

**UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
Département de Biotechnologie

## **MEMOIRE DE MAGISTERE**

En Science Agronomiques

Option : Biodiversité et Bioprotection

APPROCHE PROSPECTIVE DE LA REGULATION BIOLOGIQUE  
DE *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) PAR DES  
PARASITOÏDES AUTOCHTONES DANS LA REGION DE BISKRA

**Par :**

**Fawzi OUNIS**

Devant le Jury composé de:

Z.E. DJAZOULI	Professeur, U. de Blida1	Président.
L. ALLAL-BENFKIH	Professeur, U. de Blida1	Promotrice
F. BOUNACEUR	MCA, U. de Tiaret	Examineur
A. GUENDOOUZ –BENRIMA	Professeur, U. de Blida1	Examinatrice

Blida, Juin 2017

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, il m'est agréable de présenter mes plus vifs remerciements et grâces à : **Mme. Allal-Benfekih L.** Professeur au département de Biotechnologie à l'Université Blida1, d'avoir accepté la direction de mon mémoire, mes remerciements aussi pour son suivi et ses conseils ainsi pour ces encouragements.

Je tiens à présenter mon grand respect et mes remerciements **Mr. Djazouli Z.E.** Professeur au département de Biotechnologie à l'Université Blida 1, pour avoir accepté de présider le jury de ce Mémoire.

Mes remerciements vont également à, **Mme. Guendouz-Benrima A.** Professeur au département de Biotechnologie à l'Université de Blida 1 et **Mr. F. Bounaceur** Maitres de conférences classe A à l'Université de Tiaret qui a accepté de juger à ce travail.

Je remercie tous le personnel de la Station Régionale de la Protection des Végétaux Feliache Biskra pour leur aide et leurs encouragements.

# Dédicace

Chers parents grâce à votre soutien,

Et à votre encouragement,

C'est à vous que je dédie ce modeste travail.

Ainsi qu'à

Mes frères

Mes sœurs

A Tous mes amis

Fawzi

## RESUME

### Approche prospective de la régulation biologique de *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) par des Parasitoïdes autochtones dans la région de Biskra

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) est un ravageur redoutable de la culture de la tomate (*Lycopersicon esculentum*) originaire de l'Amérique de sud, depuis sa premier détection en Espagne en 2006 elle n'a cessée de se propage dans le bassin méditerranéen, finalement elle a atteint l'Algérie en 2008. Un complexe de parasitoïdes a accompagné la mineuse dans le bassin méditerranéen, en Algérie la communauté des parasitoïdes de la mineuse demeurent très peu décrites A cet effet et dans cette optique ; nous avons jugé d'étudier cette communauté pour avoir un approche prospective d'utilise dans la lutte biologique contre *Tuta absoluta*. Notre étude allant de Décembre 2014 à Mai 2015 dans la région de Biskra au sud-est de l'Algérie consiste d'une part à rechercher les parasitoïdes endogènes de cette région on utilisant les plaques jaunes engluées et les larves de la mineuse pour découvrir des parasitoïdes d'autre part on fait un essai au laboratoire de l'efficacité d'un parasitoïdes des larves *Bracon hebetor* (Say) contre *Tuta absoluta* dans les conditions de laboratoire (température  $25\pm 1C^{\circ}$ , l'humidité relative  $60\pm 5\%$  et un Photopériodique de 16:8 (L:D). Cette étude nous a permis d'inventorier au totale de 17 espèces réparti en six familles qui sont *Eulophidae*, *Braconidae*, *Ichneumonidae*, *Pteromalidae*, *Ceraphronidae* et *Mymaridae* avec un total de 88 individu. il y a 5 espèces que nous avons confirmé que sont des parasitoïdes de la mineuse *Necremnus artynes* (Walker) qui est le plus abondant soit 60% de l'inventaire total suivi par *Stenomesus* sp. (Westwood) 22%, *Bracon hebetor* 5% et *Apanteles* Sp 3%. Enfin un Ichnoumeun de sous famille *campopleginae* avec 10%. Au laboratoire nous avons trouvé que *Bracon hebetor* nécessite 13.6 jour pour termine son cycle biologique est peut parasiter au moyen 44 % des larves de la mineuse. Nous avons trouvé que Le printemps est le plus favorable pour l'activité de ravageur et de leurs ennemis naturels.

**Mots clés :** Biskra, Lutte biologique, Parasitoïdes, *Tuta absoluta*.

## ABSTRACT

### **Prospective approach of biological control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) by indigenous parasitoids in Biskra region.**

The tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) is a serious pest of tomato (*Lycopersicon esculentum*) it is a native of South America and since its first record in Spain in 2006 it has continued to spread in the all Mediterranean basin, finally it reached Algeria in 2008. A parasitoids complex accompanied *Tuta absoluta* in the Mediterranean basin, in Algeria the parasitoids community of tomato leaf miners remain very few described in this purpose and with this in mind we should study this community to have a perspective approach to use these parasitoids for biological control of *Tuta absoluta*. Our study from December 2014 to May 2015 in the Biskra region southeast of Algeria in our work we search for the endogenous parasitoids by Using the yellow sticky plates and the larvae of the leafminer to discover parasitoids on the other hand we were doing a bioassay in laboratory about the efficacy of larval parasitoids *Bracon hebetor* (Say) against *Tuta absoluta* in laboratory condition (temperature  $25\pm 1C^0$ , relative humidity  $60\pm 5\%$  and photoperiodic of 16:8 (L:D). our study allowed us to inventory in total 17 species divided among six families that are Eulophidae, Braconidae Ichneumonidae, Pteromalidae, Ceraphronidae and Mymaridae with a total of 88. These species are: *Necremnus artynes* (Walker) its the most abundant with 60% of the total inventory, *Stenomesus* sp.(Westwood) with 22%, *Bracon hebetor* (Say) 5% and 3% *Apanteles* Sp. Finally a species of subfamily campopleginae with 10%. In the laboratory we found *Bracon hebetor* requires 13.6 days to finish its life cycle and may parasites 44% of larvae. we found also that Spring is the most favorable for pest activity and activity of their natural enemies.

**Keywords :** Biological control, Biskra, Parasitoid, *Tuta absoluta*.

## المخلص

### مقاربة حول مكافحة البيولوجية ضد *Tuta absoluta* (Lepidoptera,

**Gelechiidae**) بواسطة الحشرات المتطفلة المحلية في منطقة بسكرة.

حفارة أوراق الطماطم (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) تعتبر من الآفات الخطيرة التي تصيب محصول الطماطم، ظهورها أول مرة كان في أمريكا الجنوبية ثم ظهرت في اسبانيا عام 2006 ومنذ ذلك الحين و هي تنتشر بسرعة في دول حوض المتوسط لتصل للجزائر عام 2008. مجموعة كبيرة من الحشرات الطفيلية رافقت حفارة الطماطم في أرجاء المتوسط. وفي الجزائر هذه الحشرات المتطفلة تبقى مجهولة نوعا ما لذا توجب علينا القيام بهذه الدراسة لغرض استكشاف الحشرات المتطفلة قصد استعمالها لاحقا في استراتيجية مكافحة البيولوجية. دراستنا في الميدان امتدت من ديسمبر 2014 إلى ماي 2015 في منطقة بسكرة جنوب شرقي الجزائر، حيث قمنا من جهة بدراسة الحشرات المتطفلة على الحفارة باستعمال المصائد اللاصقة و كذلك يرقات الحفارة ومن جهة قمنا في المختبر بدراسة فاعلية *Bracon hebetor* ضد يرقات الحفارة تحت شروط المختبر (درجة الحرارة  $25 \pm 1^{\circ}$  و الرطوبة النسبية  $65 \pm 5\%$ ؛ وفترة إضاءة 8:16 (ظ:ض)). خلال هذه الدراسة عثرنا على 12 نوع تتوزع على ستة عائلات و هي Ichneumonidae, Braconidae, Mymaridae, Pteromalidae, Ceraphronidae , Eulophidae رتبة غشائيات الأجنحة Hymenoptera. ومن بين هاته الأنواع تبين لنا أن 5 من بينها متطفلات مباشرة على الحفارة وهي *Necremnus artynes* (Walker) الذي يمثل 60% من الاحصاء الاجمالي متبوعا ب *Stenomesus* sp.(Westwood) بنسبة 22% و *Apanteles* sp. بنسبة 3% ثم *Bracon hebetor* (Say) ب 5% و أخيرا نوع ينتمي لـ تحت عائلة *Campopleginae* بنسبة 10%. و في المختبر أثبتت النتائج أن *Bracon hebetor* قادر على انهاء دورة حياته في 13.6 يوم و هو قادر على التطفل على أكثر من 44% من يرقات الحفارة. أثناء دراستنا استنتجنا أن فصل الربيع هو الأنسب لنشاط الحفارة و كذلك نشاط أعادها الطبيعيين.

**الكلمات المفتاحية:** حفارة أوراق الطماطم، الحشرات المتطفلة، مكافحة الحيوية، بسكرة.

## LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 1.1	Carte hypothétique de l'extension de la tomate dans le monde	20
Figure 1.2	Evolution de la production et du rendement de la tomate en Algérie 1993-2013	22
Figure 1.3	Stades phénologiques de la tomate	23
Figure 1.4	Dégâts des lépidoptères noctuelles sur les feuilles de la tomate	26
Figure 1.5	Cicatrices laissées par l'activité de ponte des thrips sur des tomates	27
Figure 1.6	Dégât de <i>Botrytis cinerea</i> sur le fruit de tomate	27
Figure 2.1	Reconnaissance morphologique des adultes de <i>Tuta absoluta</i> Meyrick	31
Figure 2.2	Chronologie de l'apparition de <i>Tuta absoluta</i> dans les régions du bassin méditerranéenne	32
Figure 2.3	Cycle évolutif de <i>Tuta absoluta</i>	33
Figure 2.4	Œufs de <i>Tuta absoluta</i>	34
Figure 2.5	Stades L1 et L4 de <i>Tuta absoluta</i>	35
Figure 2.6	Chrysalide de <i>Tuta absoluta</i>	35
Figure 2.7	Adulte de <i>Tuta absoluta</i>	36
Figure 2.8	Dégâts de <i>Tuta absoluta</i> sur les feuilles et les fruits de tomate	37
Figure 2.10	Piège à phéromone	39
Figure 2.11	Piège lumineux pour la capture des adultes de <i>Tuta absoluta</i>	40
Figure 2.13	Les modes d'attaque d' <i>Apanteles</i> sp	42
Figure 2.14	Interactions hôte-parasitoïde, (modifié d'après Vinson, 1975)	43
Figure 3.1	Situation géographique de la wilaya de Biskra	47
Figure 3.2	Diagramme Ombrothermique Bagnouls et Gaussen de la région de Biskra (2004-2014)	52
Figure 3.4	Climmagramme d'Emberger de la région de Biskra durant la période (2004-2014)	53
Figure 3.5	Positionnement géographique des deux milieux d'étude à Biskra et vue générale de la station de Sidi Okba	54
Figure 3.6	Niveaux de prélèvement des feuilles de tomate sous serre	55
Figure 3.7	Plaque jaune engluée suspendu à l'intérieur de la serre	56

Figure 3.8.	Méthodes utilisées pour l'étude des parasitoïdes émergés des feuilles infestées par Tuta	57
Figure 3.9	Présentation de quelques critères d'identification des Hymenopera pour l'étude des espèces parasitoïdes de T. absoluta	58
Figure 3.10	Etude du parasitisme des Larves de Tuta absoluta par Bracon hebetor	59
Figure 4.1	Variation temporelle du taux d'infestation de Tuta absoluta sur les feuilles de la tomate en relation avec les températures moyennes dans les deux stations d'études	63
Figure 4.2	Richesse relative des familles de parasitoïdes	66
Figure 4.	Microgastrinae sp. (Braconidae)	67
Figure 4.4	Espèces de sous famille de Aphidiinae trouvés à Biskra	67
Figure 4.	Ceraphron sp.	68
Figure 4.6	Espèces de la famille de Mymaridae trouvés à Biskra	68
Figure 4.7	Principaux Eulophidae rencontrés sous serre de tomate à Biskra	69
Figure 4.8	Représentants Campopleginae (gauche) et Pteromalidae (Pteromalus sp) (droite) rencontrés sous serre à Biskra	69
Figure 4.9	Abondance relative des différentes familles de parasitoïdes	70
Figure 4.10	Espèces parasitoïdes de la mineuse rencontrés en serres de tomate à Biskra	71
Figure 4.11	Necremnus.... artynes	72
Figure 4.12	Comparaison entre les Abondances relatives des parasitoïdes de Tuta absoluta trouvés sous serre à Biskra et à Oued Righ	74
Figure 4.13	Variations temporelles des abondances des parasitoïdes de la mineuse en serres de tomate à Biskra	78
Figure 4.14	Variation saisonnière des parasitoïdes dans les stations d'études	79
Figure 4.15	Projection des abondances temporelles des parasitoïdes de T. absoluta sur le plan factoriel f1xf2 et classification ascendante hiérarchique.	81
Tableau 1.1	Répartition de la production annuelle mondiale de la tomate en 2013	21
Tableau 1.2	Évolution de production de la tomate dans la région de Biskra	22



Tableau 1.3 Principales communes productrices de tomate au niveau de Biskra en2012	23
Tableau 4.16 Résultats sur le comportement de parasitisme de Bracon hebetor au laboratoire	83
Tableau 2.1 Mesures de contrôle et risques en fonction des captures de Tuta absoluta	39
Tableau 3.1 Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période 2004 –2014	40
Tableau 3.2 Moyennes mensuelles des quantités de pluies (mm) dans la région de Biskra pour la période (2004-2014)	41
Tableau 3.3 Vitesse moyenne mensuelle m/s du vent de la région de Biskra durant la période 2004 –2014	42
Tableau 3.4 Nombre de jours de Siroco et de vent de sable de la région de Biskra (1971-1997)	42
Tableau 3.5 Principales espèces de plantes rencontrées à proximité des serres étudiées	55
Tableau 4.1 Effectifs mensuels des principales espèces parasitoïdes capturées sous serre	65
Tableau 4.2 Richesse et abondance globale des parasitoïdes de la mineuse rencontrés en serres de tomate dans la région de Biskra	71
Tableau 4.3 Fréquence d'occurrence de différentes espèces recensée	75
Tableau 4.4 Abondances mensuelles relatives globales des différentes espèces recensées	76

## TABLE DE MATIERES

RESUME	
ABSTRACT	
ملخص	
REMERCIEMENTS	
DEDICACES	
TABLE DES MATIERES	
LISTE DES ILLUSTRATIONS ET GRAPHIQUES ET TABLEAUX	
INTRODUCTION	13
1. APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA TOMATE LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL	18
1.1. Classification et Origine de la tomate	18
1.2. Importance de la culture de tomate	19
1.3. Stades phénologiques de la tomate	22
1.4. Les exigences édaphiques et climatiques de la tomate	23
1.5. Les Bio agresseurs de la culture de la tomate	25
1.5.1. Les insectes ravageurs	25
1.5.2. Maladies fongiques de la tomate	27
1.5.3. Maladies bactériennes de la tomate	28
1.5.4. Maladies virales de la tomate	28
1.5.5. Les Nématodes ravageurs de la tomate	29
1.5.6. Les acariens ravageurs de la tomate	30
2. PRESENTATION DU RAVAGEUR TUTA ABSOLUTA MEYRICK, ET DES MOYENS DE LUTTE	31
2.1. Identification de Tuta absoluta	31
2.2. Origine et aire de répartition de Tuta absoluta	32
2.3. Position taxonomique	32
2.4. Description et cycle de développement	33
2.5. Biologie	36
2.6. Plantes hôtes	36
2.8. Moyens de Lutte contre Tuta absoluta	38
2.8.1. Irradiation	38
2.8.2. Les pièges à phéromones	38
2.8.3. Pièges lumineux	39

2.8.4. Insect-proof	40
2.8.5. Moyens de Lutte biologique	40
2.8.6. Lutte chimique	45
3. Présentation de la région d'étude et Des matériels et méthodologies	47
3.1. Présentation de la région d'étude	47
3.1.1. Situation et limite de la région d'étude	47
3.1.2. Relief	47
3.1.3. Le Sol	48
3.1.4. Activités agricoles dans la région de Biskra	48
3.1.5. Données climatiques	49
3.1.5.1. La température	49
3.1.5. 2. Les précipitations	50
3.1.5. 3. Le vent	50
3.1.6. Synthèse climatique	51
3.1.6.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен	51
3.1.6.2. Climagramme d'Emberger	53
3.2. Matériels et méthodologies d'étude	53
3.2.1. Présentation des milieux d'étude	53
3.2.2. Méthodologies d'étude	55
3.2.2.1. Echantillonnage au niveau des serres	55
3.2.2.2. Inventaire des parasitoïdes	56
3.2.2.3. Identification des espèces de parasitoïdes	57
3.2.2.4. Essai de la lutte biologique par l'utilisation de Bracon hebetor	57
3.3. Exploitation des données	60
3.3.3. Fréquence d'occurrence et constance	.61
3.3.4. Analyse factorielle des correspondances (AFC) et classification ascendante hiérarchique (CAH)	62
4 . Résultats et Discussions	63
4.1. Evaluation du taux d'infestation de Tuta absoluta sur les feuilles de tomate	63

4.2. Résultats des captures des parasitoïdes associés avec la culture de la tomate dans les serres étudiées	65
4.2.1. Richesses spécifiques	65
4.2.2. Analyses des captures des parasitoïdes de <i>Tuta absoluta</i> rencontrés sous serre de tomate dans la région de Biskra	96
4.2.2.1. Richesse et abondance globale	70
4.2.2.2. Abondances relatives globales des parasitoïdes de <i>Tuta absoluta</i> en serres de tomate à Biskra	73
4.2.2.3. Fréquences d'occurrence et constances des différentes espèces de parasitoïdes de <i>Tuta absoluta</i>	74
4.2.2.4. Distribution spatiotemporelle des abondances des parasitoïdes de <i>Tuta absoluta</i> en serres de tomate	75
4.3. Comportement du parasitoïde <i>Bracon hebetor</i> vis-à-vis la mineuse	82
Conclusion et perspectives	84
Références Bibliographiques	87

## INTRODUCTION

En Afrique, les cultures maraîchères constituent une composante essentielle du développement durable, de par une contribution importante à la sécurité et à l'équilibre alimentaire, mais aussi une source importante de revenus et d'emplois pour les populations. En Algérie, les cultures maraichères occupent une superficie très importante, estimée à 372 096 ha en 2009 avec un bilan de 2,5 % du rendement. On estime environ 67656 serres tunnels et 15 serres multi -chappelles, qui couvrent une superficie de 2717.2 has, [90].

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. Près de 33 000 ha sont consacrés annuellement à la culture de tomate (maraîchère et industrielle), donnant une production moyenne d'environ 7 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 311 Qx/ha. La tomate représente 7,62% de la production maraichère nationale. Cette culture est en en plein expansion, à la faveur de nombreux programmes mis en place par le M.A.D.R. Pour son développement, plusieurs nouvelle techniques sont introduites ces dernières années comme : la production en hydroponie, les multichappelles ...etc (M.A.D.R/D.S.A.S.I, 2010). La culture de tomate occupe la première place suivie par le piment, le poivron et la courgette [4].

Biskra est l'une des wilayas où la néo-agriculture saharienne, par opposition à l'agriculture oasisienne traditionnelle, a connu un développement remarquable, particulièrement grâce aux cultures maraîchères sous serre qui se sont développées, concomitamment avec la phoeniciculture, sur des terres désertiques. La plasticulture à Biskra a apporté un nouveau souffle à l'agriculture saharienne en permettant la diversification des systèmes de production agricoles et l'extension de la palmeraie [136] [137].

En Algérie, hormis des mesures de protection chimique qui restent un recours phare, la production biologique moyennant des techniques moins polluantes, est restée très faible, la superficie réservée pour la production biologique tourne autour de 623Ha en 2010 à 700 Ha en 2013 soit 0.002% de la superficie agricole totale, avec seulement 57 producteurs biologiques en comparaison avec un nombre plus élevé actionnant au Maroc et en Tunisie [19]. En 2013, le

marché mondial des produits biologiques était de 43.1 milliards d'euros, dont 24.3 milliards d'euros dans les Etats Unis, en Allemagne ce marché est de 7.6 milliards euros, est de 4.4 milliards d'euros en France [19].

En Algérie, la détection de la mineuse de la tomate, *Tuta 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 [8]. A Biskra, cette espèce a été détectée au courant du dernier semestre de la même année 2008 [82] puis elle s'est propagée rapidement vers le reste du pays quelques mois plus tard, [83].

Dès lors, les investigations et le contrôle de *Tuta* ont commencé à être réalisées par l'INPV, en réalisant des campagnes de sensibilisation auprès des agriculteurs sur les techniques de lutte adaptées notamment par la distribution gratuite des pièges à phéromones et la réalisation de lâchers de l'ennemi naturel *Nesidiocoris tenuis* [83].

Outre cela, les universités ont commencé plusieurs recherches sur cette espèce invasive. Ces données ne sont pas exhaustives, mais dans un premier temps, les recherches se sont basées sur la bio écologie du ravageur et les différents moyens de la lutte intégrée. Dans un second temps, les travaux universitaires à l'échelle nationale ont contribué à tester des méthodes alternatives basées sur la lutte biologique soit par la recherche d'ennemis naturels (parasitoïdes et prédateurs) soit par la recherche de substances à potentialités biocide ou répulsive de différente origine, ou par diverses autres utilisations de biocontrôle par des micro-organismes et par des variétés résistantes.

Les travaux sur *Tuta* ont été surtout abordés avec au départ les études sur la distribution spatiotemporelle de la mineuse et de ses infestations [74, 94, 97, 84, 90, 99, 100, 101, 106, 139], complétées ensuite par des approches de lutte intégrée grâce à l'utilisation des pièges à phéromone en comparaison avec les captures par les pièges à eau et les pièges Delta [85, 88], ainsi que l'utilisation des moyens biotechnologiques [86].

Des essais de contrôle des populations de *Tuta* ont été également entrepris avec notamment l'étude sur l'effet pathogène de microorganismes entomopathogènes *Metarhizium anisopliae* var *acridum*, *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria* sp. et *Aspergillus flavus* [91,95]. Gacemi et Guenaoui [96], ont étudié l'efficacité d'un bio-insecticide Emamectine Benzoate contre ce ravageur en serre de tomate, d'autres biopesticides 'Tracer' à base d'une matière active 'Spinosad' a induit une mortalité de *Tuta* de 87,38% et 48,03% respectivement, [107].

l'étude de la résistance contre les bioagresseurs de la tomate comprenant *Tuta absoluta* sous l'effet de l'application de micro-doses de sucres solubles a également été effectuée [92] avec celle de l'effet biocide des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus tournefortii* et *Rosmarinus officinalis*, [93] et celle de l'effet des extraits aqueux d'autres plantes médicinales et aromatiques telles que *Salvia officinalis*, *Urtica urens* et *Districhia viscosa* sur la mortalité du ravageur , [139], l'effet de *Thymus capitatus*, *Daucus crinitus* et *Tetraclinis articulata* mais également l'effet du basilic *Ocimum basilicum* et l'ail *Allium sativum*, [102,103].

Les études sur les interactions avec les ennemis naturels de *Tuta* sont plus diluées. Guenaoui et Dahliz dans la région de Oued Righ ont recherché les parasitoïdes autochtones de la mineuse [104]. Kolai et al., [135]. ont étudié la biologie d'un hyménoptère Eulophidae *Necremnus artynes* un nouveau parasitoïde de la mineuse, un autre parasitoïde de la mineuse *Diglyphus isaea*, a été trouvé dans la zone maraichère de Saouali, [87, 89]. Les parasitoïdes larvaires *Diglyphus isea* peuvent provoquer un parasitisme de 45% des larves de la mineuse [89].

Dans la région de Biskra, *Bracon hebetor* semble avoir une activité parasitaire sur les larves (L4) de la mineuse [111]. Alors que dans la région de Oued Righ, *Necremnus artynes*, a pu contrôler jusqu'à 20% de la population de la mineuse [105,106]. Le prédateur *Nesidiocoris tenuis* peut consommer les œufs et les larves L1 de la mineuse et atteindre un taux de prédation de 15% sous serre à Mostaganem, si bien que le taux d'infestation enregistré au niveau des feuilles de tomate n'a pas dépassé 9%.

Pour renforcer la surveillance et proposer des stratégies durables de gestion des populations de la mineuse de la tomate, il nous a paru pertinent d'inspecter le cortège parasitaire installé au niveau des serres maraîchères afin de pouvoir mesurer l'impact spatiotemporel du parasitisme, sa variabilité et son efficacité sur la mineuse.

Dans cette optique, les principaux objectifs de ce travail ont été :

- De dresser un inventaire des taxons parasitoïdes rencontrés sur la mineuse.
- D'entrevoir l'entomofaune des parasitoïdes associés à la tomate cultivée sous serre.
- De réaliser un monitoring des infestations du ravageur dans le contexte agroenvironnemental de la région d'étude.

Le document est structuré en 4 parties qui succèdent à cette introduction. Les deux premières parties concernent une synthèse bibliographique présentant la plante hôte, son ravageur et les moyens de lutte principaux qui lui sont appliqués. Les deux autres parties sont consacrées à la présentation de la région de l'étude, des méthodologies expérimentales, et des discussions des résultats obtenus. Nous avons terminé par une conclusion de cette étude et des perspectives.



## **Chapitre1 : Aperçu bibliographique sur la tomate *Lycopersicon esculentum* Mill.**

### 1.1. Classification et Origine de la tomate

La tomate fait partie de la Classe des Magnoliopsida ; la Sous classe des Asteridae ; l'Ordre des Solanales ; la Famille des Solanaceae ; du Genre *Solanum* ou *Lycopersicon* ; et de l'Espèce *Lycopersicon esculentum* Mill. [20].

La tomate était cultivée par les Aztèque ; son nom provient de «tomatl » qui, dans la langue nahuatl dans la région de Mexico, correspond à *Physalis philadelphica* ; la tomate, *lycopersicon esculentum*, était appelée « jitomatl » [21]. On peut trouver plusieurs dénominations dans les ouvrages anciens, *Solanum esculentum*, *Solanum lycopersicum* *lycopersicon lycopersicum*..., Le nom finalement retenu aujourd'hui est *Lycopersicon esculentum* Mill., a été attribué par Philip Miller en 1754. Le nom de genre « *Lycopersicon* » vient de gréco-latin, il signifie « pêche de loup », Le nom d'espèce « *esculentum* » signifier en latin « comestible » [21].

Au début de 16<sup>ème</sup> siècle La tomate fut ramenée du Pérou ou du Mexique (Figure 1.1) par les conquistadors. La tomate arriva d'abord en Espagne puis très vite, elle parvint en Italie ensuite le reste de l'Europe [22].

Les cultivateurs du Sud de l'Espagne (Tomateros), ont ramené la tomate à l'Algérie. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre [23].

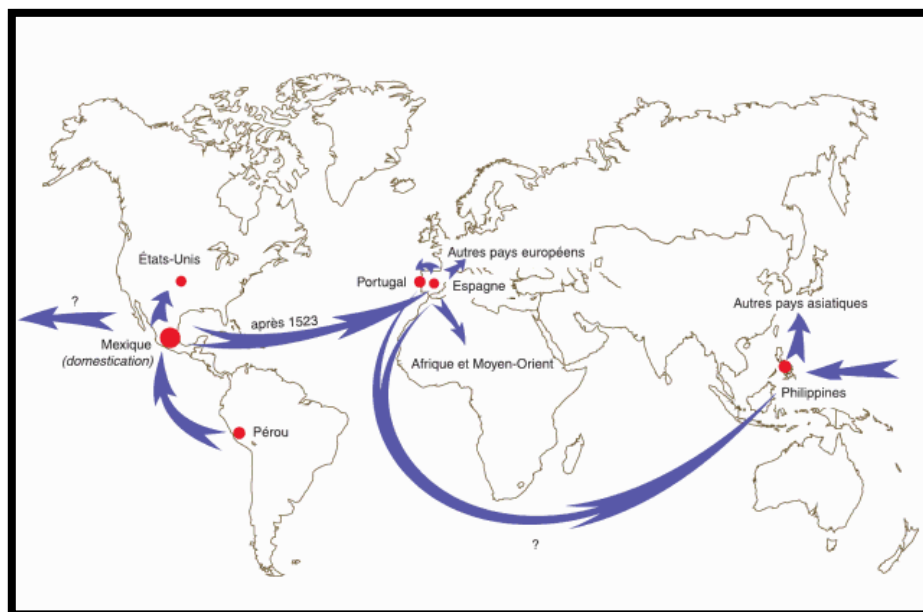


Figure1.1 : Carte hypothétique de l'extension de la tomate dans le monde [2].

## 1.2. Importance de la culture de tomate

### 1.2.1. Dans le monde

La tomate est, après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde [1]. La production mondiale de la tomate était 162 million de tonne en 2013 [2].

La Chine continentale est le premier producteur de tomate avec plus de 50 millions de tonnes en 2013 soit 31% de la production mondiale suivie par l'Inde avec 18 millions de tonnes, (tableau 1.1).

Tableau 1.1: Répartition de la production annuelle mondiale de la tomate en 2013(F.A.O., 2015) [2]

Région	Production (tonnes)
01 Chine, continentale	50,552,200
02 Inde	18,227,000
03 États-Unis d'Amérique	12,574,550
04 Turquie	11,820,000
05 Égypte	8,533,803
06 République islamique d' Iran	6,174,182
07 Italie	4,932,463
08 Brésil	4,187,646
09 Espagne	3,683,600
10 Mexique	3,282,583
11 Fédération de Russie	2,644,220
12 Ouzbékistan	2,246,927
13 Ukraine	2,051,400
14 Portugal	1,742,000
15 Nigéria	1,565,000
16 Maroc	1,293,319
17 Tunisie	1,200,000
18 Grèce	1,039,700
19 Algérie	975,075

### 1.2.2. En Algérie et dans la région de Biskra en particulier

L'Algérie a produit en 2013, 975075 tonnes de tomate, occupant ainsi la 19<sup>ème</sup> place mondiale [2]. La production algérienne de tomate demeure très faible et encore loin d'atteindre celle enregistrée dans certains pays du monde. La superficie réservée à la tomate a diminué de 48408 ha en 1993 au 22497ha en 2013 [2] (Tableau 1.1).

La production algérienne de tomate a été caractérisée par une augmentation de 828 mille de tonnes en 1993 jusqu'à plus d'un million de tonnes en 2004 (Figure 1.2). On constate par la suite une forte diminution vers l'année 2008 avec une production de 559 mille de tonnes, puis une augmentation considérable en 2013 avec 975 milles tonne.

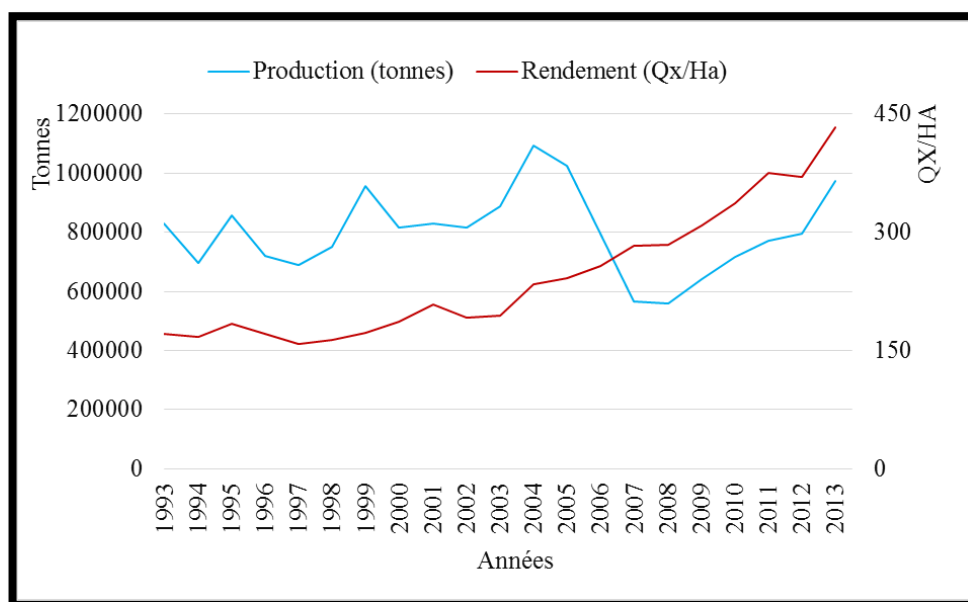


Figure 1.2 : Evolution de la production et du rendement de la culture de tomate en Algérie 1993-2013 [6].

La production moyenne d'un hectare en 1993 est de 171.2 et de 433.4 Qx/Ha en 2013 (Figure 1.2). Cette augmentation du rendement est liée au développement des techniques de production ces dernières années.

Au niveau de la région d'étude, la production de tomate en 2011 constitue 39% de la production maraîchère total de la wilaya de Biskra [24]. Elle a connu une grande évolution. Elle est passée de 800 mille quintaux en 2008 pour atteindre plus de 1.5 million quintaux en 2011 [4], (Tableau 1.2). Six communes à Biskra: Sidi Okba, Ain Naga, Tolga, Doucen, Lioua, M'ziraa, assurent plus de 70% de la production de tomate. Les plus grandes superficies cultivées en tomate se trouvent dans la commune d'Aïn Naga (Tableau1.3).

Tableau 1.2 : Évolution de production de la tomate dans la région de Biskra) [4]

Année	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Production en Qx	805773	895490	1319640	1507793	1475776

Tableau 1.3: Principales communes productrices de tomate au niveau de Biskra en2012 [4]

communes	Sidi Okba	Ain Naga	Tolga	Doucen	Lioua	M'ziraa
Surface (ha)	115	228	210	168	119	84

### 1.3. Stades phénologiques de la tomate

Le développement de la tomate se déroule principalement en 7 stades phénologiques comme suit: stade 1 et 2: Plantule avec cotylédon, stade 3: Plantule avec 2 vraies feuilles, Stade 4: Plante de 6 vraies feuilles, Stade 5 : début apparition des boutons floraux, Stade 6 : Grappe de fleur, et stade 7 : Grappe de fruit vert [25] (figure 1.3) .

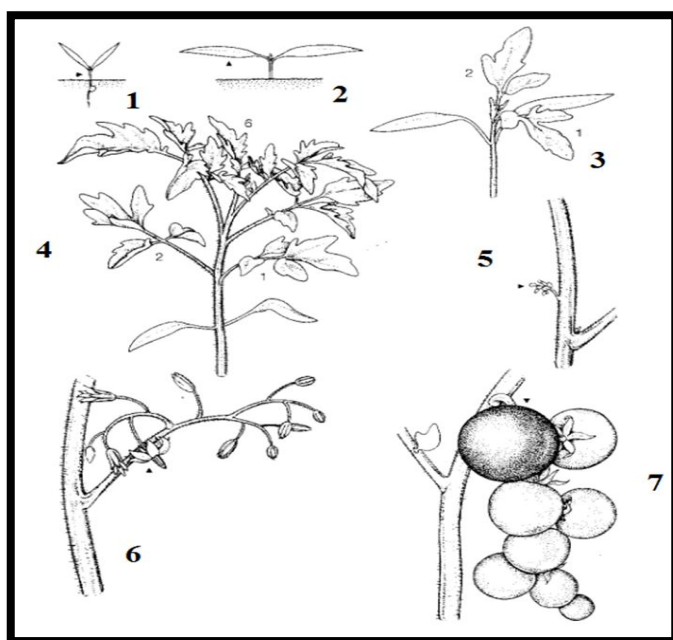


Figure 1.3 : Stades phénologiques de la tomate [25].

### 1.4. Les exigences édaphiques et climatiques de la tomate

#### 1.4.1. Exigences climatiques

La température est le facteur le plus important dans la production de la tomate. Celle-ci réagit de manière spectaculaire aux variations thermiques. Les basses températures (<10 ° C) ralentissent la croissance et le développement des plantes, quand les températures sont très élevées l'autopollinisation

devient très difficile, les températures optimales sont entre 20 et 25°C pendant le jour, 13-17°C dans la nuit et 14-18°C pour le sol [26].

Pour avoir un fruit de bon calibre et de bonne coloration l'humidité relative optimale est 75%, l'augmentation de l'humidité et de la température favorise les maladies cryptogamique et conduit un allongement des entre-nœuds l'aération matinale, est conseillé dans la serre pour éviter la condensation des gouttelettes d'eau [26].

#### 1.4.2. Exigences édaphiques

En général, la tomate n'a pas d'exigences particulières en matière de sol. Cependant, elle s'adapte bien dans les sols profonds, meubles, bien aérés et bien drainés. Une texture sablonneuse ou sablo-limoneuse est préférable [26].

Le taux de pH toléré varie de 4,5 à 8, 5 Le meilleur équilibre nutritionnel est assuré à des pH compris entre 6 et 7. [27].

Vis à vis de la salinité, la tomate à une tolérance modérée. Lorsque la conductivité électrique (CE) est de 4 mmhos/cm, soit 2,5 g/l de sels totaux, le rendement baisse de 10 %. Cependant, la baisse du rendement peut atteindre 25 % à une salinité de l'ordre de 4 g/l [26]. les tomates irriguées par des eaux salines contiennent moins de sucres totaux dans leurs fruits [28].

#### 1.4.3. Exigences hydriques et en éléments fertilisants

La tomate paraît être l'une des cultures les plus exigeantes en eau. Les besoin de e la tomate sous-serre conduite en irrigation goutte à goutte sont de l'ordre de 7.000 m<sup>3</sup> [26].

Pour production d'une tonne de tomate, on a besoin de 2.5 Kg de N0, 9 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 3 Kg de K<sub>2</sub>O, 5 Kg de CaO et de 0,7 Kg de MgO [29].

## 1.5. Les Bio agresseurs de la culture de la tomate

La culture de tomate sous serre est susceptible d'être attaquée par nombreux ravageurs et maladies. Certains peuvent se développer très rapidement pour faire des dégâts très graves. Pour une lutte efficace il faut faire Un dépistage rapide de la ou des premières plantes touchées [6].

### 1.5.1. Les insectes ravageurs

#### 1.5.1.1. Ravageurs Homoptères

Le TYLCV (le virus de la maladie des feuilles jaunes, en cuillère). Est transmis par la mouche blanche *Bemisia tabaci* [6].

Les dégâts sur tomate sont surtout affectés par quelques cochenilles farineuses appartenant à la famille des Pseudococcidés. La croissance des plantes est réduite à cause des nombreuses piqûres et succions alimentaires exercées par les larves et les femelles présentes, surtout sur la tige. Du miellat et de la fumagine recouvrent la surface des organes aériens de la tomate [30].

Par ailleurs, plusieurs espèces de pucerons peuvent former des colonies sur les jeunes folioles de tomate, ceci dès la pépinière : *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*. Ces piqûres nutritionnelles sont à l'origine des ponctuations chlorotiques et peuvent déformer les jeunes folioles et provoquer une réduction de la croissance des jeunes pousses. En plus des colonies de pucerons, on observe la présence de miellat à la surface des organes aériens de la tomate, sur lequel se développe la Fumagine, [30].

#### 1.5.1.2. Autres ravageurs

Plusieurs mouches mineuses polyphages sont susceptibles de s'attaquer aux cultures légumières, et parfois à la tomate qui supporte assez bien la présence de ces ravageurs. Ces insectes sont classés dans l'ordre des diptères et la famille des *Agromyzidae* [30]. Dans le chapitre 2, une synthèse bibliographique est donnée sur la mineuse des feuilles de tomate *Tuta absoluta* Meyrick.

Les larves des Noctuidés occasionnent des dégâts en consommant les feuilles (Figure1.4). Cela se traduit par la présence de nombreuses perforations situées sur le limbe ou à sa périphérie, [30].



Figure 1.4 : Dégâts des lépidoptères noctuelles sur les feuilles de la tomate (Originale, 2015)

Certaines punaise polyphage peuvent attaquer la culture de tomate et provoquer des dégâts sur les feuilles et les fruits, notamment espèces *Lygocoris pabulinus*, *Lygus spp.* *Nesidiocoris tenuis*, *Nezara viridula*, [30].

Les thrips sont également des ravageurs importants de la tomate sous serre. Certaines espèces sont répandues, le thrips des petits fruits (*Frankliniella occidentalis*), le thrips des fleurs (*Frankliniella tritici*), le thrips de l'oignon (Thrips tabaci), les individus du stade adulte et larvaire se nourrissent en perçant les tissus des végétaux au moyen de leurs pièces buccales et en suçant le contenu des cellules végétales. des taches blanches ou brunes se forment a l'emplacement des cellules mortes (figure 1.5) [31].





Figure 1.5. Cicatrices laissées par l'activité de ponte des thrips sur des tomates [31].

#### 1.5.2. Maladies fongiques de la tomate

La tomate est susceptible à différentes maladies fongiques. Parmi ces maladies l'alternariose causé par *Alternaria solani*, on remarque des taches nécrotiques sur le feuillage et des lésions sur la tige ou sur le calice transformant en chancres[32]. Le champignon *Botrytis cinerea* (Moisissure grise), est observé sur tomate dans la plus part zones de production. Il menace les cultures sous abris, surtout pour les chancres des tiges, on peut trouver dans certaines serres, jusqu'à 25 % des plantes affectées. Sur les fruits Les pourritures sont très dommageables (Figure 1.6), [32].



Figure 1.6 : Dégât de *Botrytis cinerea* sur le fruit de tomate (originale, 2015).

Le Pied noir, chancre à *Didymella* a été signalé dans de nombreux pays, dans lesquels il peut s'attaquer les cultures de plein champ et sous abris, en sol comme en hors-sol. [30], chancres de couleur foncé sur feuilles, fruits et surtout sur tige au collet de la plante ou près du sol [32].

La fusariose racinaire *Fusarium oxysporum* est une maladie importante avec des pertes de rendement pouvant atteindre 40% à 50%) [30], Par température élevée, jaunissement du feuillage à partir du bas de la plante qui se dessèche [32].

### 1.5.3. Maladies bactériennes de la tomate

Parmi les principales maladies, on peut citer :

*Pseudomonas syringae* (Moucheture) est une bactérie Gram -, en forme de bâtonnet, maintenant présente dans toutes les zones de production de la tomate. Elle occasionne des dégâts importants lorsque les conditions climatiques sont froides et humides [30].

Les *Xanthomonas* spp. responsables de la gale bactérienne sont particulièrement dommageables sur tomate et plus encore sur poivron. Cette maladie sévit sur tous les continents, quasiment partout où la tomate est cultivée [30].

*Clavibacter michiganensis* (Chancre bactérien) Flétrissement unilatéral de la feuille

Sans jaunissement, le plus souvent à partir du sommet de la plante [32].

Maladie de la moelle noire (*Pseudomonas corrugata*), peut se développer sur plante vigoureuse suralimentée en azote et par temps humide, causé une boursouffure de la tige avec pourriture noire de la moelle [32].

### 1.5.4. Maladies virales de la tomate

#### 1.5.4.1. Les virus transmis par les pucerons

Le virus *Cucumber mosaic virus* (CMV) Virus de la mosaïque du concombre est présent dans le monde entier, son incidence sur la tomate varie d'un pays à l'autre. Il peut être grave dans les régions tempérées, notamment sous climat méditerranéen [30], généralement donnant des feuilles filiformes [32].

Le *Potato virus Y* (PVY) Virus Y de la pomme de terre causant des nécroses sur feuilles avec dessèchement [32], est présent dans toutes les zones de culture de pomme de terre il est aussi attaque la tomate [30].

#### 1.5.4.2. Les virus transmis par les Aleurodes

Le virus de la chlorose de la tomate (*Tomato chlorosis virus*, ToCV) a été trouvé pour la première fois en Louisiane, dans le Colorado.... Plus tard, il a été retrouvé dans la méditerrané [30].

Le virus des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV) et les espèces virales associées au syndrome *yellow leaf curl* sont maintenant répandus dans de nombreux pays répartis sur tous les continents. Le TYLCV est très présent dans plusieurs pays du Sud méditerranéen [30]. Provoquant un jaunissement des feuilles (feuilles en cuillère) [32].

#### 1.5.4.3. Virus transmis par les Thrips

*Tomato spotted wilt virus* (TSWV) Virus de la maladie bronzée de la tomate est extrêmement polyphage transmis par *Bemisia tabaci* [32]. D'une répartition presque mondiale, il sévit plus ou moins gravement dans de nombreux pays producteurs de tomate répartis sur plusieurs continents [30].

#### 1.5.5. Les Nématodes ravageurs de la tomate

Le genre *Meloidogyne* (Nématodes à galles racinaires) comporte une centaine d'espèces : il s'agit d'endoparasites sédentaires extrêmement polyphages qui s'attaquent aux solanacées cultivées, très sensibles, comme de nombreux autres légumes [30].

Les exsudats racinaires et d'autres composés attractifs Les larves du deuxième stade, qui pénètrent dans les racines et migrent à travers le cortex vers le système vasculaire, entre les cellules. Elles sécrètent des enzymes au cours de leurs piqûres à l'origine de la migration dans la racine et du développement de cellules géantes qui contribueront à leur nutrition. L'évolution larvaire se poursuit en même temps que la racine enfle. À terme, une galle entoure une volumineuse femelle piriforme [30].

#### 1.5.6. Les acariens ravageurs de la tomate

Les acariens dépouillent les feuilles, les tiges et les fruits de leur contenu cellulaire [33].

Dans l'acariose due à *Tetranychus* spp., de minuscules taches chlorotiques plus ou moins dispersées apparaissent sur et sous le limbe des folioles de tomate. Ce dernier jaunit progressivement et prend une teinte terne. Lors d'attaques sévères, certaines feuilles peuvent jaunir, flétrir et se dessécher. La croissance des plantes peut être plus ou moins bloquée [30].

*Aculops lycopersici* est l'agent causale de l'acariose bronzée, l'acarien se nourrit de tissu épidermique des feuilles et des tiges [34], une coloration bronzée est observée sur les feuilles, les tiges et les pétioles, aussi il y a un avortement des fleurs, Lorsque l'attaque n'est pas contrôlée, les plantes se dessèchent et peuvent mourir [30].

*Polyphagotarsonemus latus* (acariose déformante) est l'origine de la déformation des bourgeons et des jeunes feuilles. Notons que ces symptômes rappellent ceux provoqués par les herbicides de type hormone sur tomate, et à un moindre degré ceux des certaines viroses [30].

## CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU RAVAGEUR TUTA ABSOLUTA MEYRICK, ET DES MOYENS DE LUTTE.

### 2.1. Identification de *Tuta absoluta*

L'espèce *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) est un micro lépidoptère gris argenté avec des taches brunes sur ses ailes, d'une longueur de 6 à 7 mm et 8 à 10 mm d'envergure, les antennes sont filiformes formant les 5/6 des ailes (Figure 2.1). L'identification de cette espèce est basée sur l'observation microscopique des génitalia mâles [35]. *Tuta absoluta* comme les autres membres de la famille des Gelechiidae est reconnaissable généralement par des ailes postérieures trapézoïdales et pointues [36].



Gelechiidae type [35]



Génitalia mâle de *Tuta absoluta* [35]



Nervations alaires de *Tuta absoluta* [36]. a- Ailes des adultes, b- Ailes postérieures trapézoïdales à apex pointu.

Figure 2.1 : Reconnaissance morphologique des adultes de *Tuta absoluta* Meyrick

## 2.2. Origine et aire de répartition de *Tuta absoluta*

*Tuta absoluta* est originaire de l'Amérique du sud. Son observation pour la première fois en Europe fût en 2006 à Castellon (Espagne) (figure 2.2). Par la suite plusieurs foyers sont enregistrés à Valence en 2007, en Algérie, au Maroc et en Corse (2008) [35].

En Aout 2009, *Tuta absoluta* a été trouvée dans la province d'Izmir en Turquie, [37]. Ce ravageur a été signalé pour la première fois en Bulgarie, Hongrie et en Serbie, en 2010. Plus tard en 2012, la mineuse a été détectée au Sénégal, Niger, en Ethiopie, et au Soudan [38]. Le premier record de ce ravageur en Tanzanie fût pour la première fois en 2014 dans le département de King'ori [39].

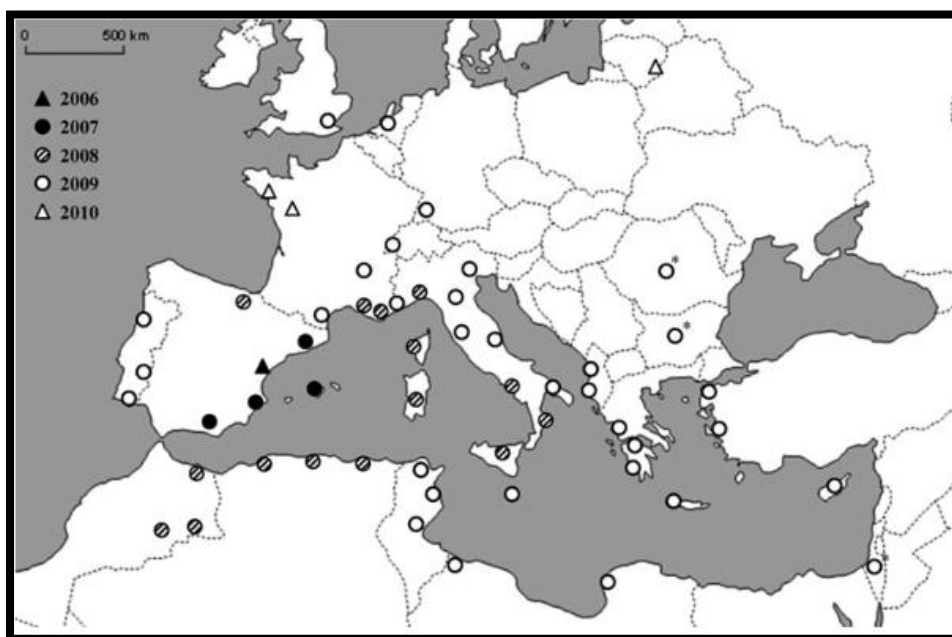


Figure 2.2 : Chronologie de l'apparition de *Tuta absoluta* dans les régions du bassin méditerranéenne [40].

## 2.3. Position taxonomique

*Tuta absoluta* a été initialement décrite comme *Phthorimaea absoluta* (Meyrick, 1917). Le genre a été successivement modifié pour *Gnorimoschema* (1962) et *Scrobipalpula* (1964). Cette espèce a été ensuite placée dans un autre genre,

*Scrobipalpuloides* (en 1987). Actuellement, Le nom exact de l'espèce est *T. absoluta* [41].

*Tuta absoluta* appartient à la Classe des Insecta ; à l'ordre des Lepidoptera ; à la Famille des Gelechiidae et au Genre : *Tuta* [38]. Parmi les noms communs, on peut distinguer La mineuse des feuilles de tomate (français), Tomato leaf miner (anglais) ; Polilla del tomate (espagnol) ; Traça do tomateiro (portugais) [41], En arabe (حفارة أوراق البندورة), dans la région de Biskra (Khatata).

#### 2.4. Description et cycle de développement

Le cycle de vie de *Tuta absoluta* se déroule en quatre stades : œuf, larve, chrysalide, adulte, le stade larvaire lui-même divisé en 4 phases (L1, L2, L3 et L4), (Figure 2.3) [42].

À 30°C, les œufs de la mineuse ont besoin de 4 jours pour éclore, et le développement des quatre stades larvaires se fait en 11 jours, alors que celui des chrysalides se fait en 5 jours, [90]. Pour l'apparition des adultes la mineuse a besoin seulement de 16 jours à  $30 \pm 1$  °C, 21 jours à 27°C et 28 jours à  $24 \pm 1$  °C [98].

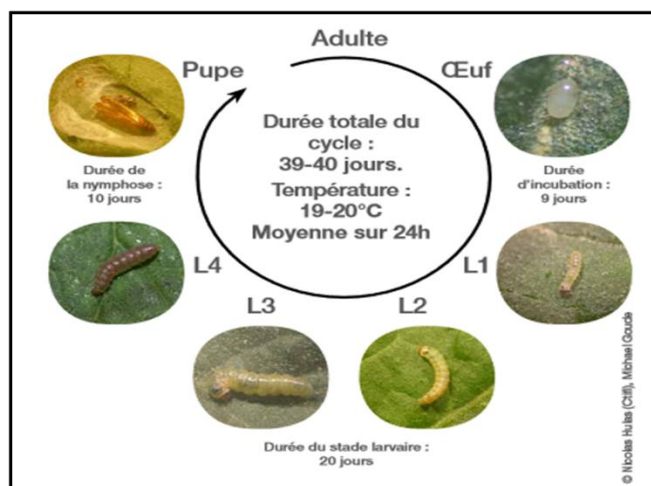


Figure 2.3 : Cycle évolutif de *Tuta absoluta* [42].

##### 2.4.1. Œufs

Les œufs ont une forme ovoïde [38] [42], et sont pondus généralement sur la face inférieure des feuilles, sur les bourgeons et sur les calices des fruits

verts [38]. Ils mesurent environ 0,4 mm de long et sont de couleur blanc crème (Figure 2.4) [42].



Figure2.4 : Œufs de *Tuta absoluta* [43]

#### 2.4.2. Larves

Les larves sont des chenilles mesurant de 0,6 à 8 mm de long (Figure 2.5). Elles ont 5 paires de «fausses pattes» [42]. La coloration des jeunes larves est blanc ou crème avec une tête noir. Elles deviennent plus tard roses ou verdâtres [38]. Généralement, les larves quittent leurs mines pour en creuser d'autres [35]. Les larves matures tombent au sol à l'aide d'un fil de soie pour se nymphoser [38]. Elles peuvent aussi tisser un cocon blanc avant la nymphose lorsque celle-ci a lieu sur la plante ou bien rester dans la mine et se transformer directement en chrysalide [42].





Figure 2.5 : Stades L1 et L4 de *Tuta absoluta* (Originale, 2015)

#### 2.4.3. Chrysalides

Les larves arrêtent de s'alimenter à ce stade. La chrysalide est de forme cylindrique [42], de 6 mm de longueur (Figure 2.6). La nymphose peut se dérouler au sol, sur les feuilles sèches, sur les tiges [38] ou à l'intérieur des mines. Généralement, la chrysalide est couverte par un cocon blanc et soyeux [42].



Figure 2.6: Chrysalide de *Tuta absoluta* [44].

#### 2.4.4. Adultes

Les adultes de la mineuse sont de petite taille, de 7 mm de long, de couleur brune ou argentée avec des taches noires sur les ailes [38] (Figure 2.7). Leur activité est plus élevée au début et en fin de journée [42].



Figure2.7: Adulte de *Tuta absoluta* [35].

### 2.5. Biologie

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 [42]. Le potentiel de reproduction est élevé : une même femelle peut pondre jusqu'à 260 œufs au cours de sa vie [38] [42].

La longévité des femelles s'étale entre 10 à 15 jours contre 6 à 7 jours pour celle des mâles, [38]. La longévité des adultes diminue également avec la température. Le développement de l'insecte commence de 7°C à 9°C selon les stades. Les larves de *Tuta absoluta* peuvent se maintenir dans les conditions de laboratoire à 4°C [42].

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 [44].

### 2.6. Plantes hôtes

*Tuta absoluta* préfère attaquer généralement les plantes de la famille des Solanacées surtout la tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. et la pomme de terre *Solanum tuberosum* L. La mineuse peut aussi attaquer *Nicotiana tabacum* [45], *Solanum bonariense*, *Solanum sisymbriifolium*, *Solanum saponaceum*, *Lycopersicon puberulum*, *Datura ferox*, *Lycium* sp. Le genre *Malva* de la famille des Malvacées est susceptible d'être attaqué par la mineuse [38].

*Conyza bonariensis* de la famille des Asteraceae a été trouvé comme un hôte pour la mineuse [46], En Egypte un nouvel hôte de la famille des Convolvulacées qui est la Liseron des champs (*Convolvulus arvensis*) peut aussi être attaqué par la mineuse [47]

### 2.7. Dégâts sur tomate

Sur les feuilles, les larves mangent le parenchyme et laissent l'épiderme (Figure 2.8) [35]. Après, des galeries se forment, beaucoup plus larges que celles des mouches mineuses *Liriomyza* spp. Une larve peut créer plusieurs mines sur une même plante [42].

Les parties hautes des plantes sont les plus susceptibles aux attaques de la mineuse [42]. Des nécroses apparaissent sur les fruits verts ou rouges. Une seule larve peut provoquer des dégâts sur plusieurs fruits d'un même bouquet (Figure 2.8) [35].



Figure 2.8 : Dégâts de *Tuta absoluta* sur les feuilles et les fruits de tomate  
(Originale, 2015)

## 2.8. Moyens de Lutte contre *Tuta absoluta*

### 2.8.1. Irradiation

Au Brésil, des essais en laboratoire sont effectués sur l'effet du rayon gamma sur les différents stades de *Tuta absoluta* [48].

La dose létale pour les œufs de *T. absoluta* est de 100 Gy; et la dose qui arrête le développement des larves est de 200 Gy. Pour empêcher l'émergence des adultes, il suffit de traiter les chrysalides avec une dose de 300 Gy. Dans l'ensemble, une dose de 300 Gy a été jugée létale pour tous les stades de *Tuta absoluta* [48].

### 2.8.2. Les pièges à phéromones

Ce type de piège est utilisé pour capturer seulement les mâles de papillon. Il est soit utilisé pour la détection des insectes en vue de réaliser une intervention chimique, soit pour les éradiquer. Différents supports peuvent être utilisés pour porter les capsules à phéromones :

- Les pièges à eau : des capsules de phéromones sont suspendues sur un récipient contenant de l'eau (Figure 2.9).
- Les pièges de type Delta : les mâles attirés par la phéromone se collent sur une plaque engluée.
- Les pièges de type Mc Phail : les papillons pénètrent à travers l'ouverture d'un bol contenant un insecticide qui tue les individus capturés [48].

Il est suffisant d'utiliser 2 piège/ha pour détecter la présence de la mineuse. Il est recommandé de placer les phéromones à proximité de l'entrée de la serre au dessus de la culture. Pour mieux suivre l'évolution des populations on conseille de faire un relevé par semaine. Dans ce cas, il faut les remplacer les plaques engluées dès qu'elles commencent à perdre de l'adhérence. La durée de vie des capsules à Phéromones est entre 5 à 6 semaines. L'estimation des risques et la nécessité pour le traitement chimique est déterminé selon le nombre d'individus capturés par piège et par semaine

(Tableau 4). Dans le cas de risques modéré à élevé d'attaque du ravageur, on préconise un traitement tous les 10 à 15 jours (Tableau 4).

Egalement, On peut disposer 30 pièges/ha et par semaine pour lutter directement contre *Tuta absoluta* [48].



Figure 2.10: Piège à phéromone (Originale, 2015)

Tableau 4.1 : Mesures de contrôle et risques en fonction des captures de *Tuta absoluta* [48].

Niveaux de risque selon les captures	
Pas de risque d'attaque	0 capture/semaine
Risque faible d'attaque	Moins de 10 captures par mois
Risque modéré d'attaque	3-30 capture /semaine (piégeage massive 30piège/ha) -un traitement tous les 10-15 jours
Risque élevé d'attaque	plus de 30 captures/semaine : - (piégeage massive 30piège/ha) -Un traitement tous les 10-15 jours -Envisager de prendre des mesures plus fortes

### 2.8.3. Pièges lumineux

Pour capturer les adultes de la mineuse qui ont une activité nocturne, on utilise des lampes ultra-violet en tant que pièges lumineux (Figure 2.11). Le problème rencontré est que ces pièges ne sont pas spécifiques, car on peut capturer d'autres insectes tels les Bourdons et *Macrolophus* [38].



Figure 2.11 : Piège lumineux pour la capture des adultes de *Tuta absoluta* [38].

### 2.8.4. Insect-proof

Les insecte proof sont des filets avec des mailles très fines mis en place au niveau des entrées des abris serres pour limiter la pénétration de l'insecte et pour empêcher également celle des aleurodes [38]. L'inconvénient de cette mesure est la diminution de l'aération à l'intérieur des serres [50].

### 2.8.5. Moyens de Lutte biologique

#### 2.8.5.1 Les différentes stratégies de lutte biologique

La lutte biologique peut se définir comme toute activité d'une espèce qui réduit les effets néfastes d'une autre. Le contrôle biologique se réfère généralement à l'action des parasites et des parasitoïdes, des prédateurs ou des agents pathogènes sur une population de ravageur pour le maintenir sous le seuil de nuisibilité. Les insectes phytophages et les pathogènes qui attaquent

les ravageurs et les mauvaises herbes sont également considérés comme des agents de la lutte biologique [60].

La lutte biologique se distingue par soit l'introduction d'un nouvel ennemi naturel, soit par la réalisation de lâchers inoculatifs ou innondatifs soit par la conservation des ennemis bénéfiques dans leur milieu naturel.

La méthode classique consiste à étudier les ravageur exotique dans leur aire d'origine pour déterminer leur ennemis naturels. Ces derniers sont multipliés et distribués aux agriculteurs pour les disperser dans leurs exploitations [60].

La lutte biologique par lâchers inoculatifs a pour objet d'introduire durant une période limitée mais suffisante un auxiliaire pour contrôler le ravageur. Généralement, cette méthode est utilisée pour les cultures saisonnières sous serre [60]. Dans ce cas, on réalise plusieurs lâchers et on attend la colonisation du milieu par l'ennemie naturel [61].

La méthode de lutte par lâchers innondatifs consiste à éliminer totalement le ravageur par un lâcher d'un grand nombre de son ennemie naturel [61]. On choisit pour cela des espèces de parasitoïdes idiobiontes qui peuvent aussi attaquer les stades précoces du ravageur, et qui ont une fécondité élevée [60].

Dans la stratégie de lutte biologique par conservation, on favorise l'installation et la pérennisation des auxiliaires, grâce à la mise en place de sources de nourriture pour les auxiliaires adultes [60], et l'utilisation de pesticides sélectifs [61].

#### 2.8.5.2. Les prédateurs

Plusieurs prédateurs accompagnent la mineuse. La plus part sont des hétéroptères de la famille des Mirides dont *Macrolophus pygmaeus*, *Maccroplophus basicornis*, *Nesidiocoris tenuis*, *Dicyphys marrocannus*, *Engytatus varians* et *Campyloneuropsis infumatus*. Plusieurs insectes d'autre familles tels que fourmis, chrysope, carabe, guêpe et Forficule ont été signalés comme des prédateur de la mineuse [38].

### 2.8.5. 3. Les parasitoïdes

Un parasitoïde est un arthropode qui parasite et tue son hôte. Il parasite les stades immatures de son hôte et peut vivre librement à l'intérieur de son corps. L'utilisation des parasitoïdes est le moyen le plus répandu dans la lutte biologique. La plus part des parasitoïdes sont des insectes Hyménoptères, Diptères, ou certains Coléoptères. La majorité appartiennent à l'ordre des hyménoptères avec environ 50000 espèces décrites [60].

Les parasitoïdes peuvent se développer soit à l'intérieur (endoparasitoïdes), soit à l'extérieur de leurs hôtes (ectoparasitoïdes).. Dans le second cas, l'adulte pond dans l'œuf, la larve, la nymphe ou l'adulte de son hôte, et ses larves (une ou plusieurs par hôte) s'y développent. La nymphose peut se faire dans l'hôte ou à l'extérieur de sa dépouille [60].

On distingue ainsi les espèces idiobiontes qui tuent leur hôtes et entraînent l'arrêt de tous ses processus physiologiques et les espèces koïnobiontes qui permettent à leur hôte de continuer certaines de ses fonctions physiologiques ce qui rend des interactions hormonales entre l'hôte et le parasitoïde [63].

Un parasitoïde peut pondre un seul œuf par hôte : on parle donc d'attaque solitaire ou bien on peut trouver plusieurs œufs sur un seul hôte c'est le parasitisme grégaire (Figure 2.12) [8].



Figure 2.13 : Les modes d'attaque d'*Apanteles sp.* A : Attaque grégaire B : Attaque solitaire [8].

La relation parasitoïde- hôte est déterminée par différentes étapes (Figure 2.14) : les parasitoïdes adultes trouvent leur hôte par odeur. Ils peuvent détecter l'odeur directe de l'hôte lui-même, ou les odeurs associées avec l'activité de l'hôte, tels que l'odeur produite par la plante endommagée. La



femelle du parasitoïde peut aussi pour trouver son hôte utilise des signaux acoustiques et visuels [64].

Le nombre d'œufs pondus à l'intérieur de l'hôte dépend de sa situation interne et externe quand l'hôte est plus gros il permet le développement d'un nombre plus élevé de descendants. Chez certaines espèces, les femelles fécondées peuvent déterminer le sexe de leurs descendants. Les parasitoïdes paralysent leur hôte par le venin soit de façon temporaire pour faciliter l'oviposition, soit de façon permanente [61].

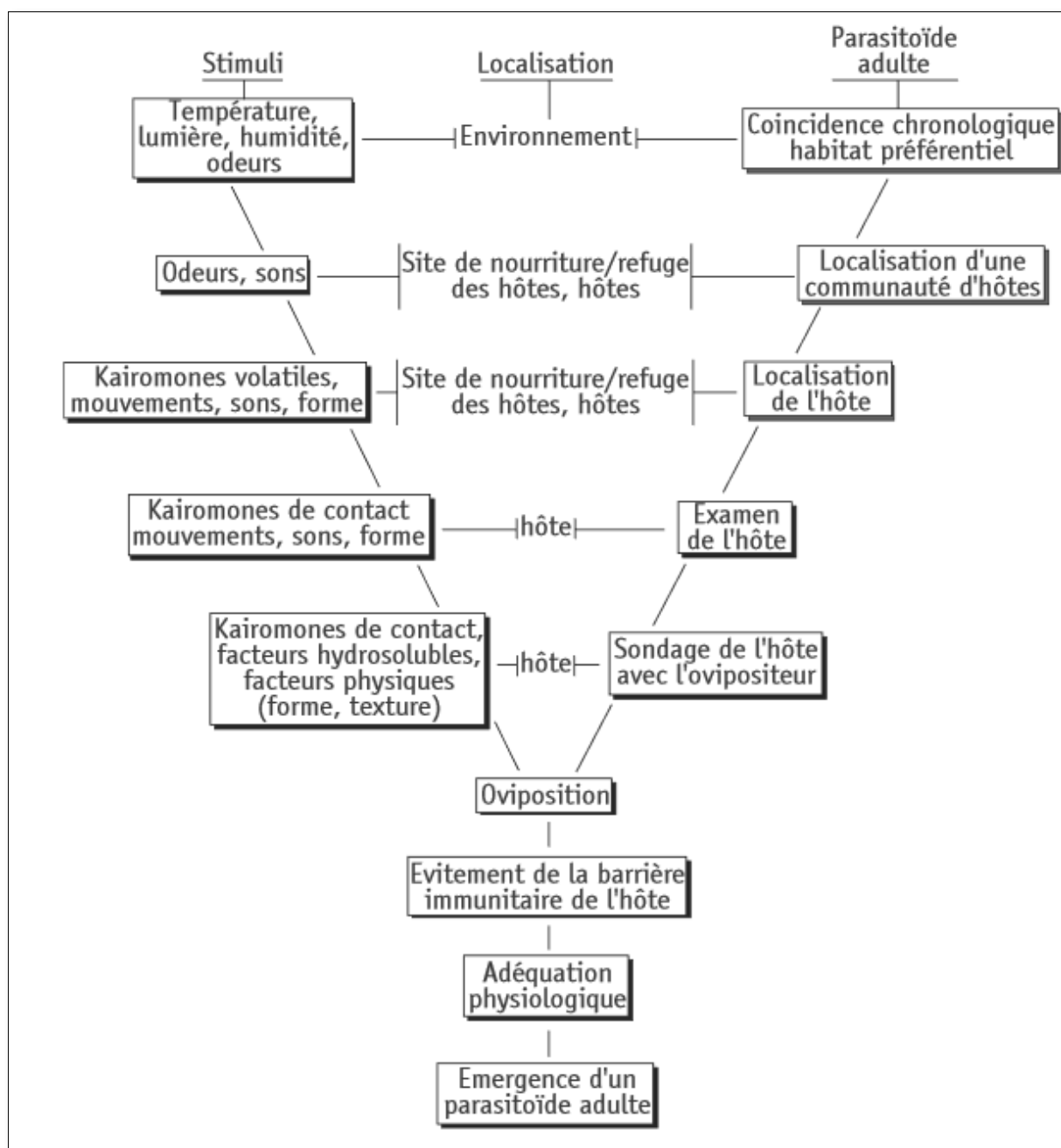


Figure 2.14 : Interactions hôte-parasitoïde, (modifié d'après Vinson, 1975) [61].

#### 2.8.5.3.1 Les parasitoïdes des œufs

*Trichogramma pretiosum*, *Trichogramma achaeae* et *Trichogrammatoidae bactrae* sont des parasitoïdes des œufs de *Tuta absoluta*. Le niveau de parasitisme des œufs varie entre 1,5 à 28% [51] 24 heures après un lâcher des individus de *T. absoluta* sur les plantes de tomate, suivie par un lâcher de trichogrammes.

*Trichogramma achaeae* a été utilisé pour contrôler *Tuta absoluta* en tomates sous serres dans le sud de l'Espagne. Pour une réduction de 91% de dégâts, il suffit de 30 individus de *T. achaeae* par plante (75 adultes / m<sup>2</sup>) tous les 3 à 4 jours [52].

#### 2.8.5.3.2 Les parasitoïdes des larves

Les larves de *Tuta absoluta* passent la plupart de leur vie à l'intérieur des mines. Cependant, au cours du deuxième stade, elles laissent leurs mines pendant les périodes les plus fraîches de la journée ce qui les rend vulnérables à la prédation et le parasitisme [52].

#### 2.8.5.4 Micro-organismes et nématodes entomopathogènes

*Bacillus thuringiensis* a été recommandé pour le contrôle de *Tuta absoluta*.

Plus récemment, le champignon *Metarhizium anisopliae* a été étudié pour le contrôle de *T. absoluta*. L'infection par *Metarhizium anisopliae* entraîne la mortalité de 37 % des œufs au bout de 72 heures [53].

*Bacillus amyloliquefaciens* (souche AG1) a un effet histopathologique sur les larves de *T. absoluta* à une CL<sub>50</sub> d'environ 180 ng/ cm<sup>2</sup> et montre de graves dommages sur le tissu intestinal et des ruptures de la couche épithéliale [54].

*Beauveria bassiana* (souche GHA de 1991) a été testé seul ou en combinaison avec *Bacillus thuringiensis* pour le contrôle de *Tuta absoluta* dans les champs de tomates à Ibiza en Espagne. Les deux traitements ont réduit le nombre et la sévérité des dommages des fruits par rapport au témoin [55].

En Turquie, l'efficacité des nématodes entomopathogènes est testée sur des larves de la mineuse, avec une dose de 50 IJs/cm<sup>2</sup>. Les espèces de nématodes *Steinernema feltia* et *Steinernema affin* ont provoqué jusqu'à 90.7% à 94.3% et 43.7% de mortalité des larves respectivement, [56].

#### 2.8.5.4 La confusion sexuelle

Leurs résultats L'utilisation de la confusion sexuelle contre *Tuta absoluta* dans des serres de tomates en Espagne ont montré que le ravageur peut être contrôlé avec la perturbation de l'accouplement si les traitements sont effectués dans des serres avec une bonne isolation qui empêche la pénétration de l'extérieur [57]. Pour une meilleure efficacité l'application des phéromones doit être mise en place avant les accouplements [58].

#### 2.8.6. Lutte chimique

Actuellement, la lutte chimique est le moyen principale pour la lutte contre la mineuse dès son apparition. Dans ce sens, plusieurs matières actives ont été utilisées contre ce ravageur, l'utilisation des produits chimique a base des molécules suivantes :Chlorantraniliprole, Lambda – Cyhalothrine, Metaflumizone, Cyromazine, Abamectine, Emamectin benzoat, Spinitoram et l'Indoxacarbe, Pour éviter l'apparition de phénomène de résistance chez l'insecte, Il faut respecter le nombre d'applications pour chaque produit par an. Il est convient aussi de respecter la dose de chaque produit, et alterner entre les produits chimiques [49]. L'application de certains produits est nocive pour les auxiliaires, les larves sont protégées dans les mines au niveau des feuilles, des tiges et des fruits, ce qui les protège des insecticides, [50].

## CHAPITRE 3 : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE ET DES MATERIELS ET METHODOLOGIES.

### 3.1. Présentation de la région d'étude

#### 3.1.1. Situation et limite de la région d'étude

La wilaya de Biskra est située au centre-est de l'Algérie aux portes du Sahara. Elle est limitée par les wilayas suivantes : Batna au Nord, M'Sila au Nord-Ouest, Khenchela au Nord-est, Djelfa, El Oued et Ouargla au Sud (figure 3.1). Le Chef-lieu de la wilaya est située à 400km au Sud-est de la capitale, Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 21671 Km<sup>2</sup> [65].

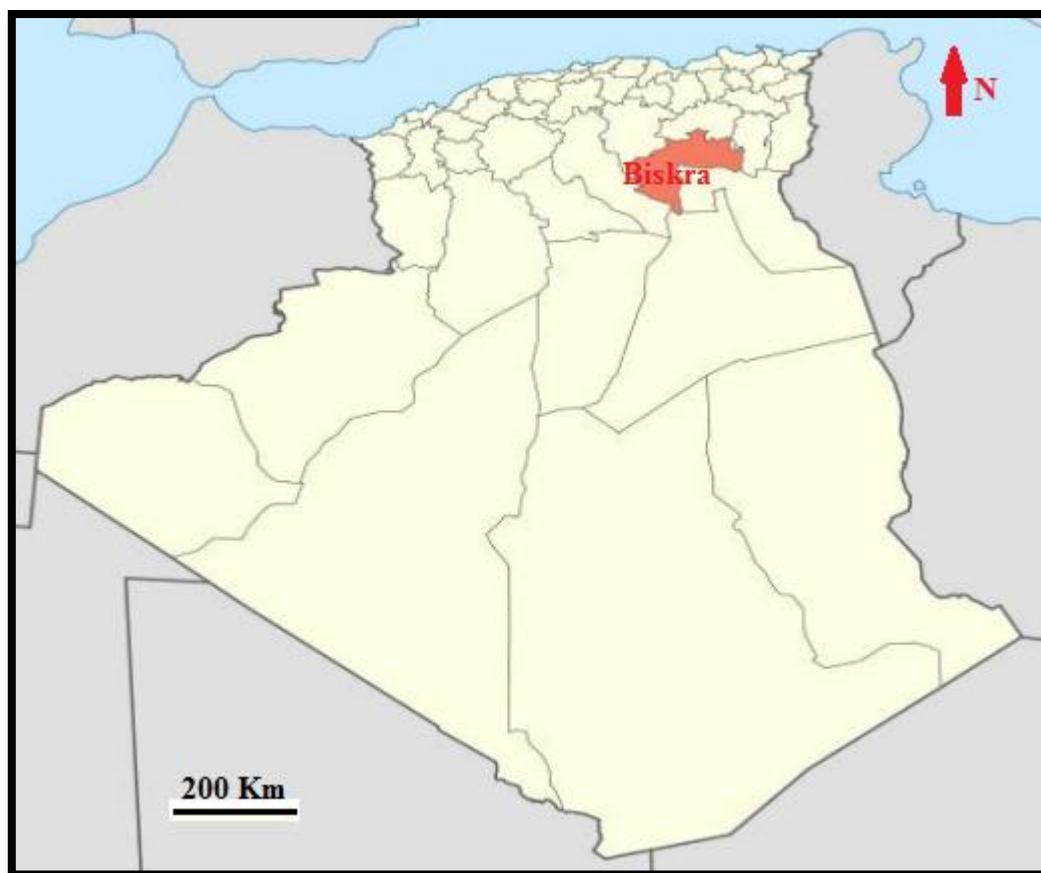


Figure 3.1: Situation géographique de la wilaya de Biskra [65].

#### 3.1.2. Relief

##### 3.1.2.1. Les piémonts

Ils sont situés au nord de la région presque découverts de toutes végétations naturelles (El-Kantara, Djemorah et M' chounech), occupent 12 % de la superficie totale, et sont caractérisés par une agriculture de montagne

(notamment arboriculture, apiculture et élevage extensif) [66]. Le point culminant est le Djebel Taktiout d'une altitude de 1924 m [67].

#### 3.1.2.2. Les plateaux :

A l'ouest, ils s'étendent du nord au sud englobant presque les daïras d'Ouled Djellal, Sidi Khaled et une partie de Tolga. Localisés dans le sud-ouest de la Wilaya, à vocation pastorale et fief de la race ovine Ouled Djellal; ils s'étendent sur 56 % de la superficie totale de la wilaya, et sont soumis aux effets néfastes de la désertification. Mais ces derniers temps avec les programmes (PNDA, FNDIA, FNRDA, 108, 402, etc.....) les éleveurs pratiquent de l'agriculture tels le maraîchage, la Phœniciculture, la plasticulture et la culture industrielle [66].

#### 3.1.2.3. Les plaines et Zones des dépressions:

Elles occupent 22 % de la superficie totale où la plasticulture est associée au maraîchage et à la Phœniciculture et aussi à la culture industrielle. Les plaines se retrouvent dans les daïras d'El Outaya, Sidi Okba, Zeribet-El-Oued, El Ghrous, Ourlel. A l'ouest, elles englobent presque les daïras d'Ouled-Djellal, Sidi-Khaled, Tolga. Les zones des dépressions occupent 10% de la superficie totale, situés au Sud et caractérisées par la présence de Chott Melghir [66].

#### 3.1.3. Le Sol

L'étude des sols de la région de Biskra montre l'existence de plusieurs types de sols :

- Les régions Sud, sont surtout caractérisées par les accumulations salées, gypseuses et calcaires.
- Les régions Est, sont définies par les sols alluvionnaires et les sols argileux fertiles.
- Les zones du Nord (ou zones de montagne) sont le siège de la formation des sols peu évolués et peu fertiles.

Enfin, la plaine située au Nord-ouest de Biskra où les sols argileux sodiques irrigués par les eaux fortement minéralisées constituent le caractère de la pédogenèse de cette région [68].

### 3.1.4. Activités agricoles dans la région de Biskra

#### 3.1.4.1. Répartition des terres :

- Superficie totale de la wilaya : 2 150 980 Ha
- Superficie Agricole Totale : 1 652 751 Ha
- Superficie Agricole Utile : 185 473 Ha
- Dont irriguée : 103 478 Ha
- Pacages et Parcours : 1 399 746 Ha
- Alfa. : 13 864 Ha
- Forêt : 97 780 Ha

Biskra se caractérise principalement par ses palmeraies, associée à d'autres cultures comme les arbres fruitiers notamment l'olivier, l'abricotier, le figuier et le grenadier. Le palmier dattier représente la plus importante culture dans la région de Biskra, avec une estimation de 42133 32 palmiers [67].

La plasticulture est largement répandue dans la wilaya de Biskra. En effet, cette région assure l'approvisionnement de plus de 38 wilayas surtout en tomate, piment et poivron [3].

#### 3.1.5. Données climatiques

Dans la description des divers éléments composant le climat de la région d'étude, nous nous sommes intéressés à faire sortir le caractère fondamental de ce climat. La position géographique de la région d'étude, entre les monts des Aurès au nord, et le Sahara au sud, lui donne un climat instable [69].

##### 3.1.5.1. La température

La région de Biskra est caractérisée par de fortes températures pouvant atteindre une moyenne annuelle de 22.87°C, avec des fortes variations saisonnières enregistrées entre le mois le plus chaud (Juillet) avec une moyenne mensuelle de 35.15°C et le mois le plus froid (Janvier) avec une moyenne mensuelle de 12.16°C (tableau 3.1).

Tableau 3.1 : Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période 2004 –2014 M.A: moyenne annuelle [70].

T°/Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aôu	Sep	Oct	Nov	Déc	M.A
T° min	7,08	7,74	11,2	15,1	19,6	24,4	28,1	27,8	23,	18,4	12,3	7,7	16,9
T° max	20,5	18,8	23	28,5	32,4	37,7	41,4	40,5	34,8	29,7	23,2	17,7	29,0
T° moy	12,1	13,1	17,2	21,6	26,3	31,5	35,1	34,3	29,1	24,0	17,4	12,4	22,8

### 3.1.5. 2. Les précipitations

Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées sur les 10 ans (2004 – 2014) sont de 12.65 mm Mais la notion de moyenne ne reflète pas la réalité des précipitations dans ces régions, à cause de la faiblesse et l'irrégularité de ces dernières (Tableau 3.2).

Dans la région de Biskra, le total des précipitations annuelles est très faible (151.8mm) et caractérisé par une irrégularité remarquable avec un maximum de sécheresse enregistré durant juillet avec une pluviométrie de 0.92 mm. Par contre, le mois le plus arrosé (Octobre), est caractérisé par une quantité de 22.61mm (Tableau 3.2).

Tableau 3.2 : Moyennes mensuelles des quantités de pluies (mm) dans la région de Biskra pour la période (2004-2014) [70].

Mois	Jan	Fé	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sépt	Oct	Nov	Déc	Total
P	13,9	7,4	22,0	18,3	11,9	7,8	0,9	3,0	17,0	22,6	15,6	11,0	151,8
			5			7	2	0	6	1	5	1	6

### 3.1.5. 3. Le vent

Les vents de Biskra soufflent durant toute l'année. En période hivernale, ce sont les vents froids et humides venant des hauts plateaux et du nord-ouest qui sont les plus dominants. Par ailleurs, le printemps et l'été sont marqués par des vents de sable venant du sud-ouest [70].

Les données sur la vitesse moyenne du vent pour la région d'étude au cours de la période 2004-2014 sont consignées dans le tableau 3.3.

Tableau 3.3 : Vitesse moyenne mensuelle m/s du vent de la région de Biskra durant la période 2004 –2014 [69].

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sépt	Oct	Nov	Déc
Vitesse	5.34	4.9	6.1	7	6.8	4.9	4.3	4.5	4.6	4.2	4.8	5

Les vents généralement sont violents surtout du mois de Janvier au mois de Juin. La vitesse annuelle du vent est 4,78 m/s en moyenne, la moyenne minimale est enregistrée durant les mois d'Octobre avec 4 m/s ; alors que la moyenne maximale est enregistrée durant le mois d'avril avec 7m/s. Le Sirocco, vent chaud et sec, et les vents de sable sont ceux les plus fréquents dans la région de Biskra (Tableau 3.4).

Tableau 3.4 : Nombre de jours de Sirocco et de vent de sable de la région de Biskra (1971-1997) [71].

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sépt	Oct	Nov	Déc
Sirocco	0	0	0	0,5	4,2	13,6	19,3	17,3	4,9	0,2	0	0
Vent de sable	2	3,7	6,4	9,1	9,7	9,7	7,6	6,6	4,7	3,2	1,8	2,1

La durée moyenne du sirocco est de 60 jours/an. Ce vent souffle surtout durant les mois de Juin, juillet, et Aout, et presque 50 jours au cours de ces 3 mois. Les tempêtes de sable sont très fréquentes dans la région de Biskra notamment entre Avril et Juillet. La durée moyenne des vents de sable est de 66 jours/an.

### 3.1.6. Synthèse climatique

#### 3.1.6.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen permet de calculer la durée de la saison sèche, par la comparaison des précipitations des mois au double de leurs températures moyennes. (Figure 3.2).



Un mois est dit biologiquement sec si, le total mensuel des précipitations exprimées en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne

- Un mois est sec lorsque  $p \leq 2T$
- Un mois est humide lorsque  $p > 2T$  [72]. L'analyse du diagramme ombrothermique de la période climatique s'étalant de 2004 à 2014 a permis de mettre en évidence une saison sèche durant toute l'année.

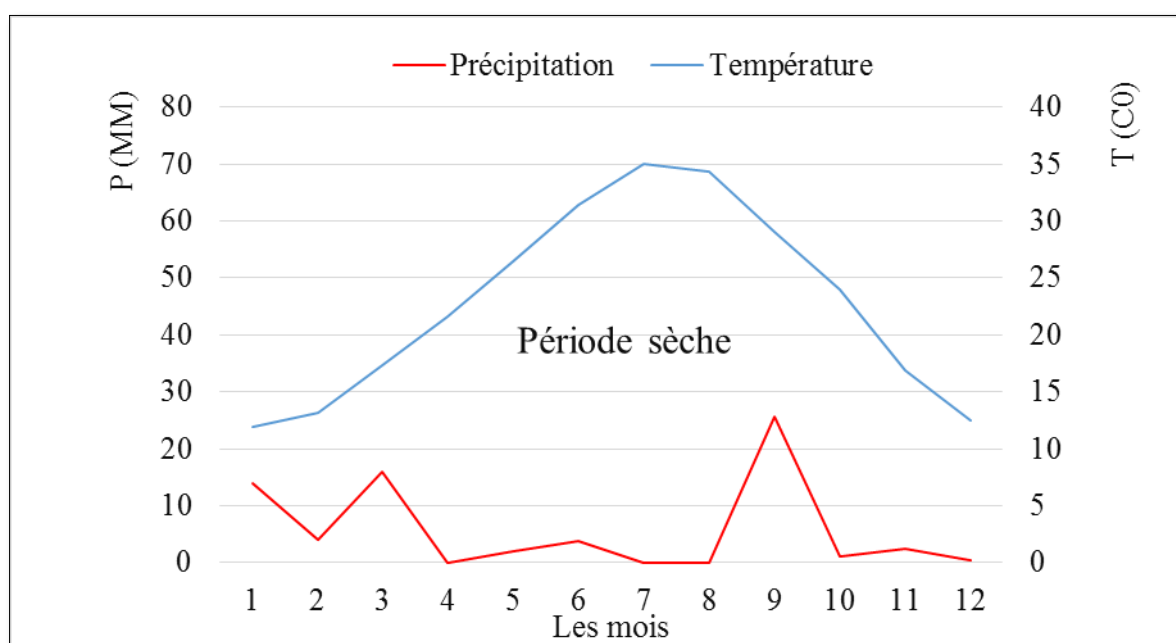


Figure 3.2 : Diagramme Ombrothermique Bagnouls et Gaussens de la région de Biskra (2004-2014).

### 3.1.6.2. Climagramme d'Emberger

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de la région, nous avons calculé le quotient pluviométrique d'Emberger (Q) avec les données climatiques calculées sur la période allant de 1989 à 2009. (Figure 3.3).

Le quotient pluviométrique ou le coefficient d'aridité Q est donné par la formule de Stewart [72]:  $Q = 3.43 \times p/M-m$ , P : pluie annuelle, M : le maxima du mois le plus chaud, m : le minima du mois le plus froid.

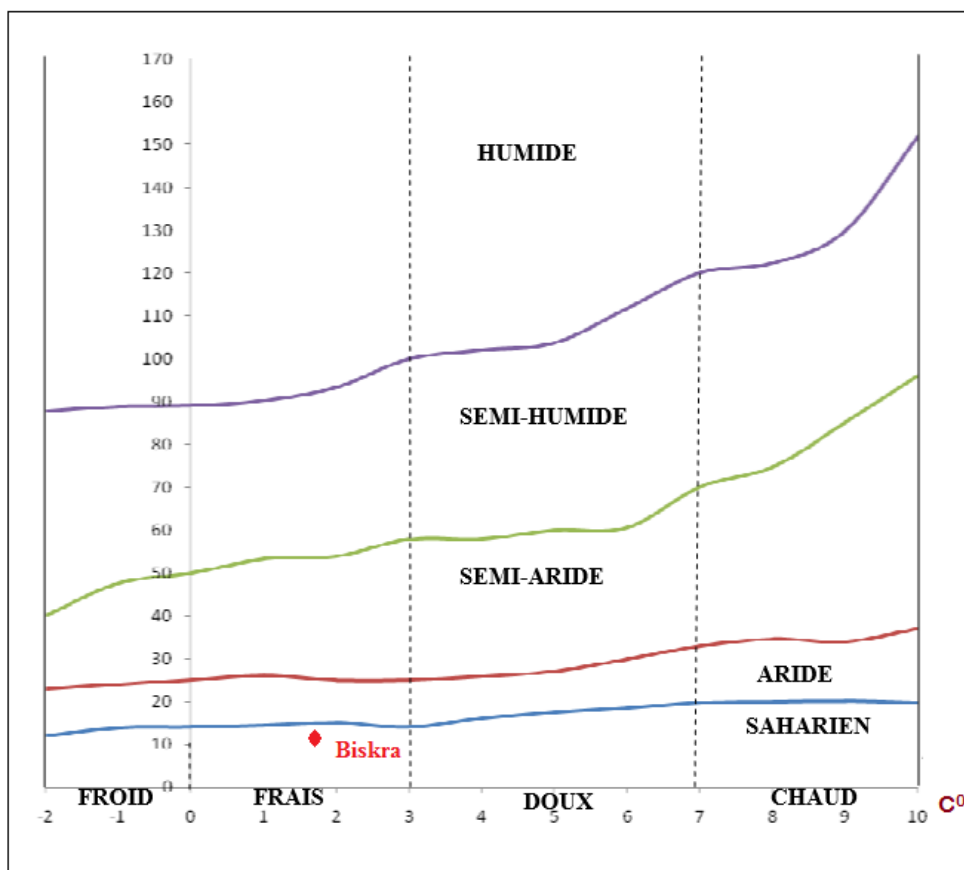


Figure 3.4 : Climmagramme d'Emberger de la région de Biskra durant la période (2004-2014).

D'après le quotient pluviométrique calculé ( $Q = 11.81$ ) et la moyenne des Minima du mois le plus froid  $7.08^{\circ}\text{C}$ , la région de Biskra est localisée au niveau de l'étage bioclimatique Saharien à hiver frais, (Figure 3.4.).

## 3.2. Matériels et méthodologies d'étude

### 3.2.1. Présentation des milieux d'étude

Le travail expérimental se déroule dans deux stations situées dans la Wilaya de Biskra, les deux stations sont situées à côté de la route nationale n°83 entre la ville de Biskra et la ville de Sidi Okba et la distance entre les deux stations est de 14.25 km (Figure 3.5).

La station de Feliache ( $34^{\circ} 49' 42''$  Nord,  $5^{\circ} 46' 21''$  Est) se trouve à 4km au Sud-Est de la ville de Biskra. Cette station s'étend sur 4ha et se trouve à 87m d'altitude. Elle comprend deux serres de tomate de la variété 'KAWA'. La culture a été mise en place le 13/11/2014. On y trouve également des cultures

maraîchères de plein champ, notamment, la fève ainsi que phoeniculture et l'oléiculture.

La Station de Sidi-Okba est située 2 km au nord de la ville de Sidi Okba ( $34^{\circ} 46' 12''$  Nord,  $5^{\circ} 54' 50''$  Est). Cette station s'étend sur 6 ha et se trouve à 60 m d'altitude. Elle comprend dix serres de la tomate (trois serres cultivées avec la variété 'KAWA' et 4 serres de variété 'TIMGAD' et le reste des serres comprend des plants de tomate de la variété 'ZAHRA'). On y trouve aussi des serres de pastèque et de piment ainsi que des céréales notamment du blé dur et de l'orge. La culture a été mise en place le 22/11/2014.

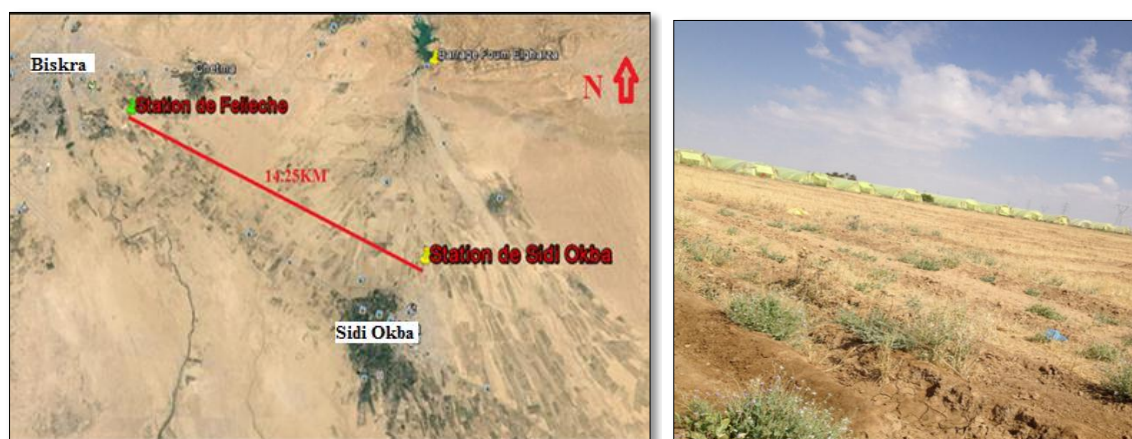


Figure 3.5: Positionnement géographique des deux milieux d'étude à Biskra et vue générale de la station de Sidi Okba. [74].

Les plantes adventices adjacentes aux serres d'études sont présentées dans le Tableau 3.5.

Nous notons que la famille des Poaceae est plus représentée comptant 2 espèces parmi 5 espèces végétales inventoriées. Nous constatons la présence de *Solanum nigrum*, qui est considéré comme une plante hôte de *Tuta absoluta*. La diversité de plantes associées avec la culture de tomates joue un rôle important pour l'installation des antagonistes de *Tuta absoluta* [73].

Tableau 3.5 : Principales espèces de plantes rencontrées à proximité des serres étudiées.

Famille	Espèce	Sidi Okba	Feliache
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	+	+
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	+	+
	<i>Hordeum murinum</i>	+	+
Malvacées	<i>Malva sylvestris</i>	-	+
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	+	+

### 3.2.2. Méthodologies d'étude

#### 3.2.2.1. Echantillonnage au niveau des serres

Durant la période d'étude allant du Décembre 2014 au Mai 2015 , à partir de chaque serre, nous avons prélevé chaque 15 jours 60 feuilles de tomate de façon aléatoire à raison de 20 feuilles basales, 20 feuilles situées au niveau de la partie moyenne du plant et 20 feuilles apicales (Figure 3.6). L'objectif est d'évaluer les infestations de la mineuse dans les deux serres et d'identifier les parasitoïdes associés ainsi que leurs périodes de présence.

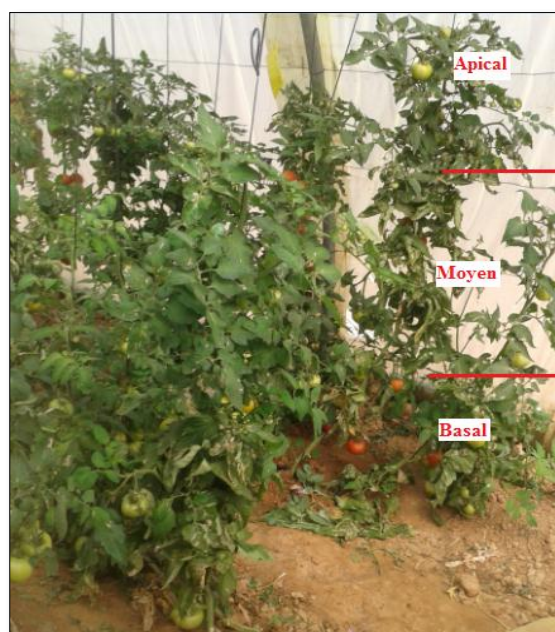


Figure 3.6 : Niveaux de prélèvement des feuilles de tomate sous serre (Originale, 2015).

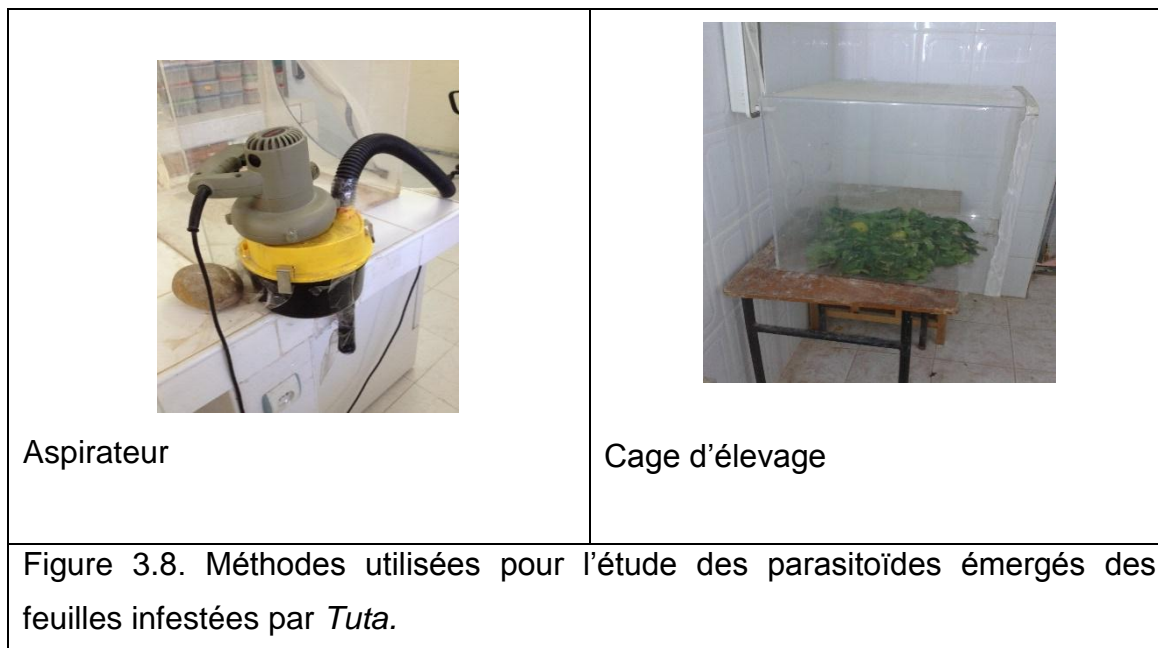
### 3.2.2.2. Inventaire des parasitoïdes :

Nous avons utilisé deux méthodes. La première méthode a consisté à utiliser des plaques engluées de couleur jaune (Figure 3.7) à raison d'une plaque par serre. Au total, nous avons placé 20 plaques (10 plaques par station). les plaques sont renouvelées chaque quinzaine et conservées au laboratoire jusqu'aux identifications.



Figure 3.7 : Plaque jaune engluée suspendu à l'intérieur de la serre (Originale, 2015).

La deuxième méthode a consisté à mettre chaque quinzaine à partir de feuilles de tomate fraîchement récoltées, 50 feuilles minées dans une cage d'élevage sous les conditions de laboratoire à une température de  $25 \pm 1C^0$ , une humidité relative de  $60 \pm 5\%$  et une photopériode de 16:8 (L:D). Dans la cage d'élevage (Figure 3.8), les adultes parasitoïdes émergés sont aspirés avec un aspirateur motorisé puis isolés et placés individuellement dans des tubes à essai numérotés, datés, contenant de l'éthanol à 70% pour les identifier par la suite.



### 3.2.2.3. Identification des espèces de parasitoïdes

Pour l'identification des Hyménoptères parasitoïdes, certains caractères morphologiques sont pris en considération comme la couleur de l'individu, la nervation des ailes (Figure 3.9), la présence ou l'absence des soies sur les ailes, la forme du stigma, la forme du premier tergite abdominal (pétiole), la forme du propodeum, la forme et le nombre d'articles antennaires.

Parfois, l'identification de ces parasitoïdes nécessite une observation microscopique de certains caractères, en particulier, les poils sur le flagellum, le nombre de placodes, la forme des flagellomères et la forme de l'ovipositeur [74].

Nous nous sommes basés sur la clé d'identification des espèces du genre *Necremnus* associées avec la mineuse de la tomate en Amérique du nord [8].

Aussi, nous avons utilisé un guide de détermination des espèces du genre *Apanteles*. [76]. ainsi que le guide de reconnaissance des familles et sous familles des Hymenoptera du Monde [77].

### 3.2.2.4. Essai de la lutte biologique par l'utilisation de *Bracon hebetor*

Elevage de *Bracon hebetor*

Nous avons obtenu un nombre suffisant de *Bracon hebetor* à partir de son élevage sur 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> Stades larvaire de la pyrale méditerranéenne de la farine *Ephestia kuehniella* dans les conditions du laboratoire (température  $25\pm 1C^0$ , l'humidité relative  $60\pm 5\%$  et un Photopériodique de 16:8 (L:D).

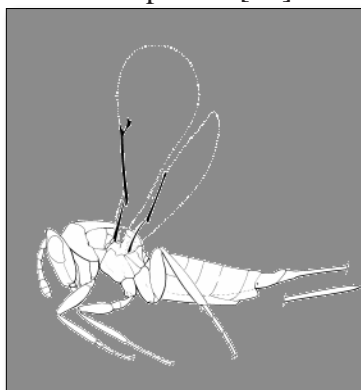
Antennes de *Stenomesus* sp.  
(Originale, 2015)



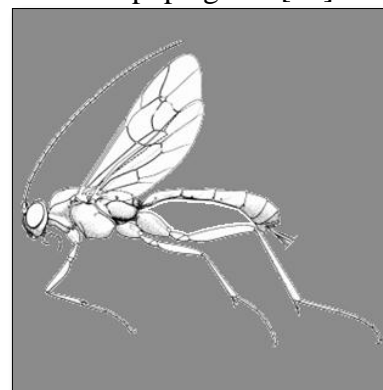
Aile antérieur d'*Apanteles* sp.  
(Originale, 2015)



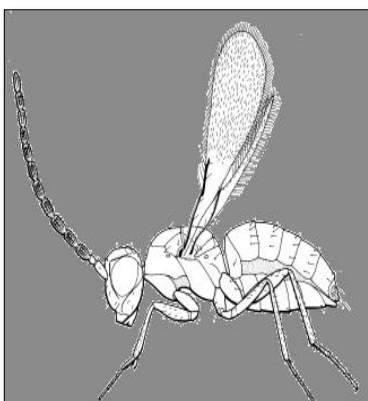
Forme générale des  
Eulophidae [77].



Forme générale des  
Campopleginae [77].



Forme générale des Mymaridae  
[77].



Forme générale des  
Pteromalidae [77].



Forme générale des  
Ceraphronidae [77].

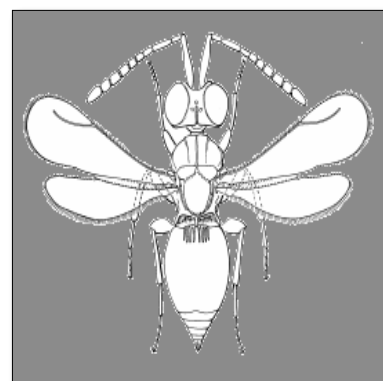
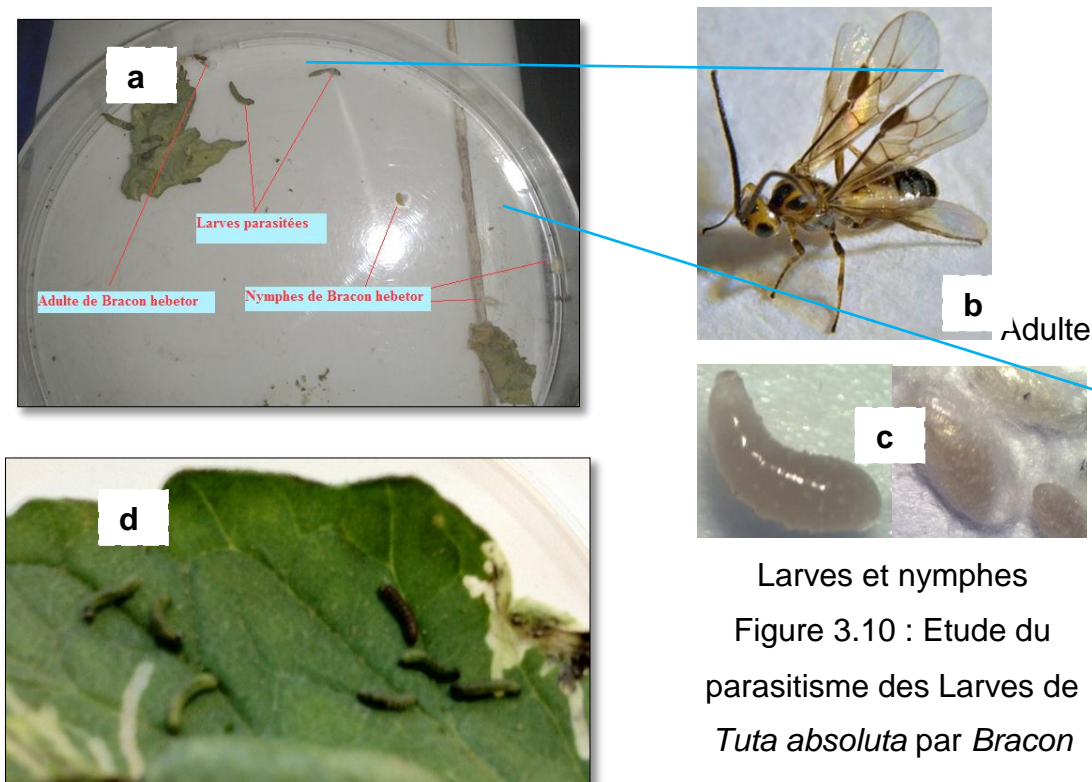


Figure 3.9 : Présentation de quelques critères d'identification des Hymenoptera pour l'étude des espèces parasitoïdes de *T. absoluta*.

### Suivi du parasitisme des larves de Tuta

Nous avons pris 5 boîtes de Pétri (5 répétitions) pour les essais. Chaque boîte contient 10 larves de 4<sup>ème</sup> stade de la mineuse (Figure 3.10) obtenues à partir des feuilles infestées. Ensuite nous avons introduit dans chaque boîte un couple de *Bracon hebetor*. Ces boîtes sont mises dans des cages d'élevage dans les mêmes conditions comme indiqué précédemment. Les différentes boîtes sont observées quotidiennement pour suivre le comportement des femelles de *B.hebetor* sous une loupe binoculaire.



Larves et nymphes

Figure 3.10 : Etude du parasitisme des Larves de *Tuta absoluta* par *Bracon hebetor* (Originale, 2015) (a : larves parasitées, b : différents stades de développement de *B. hebetor*, d : Larves L4 de *Tuta absoluta* récupérées à partir des feuilles infestées de tomate



### 3.3. Exploitation des données

L'objectif d'exploiter nos résultats par l'utilisation des paramètres écologiques et statistiques est de mieux estimer la présence, la distribution des populations de parasitoïdes dans le temps et dans l'espace. Cette démarche permet également de comparer nos données avec plusieurs autres travaux concernant le même sujet, soit à l'échelle régionale nationale ou mondiale.

#### 3.3.1. Estimation du taux d'infestation

Au laboratoire, le nombre de feuilles minées avec larves est compté par rapport aux feuilles totales observées. Le taux d'infestation est estimé par la formule suivante :

Taux d'infestation = Nombre de feuilles minées X 100/Nombre total de feuilles observées

L'évolution des variations temporelles des taux d'infestation dans chaque serre de tomate étudiée a été représentée à partir d'une matrice de données établie dans le logiciel Excel.

#### 3.3.2. Calcul des abondances

Nous avons pris en compte d'une part les abondances totales des espèces de parasitoïdes dont les individus ont été comptabilisés sur une face de chaque plaque engluée à chaque quinzaine, d'autre part nous avons compté les effectifs de chaque espèce de parasitoïde émergée à partir des feuilles minées durant les mois s'étalant de décembre à mai.

Pour estimer la part des différents parasitoïdes associées à Tuta dans le temps, nous avons calculé les abondances relative par rapport au nombre d'individus total.

L'abondance relative d'une espèce est le rapport du nombre des individus de cette espèce au nombre des individus de toutes espèces trouvées [78] :

$A_{rel} = \frac{N_a * 100}{N_t}$ ,  $A_{rel}$  : Abondance relative,  $N_a$  : Nombre d'individus de l'espèce a,  $N_t$  : Nombre total des individus.

Enfin, nous avons transformé les abondances en logarithmes népériens des abondances pour évaluer la composition saisonnière du complexe parasitoïde inventorié et connaître les espèces les plus représentatives.

### 3.3.3. Fréquence d'occurrence et constance

La fréquence d'occurrence de l'espèce  $i$  ( $C_i$ ), appelée aussi fréquence d'apparition ou indice de constance est le pourcentage du rapport du nombre de relevés contenant l'espèce  $i$  ( $r_i$ ) au total des relevés réalisés ( $R$ ) [79].

La constance est calculée selon la formule suivante :  $C_i = \frac{r_i \times 100}{R}$

En fonction de leur fréquence d'occurrence, on distingue :

- les espèces constantes qui sont présentes dans 50 % ou plus des relevés effectués.
- les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49 % des prélèvements.
- les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25 % et supérieure ou égale à 10 %.
- les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques ont une fréquence inférieure à 10 %.

### 3.3.4. Paramètres du parasitisme par *Bracon hebetor*

A partir des 50 larves de *Tuta* utilisées dans les conditions de laboratoire, nous avons évalué les paramètres suivants :

- Le taux de parasitisme moyen
- Le sex-ratio
- La durée du parasitisme jusqu'à l'émergence
- Le nombre d'adultes émergés

### 3.3.5. Analyse factorielle des correspondances (AFC) et classification ascendante hiérarchique (CAH)

C'est une méthode assez semblable à l'analyse en composantes principales, mais pour des valeurs de comptages. On part d'un tableau de contingence, c'est à dire d'un tableau de nombres (entiers, en principe), où les lignes représentent les modalités d'un facteur, et les colonnes les modalités d'un autre facteur. Le contenu des cases correspond aux nombres d'occurrences de la combinaison des deux facteurs. Un exemple classique est en écologie végétale : n espèces de plantes ont été observées dans m lieux. On obtient ainsi une matrice des  $n \times m$ , et l'analyse des correspondances permet d'associer certaines espèces à certains lieux [80]. Dans le cadre de cette étude, nous avons pris en compte les données d'abondance temporelles de chaque espèce de parasitoïde de *Tuta* au niveau de chaque serre : les colonnes représentent chaque date et chaque station considérée alors que chaque ligne correspond à une espèce de parasitoïde de *Tuta*. La structure et composition des groupes ont été obtenus à travers une classification ascendante hiérarchique en utilisant l'algorithme de Ward (Past, version 9.1).

## CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION

### 4.1. Evaluation du taux d'infestation de *Tuta absoluta* sur les feuilles de tomate

L'observation des feuilles de tomate échantillonnées des deux serres étudiées a permis d'évaluer les taux d'infestation par les larves de la mineuse et leurs évolutions avec le temps en relation avec les fluctuations thermiques durant la période de l'étude (Figure 4.1).

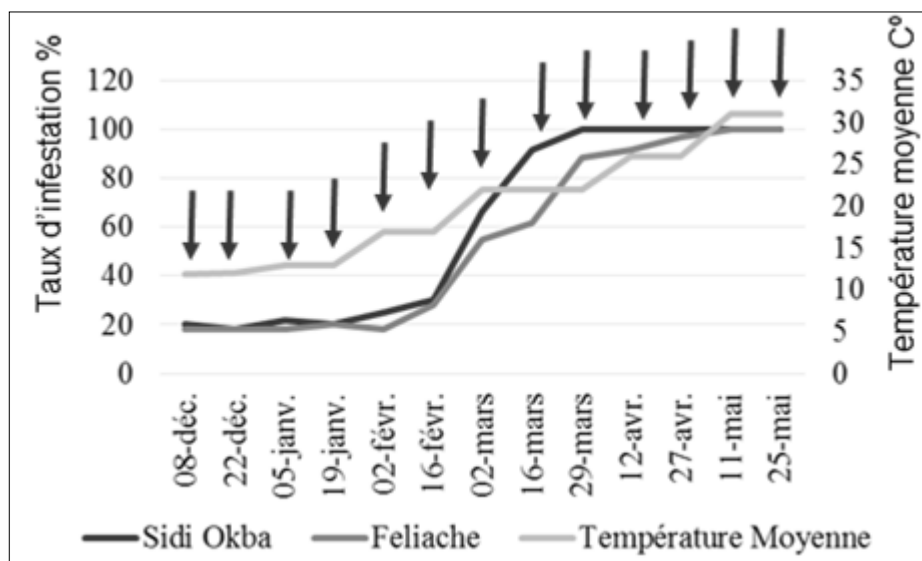


Figure 4.1 : Variation temporelle du taux d'infestation de *Tuta absoluta* sur les feuilles de la tomate en relation avec les températures moyennes dans les deux stations d'études (les flèches indique les traitement chimique).

En décembre, au début des observations, le taux d'infestation enregistré sur les feuilles de la tomate était important : soit de 20% à Sidi Okba et de 16% à Feliache. Malgré les interventions par les traitements chimiques, ce taux n'a pas cessé de s'accroître pour atteindre son maximum. En effet, à partir du 29 mars, le taux d'infestation a atteint les 100% à la station de Sidi Okba, et 88% à la station de Feliache. Les résultats obtenus montrent que le taux d'infestation semble corrélé positivement avec la température. Ce taux a atteint son maximum à Sidi Okba, et à Feliache à une température moyenne de 27°C à 28 C° respectivement, le 29 Mars (figure 4.1).

L'augmentation du taux d'infestation par *T. absoluta* dans les deux stations paraît liée essentiellement à des conditions thermiques favorables, comme l'ont

signalé différents auteurs. En effet, l'activité de la mineuse s'accélère à partir du mois de mars, [117], tandis que la durée de son cycle de vie s'écourte avec la température. Dans la région de Mostaganem par exemple, le cycle de développement de ce ravageur est de 18 jours à 31°C [116] et de 39 jours à 19°C [43].

Les services de la S.R.P.V de Biskra [109] recommandent pour la lutte contre la mineuse, 30 pièges à phéromones mis en place par hectare en plus des traitements chimiques à réaliser chaque 10 à 15 jours [50]. Néanmoins, les agriculteurs refusent l'utilisation de ces pièges nonobstant leur disponibilité et leur distribution gratuite.

Malgré les interventions chimiques réalisées chaque quinzaine en hiver et de manière hebdomadaire au printemps, nous ne remarquons aucune diminution des dégâts observés au cours du temps. En général, les pontes (65, 2%) de la mineuse se localisent significativement sur la face inférieure des feuilles, [117], ce qui limite l'efficacité des pesticides et favorise l'augmentation des éclosions et des densités larvaires.

Les infestations par *Tuta absoluta* sont toujours plus élevées dans les serres non protégées (71,7%) que celles protégées par le filet Insect -Proof (56,7%) [117]. L'absence de ce type de protection des serres profite au déplacement des adultes de la mineuse de l'intérieur des serres étudiées vers l'extérieur et vice versa, ce qui rend de ce fait les traitements inefficaces.

Le taux d'infestation par la mineuse sur tomate varie aussi selon la variété. Kridi et Messati [104] ont étudié à Ouargla, l'évolution du ravageur six variétés de tomate sous serre (BONFIR, LUSSAN, POLANA, SALINERO, TOPOL et ZAHRA) afin de connaître la résistance de chaque variété vis-à-vis de la mineuse. Ces auteurs signalent que les dégâts occasionnés sur les feuilles sont élevés chez toutes les variétés. Cependant les variétés 'TOPOL', 'ZAHRA' et 'POLANA' sont relativement moins infestées par rapport aux autres variétés. Par ailleurs, les fruits des variétés 'POLANA' et 'SALINERO' sont les moins touchés par la mineuse.

Dans la même région, Bouras et Benhamza [103], trouvent à leur tour que les variétés 'Zahra' et 'Topol' ont des feuilles plus résistantes à l'attaque de

la mineuse. La résistance des insectes peut aussi jouer un rôle important dans l'efficacité des traitements chimiques. Nous avons remarqué que les traitements chimiques sont fréquemment réalisés avec les mêmes matières actives notamment Abamectine dans les deux stations d'étude avec une fréquence d'une fois par quinze jours. Pendant le cycle de la culture, il a été affirmé que plus de 3 traitements insecticides par «l'Abamectine» ou 6 traitements par «l'Indoxacarbe» ont conduit à l'apparition de résistance chez la mineuse [50]. Durant la période de production, on préconise d'utiliser au maximum trois traitements insecticides au Spinosad ou deux traitements au Chlorantraniliprole, [119], pour éviter la résistance vis à vis des pesticides chez la mineuse.

#### 4.2. Résultats des captures des parasitoïdes associés avec la culture de la tomate dans les serres étudiées

##### 4.2.1. Richesses spécifiques

Durant la période d'investigations allant de Décembre 2014 jusqu'à Mai 2015, les différentes espèces du complexe parasitoïde associé avec la culture de tomate sous serre ont été capturées à l'aide des plaques jaunes engluées. Les richesses totales correspondent à 9 espèces et à 7 espèces au niveau des serres situées à Sidi Okba et Feliache respectivement Tableau 4.1

Tableau 4.1 Effectifs mensuels des principales espèces parasitoïdes capturées sous serre (N représente l'abondance spécifique globale, tot est l'abondance spécifique par station).

Famille	Sous famille	Espèce	Sidi Okba				Station Feliache					N
			Ma	Avr	Mai	Tot.	Jan	Mar	Avr	Mai	tot	
Braconidae	Microgastrinae	<i>Apanteles sp</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
	Aphidiinae	<i>Aphidiinae sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
		<i>Aphidius sp.</i>	1	0	1	2	0	0	1	1	2	4
		<i>Praon sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2
Eulophidae	Eulophinae	<i>Eulophinae sp.</i>	1	0	1	2	0	0	0	0	0	2
	Entedoninae	<i>Pediobius sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Pteromalidae	Pteromalinae	<i>Pteromalus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Ceraphronidae	ceraphroninae	<i>Ceraphron sp.</i>	2	1	0	3	1	1	1	1	4	7
Ichneumonidae	Campopleginae	<i>Campopleginae sp.</i>	0	1	1	2	0	0	0	0	0	2
Mymaridae		<i>Mymaridae sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		<i>Mymaridae sp2</i>	0	0	1	1	0	0	1	1	2	3
		<i>Mymaridae sp.3</i>	0	1	0	1	0	0	0	1	1	2
Total			4	3	5	12	2	3	3	7	15	27

Nous avons pu recenser un total de 12 espèces avec un effectif total de 27 individus identifiés répartis en 6 familles, (Tableau 4.1, Figure 4.2). Du point de vue de la richesse spécifique, la famille des Braconidae est quantitativement la mieux représentée en nombre d'espèces (4 espèces soit 34%) suivie par la sous famille des Mymaridae par 3 espèces soit 25%, la famille des Eulophidae (2 espèces soit 17%). Les autres familles Cynipidae, Pteromalidae et Ichneumonidae sont représentées respectivement par deux espèces seulement soit 8% du total (Figure 4.2).

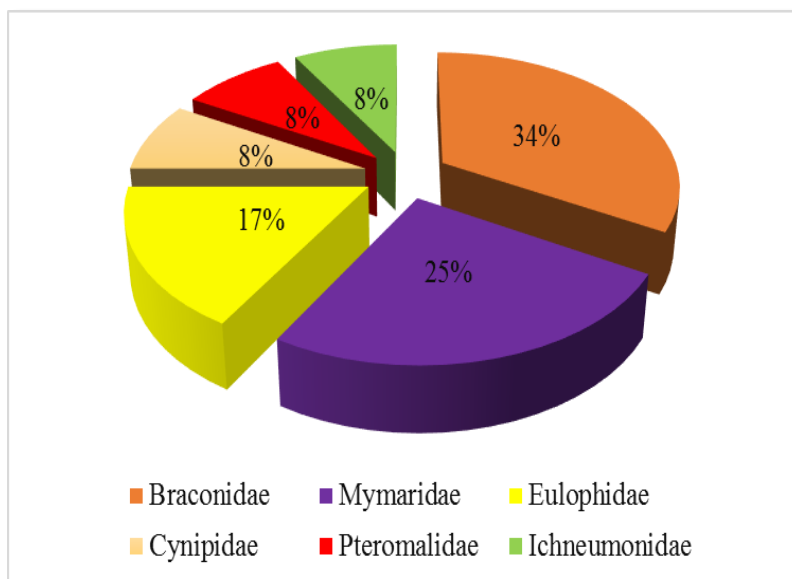


Figure 4.2 : Richesse relative des familles de parasitoïdes.

La famille des Braconidae englobe le plus grand nombre d'espèces de parasitoïdes, la plus part étant des endoparasitoïdes, pouvant attaquer leur hôte de façon solitaire ou grégaire. Parmi les Braconidae, la sous famille des Microgastrinae comprend 16000 espèces dans le monde, généralement des parasitoïdes des lépidoptères et des coléoptères [133].



Figure 4.3 : Microgastrinae sp. (Braconidae) (Originale, 2015)

Les espèces de la sous famille des Aphidiinae sont tous des endoparasitoïdes solitaires des pucerons [75]. Les genres les plus communément rencontrés sont *Aphidius* et *Praon* (Figure 4.4).





Figure 4.4 : Espèces de sous famille de Aphidiinae trouvés à Biskra (Originale, 2015) A : *Aphidius* sp., B : *Aphidiinae* sp. C : *Praon* sp.

Les espèces de la famille des Ceraphronidae (Figure 4.5) ont été trouvées comme des endoparasitoïdes sur quelques espèces appartenant à la famille des Cecidomyiidae (Diptera), et les espèces de Thysanoptera, Lepidoptera, et Neuroptera. Les individus de cette famille peuvent se rencontrer dans le sol [133].

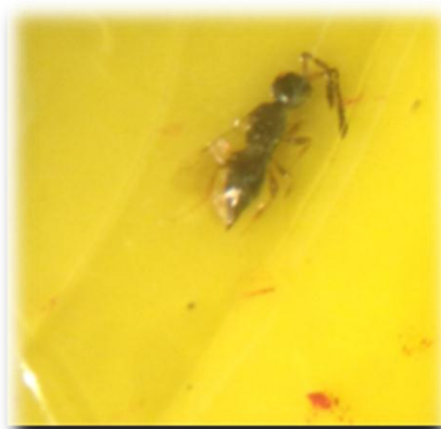


Figure 4.5 : *Ceraphron* sp. (Originale, 2015)

Chez les Mymaridae, on rencontre des parasitoïdes des œufs d'insectes, leur hôtes primaire sont des Homoptères et des Hétéroptères, et peuvent parasiter des coléoptères, Orthoptères et Diptères [133]. Nous avons rencontré trois représentants Mymaridae en serres de tomate à Biskra (figure 4.6).

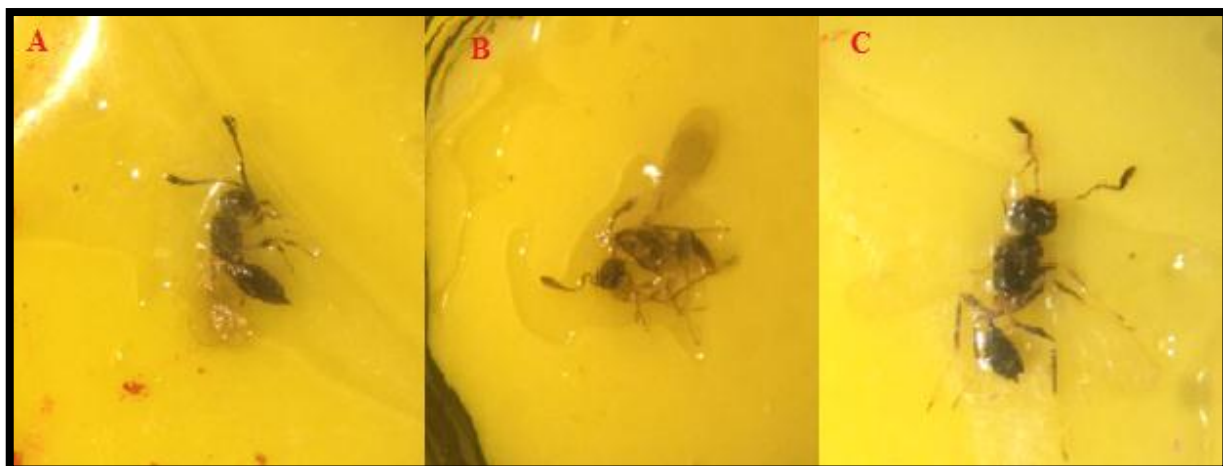


Figure 4.6 : Espèces de la famille de Mymaridae trouvés à Biskra (Originale, 2015)

La plus part des Eulophidae sont des parasitoïdes des larves mineuses des lépidoptères, et peuvent parasiter aussi des Diptères, Hyménoptères et Coléoptères [133]. Les Eulophinae (figure 4.7) sont généralement des ectoparasitoïdes solitaires ou grégaires [133].



*Eulophinae sp* (Originale, 2015)



*Pediobus sp.* (Originale, 2015)

Figure 4.7 : Principaux Eulophidae rencontrés sous serre de tomate à Biskra.

Les Entedoninae sont généralement des endoparasitoïdes des coléoptères et lépidoptères [133]. Le genre *Pediobus* (figure. 4.7) comprend environ 200 espèces toutes cosmopolites [133]. Les espèces de la famille des Icheumonidae sont des ectoparasitoïdes ou des endoparasitoïdes, des Coléoptères, Diptères, Hyménoptères, Trichoptères, Raphidioptères et même des Chélicérates (Areneae et Pseudoscorpionidae) [133]. Les Campopleginae

(fig. 4.8) sont des endoparasitoïdes koinobiontes des lépidoptères et d'autres Hyménoptères, parfois des coléoptères, rarement des Raphidioptères [133].

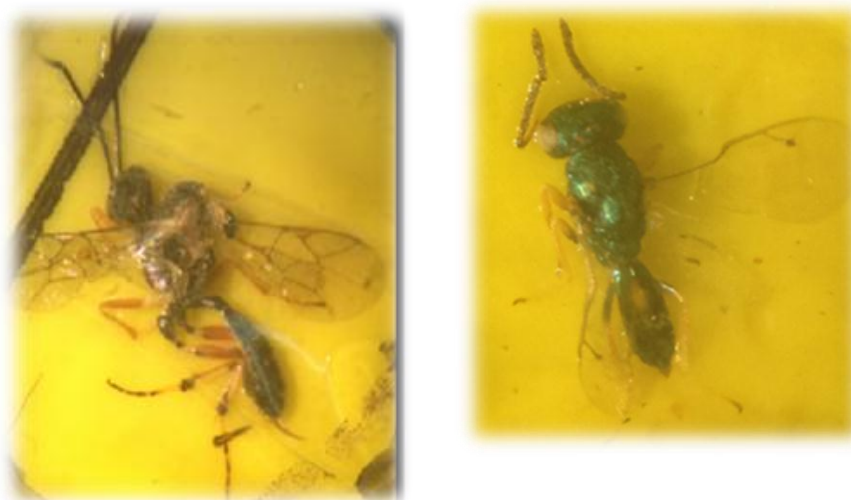


Figure 4.8: Représentants Campopleginae (gauche) et Pteromalidae (*Pteromalus* sp) (droite) rencontrés sous serre à Biskra.

La famille des Pteromalidae (le seul représentant rencontré est *Pteromalus*) (fig. 4.8) est très diversifiée en espèces pouvant être ectoparasitoïdes ou endoparasitoïdes, solitaires ou grégaires, des parasitoïdes primaires ou secondaires, certains d'entre eux sont prédateurs [134].

Du point de vue des abondances des familles de parasitoïdes, la famille des Braconidae est la mieux représentée en nombres d'individus (8 individus soit 29%) suivi par les Ceraphronidae (7 individus soit 25%). Les Mymaridae constituent 21% de l'abondance familiale totale. Tandis que la famille des Pteromalidae ne compte qu'un seul individu soit 4% de l'effectif global (Figure 4.9). *Ceraphon* sp. est l'espèce la plus abondante avec 7 individus, suivi par *Aphidius* sp. avec 4 individus

#### 4.2.2. Analyses des captures des parasitoïdes de *Tuta absoluta* rencontrés sous serre de tomate dans la région de Biskra

##### 4.2.2.1. Richesse et abondance globale

Les résultats des captures mensuelles des parasitoïdes de *Tuta absoluta* relevées de Décembre 2014 à Mai 2015, sont consignés dans le Tableau 4.2.

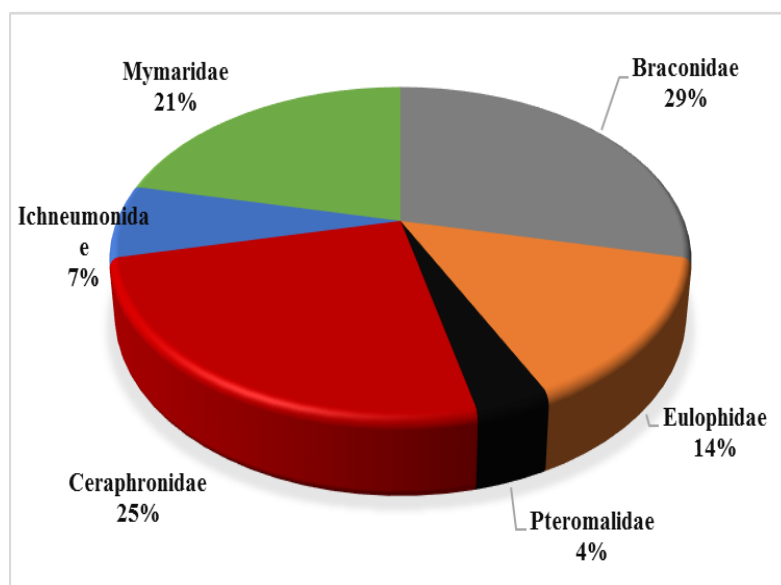


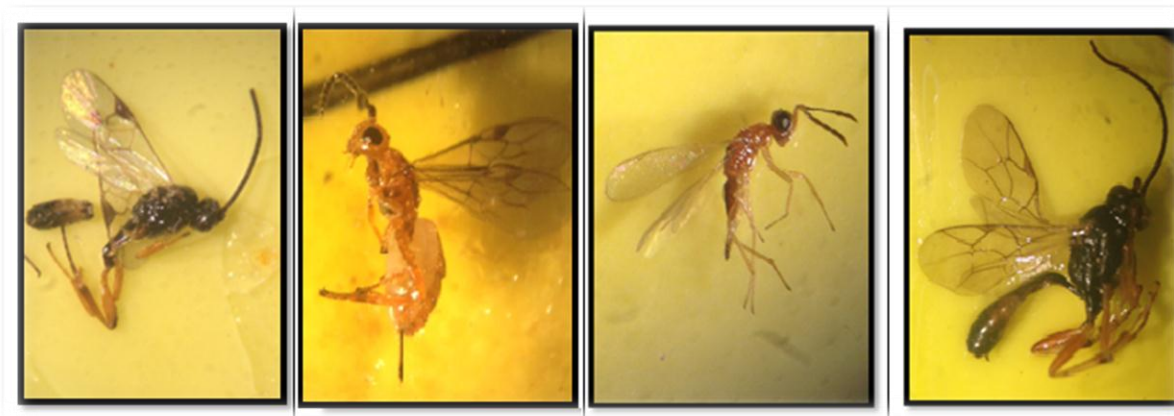
Figure 4.9 : Abondance relative des différentes familles de parasitoïdes.

Tableau 4.2 : Richesse et abondance globale des parasitoïdes de la mineuse rencontrés en serres de tomate dans la région de Biskra.

Famille	Sous famille	Espèce	Nombre
Eulophidae	Eulophinae	<i>Necremnus artynes</i> (Walker): Ectoparasitoïde	38
		<i>Stenomesus sp.</i> (Westwood): Ectoparasitoïde	12
Braconidae	Microgastrinae	<i>Apanteles sp.</i> : Endoparasitoïde.	2
	Braconinae	<i>Bracon hebetor</i> (Say) Ectoparasitoïde	3
Ichneumonidae	Campopleginae	<i>Campopleginae sp.</i> Endoparasitoïde.	6
Abondance globale			61

Durant une période d'échantillonnage étalée sur 26 semaines, nous avons recensé cinq espèces d'hyménoptères parasitoïdes représentés par 3 familles Eulophidae, Braconidae et Ichneumonidae, avec un effectif total de 61 individus appartenant à quatre sous familles qui sont les *Eulophinae*, *Microgastrinae*, *Braconinae* et *Campopleginae*. Trois espèces sont des ectoparasitoïdes et deux espèces sont des endoparasitoïdes (tableau 4.2 (figure 4.10 a à d). La

sous famille des Eulophinae est la plus représentée en abondance notamment pour l'espèce *Necremnus artynes* (tableau 4.2).



*Apanteles* sp. (a) *Bracon hebetor* (b) *Stenomesus* sp. (c) *Campopleginae* sp. (d)

Figure 4.10 Espèces parasitoïdes de la mineuse rencontrés en serres de tomate à Biskra

*Apanteles* sp. est un microgastrinae qui attaque la plus part des lépidoptères. Cette sous famille enlève plus de 2200 espèces décrites, et sont toutes des koinobiontes endparasitoïdes [77].

*Bracon hebetor* (Say, 1836) est un ectoparasitoïde très polyphage et grégaire de plusieurs espèces de lépidoptères, Les adulte de *Bracon hebetor* peuvent vivre jusqu' à 9.33 jours chez les mâles et 31 jours chez les femelles [119].

Les espèces du genre *Stenomesus* sp. (Westwood, 1833) sont toujours ectoparasitoïdes primaires de petites chenilles des mineuses de plusieurs familles de lépidoptères, comme les Gelechiidae, les Lyonetiidae, Glyphipterygidae, Tortricidae, et les Pyralidae et les Noctuidae [120].

Les espèces du genre *Camopleginae* sp sont des endparasitoïdes koinobiontes qui attaquent les lépidoptères et d'autres Hyménoptères [121].

*Necremnus artynes* (Walker, 1839) (figure 4.11) attaque les deux stades larvaires de la mineuse L2 et L3 mais il préfère le troisième stade *Tuta absoluta* [8,40], avec un fort potentiel comme agent de lutte biologique dans la production de tomates dans la Méditerranée et présente une adaptation aux ravageurs exogènes [122]. Cette espèce a été signalée en France, en Espagne et en Egypte.

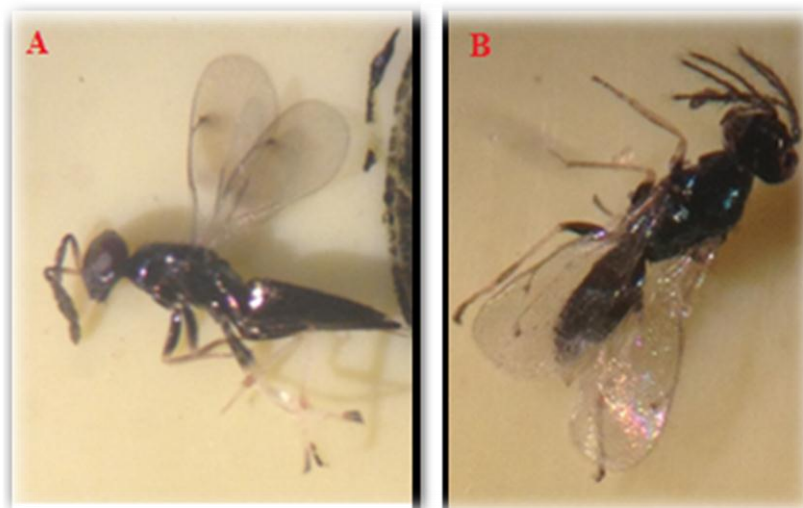


Figure 4.11 *Necremnus artynes* A: Femelle ; B: Male (Originale, 2015).

Tous les parasitoïdes associés avec la mineuse de la tomate dans le bassin méditerranéen sont des Hyménoptères [14,123]. En Amérique du sud et en Argentine la majorité des parasitoïdes de *Tuta absoluta* (94%) sont des Hyménoptères [40,124]. En région méditerranéenne, 50% des parasitoïdes rencontrés sur la mineuse de la tomate appartiennent aux familles des Eulophidae (29 espèces), 24% font partie de la famille des Braconidae (14 espèces), trois espèces de la famille des Pteromalidae ont été trouvées dont deux entre elles appartiennent au genre *Pteromalus* et 6 espèces seulement ont été trouvées parmi les Ichneumonidae dont 4 espèces sont des représentants de la sous famille des Campopleginae [14]. En Algérie, seule une espèce de cette sous famille a été trouvée [14].

Par contre, aucune espèce des familles Mymaridae, et Ceraphronidae n'a été enregistrée comme étant parasitoïde de *Tuta absoluta* en Algérie et dans toute la méditerranée [14], ainsi qu'en Argentine [124].

Dans notre étude, nous avons trouvé deux Braconidae déjà signalés dans le bassin méditerranéen et en Algérie: *Bracon hebetor* [105] et *Apanteles* sp. qui a été détecté pour la première fois comme un parasitoïde de *Tuta absoluta* en Algérie. En Espagne une espèce du genre *Apanteles* a été trouvée sur les larves de la mineuse [14].

Les deux Eulophidae *Necremnus artynes* et *Stenomesius* sp. que nous avons trouvé ont été signalées précédemment en Algérie et dans le bassin méditerranéen [14].

#### 4.2.2.2. Abondances relatives globales des parasitoïdes de *Tuta absoluta* en serres de tomate à Biskra

Les abondances des différentes espèces de parasitoïdes émergées des feuilles de tomate infestées sont comptées chaque quinzaine pour chaque serre étudiée. L'abondance relative globale des parasitoïdes notée au niveau de la serre de Sidi Okba semble plus élevée (37 individus soit 61%) en comparaison avec celle enregistrée dans la serre située à Feliache (24 individus soit 39%).

Le nombre d'individus des parasitoïdes est différent entre les deux stations ce qui peut être expliqué par un effet proie hôte dépendant. En effet, le taux d'infestation par la mineuse est élevé dans la station de Sidi Okba ce qui a influencé directement sur l'effectif des parasitoïdes car le nombre des femelles de parasitoïdes augmente avec l'augmentation de la densité de leurs hôtes [61].

Nous avons fait ressortir les abondances relatives de chaque espèce et comparé ces abondances avec celles des principales espèces signalées par [105], (Figure 4.12).

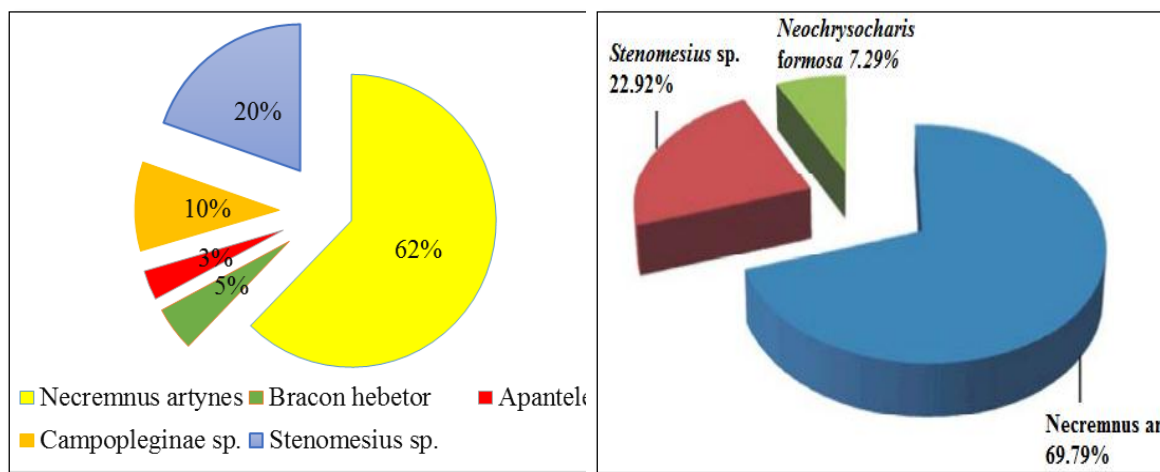


Figure 4.12 : Comparaison entre les Abondances relatives des parasitoïdes de *Tuta absoluta* trouvés sous serre à Biskra et à Oued Righ [105].

En serres de tomate à Biskra, nous remarquons que l'espèce *Necremnus artynes* représente 62% de la globalité des espèces rencontrées suivie par *Stenomesus sp* (20%) et l'espèce *Campopleginae sp.* (10%). Enfin, les Braconidae sont les moins représentés avec 5% de l'abondance totale pour *Bracon hebetor* et 3% pour *Apanteles sp.* Nos observations corroborent celles de Guenaoui et Dahliz [105] qui signale un pourcentage majoritaire similaire de *Necremnus artynes* et de *Stenomesus sp* représentant respectivement 69,79% et 22,92% de l'effectif total (figure 4.11).

Nous avons trouvé que la famille des Eulophidae constitue 82% de l'ensemble des captures des parasitoïdes de *T.absoluta*. En Espagne Gabarra et al. [125] ont en effet confirmé que les Eulophidae sont les plus fréquents parmi les parasitoïdes de cette espèce invasive.

L'espèce *Necremnus artynes* a été utilisée comme agent de biocontrôle de la mineuse depuis l'année 2011 en Italie [126]. Après une semaine de l'introduction des individus de ce parasitoïde au niveau des plantes infestées par la mineuse de la tomate, le parasitisme a atteint 22%. Une femelle de *Necremnus artynes* a parasité 28,5 larves en moyenne et tué 26,2 larves au cours de toute sa durée de vie. Tandis qu'une femelle de *Stenomesus* avait une durée de vie plus longue et par conséquent plus efficace; elle a parasité en moyen 144,3 larves et tué 90,1 larves [127].

#### 4.2.2.3. Fréquences d'occurrence et constances des différentes espèces de parasitoïdes de *Tuta absoluta*

Sur les 26 semaines d'échantillonnage au niveau des deux serres étudiées, soit 26 relevés au total et 13 relevés par station, nous constatons que sur les principales espèces rencontrées, seules les espèces *Necremnus artynes* et *Stenomesus sp* sont respectivement constante et accessoire avec des fréquences d'occurrence respectives de 53,84% et 38,46%. Les espèces *Bracon hebetor*, *Campopleginae sp* et *Apanteles sp* sont accidentelles caractérisées par des fréquences de l'ordre de 15% à 23%, (Tableau 4.3).

Tableau 4.3 : Fréquence d'occurrence de différentes espèces recensées.



Espèce	Fréquence Occurrence	Constance
<i>Necremnus artynes</i>	53.84%	constante
<i>Stenomesus sp.</i>	38.46%	accessoire
<i>Campopleginae sp.</i>	23%	accidentelle
<i>Apanteles Sp.</i>	15%	accidentelle
<i>Bracon hebetor</i>	15%	accidentelle

Dans notre étude, nous avons trouvé que les espèces de la famille des Eulophidae sont les plus fréquentes sur la mineuse de la tomate. En Algérie, *Necremnus artynes* est le plus fréquent [14] [105]. Dans le sud de l'Italie, une étude des ennemis naturels de la mineuse dans 20 sites différents a montré que *Necremnus spp.* a la plus grande fréquence d'occurrence et a été détecté dans la moitié des sites étudiés [14].

#### 4.2.2.4. Distribution spatiotemporelle des abondances des parasitoïdes de *Tuta absoluta* en serres de tomate.

Pour mieux connaître la relation entre la mineuse de la tomate et ses ennemis naturels il est important de connaître la distribution temporelle des abondances des protagonistes.

Les variations temporelles des abondances des espèces de parasitoïdes rencontrées dans les deux stations d'étude sont présentées dans le tableau 4.4 et les Figures 47 a, b et c. Notons que les principales espèces parasitoïdes rencontrées n'apparaissent qu'à partir de janvier au niveau de la station Feliache et en Mars à Sidi Okba. Leur abondance atteint un maximum durant le mois de Mai dans les deux stations.

Tableau 4.4 : Abondances mensuelles relatives globales des différentes espèces recensées (N : nombre d'individus, Ab : abondance(%)).

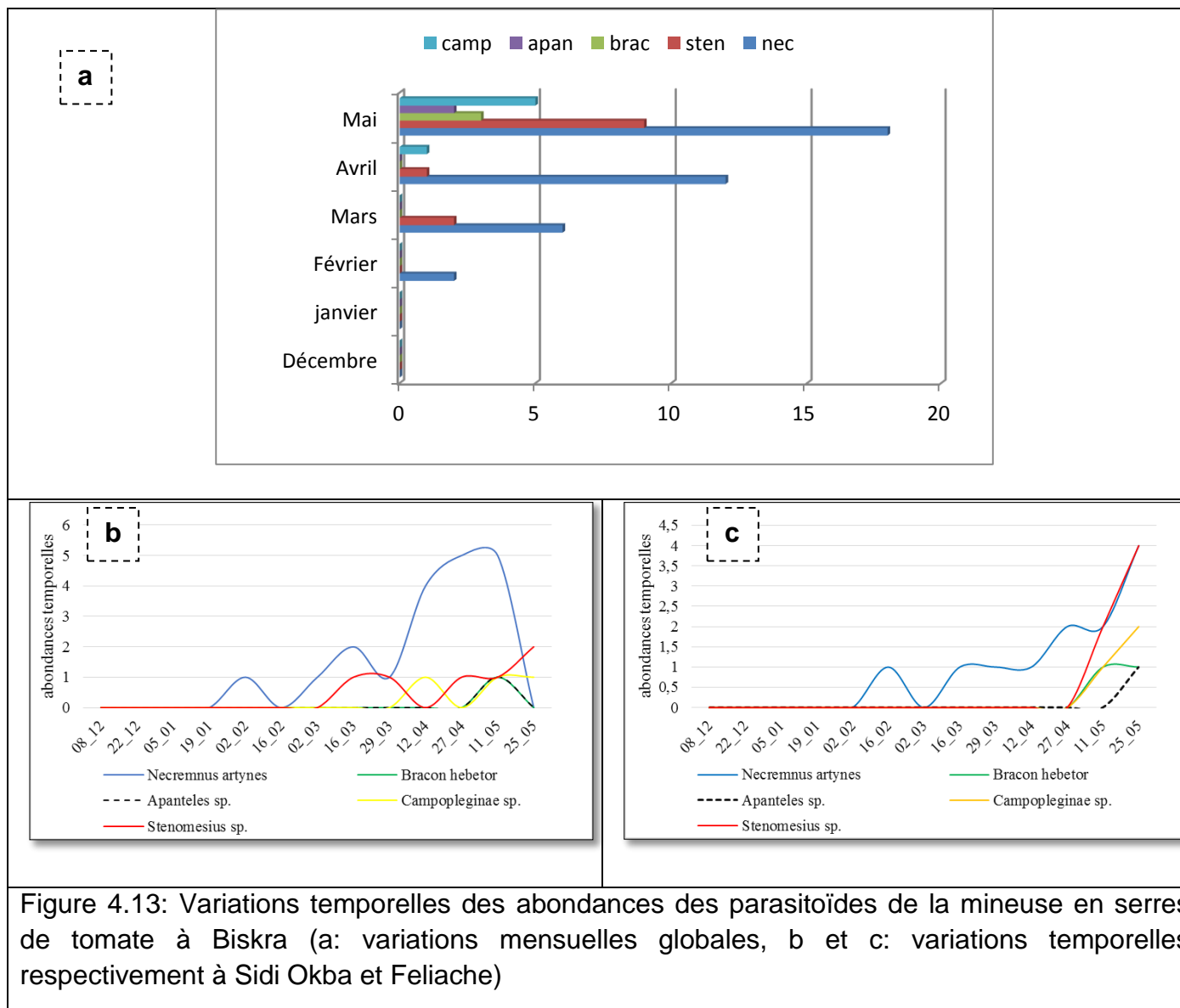
Espèce	Hiver						Printemps					
	Décembre		janvier		Février		Mars		Avril		Mai	
	N	Ab	N	Ab	N	Ab	N	Ab	N	Ab	N	Ab
<i>Necremnus artynes</i>	0	0	0	0	2	3.27	6	9.83	12	31.57	18	29.50
<i>Stenomesus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2	3.27	1	1.63	9	14.75
<i>Bracon hebetor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4.91
<i>Apanteles sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.27
<i>Campopleginae sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.63	5	8.19
Total	0	0	0	0	2	3.27	8	13	14	34.84	37	60.65

D'après les résultats du Tableau 14, nous notons que le mois de Mai se caractérise par la densité la plus élevée en individus de parasitoïdes (37 individus soit 60.65%), et par une richesse spécifique plus élevée (5 taxons). Cependant, aucun parasitoïde n'a été détecté en Décembre et Janvier. Les premiers parasitoïdes apparaissent en Février caractérisé par la présence de deux individus de *Necremnus artynes* seulement (tableau 4.4 et figure 47a).

D'après les Figures 47 b et c, nous remarquons que *Necremnus artynes* apparait depuis Février dans les deux stations respectivement au début du mois à Sidi Okba et vers la deuxième quinzaine à Feliache. Les autres espèces n'apparaissent qu'au printemps.

C'est le cas notamment pour *Stenomesus* qui a été rencontré vers la fin mars à Sidi Okba et vers la fin avril à Feliache puis arrivent successivement dans les deux stations les *Campopleginae*, *Apanteles sp* puis *Bracon hebetor*.

Cette dernière espèce n'apparaît qu'au mois de mai d'après nos observations (figure 4.13 a, b et c).



Pour comprendre comment se structurent la communauté parasitaire de la mineuse dans le temps, nous avons regroupé les abondances mensuelles des espèces de parasitoïdes en abondances saisonnières hivernale et printanière et calculé leurs logarithmes népériens (figure 4.14).

L'analyse des logarithmes népériens des abondances de différente parasitoïde montre que *Necremnus artynes* est la seule espèce présente en hiver dans les deux stations et la plus abondante durant la saison printanière

surtout dans la station de Sidi Okba. Les autres espèces sont absentes en hiver dans les deux stations. Au printemps, on remarque que *Bracon hebetor* est présent seulement à Feliache.

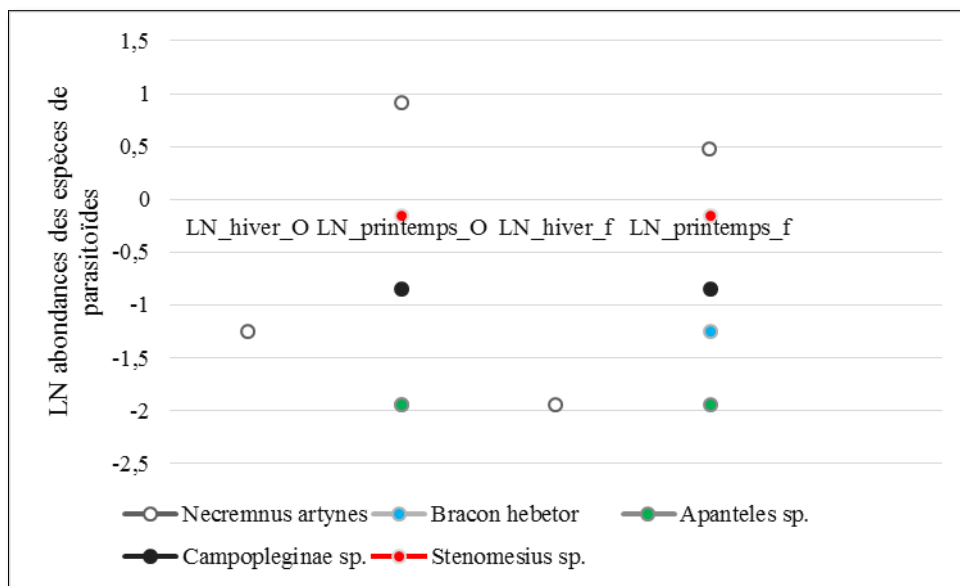


Figure 4.14 : Variation saisonnière des parasitoïdes dans les stations d'études (O : station de Sidi Okba, F : station de Feliache)

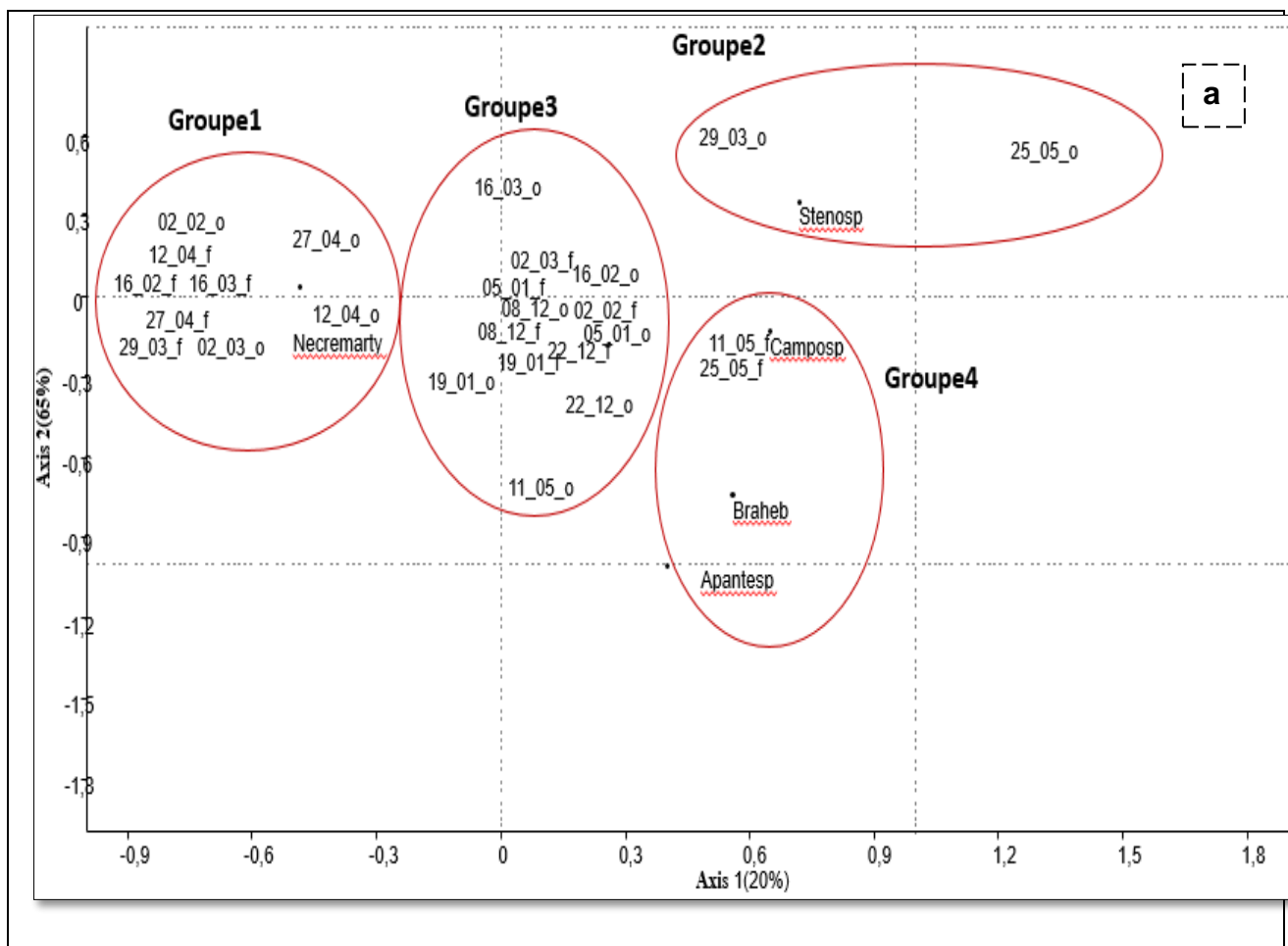
Nous pouvons expliquer nos résultats par les conditions climatiques et écologiques favorisant la bonne activité de parasitoïdes au printemps surtout la température qui a un effet considérable sur le développement et le comportement des insectes qu'ils soient bénéfiques ou nuisibles [128]. La température influence sur la capacité des ennemis naturels à trouver leurs hôtes ou leurs proies dans l'environnement. La température peut influencer à la fois la mobilité (capacité et vitesse de déplacement) de l'ennemi naturel et divers aspects de la communication chimique entre les protagonistes [128].

Le développement du parasitoïde solitaire *Apanteles sp.* à l'intérieur des larves d'*Ectomyelois ceratoniae* a été étudié à différentes températures constantes. La température a un effet significatif sur le développement du parasitoïde durant les phases endophages et ectophages. La durée de la phase endophage variait de 41 jours à 15–17°C à 8,6 jours à 29°C, la durée de la phase ectophage variait de 16,5 jours à 16–17°C à 5,4 jours à 29°C [129].

Le climat influence de manière dynamique les interactions entre les plantes, les insectes ravageurs et les ennemis naturels [128]. En hiver, on remarque qu'il n'y a pas assez de végétation, ce qui influe sur la longévité des parasitoïdes qui utilisent le nectar des fleurs comme source de nourriture.

Pour mieux comprendre la distribution spatiotemporelle des différents parasitoïdes de *Tuta absoluta* en relation avec les périodes d'infestation observés, nous avons fait une analyse factorielle des correspondances suivie d'une classification hiérarchique ascendante (Figure 4.15 a et b).

La projection des variables des abondances des parasitoïdes, des précédents stations sur le plan de l'AFC explique 85.5% de la variabilité totale, dont 20% de la variabilité sur l'axe 1, 65% sur l'axe 2.



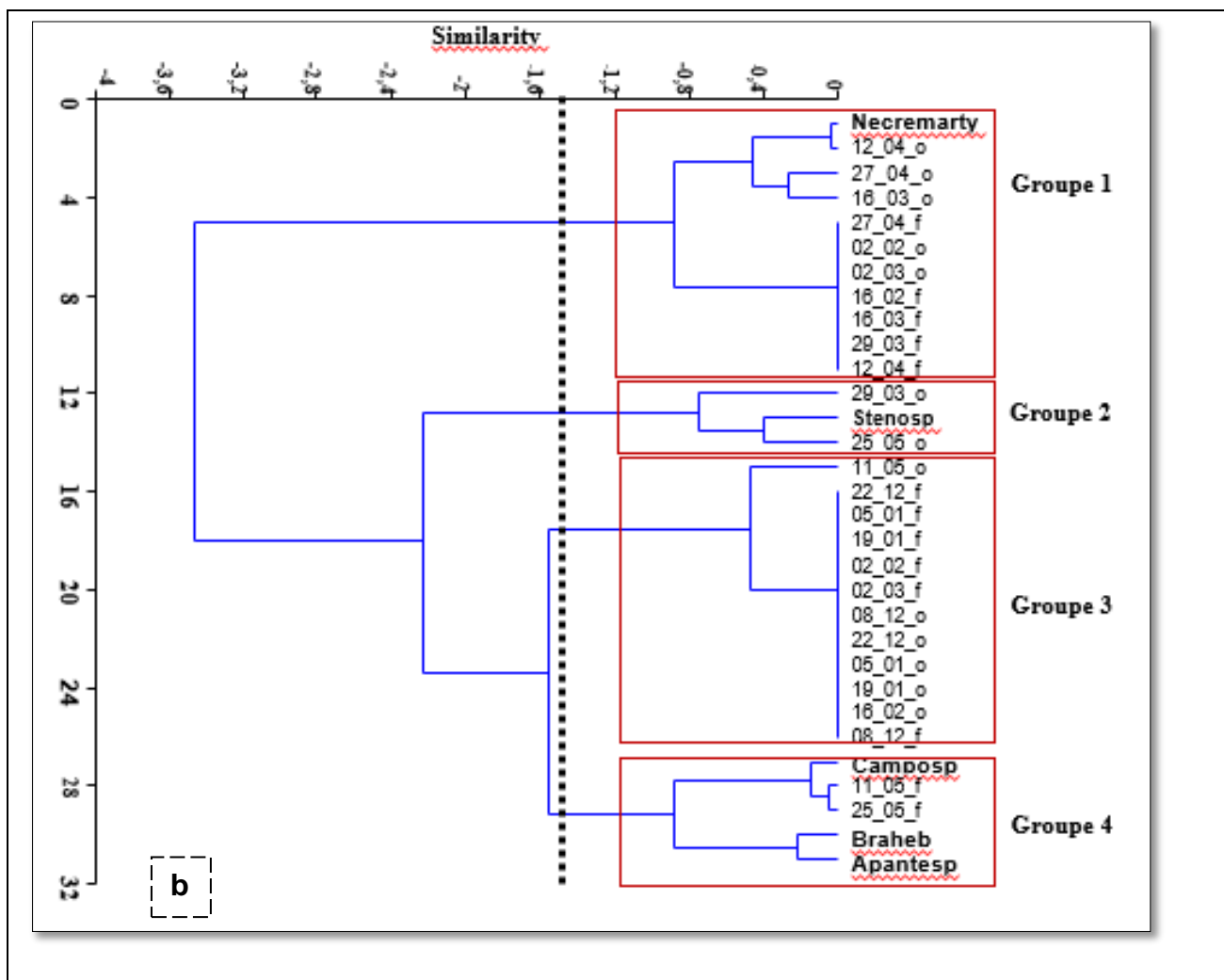


Figure 4.15: Projection des abondances temporelles des parasitoïdes de *T. absoluta* sur le plan factoriel f1xf2 et classification ascendante hiérarchique.

Selon la droite de troncature établie au niveau de la CAH entre les mesures de similitude 1.6 et 1.7, On peut distinguer 4 groupes :

Le Groupe 1 se caractérise par une période présente où *Necremnus artynes* est abondant, de février à avril aussi bien à Sidi Okba qu'à Feliache.

Le Groupe 2 considère les périodes où l'abondance relative de *Stenomesus sp.* est de 50% ou plus, seulement dans la station de Sidi Okba.

Le Groupe 3 regroupe les périodes de très faibles abondances ou d'absence des différentes espèces du complexe parasitaire de *Tuta* et la période où toutes les espèces n'ont été signalées qu' à la station de Sidi Okba.

Le Groupe 4 concerne la période où le nombre des individus des trois espèces *Campopleginae sp.*, *Bracon hebetor*, *Apanteles sp.* sont présents à partir de la 2e quinzaine de mai dans la station de Feliache mais à des effectifs inférieurs à ceux des espèces plus constantes *Necremnus* et *Stenomisius*.

Dans la région de Mostaganem *Necremnus artynes* a constitué 90.3% de la totalité des parasitoïdes inventoriés [107]. C'est l'espèce la plus abondante associée à la mineuse de tomate dans le bassin méditerranéen [8].

Durant les trois premiers mois Décembre, Janvier et Février, on remarque que seulement deux individus de *Necremnus artynes* ont été trouvés, ce que indique une absence d'activité des parasitoïdes durant l'hiver. Les parasitoïdes sont en général plus sensibles par rapport à leurs hôtes aux températures extrêmes, leurs populations ont besoin de plus de temps que celles de leurs hôtes pour se reconstruire [127].

#### 4.3. Comportement du parasitoïde *Bracon hebetor* vis-à-vis la mineuse

Dans les conditions contrôlées, Nous remarquons que seulement 16 larves ont été parasitées sur un total de 50 larves de la mineuse, soit 44% . Par ailleurs, une durée de 13.6 jours correspond au délai moyen pour l'apparition des adultes de *Bracon hebetor*, d'après nos observations.

Dans le tableau 4.5, nous présentons le comportement de parasitisme des larves de *Bracon hebetor* vis-à-vis de la mineuse de la tomate. (température  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , l'humidité relative  $60\pm 5\%$  et un Photopériodique de 16:8 (L:D).

Tableau 4.5 : Résultats sur le comportement de parasitisme de *Bracon hebetor* au laboratoire

Nombre totale des larves expérimentées	Nombre de larves parasitées	Nombre de jours pour l'apparition des adultes de parasitoïdes	Nombre d'individus de <i>Bracon hebetor</i> émergés	Sex-ratio (Femelle : Male)
10	4	14	3	1 : 2
10	6	13	4	1 : 3
10	5	13	3	1 : 2
10	3	14	2	1 : 1
10	4	14	2	1 : 1
Moyenne	4.4	13.6 jours	2.8	1 : 1.8

Le nombre des mâles émergés a toujours été plus élevé que celui des femelles. D'après nos résultats, la sex-ratio (femelle : mâle) est en moyenne de 1.8 mâles pour 1 femelle.

Des essais de lutte biologique par l'utilisation de *Bracon hebetor*, dans les conditions de laboratoire (température  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , l'humidité relative  $60\pm 5\%$  et une Photopériode de 14:10 (L:D) contre sept espèces de lépidoptères, ont montré que ce parasitoïde a besoin de 12 à 13.4 jours pour compléter son cycle biologique. Ces résultats se rapprochent avec les nôtres où nous avons trouvé que cette période est de 13 à 14 jours [130].



Une température de 27°C réduit de manière importante la durée du cycle biologique de *Bracon hebetor*, qui peut devenir entre 8.12 et 11.37 jours selon l'espèce hôte.

Sur différents hôtes que le nombre des individus de *Bracon hebetor* mâles est toujours élevé par rapport à celui des femelles. Cette différence peut expliquer par la différence dans le nombre d'œufs fécondés ou non fécondés [119]. Ainsi, les femelles avec moins de sperme dans leur oviducte produisent moins de femelles, Les œufs stériles donnent des mâles et les œufs fertiles donnent des femelles [131].

Bien qu'une femelle de *Bracon hebetor* puisse pondre plus de 25 œufs par jour [132], on remarque dans notre travail que le nombre d'adultes émergeant ne dépasse six individus dans le meilleur des cas. Ce faible nombre peut expliquer d'une part par la diminution des œufs éclos, d'autre part par l'absence de nourriture suffisante pour les progénitures. Une femelle de parasitoïde peut contrôler le nombre des œufs pondus selon la disponibilité des ressources alimentaires à ses progénitures [131].

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Depuis son apparition, la mineuse des feuilles de la tomate *Tuta absoluta* Myrick est considéré comme le ravageur principal de la culture de tomate en Algérie. Plusieurs travaux ont été effectués sur ce micro-lépidoptère pour mieux comprendre sa bio-écologie, connaître ses ennemis naturels prédateurs ou parasitoïdes, les effets des biopesticides comme les extraits des Végétaux, l'effet des champignons entomopathogènes notamment, l'utilisation de pièges massifs à phéromones et autres moyens tels le choix des variétés résistantes.

Les résultats des différents travaux sur *Tuta absoluta* en Algérie sont encourageants et ambitieux. Les variétés 'Zahra' et 'Polana' ont été trouvées relativement résistantes vis-à-vis de la mineuse dans la région d'Ouargla [103] [104],

Notre travail qui s'est déroulé dans deux serres de tomate choisies (variété 'Kawa') à Biskra, durant la période allant de Décembre 2014 à Mai 2015, nous a permis d'apporter une contribution à la connaissance des parasitoïdes associés avec la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* dans la région de Biskra, ainsi que des informations sur l'infestation du ravageur.

Nous avons trouvé que la période printanière est la plus favorable au développement du ravageur où les dégâts sont en maximum 100% à la station de Sidi Okba, et 88% à la station de Feliache.

Un total de 5 espèces d'Hyménoptères a été obtenu à partir des larves parasitées de la mineuse au niveau des deux serres.

Ces espèces sont réparties sur trois familles : Ichneumonidae, Braconidae et Eulophidae, avec un effectif total de 61 individus. Trois espèces ont déjà signalées en Algérie (à Oued Righ en 2015) soit les espèces *Necremnus artynes*, *Stenomesus* sp et *Bracon hebetor*. Deux espèces sont signalées pour la première fois dans notre investigation : *Apanteles* sp. et *Campopleginae* sp.

Les Eulophidae sont quantitativement les mieux représentés de point de vue de leur abondance. *Necremnus artynes* est l'espèce le plus représentés

(62%) suivi par *Stenomesus* sp. (20%), et 10% pour le taxon d'Ichneumonidae *Campopleginae* sp. Enfin, les Braconidae *Bracon hebetor* et *Apanteles* sp sont les moins représentés avec 5% et 3% respectivement.

On a constaté que les deux serres de tomate renferment une richesse spécifique similaire ce qui signifie que les populations ne sont pas différentes quand on tient en compte la distance séparant les eux milieux. La station de Sidi Okba présente une abondance plus élevée en parasitoïdes (61%), en comparaison avec la station de Feliache (39%) ce qui pourrait être dû à une plus grande sensibilité des plants, une résistance plus élevée du ravageur ou aux pratiques culturales.

Nous avons noté que *Necremnus artynes* est l'espèce la plus fréquente avec une fréquence d'occurrence égale à 53.84 % pouvant être expliquée par une meilleure adaptation et une plus grande spécificité à sa proie hôte ou encore à une meilleure qualité de l'hôte qui induit l'apparition de populations échelonnées dans le temps. On peut stipuler que *Necremnus artynes* se caractérise par une disponibilité plus sûre en abondance par rapport aux autres espèces dont les abondances restent beaucoup plus faibles.

Nous avons constaté que le mois de Mai se caractérise par une diversité parasitaire, probablement sous l'effet de températures favorables aux émergences et au développement des espèces et des individus.

Parmi les parasitoïdes associés avec la tomate et capturés à l'aide des plaques jaunes engluées sous serre, nous avons trouvé sur une période de présence active, de février à mai, 12 espèces réparties en 7 familles où la famille des Braconidae est la mieux représentée (4 espèces) suivie par les Mymaridae (3 espèces), les Eulophidae (2 espèces) et les famille des Ichneumonidae, Ceraphronidae, Cynipidae, et Pteromalidae représentées chacune par seulement un taxon. Les fréquences des interventions chimiques durant tout le développement de la plante pourraient être responsables de la faible diversité du complexe parasitaire en général et surtout des faibles abondances des espèces spécifiques de la mineuse.

D'après nos connaissances, nous avons trouvé des résultats originaux sur la communauté de parasitoïdes de *Tuta absoluta* dans la région de Biskra.

Les parasitoïdes peuvent être influencées par la température et l'humidité et le contexte paysager. Afin de vérifier cette relation, il serait intéressant dans un premier temps, de poursuivre cette étude au niveau d'autres serres de la région, dans un environnement cultural et climatique différent pour comprendre les mécanismes qui sont à l'origine de cette relation. Les adultes de parasitoïdes ont des besoins nutritionnels pour assurer leur survie et leur pérennité ainsi que leur maintien près des serres par exemple en installant des arbres fruitiers ou d'autres cultures maraichères associées, telle la fève. Les arbres fruitiers sont une source de nectar pour ces insectes surtout en automne et au début de l'hiver quand on ne trouve pas assez de fleurs, certaines espèces pourraient être très utiles comme le néflier du Japon (*Eriobotrya japonica*) qui fleurit de septembre jusqu'à Décembre.

Dans un second temps, il reste important d'étudier l'effet des fréquences de l'utilisation des pesticides en comparaison avec des traitements similaires mais utilisés de manière raisonnée, l'application de produits alternatifs compatibles avec l'agriculture biologique sur l'activité parasitaire et le recrutement des parasitoïdes au niveau des serres. Au laboratoire, des tests d'efficacité individuelle des parasitoïdes de la mineuse identifiés seraient intéressants à mener pour étudier les possibles interactions avec la mineuse.

Enfin, avec l'Inventaire des plantes hôtes spontanées et cultivées dans la zone maraichère au niveau des zibans en particulier des Solanaceae, il serait très utile de reprendre cet inventaire sur plusieurs années et dans plusieurs stations et de le compléter par des études plus approfondies sur la bio-écologie des parasitoïdes de la mineuse sur tomate car cette culture représente une précieuse spéculation à intérêt agro-économique et surtout écologique dans la région de Biskra.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Laterrot, H. (2013)**. Production et données économiques de la tomate. INRA, France : Ephytia. récupéré de <http://ephytia.inra.fr/fr/C/4945/Tomate-Production-et-données-économiques-de-la-tomate>
2. **Faostat. (2015)**. Base de donnée des statistiques de l'organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
3. **Houamel, S. (2013)**. Étude bioécologique des thrips inféodés aux cultures sous serre dans la region d'El Ghrous (Biskra). Mémoire, magister, univ., Biskra
4. **DSA (2015)**. Communication personnelle, Direction des services agricoles, Biskra
5. **Benamor, L. (2015)**. Communication de presse. Récupéré de [www.maghrebemergent.com/economie/algerie/51362-l-algerie-sera-un-pays-exportateur-de-tmoate-en-2017-laid-benamor.html](http://www.maghrebemergent.com/economie/algerie/51362-l-algerie-sera-un-pays-exportateur-de-tmoate-en-2017-laid-benamor.html)
6. **Blancard, D., Millot, P., Pelletier, B., et Serre, F. (1995)**. La tomate : Guide d'observation de l'ouvrier serriste. Paris, FRA : INRA
7. **Berkani, A. et Badaoui, M. (2008)** .Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera ; Gelechiidae), Alger : INRA.
8. **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.
9. **Guenaoui, Y., Bensaad, R.(2008)**. «Devenir» des larves de *Tuta Absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) infestant les fruits, de tomate AFPP – Neuvième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier, 26 ET 27 OCTOBRE 2011
10. **Abdellaoui, H. (2012)**. «Développement récent et perspectives de l'agriculture biologique en Algérie». colloque international sur les produits de terroir, Univ., Blida.
11. **Greenpeace, (2015)**. Santé : les pesticides sèment le trouble. GreenpeaceResearchLaboratoires,

[http://www.greenpeace.org/france/PageFiles/300718/rapport\\_sante\\_et\\_pesticides.pdf](http://www.greenpeace.org/france/PageFiles/300718/rapport_sante_et_pesticides.pdf)

12. **Anonyme, (2015).** Sauvons les Fruits et Légumes de France : Cancers, pesticides, maladies professionnelles Parlons-en... vraiment!. France: De France.
13. **F.A.O. (2012).** cadre programmation par pays algerie (2013 – 2016)
14. **Zappala, L., A. Biondi, A. Alma, I.J. Al-Jboory, J. Arno, A. Bayram, A. Chailleux, El-Arnaouty, A., Gerling, D., Guenaoui, Y., Shaltiel-Harpaz, L., Siscaro, G., Stavrinides, M., Tavella, L., Vercher Aznar, R., Urbaneja, A. et Desneux, N. (2013).** Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and Middle East and their potential use in pest control strategies. J. Pest Sci. 86( 4), 635–647
15. **B.M.E.L., (2015).** L'agriculture biologique en Allemagne, Ministère fédéral de l'alimentation et de l'agriculture : Allemagne.
16. **Lambert, N. (2010).** Lutte biologique aux ravageurs : applicabilité au Québec. Centre Universitaire de Formation en Environnement., Université de Sherbrooke.
17. **I.B.G.E. (2009).** L'agriculture biologique, infos fiches - Développement durable, Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement
18. **Anonyme, (2011),** Les produits biologiques : Vous vous intéressez aux produits «bio», plus respectueux de l'environnement. Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, France
19. **FIBL et IFOAM (2015).** The World of organic agriculture: Statistics & Emerging Trends 2015. Research Institute of Organic Agriculture (FIBL) and IFOAMOrganicsInternational. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1663-organic-world-2015.pdf>
20. **Gaussen, H., Lefoy, J. et Ozenda, P. (1982).** Précis de Botanique. Ed(2), Paris :Masson.
21. **Blancard, D. (2009).** Les maladies de la tomate : identifier connaître maîtriser. Paris :Quae
22. **Polèse, J.M. (2007).** La culture des tomates. Paris: Artémis

23. **Latigui A. (1984).** Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister, INA., El-Harrach.
24. **Rezeg, A., Khiari, R. et Bedrani, S. (2013).** Note sur quelques caractéristiques du marché de gros d'El-Ghrouss (wilaya de Biskra). Journal Algérien des régions arides, Numéro spécial, 12.
25. **Meier, U. (2001).** Growth stages of mono-and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry
26. **Chibane, A. (1999).** Fiche technique, Tomate sous serre. Transfert de technologie en agriculture, Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture, bulletin mensuel d'information et de liaison, 57.
27. **Chaux, C.L. et Foury C.L.(1994).** Cultures légumières et maraichères. légumineuses potagères, légumes fruit, Tome (3), Paris: Tec et Doc Lavoisier
28. **Snoussi, S.A. et Abadd, M. (2014).** Impact de la salinité des eaux sur quelques paramètres organiques des fruits de tomates. Agrobiologia (5)
29. **Zaoui, B. (2010).** Tomate: Raisonement de la fertilisation. Agriculture du Maghreb, 47. 138-143.
30. **Blancard, D. (2013).** Connaître et maîtriser maladies et ravageurs INRA, France : Ephytia. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/4943/Tomate-Connaître-et-maitriser-maladies-et-ravageurs>.
31. **Murphy, G., Ferguson, G. et Shipp, I. (2014).** Les thrips dans les cultures de serre : Biologie, dommages et lutte. Fiche Technique 14-002. Toronto, Canada : Imprimeur de la Reine pour l'Ontario. Site du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation et le ministère des Affaires rurales de l'Ontario : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/14-002.pdf>
32. **Verolet, J. Raffin, R. Jagu, L. (2001).** Fiche technique en agriculture biologique: Cas de la tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. A.D.A.B.
33. **Ruocco, M., Massimo, G., Oscar A., Bernard B. et Jurgen, K. (2010).** Food quality safety. Lutte biologique n°2. Tomate. CNR, Italie, UE.

- 34. Fischer, S. et Klötzli, F., (2015).** Gestion d'*Aculops lycopersici* (Acari, Eriophyidae), agent de l'acariose bronzée de la tomate. Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture, 47 (2), 88–93.
- 35. L.N.P.V. (2008).** *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917): Éléments de reconnaissance, laboratoire national de la protection des végétaux : France.
- 36. Berkani, A. et Badaoui, M. (2010).** Morphologie et comparaison des appareils génitaux de deux espèces invasives *Tuta absoluta* Meyrick 1917 et *Phthorimaea operculella* Zeller 1873 (Lepidoptera: Gelechiidae). Faunistic Entomology, 63 (3) : 191-194.
- 37. Tulin, K. (2010).** First record of *Tuta absoluta* in Turkey, Phytoparasitica, 38(3): 243-244.
- 38. Muniappan, R. (2013).** *Tuta absoluta*: The Tomato Leaf miner. Integrated Pest Management (IPM IL) : Virginia Tech. <http://www.coraf.org/documents/ateliers/2013-05/tuta-absoluta/Tuta-absoluta-Presentation.pdf>
- 39. Chidege, M., Al-zaidi, S., Hassan, N., Julie, A., Kaaya, E. et Mrogoro, S. (2016).** First record of tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Tanzania. Agriculture & Food Security, 5:17. <https://agricultureandfoodsecurity.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40066-016-0066-4>
- 40. Desneux N, Wajnberg E, Wyckhuys KAG, Burgio G, Arpaia S, Narvaez-Vasquez CA, Gonzalez-Cabrera J, Catalan Ruescas D, Tabone E, Frandon J, Pizzol J, Poncet C, Cabello T, Urbaneja A (2010).** Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, history of invasion and prospects for biological control. J Pest Sci, 83:197-215
- 41. EPPO. (2005).** *Tuta absoluta* Data sheets on quarantine pests, Fiches informatives sur les organismes de quarantaine Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 35 434–435.
- 42. 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.



43. **Varga, A. (nd).** <http://www.tutaabsoluta.com/gallery>
44. **Amaury, R. (2013).** Étude de la reproduction parthénogénétique et de son origine chez la mineuse de la tomate. Mem., Bachelier en Agronomie, Haute école Lauvain et Hainaut. Belgique.
45. **Vargas, H. (1970).** Observaciones sobre la biología enemigos naturales de las polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick). Depto. Agricultura, Universidad del Norte-Arica, 1:75-110.
46. **Cardozo, M. R., Lopez, M. B., Evert, M. T., Palacio, C., Yasuda, S., Sugiyama, H., Mori, K., Kajita, M. et Sato, T. (1994).** Control integrado de la palomilla del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917). Ins. Agr. Nac. CAACUPE, Paraguay.
47. **Al-kazafy, H. S. et Mohamed, R. (2015).** Field bindweed, *Convolvulus arvensis*: A new host plant recorded to *Tuta absoluta* (Meyrick) in Egypt. Elixir Agriculture, 83, 33292-33293.
48. **Arthur, V. 2002.** Use of gamma radiation to control three Lepidopteran pests in Brazil, In: Irradiation as a Phytosanitary Treatment of Food and Agricultural Commodities. IAEA, Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture.
49. **FREDON corse, (2009).** Mesures de lutte contre *Tuta absoluta*.
50. **Tabone, E., Thi Khanh, H. D., Bodendörfer, J. Rey, F. (2012).** Contre *Tuta absoluta*, vive la protection intégrée. La Défense des Végétaux, Phytoma, 650,45-47
51. **Faria, C.A.; Torres, J.B.; Vierira-Fernandes, A.M. Farias A.M. (2008).** Parasitism of *Tuta absoluta* in tomato plants by *Trichogramma pretiosum* Riley in response to host density and plant structures. Ciência Rural, Santa Maria, 38(6):1504-1509.
52. **Cabello, T., Gallego, J.R., Fernandez-Maldonado, F.J., Soler, A., Beltran, D., Parra, A., Vila E. (2009).** The damsel bug *Nabis pseudoferus* (Hem.: Nabidae) as a new biological control agent of the South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), in tomato crops of Spain. IOBC/WPRS, 49, 19–223
53. **Pires, L.M., Marques, E.J., Wanderley-Teixeira, V., Teixeira, Â.A.C., Alves, L.C. and Alves E.S.B. (2009).** Ultrastructure of *Tuta absoluta*

parasitized eggs and the reproductive potential of females after parasitism by *Metarhizium anisopliae*. *Micron*, 40(2):255-261.

- 54. Ben Khedher, S., Boukedi, H., Kilani-Feki, O., Chaib, I., Laarif, A., Abdelkefi-Mesrati, L. et Tounsi, S. (2015).** *Bacillus amyloliquefaciens* AG1 biosurfactant: Putative receptor diversity and histopathological effects on *Tuta absoluta* midgut. *Journal of Invertebrate Pathology*, 132 : 42–47.
- 55. Torres Gregorio, J., J. Argente, M. Angel D. and Yuste, A. (2009).** Application of *Beauveria bassiana* in the biological control of *Tuta absoluta*. Aplicación de *Beauveria bassiana* en la lucha biológica contra *Tuta absoluta*. *Agricola Vergel: Fruticultura, Horticultura, Floricultura, Citricultura, Vid, Arroz*, 28(326), 129-132.
- 56. Gözel, Ç. et Kasap, İ., (2015).** Efficacy of entomopathogenic nematodes against the Tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato field. *Türk. entomol. derg.*, 2015, 39(3).
- 57. Navarro-Llopis, V. C., Alfaro, S. V., and Primo. J. (2010).** Aplicación de la confusión sexual al control de la polilla del tomate *Tuta absoluta* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae). *Phytoma* 217: 33-34.
- 58. Marti-Marti, S., Munoz-Celdran, M.M. and Casagrande. E. (2010).** El uso de feromonas para el control de *Tuta absoluta*: primeras experiencias en campo. *Phytoma* 217, 35-40.
- 59. HDRA, (nd).** Qu'est-ce que L'Agricultural Biologique?. HDRA - the organic organisation: [http://www.gardenorganic.org.uk/sites/www.gardenorganic.org.uk/files/resources/international/Agriculture\\_Biologique.pdf](http://www.gardenorganic.org.uk/sites/www.gardenorganic.org.uk/files/resources/international/Agriculture_Biologique.pdf)
- 60. Alston, D.G. (2011).** General Concepts of Biological Control. Utah State University Extension et Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory.: <https://extension.usu.edu/files/publications/publication/gen-biocontrol96.pdf>
- 61. Wajnberg, E., et Ris, N. (2007).** Parasitisme et lutte biologique. France : INRA

- 62. Lambert, N. (2010).** lutte biologique aux ravageuses applicabilités au Québec. centre universitaire de formation en environnement université de sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada
- 63. Quicke, D.L.J. (1997)** Parasitic Wasps. Chapman and Hall, London.
- 64. DPI&F (2005).** Parasitoids: Natural enemies of *Helicoverpa*. Insects, Queensland the Smart State,
- 65. A.N.I.R.F. (2010).** Rubrique Monographie Wilaya: Wilaya de Biskra. Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière <http://www.aniref.dz/monographies/ar/biskra.pdf>
- 66. Anonyme, (2013).** Zone de potentialités agricoles. [http://www.wilayabiskra.dz/Zones\\_potentialites.aspx](http://www.wilayabiskra.dz/Zones_potentialites.aspx)
- 67. Bakroune, N. E. (2012).** Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux (02) stations: El-Outaya et Ain Naga (Biskra) sur piment et poivron (Solanacées) sous abris –plastique. Mémoire, magister, univ., Biskra.
- 68. Khachai, S. (2001).** Contribution à l'étude du comportement hydro physique des soles des périmètres d'I.T.D.A.S, plaine de l'Outaya. Thèse Magister., Ins. Agro. Univ. Batna.
- 69. Achoura, A., Belhamra, M. (2010).** Aperçu sur la faune arthropodologique des palmeraies d'El-Kantara. Courrier du Savoir, 10, 93-101
- 70. Tutiempo, (2015).** Des données météorologiques historiques en Algérie <http://fr.tutiempo.net>
- 71. Benseghir, A. (2006).** Contribution à l'étude de l'état nutritionnel par la méthode du diagnostic foliaire de trois variétés d'abricotier (*Prunus armeniaca* L.) en zone aride (commune de Doucen - w. Biskra) Mém. Ingénieur, Université de Biskra.
- 72. Kaabeche, M. (1990).** Les groupements végétaux de la région de Bou Saada (Algérie) : Essai de synthèse sur la végétation du Maghreb (thèse de Doctorat, université de Paris-Sud centre d'Orsay, France).
- 73. Guenaoui, Y., Labdaoui, M., Hamou, K. (2014).** Influence de la biodiversité végétale aux abords de la culture de tomate sur les entomophages de *Tuta absoluta* Myrick (lep: gelechiidae). AFPP –

dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture  
Montpellier

74. (Google Earth, 2015) ??
75. **Sary, P. (1970)**. Biology of aphid parasites. Série Entomologica 643p
76. **Fernández-Triana, J. L., Whitfield, J. B., Rodriguez, J. J., Smith, M. A., Janzen D. H., Hallwachs, W., Hajibabaei, M., et Kula, R. (2014)**. Review of *Apanteles* sensu stricto (Hymenoptera, Braconidae, Microgastrinae) from Area de Conservación Guanacaste, northwestern Costa Rica, with keys to all described species from Mesoamerica. ZooKeys 383: 1–565 (2014)
77. **Goulet, H., Huber, J. T. (1993)**. Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Ottawa, Canada: Agriculture Canada.  
<http://www.esc-sec.ca/aafcmonographs/>
78. **Damerdj A. (2008)**. Contribution à l'étude écologique de la malacofaune de la zone Sud de la région de Tlemcen (Algérie). Afrique Science, 04(1), 138 – 153
79. **Dajoz, R. (1985)**. Précis d'écologie. Ed(5), Paris: Dunod.
80. **Bigot, L. et Bodot, P. (1973)**. Contribution à l'étude biocénétique de la garrigue à *Quercus coccifera* – II. Composition biotique du peuplement des invertébrés. Vie et Milieu, 23:229-249
81. **Dieumegard, P. (nd)**. PAST, logiciel statistique naturaliste. Lycée Pothier, Orléans
82. **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.
83. **INPV (2013)**. Lutte biologique contre *Tuta absoluta* sur tomate : Lâchers de *Nesidiocoris*. Institut National de la Protection des Végétaux, Alger
84. **Benmessaoud-Boukhalfa, H. et Khellaf N. (2011)**. Distribution spatiotemporelle de *Tuta absoluta* Mey. (Lepidoptera: Gelechiidae) sous serre de tomate dans le littoral Algérois. EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA Agadir, Morocco,

- 85. Benddine, f. (2011).** Lutte intégrée: cas de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* en Algérie. EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA Agadir, Morocco.
- 86. Mouhouche, F. et Ziri, S. (2011).** Approche de lutte contre *Tuta absoluta* sur culture de tomate dans le sahel algérois (Algérie). EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA Agadir, Morocco.
- 87. Mahdi, K., Doumandji-Mitiche, B., Saharaoui, L. et Doumandji, S. (2011a).** Comparaison entre les captures de mâles de *Tuta absoluta* par les pièges à phéromones type delta et les bassines à eau en zone littorale à Heuraoua (Algérie) EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA Agadir, Morocco,
- 88. Mahdi, K., Doumandji-Mitiche, B., Saharaoui, L. et Doumandji, S. (2011b).** Study of the insects associated with the tomato borer *Tuta absoluta* in Heuraoua (Algeria) [Etude de l'entomofaune associée à la mineuse de latomate *Tuta absoluta* à Heuraoua (Algérie).EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA Agadir, Morocco,
- 89. Zaid, R., Aroun, M. F. et Moumene K (2011).** Inventaire des ennemis naturels de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)(Lepidoptera : Gelechiidae) et effet de son parasitoïde *Diglyphus isaea* (Hymenoptera : Eulophidae) sur deux variétés de tomate dans les régions de Staouéli et Chéraga (Algérie) EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA Agadir, Morocco,
- 90. Chougar, S. (2011).** Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés

de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. mémoire de magistère, Université de Tizi-Ouzou, Algérie.

- 91. Chilali, F. (2013).** Contribution a l'étude de deux pathogènes contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*: (Lepidoptera, Gelechiidae). Mémoire de Magistère, Université de Blida, Algérie
- 92. Mahi, F.S. (2015).** traduction de la résistance contre les bioagresseurs de la tomate sous l'application de micro-doses de sucres solubles. Mémoire de Magistère, université de Blida, Algérie
- 93. Lourdi, Y. (2015).** effet phytostimulant des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus tournefortii* et *Rosmarinus officinalis*. sur les bioagresseurs de la tomate. Mémoire de Magistère, Université de Blida, Algérie
- 94. Guenaoui, Y., Bensaad, R. et Ouezzani, K. (2011).** Importance of native polyphagous predators able to prey on *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato crop. International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) Agadir, Morocco,
- 95. Badaoui, M. I. et Berkani, A. (2011).** The entomopathogenic fungus *Beauveria sp.*, a promising way to fight against *Tuta absoluta* Meyrick in Algeria. International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) Agadir, Morocco,
- 96. Gacemi, A. et Guenaoui, Y. (2011).** Test d'efficacité d'un bio-insecticide Emamectine Benzoate contre *Tuta absoluta* en serre de tomate. International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) Agadir, Morocco,
- 97. Bensaad, R. et Guenaoui, Y. (2011).** Comparaison de la capacité prédatrice de trois espèces de punaises mirides autochtones vis-à-vis des différents stades de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) en conditions contrôlées. International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) Agadir, Morocco,
- 98. Benyahya, S. (2015).** Activités antimicrobiennes et insecticides de *Thymus capitatus*, *Daucus crinitus* et *Tetraclinis articulata* sur la mineuse *Tuta absoluta* (Meyrick) et la microflore pathogène de la tomate

*Lycopersicum esculentum*. Thèse de Doctorat, Université de Tlemcen, Algérie.

99. **Elouissi, M. et Berkani, A. (2015)**. Contribution to the study of some biological aspects of *Tuta absoluta* in the region of Mascara (Algeria). Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 7(4):447-451
100. **Allache, F., Houhou, M. A., Osmane, I., Naili, L. et Demnati, F. (2012)**. Suivi de l'évolution de la population de *Tuta absoluta* Meyrick (Gelechiidae), un nouveau ravageur de la tomate sous serre à Biskra (sud-est d'Algérie) Entomologie faunistique – Faunistic Entomology, 65, 149-155
101. **Doumandji-Mitiche, B., Chennouf, R. et Doumandji, S. (2011)**. Captures de *Tuta absoluta* Meyrick 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae) par trois types de pièges à phéromones et estimation des dégâts à Ouargla (Sahara Algérien) International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) Agadir, Morocco,
102. **Dahliz, A. et Lakhdari, W. (2011)**. Essai de lutte biologique contre *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera Gelechiidae) par l'utilisation de champignons entomopathogènes. International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) Agadir, Morocco,
103. **Bouras, A. et Benhamza, S. (2013)**. Impact de deux extraits végétaux, le basilic *Ocimum basilicum* et l'ail *Allium sativum*, dans la lutte contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* sur six variétés de tomate *Lycopersicum esculentum* sous abris plastique à l'I.T.D.A.S. de Hassi Ben Abdellah-Ouargla. Mémoire de Master, Université de Ouargla.
104. **Krid, K. et Messati, S. (2013)**. Efficacité de la résistance de six variétés de la tomate à *Tuta absoluta* sous abris plastique à l'ITDAS de Hassi Ben Abdellah (Ouargla). Mémoire de master, Université de Ouargla.
105. **Guenouï, Y. et Dahliz, A. (2015)**. Natural Enemies of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Oued Righ Region, An Arid Area of Algeria Academic Journal of Entomology 8 (2): 72-79,

- 106. koudjil, M., Boukabcha , F. et Haricha, H. (2015).** Perte en rendement et déprédation par la mineuse, *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) sur la culture de tomate, dans la wilaya de Chlef (Algérie). Revue « Nature & Technologie », 12, 73-85
- 107. Boualem, M., Mokhbi, A., medjahed, M., Boukhalfa I., Limam Z., Ghelamallah, A. (2014).** Essai de lutte intégrée contre les populations de tuta absoluta sur tomate sous serre. AFPP – dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier
- 108. S.R.P.V. (2015),** communication personnelle, Station régionale de protection des végétaux, Biskra.
- 109. Kestali, T. (2010).** Nouvelle stratégie de lutte contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) : Lutte biophysique.
- 110. Saad, N. Sayah, N.(2012).** Bio écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) dans la région de Biskra. Mémoire, Ing., Agro., Univ., Biskra.
- 111. INPV (sd) .**Lutte biologique contre *Tuta absoluta*. Institut National de la Protection des Végétaux ,Alger
- 112. Ababsia, A. et Moumene, K. (2011).** Approche de lutte biologique contre *Tuta absoluta* en Algérie. AFPP – dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier
- 113. Ababsia, A. et Doumandji-Mitiche, B. (2014).** Lutte biologique intégrée contre la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta* meyrick, 1917) en Algérie. AFPP – Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier
- 114. Guenaoui, Y., Dahliz, A., Bensaad, R. et Ouezzani, K. (2013).** Five years after the first record of *Tuta absoluta* (meyrick) in Algeria, what do we expect from its native natural enemies? IV International Symposium „Agrosym.
- 115. Ghelamallah, A. (2009).**Contribution à l'étude bioécologique de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) dans la région de Mostaganem. Mémoire de Magister, Univ. Mostaganem
- 116. Benzara, A., Selmane F. et Sahraoui L. (2014).** Utilisation de quatre types de piégeage pour l'étude de la dynamique des populations



de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae). AFPP – Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier.

117. **Alili, D., Doumandji, A., Guendouz-Benrima, A. et Doumandji, S. (2013).** Bio écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* et recherche de méthodes de lutte. Séminaire international « Protection des cultures stratégiques en Algérie : Situation et Perspectives d'avenir ». université de Chlef.
118. **Anonyme, (2011).** *Tuta absoluta*. La Chambre d'agriculture Alpes-Maritimes. [www.ca06.fr](http://www.ca06.fr) rubrique Techniques de production / Productions végétale
119. **Dabhi, M. R., Korat, D. M., Vaishna, P. R. (2011).** Comparative biology of *Bracon hebetor* Say on seven lepidopteran hosts Karnataka. J. Agric. Sci., 24 (4): 549-550.
120. **Boucek, Z. (1988).** Australasian Chalcidoidea (Hymenoptera). CAB International, Wallingford, U.K.
121. **Skillen E. L. (2002).** Diversity of parasitic hymenoptera (Ichneumonidae: Campopleginae and Ichneumoninae) in Great Smoky Mountains national park and eastern north american forests. Athens, Georgia
122. **Calvo, F.J., Soriano, J.D., Bolckmans, K., Belda, JE. (2013).** Host instar suitability and life history parameters under different temperature regimes of *Necremnus artynes* on *Tuta absoluta*. Biocontrol Science and Technology 23: 803–815.
123. **Grimaldi, D.A. et Engel, M.S. (2005).** Evolution of the insects. 772 pp. Cambridge University Press, New York.
124. **Luna, M.G., Sanchez, N.E., Pereyra, P.C., Nieves, E., Savino, V., Luft E. et Virla E, Speranza S (2012).** Biological control of *Tuta absoluta* in Argentina and Italy: evaluation of indigenous insects as natural enemies. EPPO Bull 42:260–267
125. **Gabarra, R., Arnón J., Lara, L., Jesús Verdú, M., Ribes, A., Beitia, F., Urbaneja, A., del Mar Téllez, M., Mollá, O., Riudavets, J. (2014).** Native parasitoids associated with *Tuta absoluta* in the tomato

production areas of the Spanish Mediterranean Coast. *BioControl*, 59(1), pp 45-54.

- 126. Mosti, M. (2010).** New parasitoids of *Tuta absoluta*. Bioplanet. Récupéré de [http://www.abim.ch/fileadmin/abim/documents/presentations2010/session5/4\\_Marco\\_Mosti\\_ABIM2010.pdf](http://www.abim.ch/fileadmin/abim/documents/presentations2010/session5/4_Marco_Mosti_ABIM2010.pdf)
- 127. Chailleux, A., Desneux, N., Arno, J., Gabarra, R. (2014).** Biology of two key palaeartic larval ectoparasitoids when parasitizing the invasive pest *Tuta absoluta*. *Journal of Pest Science*, 87 (3), 441-448.
- 128. Brodeur, J., Boivin, G., Bourgeois, G., Cloutier, C., Doyon, J., Grenier, P. et Gagnon, A.E. (2013).** Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec. Québec : Ouranos
- 129. Al-Maliky, S. K., Al-Izzi, M. A. J. et Jabbo, N. F. (1988).** Effects of temperature and photoperiod on the development and oviposition of *Apanteles sp.* Group *Ultor* (Hym.: Braconidae), a larval parasite of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) *Entomophaga*, 33(2), 193-200
- 130. Magro, S.R. et Parra J.R.P. (2001).** biologia do ectoparasitóide *Bracon hebetor* SAY,1857 (Hymenoptera: Braconidae) em sete espécies de lepidópteros *Scientia Agricola*, v.58, n.4, p.693-698.
- 131. King, B.H. (1993).** Sex ratio manipulation by parasitoid wasps. 418-441. In: Wrensch, DL, Ebbert, M. (eds). *Evolution and Diversity of Sex Ratio in Insects and Mites*. Chapman and Hall, New York: London.
- 132. Yu, S.H., Ryoo, M.I., Na, J.H. and Choi, W.I. (2002).** Effect of host density on egg dispersion and the sex ratio of progeny of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *J. Stored Prod. Res.* 39:385-393.
- 133. Goulet, h. and Huber J. T. (2013),** An identification guide to families. Ottawa, Canada: Agriculture Canada. Récupéré de <http://www.esc-sec.ca/aafcmonographs/>
- 134. Brasero N., Martin N., (2009).** Systématique des Chalcidoidea de l'ambre de l'Oise., Mémoire en science biologique université de Mons-Hainaut ,96p.

- 135. Kolai, N., Cherifa, A., Berkani, A., Saiah, F., Badaoui M., A. (2011).** Observations on the biology of *Necremnus* sp., new parasitoids of *Tuta absoluta* in Mostaganem (Algeria).. EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA Agadir, Morocco.
- 136. Amichi F., Bouarfa S., Lejars C, Kuper C., Hartani H., Daoudi A., Amichi H., Belhamra M. (2015).** Des serres et des hommes: des exploitations motrices de l'expansion territoriale et de l'ascension socioprofessionnelle sur un front pionnier de l'agriculture saharienne en Algérie. *Cahiers Agricultures*, 24(1): 11-19.
- 137. Bouamar, B. (2010).** Le développement agricole dans les régions sahariennes. Etude de cas de la région d'Ouargla et de Biskra. Université de Ouargla, Alger. Thèse de Doctorat en Sciences économiques.
- 138. Allal-Benfekih I., Bellatreche M., Bounaceur f., Tail g. et Mostefaoui, H., 2011.** Répartition des infestations et générations larvaires de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* sur cinq variétés de tomate en serre. Y'a-t-il une résistance variétale ? AFPP. Neuvième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier 26 et 27 octobre 2011.