C. (2009):** *Tuta absoluta*, new moth reported also in Italy. *L'informatore agrario* 2, 66-68
112. **Wajnberg, E. et Hassan, S. A. (dir.). (1994):** Biological control with egg parasitoids. CAB International on behalf of the International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants.
113. **Wang, X. Y. Jennings, D. E. Duan, J. J. (2015):** Trade-offs in parasitism efficiency and brood size mediate parasitoid coexistence, with implications for biological control of the invasive emerald ash borer. *Journal of Applied Ecology*. 52:1255-1263.
114. **Zhang, F. Babendreier, D. Wang, Z. Y. Il, K. S. Zheng, L. Pyon, Y. C. Kuhlmann, U. (2010):** Mass releases of *Trichogramma ostrinae* increase maize production in DPR Korea.
115. **Zhou, J., Dong, Q., Zhang, T., Duan, L., Ning, S., Liu, Q., Li, Y., Li, C. et Dong, H. (2019):** Effect of wind time on the dispersal capacity of *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hymenoptera Trichogrammatidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 22(3), 742-749. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.06.001>
116. **Zouba, A. (2016):** Caractérisation moléculaire et biologique des espèces de *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) pouvant servir comme agent de lutte biologique contre deux ravageurs à importance économique dans les oasis du sud-ouest Tunisien: *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) et *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera:Gelechiidae). Thèse de Doctorat, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, (imprimé), Tunisie.
117. **Zouba, A. Chermi, B. (2015):** Première estimation des dégâts causés par *Paratrichogramma klugii* Klug (Lepidoptera: Lycanidae) sur palmier dattier en Tunisie. Premier Symposium National sur la Protection Intégrée des plantes. Tunis, Tunisie, 20-21 Avril.