



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

UNIVERSITE MOHAMED KHIDER – BISKRA –

FACULTE DES SCIENCES EXACTES, DES SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE

DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf.

THESE

Présentée par

HADDAD Azzeddine

Pour l'obtention du grade de

DOCTORAT EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Option : Protection des Végétaux

Thème

**Etude d'un système de protection biologique
préventive intégrée contre les ravageurs des
cultures sous serres dans la région de Biskra**

Membres du jury :

Mr BELHAMRA	Mohamed	Professeur Départ. d'Agro. Univ. Biskra	Président
Mr TARAI	Nacer	Professeur Départ. d'Agro. Univ. Biskra	Rapporteur
Mr MOUSSI	A/Elhamid	M.C.A. Départ. Biologie. Univ. Biskra	Examinateur
Mme BENFEKIH	Leila	Professeur Départ. Agro. Univ. Blida I	Examinatrice
Mme BENKENANA	Naima	M.C.A. faculté S.N.V. Univ. Constantine	Examinatrice
Mr BEGHAMI	Yassine	M.C.A. Départ. d'Agro. Univ. Batna	Examinateur

Année universitaire 2017/2018



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

UNIVERSITE MOHAMED KHIDER – BISKRA –

FACULTE DES SCIENCES EXACTES, DES SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE

DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf.

THESE

Présentée par

HADDAD Azzeddine

Pour l'obtention du grade de

DOCTORAT EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Option : Protection des Végétaux

Thème

**Etude d'un système de protection biologique
préventive intégrée contre les ravageurs des
cultures sous serres dans la région de Biskra**

Membres du jury :

Mr BELHAMRA	Mohamed	Professeur Départ. d'Agro. Univ. Biskra	Président
Mr TARAI	Nacer	Professeur Départ. d'Agro. Univ. Biskra	Rapporteur
Mr MOUSSI	A/Elhamid	M.C.A. Départ. Biologie. Univ. Biskra	Examinateur
Mme BENFEKIH	Leila	Professeur Départ. Agro. Univ. Blida I	Examinatrice
Mme BENKENANA	Naima	M.C.A. faculté S.N.V. Univ. Constantine	Examinatrice
Mr BEGHAMI	Yassine	M.C.A. Départ. d'Agro. Univ. Batna	Examinateur

Année universitaire 2017/2018

Je dédie ce travail

Au Nom de Dieu le Très Miséricordieux - le Tout Miséricordieux - Que Dieu bénisse le Prophète Mouhammad, Imam des Bienheureux et Sauvegarde des Purifiés - ainsi que sa Noble Famille et ses Satisfaisants compagnons-Amin.

Je rends grâce à Allah le Tout Puissant de m'avoir donné la santé, le courage et la force de mener ce travail à bout.

-**A mon père** : élever, éduquer constituent les actes les plus nobles de la vie.

Grandir dans un environnement sain, avec toutes les qualités humaines c'est-à-dire la discipline, l'ordre, l'assiduité et la persévérance forment l'être humain. Ma force, ma persévérance c'est à toi papa que je le dois et ma réussite aussi.

Merci pour tout et que Dieu t'accorde longue vie pour qu'à mon tour je puisse te témoigner ma gratitude. **Amin**

-**A ma regrettée ma mère** : qui nous a quittés il y'a quelques années. J'aurai bien voulu que tu sois là pour assister à ce jour mémorable de ma vie. Mais Allah t'a plutôt rappelée auprès de lui, c'est aussi ça la volonté divine. Elle est toujours présente dans mon cœur, était toujours souriante, toujours de bonne humeur, disponible et attentive. Tu incarnais toutes les qualités d'une bonne mère et d'une bonne épouse.

Tu as su inculquer à tes enfants l'esprit de partage, l'honnêteté et le travail. Ce travail est le fruit de tes efforts et de tes sacrifices. Voilà ton grand fils aussi devenir ce que tu as voulu qu'il soit. Que le Tout puissant et le Miséricordieux t'accueillent dans son paradis éternel. Merci d'avoir fait de moi ce que je suis. "Paix à ton âme." **Amin**

-**A ma vraie femme souhaitée** : toi, qui as toujours supporté mes caprices, toi, qui m'as toujours soutenu pendant les moments pénibles, toi qui pleures quand je souffre, toi qui es heureuse quand je souris. Vraiment les mots sont faibles pour traduire ma reconnaissance et mon affection. Ce travail est aussi le tien.

Puisse Dieu te prêter longue vie pour que tu atteignes tes objectifs et t'accorder beaucoup de bonheur. Que notre mariage soit préservé. **Amin**

-**A mes enfants** ; je prie Dieu le tout puissant afin de me les garder en bonne santé et je leur souhaite de la réussite dans la vie et au niveau des études.

-**A tous mes frères, sœurs, cousins et cousines** : l'éducation de notre famille est un atout pour la réussite de chacun. Le savoir est un capital inestimable, c'est la vie et l'avenir. Rester persévérant et accrocher-vous à vos études. La réussite est à la portée de vos mains. Je suis fier de vous.

Merci à tous de m'avoir aidé et encouragé. Que Dieu préserve l'unité, la cohésion et la force de notre famille. **Amin**

-**A mes amis**: Je vous prie de trouver à travers ce travail le témoignage de ma profonde gratitude pour vos conseils et encouragements. **Amin**.

(Azzeddine)

Remerciement

Avant tous, je remercie ALLAH, tous puissant.

Alors que je m'attelle à la rédaction de ces dernières pages, de nombreuses personnes me viennent à l'esprit. Certains noms seront cités, mais pas tous. Je m'excuse d'avance pour les personnes que je n'aurais pas eues la délicatesse de citer. Ce travail n'aurait pu être réalisé sans l'aide des différentes personnes. Je leur exprime ici ma plus profonde gratitude :

Je tiens à remercier en tout premier lieu le Professeur TARAÏ Nacer ; Professeur au Département d'Agronomie, Université de Biskra ; mon rapporteur de thèse, tout d'abord, qui m'a donné ma chance en acceptant de me proposer un sujet de thèse, pour m'avoir accueillie au sein de son équipe de recherche et suivie pendant ces années. Je le remercie également pour la pertinence et la qualité de ses remarques, ses corrections et ses conseils. Ses qualités en tant qu'encadrant ont largement participés au bon déroulement de cette thèse. J'ai appris beaucoup de vous soit dans l'aspect appliqué soit dans l'aspect fondamental. Sans vous, je n'aurais jamais pu réaliser ce travail. Je vous remercie énormément d'avoir été disponible jusqu'au bout. Votre aide, votre rigueur dans le travail, vos conseils et votre disponibilité m'a permis de réaliser ce travail. Je vous prie d'accepter, l'expression de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect. Je le remercie pour le temps qu'il m'a consacré.

Je voudrais également exprimer toute ma reconnaissance à l'ensemble des membres du jury pour le temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de ce travail. Pour m'avoir fait l'honneur de leurs présences et qui ont accepté d'évaluer ma thèse pour leurs remarques, suggestions et critiques pour leurs nombreux conseils et les discussions riches et productives que nous avons eues et qui ont enrichi ce travail, et qui m'ont permis d'améliorer la qualité de cette thèse. Je cite :

-A Monsieur BELHAMRA Mohamed ; Professeur au Département d'Agronomie de l'Université Mohamed Khider de Biskra. Que je tiens à remercier vivement pour sa compréhension et son ouverture aux valeurs humaines qui ont été grandement appréciés. Votre souci du travail bien fait, votre disponibilité, Je vous prie de trouver ici toute ma gratitude pour avoir accepté de présider le jury de ce travail. Qu'il veuille bien recevoir ici mes plus vifs remerciements et Je vous prie d'accepter, l'expression de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

- Mes remerciements vont à Monsieur BEGHAMI Yassine ; Maître de conférences au Département d'Agronomie, Université Hadj lakhdar de Batna, de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner mon travail. Qu'il trouve ici tous les respects les plus sincères.

- A Monsieur MOUSSI Abdelhamid Maître de conférences, à l'Université de Biskra, qui m'a accordé le grand honneur de juger ce travail en acceptant de siéger dans ce jury. Je le remercie vivement de me consacrer de son temps précieux pour juger ce travail. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de ma sincère gratitude et ma respectueuse considération.

- A Madame BENFEKIH Leila ; Professeur, Université de Blida. Vous nous avez fait l'honneur en acceptant de siéger dans ce jury malgré vos multiples occupations. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect.

- A Madame BENKENANA Naima ; Maître de Conférences, Département de Biologie, Université de Constantine ; Pour avoir été une lectrice attentive de cette thèse en tant qu'examinatrice. Je vous suis très reconnaissant de m'avoir fait l'honneur de juger mon travail et de pouvoir ainsi bénéficier de vos compétences. Je vous exprime ici toute ma gratitude.

Je tiens à remercier Monsieur GUIMEUR Kamel Directeur du Département Agronomique de Biskra, Directeur présent et attentionné, je lui suis très reconnaissant de m'avoir permis de réaliser mon travail jusqu'au bout dans de très bonnes conditions ; il m'a apporté son aide à de nombreuses reprises. Son sourire fut salvateur dans les grands moments de stress. Sa disponibilité, ses encouragements et son amitié m'ont énormément aidé à aller au bout de ce travail et à vaincre le découragement. Je n'aurais certainement pas pu mener à bien cette thèse sans son aide, je lui adresse mes remerciements les plus sincères.

Je tiens à remercier Mr. BENZIOUCHE Salah Eddine (Maître de conférences) au Département d'Agronomie de Biskra ; pour ses encouragements et ses aides que je n'oublierai jamais ; A Mr. MASMOUDI Ali (Maître de conférences) au Département d'Agronomie de Biskra pour son soutien, ses aides et sa disponibilité. Mr. BOUKHIL Khaled (Maître assistant) au Département d'Agronomie de Biskra pour ses aides et ses orientations.

Ces remerciements sont l'occasion pour moi d'exprimer ma reconnaissance à Monsieur : MESSADIA Hacène Professeur au département d'agronomie de Batna, Dr. HAJNAJ Albert de l'université de Tirana en Albanie, Dr. KHECHAI Salim du Département d'Agronomie de Biskra, LAADJEL Abdelkader maître-assistant en zoologie à l'Université d'El oued; KHAZZANI Bachir maître assistant en écologie à l'Université d'El-Oued, pour le soutien scientifique et moral qu'ils m'ont accordé, ainsi que le personnel de la station de recherche agronomique de Biskra.

Je n'oublie pas de remercier toute l'équipe du laboratoire Ecologie des Insectes parasitoïdes à l'Institut National Agronomique d'El-Harrach, qui m'ont accueilli et m'ont aidé à améliorer mes connaissances sur les parasitoïdes dans leur laboratoire. Ces remerciements vont aussi à l'équipe du laboratoire de lutte biologique au niveau de l'Institut National de la Protection des Végétaux d'El-Harrach pour leurs disponibilités et leurs aides en matière de conservation de parasitoïdes.

J'aimerais aussi remercier Monsieur DOMANDJI Madjid professeur à l'INA d'El Harrach pour ses orientations et ses conseils. Sans oublier sa femme BAHIA Mitich Pr. A l'INA d'El Harrach, ainsi que le personnel de son laboratoire pour tous les aides qui ils m'ont octroyé.

Merci donc à Monsieur, Dr. ACHORA Ammar, Pr. LAAMARI Malik, et M.A. DJARRAH Abd Elhak, pour leurs soutiens durant toute la période de recherche.

Mes remerciements sont destinés à mes enfants Massilia, Mohamed et Meriem, en espérant que nos emplois du temps vont se libérer pour se voir et faire la fête ! Ils ont partagé mon quotidien et ont participé activement à la bonne humeur et la bonne ambiance de travail (même dans les temps difficiles). Merci aussi à l'équipe administrative pour m'avoir aidé dans les démarches et toujours trouvé les sous pour mes dépenses). Mon travail s'est nourri de ces échanges avec mes collègues et ont fait de ma thèse une expérience riche tant sur le point professionnel que personnel et relationnel.

J'adresse mes remerciements particuliers au Docteur BENSID Ali de l'Université de Batna, qui a toujours été disponible pour chaque problème d'analyses statistiques.

Pour finir, les mots ne suffisent pas pour exprimer tout ce que je ressens envers ceux sans qui rien n'aurait été possible : MES PARENTS. Papa Maman, c'est vous qui m'avez hissé jusque-là par votre soutien inconditionnel et votre présence à mes côtés. Beaucoup disent que vous pouvez être fiers de moi. C'est plutôt moi, qui suis fière de vous. Cette thèse vous est dédiée.

Je dédie aussi ce travail

Au Recteur de l'Université d'El-Oued le Pr : FARHATI Omar ainsi qu'au Doyen de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie le Dr DJAHRA Ali Boutlilis, je remercie tous les collègues de notre Faculté de Biologie et le Département d'Agronomie au niveau de l'Université d'El-oued en Algérie notamment Mr. ZAATER Abd El Malek, Que je tiens à remercier vivement pour sa compréhension et son ouverture aux valeurs humaines qui ont été grandement appréciés. Qu'il veuille bien recevoir ici mes plus vifs remerciements et mon profond respect.

Mr. El AYACH Ammar Touhami chef du Département de Biologie, pour ces encouragements et sa bonne humeur et le Directeur du Département d'Agronomie Mr. El AYACH Khaled pour sa bonne humeur et ses aides en matière de recherche en agronomie ainsi que les membres de notre laboratoire d'Agronomie pour l'aide et les encouragements.

A mes camarades du laboratoire de Batna, pour toute l'affection et la tendresse que vous avez manifestées à mon égard et les moments agréables passés ensemble, recevez à travers ce travail toute ma reconnaissance. Bonne chance pour le futur.

Je n'oublierai pas les aides permanentes reçues du personnel administratif du département d'Agronomie de Biskra. Une pensée émue pour tous les étudiants avec qui j'ai partagé une salle, café ou un repas pendant ces cinq années : Salim et toute la troupe du très convivial laboratoire de l'unité environnement.

A tout le personnel des différents laboratoires, pour l'accueil et la bonne atmosphère durant ces travaux. Pour les bons moments que nous avons partagés ensemble. Trouvez à travers ce travail toute ma reconnaissance et mon affection.

Au ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche Scientifique, ainsi que le comité d'attribution des bourses de doctorat, qui m'ont permis de me lancer dans cette aventure. Je leur en suis extrêmement reconnaissant.

A tous mes amis, je vous remercie pour le soutien que vous m'avez accordé et beaucoup de courage à vous tous.

Enfin, parallèlement aux études, aux expériences, aux nuits blanches passées aux laboratoires ou devant l'ordinateur, il y'a toujours une vie agréable en dehors de cette ambiance en compagnie des gens qu'on aime, je remercie d'avantage Houat ammar, Bouali Noureddine, Aouni yacine, d'El-oued, pour leur générosité leur sympathie et leur accueil, je n'oublierai jamais, quelles que soient les circonstances du temps et du lieu, les soirées que nous avons passées ensemble. C'est un bonheur exceptionnel que d'effectuer des recherches dans le cadre d'une thèse de doctorat qui plus est, dans celui de la magnifique ville de Biskra et de sa région.

Merci à toutes les personnes qui ont contribué directement et indirectement à l'aboutissement de cette thèse ; que celles et ceux que j'ai pu oublier de mentionner trouvez ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

Résumé

La culture de la tomate et piment sous serre occupe une place importante dans le secteur maraîcher au niveau de la wilaya de Biskra. En effet, la pullulation de certains ravageurs comme la mouche blanche et le puceron vert du pêcher causent des dégâts très importants sur ces cultures en réduisant leur production. Une étude de la dynamique des populations du puceron vert du pêcher, *Myzus persicae*, a été effectuée sur cultures sous serre notamment la tomate variété "Zahra "et piment variété "Corne de gazelle "; au niveau de la station de Biskra. Le traitement à base d'extraits aqueux de *Ruta graveolens* à 50g/l et 100g/l effectué sur les deux espèces montrent une réduction des populations de *Myzus persicae* de 74,5% et 72,3%. Le taux de parasitisme des œufs et larves de la mouche blanche, *Bemisia tabaci* (Homoptera ; Aleyrodidae) après lâcher d'un parasitoïde *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera : Aphelinidae) est de 77.27%. Cette technique biologique offre une alternative prometteuse pour les agriculteurs de la région, dans des conditions climatiques défavorables.

Mots clés : *Aleurode, lutte biologique, protection, intégrée, piment, Biskra.*

Abstract

Tomato crops and chili pepper under the conditions of greenhouses are presented as the most important economically agricultural in Biskra Wilaya (Arid Region in the Southeastern Algeria), which is considered as a pole in the field of agriculture under the greenhouses. However, the spread of some pests, such as whitefly and the green peach aphid, is causing significant damage to these crops by reducing their production.

An experiment was conducted in 2013/2014 season to study and to evaluate the monitoring of population dynamics of green peach aphid (*Myzus persicae*). The study was carried out on greenhouse crops including tomato variety "Zahra" and chili pepper variety "Horn of gazelle". The treatments based on aqueous extracts of *Ruta graveolens* at 50 g/l and 100 g/l were carried out on both species. A reduction in the level of populations of *Myzus persicae* on tomato and chillipepper was observed at a concentration of 100 g/l with 74.5% and 72.3%, respectively. To evaluate the feasibility and effectiveness of integrated biological control of whitefly (whitefly of greenhouse crops), *Bemisia tabaci* (Gennadius), (Homoptera,

Aleyrodidae), by using *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of whitefly larvae, on a variety 'Horn of gazelle' of chili pepper under the conditions of greenhouses. The rate of parasitism of whitefly larvae by *E. Formosa* reached to 77.27%. This biological control offers a promising alternative to both scientists and producers in these arid climatic conditions of this region.

Key words: Whitefly, biological control, protection, integrated, chili pepper, Biskra.

الملخص

تعد زراعة الطماطم والفلفل الحار تحت ظروف البيوت المحمية من أهم التخصصات الزراعية ذات الأهمية الاقتصادية الكبرى التي تزخر بهما ولاية بسكرة التي تعتبر قطب اقتصادي كبير في مجال الزراعات تحت البيوت المحمية، حيث تقع هذه الولاية إلى الجنوب الشرقي من الجزائر العاصمة وتعتبر من المناطق الجافة. حيث ان بعض الآفات الزراعية مثل مجتمعات الذبابة البيضاء والمن الأخضر لشجرة الخوخ تؤدي الى احداث اضرار كبيرة في محاصيل هذين الزراعتين المحميتين مما يؤدي الى انخفاض كبير في مردودها.

تمت على مستوى محطة بسكرة، دراسة ومتابعة لديناميكية مجتمعات حشرة المن الأخضر للخوخ (*Myzus persicae* (Sulzer))، وهذا على مستوى الزراعات المحمية للطماطم صنف "زهرة" وزراعة الفلفل الحار صنف "قرن غزال"؛ فتم اختبار محاليل مائية مستخلصة من نباتي السذاب شديد الرائحة (*Ruta graveolens*)؛ حيث تم تطبيق نوعين من التركيز لكل نبتة (50 غ/ل و 100 غ/ل)، حيث تم تسجيل انخفاض لمستوى الآفة على الصنفين بنسبة 74.5% و 72.3% على التوالي. نسبة التطفل على بيوض ويرقات الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci* ((Gennadius)) (Homoptera ; Aleyrodidae) باستخدام الطفيلي (*Encarsia formosa* (Gahan)) (Hymenoptera: Aphelinidae) في الزراعات الفلفل الحار، صنف "قرن غزال" وصلت إلى 77.27%. لهذا يمكن القول بان هذه الطرق المدروسة في مكافحة البيولوجية المتكاملة تفتح للباحثين والمنتجين على حد سواء آفاق واعدة.

الكلمات الدالة: الذبابة البيضاء، المقاومة الحيوية، حماية، متكاملة، فلفل، بسكرة

TABLE DES MATIÈRES

Dédicace

Remerciement

Résumé & Abstract

Table des matières

Liste des tableaux

Listes des figures et des photos

Introduction générale

CHAPITRE I

APERCU GENERAL SUR LA LUTTE BIOLOGIQUE ET INTEGREE

Introduction	04
I.1 - Définitions de la lutte biologique	07
I.2 - Définition de la lutte intégrée	08
I.3 - Objectif de la lutte biologique intégrée	10
I.4 - Concept et généralités sur la notion du parasitoïde	10
I.5 - Différentes interactions, hôte – parasitoïde	11
I.6 - Prédateurs de la mouche blanche	12
I.7 - Différents types de luttés biologiques	13
I.7.1 - Lutte biologique classique ou lutte biologique par acclimatation	13
I.7.2 - Lutte biologique par conservation	14
I.7.3 - Renforcement des populations d'ennemis naturels par lâchers inondatifs	14
I.8 - Lutte Biologique intégrée contre les ravageurs	15
I.8.1 - Descriptions	15

I.9 - Importance de combinaison de plusieurs parasitoïdes dans un programme de lutte intégrée (BPI)	18
I.10 - Importance de la qualité du parasitoïdes	18
I.11 - Notion de qualité et fitness	19
I.12 - Paramètres de la croissance démographique	20
I.13 - Techniques d'élevage d'<i>Encarsia sp</i> sous conditions contrôlées	21
I.14 - Fluctuations temporelles du ravageur	21
I.15 - Taux de parasitismes et effets de la lutte intégrée	21

CHAPITRE II

APERCU GENERAL SUR LA CULTURE DE TOMATE ET DU PIMENT SOUS SERRE

II.1 - Importance économique de la culture de tomate au niveau de la région de Biskra	23
II.2 - Exigences écologiques et culturales de la tomate	24
II.3 - Description botanique	24
II.4 - Cycle végétatif de tomate	25
II.5 - Exigences édapho-climatiques	25
II.6 - Importance économique de la Culture du piment	27
II.7 - Caractéristiques botaniques physiologiques	27
II.8 - Exigences écologiques	28
II.9 - Exigences culturales	29
II.10 - Ravageurs des cultures de tomate et de piment sous serre	30
II.11 - Facteurs et conditions abiotiques et biotiques favorisant le développement des ravageurs des cultures de piments et de tomate sous serres	30
II.12 - Importance économique des aleurodes des cultures maraichères sous serres	31

CHAPITRE III

GENERALITES SUR LE PUCERON VERT DU PECHER

« *Mysus persicae* » (Sulz.)

III.1 - Identification du puceron vert du pêcher (<i>Myzus persicae</i>) (Sulz.)	33
III.2 - Importance économique du puceron vert du pêcher (<i>Myzus persicae</i>)	33
III.3 - Période d'activité	34
III.4 - Classification	34
III.5 - Caractéristiques	35
III.6 - Biologie	35
III.7 - Cycle de vie du puceron vert du pêcher (<i>Myzus persicae</i> Sulzer)	35
III.7.1 - Notion du cycle diécique de <i>Myzus persicae</i>	36
III.8 - Dégâts	36
a) Dégâts directs	37
b) Dégâts indirects	37
III.9 - Lutte	37
III.10 - Parasitoïde pouvant être utilisé contre le puceron	38

CHAPITRE IV

APERCU GENERAL SUR LES ALEURODES

IV.1 - Description des aleurodes	39
IV.2 - Classification des aleurodes	39
IV.3 - Morphologie des aleurodes	40
IV.3.1 - Les adultes femelles et mâles	41
IV.3.2 - La tête	41
IV.3.3 - Les yeux présentent l'aspect composés	42
IV.3.4 - Les ocelles	42
IV.3.5 - Les antennes	42
IV.3.6 - L'appareil buccal opophage	43
IV.3.7 - Le thorax	44
IV.3.7.1 - Les ailes	44
IV.3.7.2 - Les pattes	44

IV.3.8 - L'abdomen	45
IV.3.8.1 - Les genitalia	48
IV.3.8.1.1 - Les genitalia femelles	48
IV.3.8.1.2 - Les genitalia mâles	50
IV.4 - Biologie des aleurodes	51
IV.5 - Reproduction	51
a- Accouplement	51
b – Ponte	52
c – Eclosion	52
IV.6 - Cycle évolutif de <i>Bemisia tabaci</i>	52
1- L'œuf	54
2- Stades larvaires	55
2.1. Larve néonate ou la larve de premier stade (L1)	55
2.2. Larve de deuxième et de troisième stade (L2) et (L3)	55
2.3. Larve de quatrième stade (L4) (phase prénymphe et phase nymphale)	56
2.4. Adulte	58
IV.7 - Les Biotypes de <i>B. tabaci</i>	58
IV.8 - Impact des facteurs bioécologiques sur <i>B. tabaci</i>	59
IV.9 - Habitat	62
IV.10 - Nourriture	63
IV.11 - Dynamique de population des aleurodes sous serres ; approche de modélisation bioclimatique	63
IV.12 - Dépendance thermique des arthropodes et modélisation de dynamique de population	64
IV.13 - Influence de la température et de l'humidité sur les fonctions biologiques des parasitoïdes	65
IV.14 - Principaux ravageurs de la tomate et leurs auxiliaires à la station de Biskra	67
IV.15 - Principales cultures attaquées par l'aleurode	68
IV.16 - Rôle de <i>Bemisia tabaci</i> comme vecteur de virus	68
IV.17 - Dégâts causés par <i>Bemisia tabaci</i> sur cultures protégées	69
IV.18 - Symptômes et risques phytosanitaires	70
IV.19 - Effets sur les rendements de piment et cultures maraichères	71

IV.20 - Stratégies de lutte	71
a- Lutte préventive	72
b- Lutte physique	72
c- Lutte chimique	72

CHAPITRE V

APERCU GENERAL SUR LE PARASITOIDE

« *Encarsia formosa* »

Introduction	73
V.1 - Description	74
V.2 - Classification	74
V.3 - Bioécologie d' <i>Encarsia formosa</i>	74
V.4 - Habitat	75
V.5 - Biologie	75
V.6 - Cycle de vie d' <i>Encarsia formosa</i>	76
V.7 - Activité prédatrice	78

CHAPITRE VI

MATERIEL ET METHODES

Introduction	81
VI.1 - Caractéristiques de la région d'étude	81
VI.1.1 - Situation géographique de la région d'étude	81
VI.1.2 - Facteurs édaphiques et climatiques	82
VI.1.2.1 - Facteurs édaphiques	82
VI.1.2.1.1 - Relief	82
VI.1.2.1.2 - Sol	82
VI.1.2.2 - Facteurs climatiques	83
VI.1.2.2.1 - Températures	83
VI.1.2.2.2 - Précipitations	83

VI.1.2.2.3 - Vents	84
VI.1.2.2.4 - Humidité relative	84
VI.1.2.2.5 - Diagramme ombrothermique de Gausсен	85
VI.1.2.2.6 - Climagramme d'Emberger	85
VI.2 - Stations d'études	86
VI.2.1 - Dispositif expérimental	86
VI.2.1.1 - Stations sélectionnées	86
VI.2.1.1.1 - Station de Biskra	86
VI.2.1.1.2 - Station de Mzeraa	87
VI.2.2 - Matériel et méthodes utilisés sur le terrain	87
VI.2.2.1 - Choix de la plante hôte	87
VI.2.2.1.1 - Plantation	87
a) Préparation de la tourbe ou terreau	87
b) Suivi de la plante	87
c) Repiquage	88
d) Irrigation	88
c) Entretien	88
VI.2.2.1.2 - Modèles biologiques animaux	88
a - Aleurode des serres (<i>Bemisia tabaci</i>)	88
b - Puceron vert du pêcher (<i>Myzus persicae</i>)	88
VI.2.3 - Méthodes d'échantillonnage	90
VI.2.3.1 - Installation des pièges	90
VI.2.3.2 - Comptage et conservation des ailés	90
VI.2.3.3 - Comptage et conservation des aptères	90
VI.2.4 - Matériels et méthodes utilisés au laboratoire	91
VI.2.4.1 - Identification des espèces récoltées	91
VI.2.4.2 - Préparation des extraits aqueux	91
VI.2.4.3 - Comptage des ravageurs avant traitement	91
VI.2.4.4 - Traitement avec de l'extrait aqueux	92
VI.2.4.5 - Comptage après le traitement	92
VI.3 - Parasitoïde	92
VI.3.1 - Effet d'un parasitoïde (<i>Encarsia formosa</i>)	92
VI.3.1.1 - Matériel végétal	92

VI.3.1.2 - Plantation des plants de piment	92
VI.3.1.3 - Modèle biologique	93
VI.3.1.4 - Conditionnement et lâchers des auxiliaires	94
VI.3.1.5 - Méthodes de lâchers appliquées	95
VI.3.1.6 - Echantillonnage, observations et dénombrements	95
VI.4 - Méthodes statistiques	97
VI.4.1 - Analyse de variance	97
VI.4.2 - Etude de la régression et de la similarité	97

CHAPITRE VII

RESULTATS

VII.1 - Evolution des populations de <i>Myzus persicae</i>	98
VII.1.1 - Evolution des adultes de <i>Myzus persicae</i>	98
VII.1.2 - Corrélation entre les populations de <i>Myzus persicae</i>	100
VII.1.3 - Evolution des larves de <i>Myzus persicae</i>	100
VII.2 - Etude de l'évolution de la population de <i>Bemisia tabaci</i>	101
VII.2.1 - Evolution des adultes de <i>Bemisia tabaci</i>	101
VII.2.2 - Evolution des larves de <i>Bemisia tabaci</i>	102
VII.3 - Evolution des populations des ailés de <i>Myzus persicae</i> et <i>Bemisia tabaci</i> traitées avec de l'extrait végétal aqueux de <i>Ruta graveolens</i>	103
VII.3.1- Effet de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> (50g/l)	103
VII.3.1.1- Effet de l'extrait sur les adultes ailés de <i>Myzus persicae</i>	103
VII.3.1.2- Effet de l'extrait sur les adultes ailés de <i>Bemisia tabaci</i>	106
VII.3.2- Effet de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> (100g/l)	107
VII.3.2.1- Effet sur les adultes ailés de <i>Myzus persicae</i>	107
VII.3.2.2 - Effet de l'extrait sur les adultes ailés de <i>Bemisia tabaci</i>	108
VII.4 - Efficacité d' <i>Encarsia formosa</i> contre l'aleurode des serres <i>Bemisia tabaci</i>	109
VII.4.1 - Evolution des populations des ailés de <i>B. tabaci</i> après lâcher	109
VII.4.2 - Nombre d'œufs de <i>B. tabaci</i> après lâcher d' <i>E. formosa</i>	111
VII.5 - Taux de parasitisme	113

CHAPITRE VIII

DISCUSSIONS

Introduction	118
VIII.1 - Evolution des populations de <i>Myzus persicae</i>	118
VIII.2 - Evolution de la population des adultes de <i>Bemisia tabaci</i>	120
VIII.3 - Evolution des larves de <i>Bemisia tabaci</i>	122
VIII.4 - Efficacité de l'extrait végétal aqueux de <i>Ruta graveolens</i> dans la lutte contre <i>Myzus persicae</i> et <i>Bemisia tabaci</i>	123
VIII.5 - Influence d'<i>Encarsia formosa</i> sur les aleurodes des serres	128
VIII.6 - Taux de parasitisme	130
Conclusion Générale et Perspectives	131
Références Bibliographiques	
Annexes	

Liste des tableaux et titres	Page
Tableau 01 : Températures requises pour les différentes phases de développement d'un pied de la tomate (Naika et al. 2005).	26
Tableau 02 : Production et superficie de piment sous serre au niveau de la wilaya de Biskra (D.S.A, 2014)	27
Tableau 03 : Température moyenne mensuelles de la région de Biskra durant la période 2013- 2014. (O.N.M., 2014)	83
Tableau 04 : Précipitation moyennes mensuelles en (mm) de la région de Biskra durant la période 2003-2014 (O.N.M., 2014)	83
Tableau 05 : Vitesses moyennes mensuelles des vents durant la période 2003-2014 exprimées en kilomètre par heure (O.N.M., 2014)	84
Tableau 06 : Taux d'humidité relative de la région de Biskra durant la période 2003-2014 (O.N.M., 2014)	84
Tableau 07 : Synonymes de <i>Bemisia tabaci</i> (Mound et Halsy, 1978)	89
Tableau 08 : Dates et doses de lâchers d' <i>Encarsia formosa</i> .	95
Tableau 09 : Analyse de la variance	106
Tableau 10 : Périodes de développement de différents stades larvaires de <i>Bemisia tabaci</i> (Q-biotope) à 05 différentes températures (Bonato et al., 2007)	122
Tableau 11 : Insecticides d'origines végétales commercialisés au Etats unis, (Isman et al., 2001) in (Ngamo et Hance, 2007)	126
Tableau 12 : Mortalité (%) des larves L4 de <i>Culex pipiens</i> en fonction de la concentration des extraits aqueux (%) de 5 espèces végétales après 24 heures d'exposition (Aouinty et al., 2006)	127
Tableau 13 : Introduction d' <i>Encarsia formosa</i> selon plusieurs auteurs, (Onillon, 1986)	128
Tableau 14 : Caractéristiques du potentiel biotique d' <i>Encarsia formosa</i> (Onillon, 1986)	129
Tableau 15 : Effectifs des populations des ailés de <i>Myzus persicae</i> sur tomate, variété "zahra", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra	Anx
Tableau 16 : Effectifs des populations des ailés de <i>Myzus persicae</i> sur piment, variété "corne de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra	Anx
Tableau 17 : Effectifs des populations des ailés de <i>Myzus persicae</i> sous traitements avec de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> (50g/l) sur tomate, variété "zahra", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra	Anx
Tableau 18 : Effectifs des populations des ailés de <i>Myzus persicae</i> sous traitements avec de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> (50g/l) sur piment, variété "corne de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra.	Anx

- Tableau 19** : Effectifs des populations des ailés de *Myzus persicae* sous traitements avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (100g/l) sur tomate, variété "zahra", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra. **Anx**
- Tableau 20** : Effectifs des populations des ailés de *Myzus persicae* sous traitements avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (100g/l) sur piment, variété "corne de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra. **Anx**
- Tableau 21** : Effectifs des populations des larves d'*Aleurodes* sur piment, variété "corne de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Mzeraa. **Anx**
- Tableau 22** : Effectifs des populations des ailés d'*Aleurodes* sur la variété de piment "corne de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Mzeraa. **Anx**
- Tableau 23** : Effectif des larves de *Myzus persicae* en fonction de cultures plantées sous serre, tomate, variété "zahra" et piment, variété "corne de gazelle", durant la période d'échantillonnage, en 2013/2014 dans la région de Biskra. **Anx**
- Tableau 24** – Effectifs des adultes ailés de *Bemisia tabaci* capturés durant la période d'échantillonnage (2013/2014), au niveau de la serre témoin et après lâchers d'*Encarsia formosa*, au niveau de la région de Mzeraa. **Anx**
- Tableau 25** : Evolution du taux de parasitisme des larves et des pupes de *Bemisia tabaci* par *Encarsia formosa* (parasitoïde, Hyménoptère) durant le cycle végétatif. **Anx**
- Tableau 26** : Evolution des populations de larves d'aleurodes. **Anx**
- Tableau 27** : Evolution des nombres moyens d'œufs sur feuilles. **Anx**
- Tableau 28** : Nombre d'œufs de *B. tabaci*, sur piment témoin et après lâcher d'*E. formosa* en fonction des facteurs climatiques (Température T°C et Humidité en %), au niveau de la serre, Mzeraa. **Anx**

Anx = Annexes.

Listes des figures et des photos

Liste des figures	Page
Fig. 01 : Schéma structural synthétique de la larve du 4 ^{ème} stade d'un Aleurode. (Pesson, 1951 in Benmessaoud, 2005)	46
Fig. 02 : Extrémité génitale de l'adulte femelle de <i>Dialeurodes citri</i> ASH. (X160)	50
Fig. 03 : Cycle évolutif de <i>Bemisia tabaci</i> (Gahanth1 et al. 1998).	57
Fig.04 : Limites géographiques de la Wilaya de Biskra et situation des Stations. (A.N.D.I ,2013 in D.S.A. 2014)	81
Fig. 05 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Biskra	85
Fig. 06 : Localisation de la région de Biskra au niveau de climagramme d'Emberger	86
Fig. 07 : pièges jaunes utilisés pour capturer les ailés d'aleurodes	90
Fig. 08 : Etapes de préparation des extraits aqueux de <i>Ruta graveolens</i>	91
Fig. 09 : Evolution de la population des ailés de <i>Myzus persicae</i> sur tomate, variété "zahra ", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra	99
Fig. 10 : Evolution de la population des ailés de <i>Myzus persicae</i> sur piment, variété "corn de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra	99
Fig. 11 : Corrélacion entre les effectifs de la population de <i>Myzus persicae</i> sur tomate, variété "zahra" et effectifs rencontrés sur piment variété "corne de gazelle". Station de Biskra	100
Fig. 12 : Moyenne des effectifs des larves de <i>Myzus persicae</i> capturées sur piment, variété "corn de gazelle" et tomate, variété "zahra", plantées sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra	101
Fig. 13 : Moyenne \pm écart type des effectifs des adultes de <i>Bemisia tabaci</i> capturés au niveau de la serre de piment, variété "corne de gazelle", durant la période d'échantillonnage 2013/2014 au niveau de la région de Mzeraa	102
Fig. 14 : Moyenne des effectifs \pm écart type des larves de <i>Bemisia tabaci</i> capturées au niveau de la serre de piment, variété "corne de gazelle", durant la période d'échantillonnage 2013/2014 au niveau de la région de Mzeraa	103
Fig. 15 : Evolution des populations des ailés de <i>Myzus persicae</i> sur tomate sous serre, variété "zahra", traitée avec de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> (50g/l) en 2013/2014 dans la région de Biskra	104
Fig. 16 : Evolution des populations des ailés de <i>Myzus persicae</i> sur piment sous serre, variété "corne de gazelle", traité avec de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> (50g/l) en 2013/2014 dans la région de Biskra	105
Fig. 17 : Evolution des populations des adultes de <i>Bemisia tabaci</i> sur piment sous serre, variété "corne de gazelle", avant et après traitement avec de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> (50g/l) en 2013/2014 au niveau de la région de Mzeraa	106
Fig. 18 : Evolution des populations des ailés de <i>Myzus persicae</i> sur tomate sous serre, variété "zahra", traitée avec de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> (100g/l)	107

en 2013/2014 dans la région de Biskra	
Fig. 19 : Evolution des populations des ailés de <i>Myzus persicae</i> , sur piment sous serre, variété "corne de gazelle", traité avec de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> (100g/l) en 2013/2014 dans la région de Biskra	108
Fig. 20 : Evolution des populations des ailés de <i>Bemisia tabaci</i> , sur piment sous serre, variété "corne de gazelle", traité avec de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> (100g/l) en 2013/2014 au niveau de la région de Mzeraa	109
Fig. 21 : Effectifs des adultes ailés de <i>Bemisia tabaci</i> capturés durant la période d'échantillonnage (2013/2014), au niveau de la serre témoin et après lâcher d' <i>Encarsia formosa</i> , au niveau de la région de Mzeraa	110
Fig. 22 : Nombre moyen d'œufs de <i>Bemisia tabaci</i> durant la période d'échantillonnage (2014) (B) et facteurs climatiques correspondantes, valeur relative maximale journalière de la température et humidité de la serre (A), au niveau de la région de Mzeraa	112
Fig. 23 : Evolution du taux de parasitisme en pourcentages des larves et pupes de <i>Bemisia tabaci</i> par <i>Encarsia formosa</i> en fonction de la température et de l'hygrométrie	113

Liste des photos

	Page Anx
Fig. 24 : Colonie de <i>Myzus persicae</i> sur feuille de piment variété "corne de gazelle"	114
Fig. 25 : Femelle aptère adulte à la face inférieure d'une feuille de tomate	114
Fig. 26 : Adulte mâle ailé de <i>Myzus persicae</i>	114
Fig. 27 : Adulte femelle ailé de <i>Myzus persicae</i>	114
Fig. 28 : Adulte d'aleurode des serres <i>Bemisia tabaci</i>	115
Fig. 29 : Adultes d'aleurodes des serres <i>Trialeurode vaporariorum</i>	115
Fig. 30 : Femelle de <i>Bemisia tabaci</i> déposant ses Œufs en cercle sur surface inférieure de la feuille de piment	115
Fig. 31 : Larve 1 ^{er} stade sortant d'œuf	115
Fig. 32 : Larve de 1 ^{er} stade se déplaçant et cherchant un endroit pour se fixer	115
Fig. 33 : Larve de 2 ^{ème} stade	115
Fig. 34 : Larve de 3 ^{ème} stade	116
Fig. 35 : Larve de 4 ^{ème} stade provenant d'une mue, libérant le miellat	116
Fig. 36 : Puppe d'aleurode des serres (apparaître des yeux rouges sur la partie postérieure et libérant le miellat sur la partie postérieure)	116
Fig. 37 : Sortie d'aleurode de sa puppe	116
Fig. 38 : Dépliage et séchage des ailles à l'aire libre après la sortie de la puppe	116
Fig. 39 : Elevage d' <i>E. formosa</i>	117
Fig. 40 : Sortie d'adulte d' <i>E. formosa</i> des pupes qui se répandent au niveau de la serre	117
Fig. 41 : Adulte d' <i>E. formosa</i> entrain de déposer son œuf dans la puppe de <i>Bemisia tabaci</i>	117
Fig. 42 : Pupes de <i>Bemisia tabaci</i> se noircissent (Porteuses de larves d' <i>E. formosa</i>)	117
Fig. 43 : Emergence d'un adulte d' <i>E. formosa</i> De la puppe de <i>Bemisia tabaci</i>	117
Fig. 44 : Trou sur le côté, indiquant une sortie d' <i>E. formosa</i> délassé sur la carcasse de	117

- la pupe
- Fig. 45** : Evolution des populations de la mouche blanche, puceron et acarien dans un milieu contrôlé (Rawash et *al.*, 1994) **119**
- Fig. 46** : Evolution des populations de larves de *B. tabaci* par feuilles selon les variétés en fonction du temps (Nzi et *al.*, 2010). **123**

Anx = Annexes

**INTRODUCTION GENERALE
&
CONTEXTE BIBLIOGRAPHIQUE**

Introduction générale

La population mondiale et Algérienne, ont doublé depuis la fin des années 70. Les besoins, de ces populations, en produits agricoles sains et riches, ont, aussi, doublés. Ainsi on peut dire que « Nous mangeons que ce que les insectes nous laissent » pour cette raison, et pour lutter efficacement contre ces fléaux, les producteurs des cultures maraichères font recours à une utilisation massive et abusive des pesticides qui peut conduire à la présence de résidus de pesticides sur les fruits, et au niveau des nappes phréatiques qui se répercute négativement sur la santé animale et humaine.

En effet, la serre, milieu confiné et climatisé, est très propice au développement de ravageurs et pathogènes. Pour lutter contre les maladies provoquées par ces organismes, la protection intégrée est utilisée depuis une quinzaine d'années en Europe. Au niveau européen, (Maisonneuve *et al.*, 2003) estiment que la France arrive au 2^e rang (derrière les Pays Bas) avec près de 2 000 ha de cultures légumières en protection biologique et intégrée (PBI). Les deux principales cultures concernées sont la tomate et le concombre, représentant chacune 65% et 12% des surfaces légumières en PBI. Elle consiste à associer différents moyens de lutte en réservant l'usage des produits chimiques aux situations pour lesquelles il n'existe pas d'autre solution ; elle intègre les moyens "naturels" de protection des cultures comme la lutte biologique, l'action sur les facteurs climatiques sous serre, les techniques culturales ; dans la majeure partie des conditions il semblerait que les facteurs climatiques et édaphiques entraînent une forte pression parasitaire qui limite considérablement la production de la culture.

Selon (Tarai, 2012) le piment, *Capsicum annuum*, occupe la deuxième place comme culture sous serre au niveau de la wilaya de Biskra et sa production couvre les besoins nationaux durant la période hivernale et printanière. Parmi les ravageurs redoutables et qui causent le plus de dégâts sur cette culture on note le puceron vert du pêcher, *Myzus persicae* et l'aleurode *Bemisia tabaci* (Tarai, 2012). Riche en éléments minéraux et en vitamines A, C et E (Philouze & Laterrot, 1992) et en antioxydants phénoliques (Vinson *et al.*, 1998) ; La tomate (*Solanum lycopersicum* (L.) ou *Lycopersicon lycopersicum* (L.) Korten ex Fawr.), est le légume le plus consommé au monde (Philouze & Laterrot, 1992). La production mondiale a rapidement augmenté au cours de la dernière décennie passant, de 110,2 millions de tonnes en 1994 à 145,8 millions de tonnes en 2010 provenant d'environ 6,5 millions d'hectares de culture (F.A.O., 2014). Cultivée sous toutes les latitudes (Pitrat & Foury, 2003) la production totale de la tomate en Algérie est de l'ordre de 12.000.000 qx pour une superficie 33.000 ha dont 30% sous serre ; (MADR ; 2012) ; Les surfaces cultivées de tomate sous serre sont en expansion rapide dans la région de Biskra, 100 000 serres à travers le territoire de la wilaya (D.S.A., 2011).

Toutefois, les exploitants agricoles de la wilaya de Biskra sont confrontés à certains ravageurs redoutables des cultures sous serres, notamment l'Aleurode ou Mouche blanche (Whitefly) *Bemisia tabaci* le puceron vert du pêcher *Myzus persicae* et *Tuta absoluta* qui causent

des dégâts énormes sur les cultures de piment sous serre. L'espèce *Mysus persicae* et *Aphis gossypii*, considérées dans la région de Biskra comme un des principaux ravageurs des cultures légumières (Achoura A. 2010). En effet, ils causent de nombreux dégâts sur les cultures sous serre notamment le piment, la tomate, le concombre, les fèves, et le melon. Ces cultures sont réalisées principalement sous serres, ce qui constitue un environnement clos et très structuré spatialement.

L'Aleurode, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera ; Aleyrodidae), est le ravageur majeur sur cette culture. Plusieurs biotypes de *B. tabaci* existent ; dont le plus répandu est le biotype B (Hanafi, 2000). On la trouve souvent sur la face inférieure du feuillage où elle suce la sève de la plante et l'affaiblit (Nguessan, 1986). Le climat chaud et humide sous serre favorise son développement toute l'année. La succion de la sève par les larves et les adultes de la mouche blanche et du puceron vert du pêcher, par leur système buccal de type piqueur suceur, entraîne des dégâts directs se traduisant par la diminution de la vigueur, la maturité précoce et une coloration irrégulière des fruits de tomate (Hanafi, 2000). Une présence intensive sur des feuilles de la fumagine due à ce ravageur diminue considérablement la photo synthèse et par voie de conséquence y aurait une diminution de la productivité de la plante de tomate (Hanafi, 2000).

Des déformations et des enroulements des feuilles du piment par le puceron vert du pêcher (Tarai, 2012).

Outre les dégâts causés par ce ravageur, on note que ; Des dégâts indirects occasionnés par la transmission de la virose TYLC sont beaucoup plus importants et dommageables (Fargette, 1994). Donc, la présence de quelques foyers de virus des feuilles jaunes en cuillère (TYLCV ou Tomato Yellow Leaf Curl Virus), un virus de groupe des géminivirus, transmis exclusivement par l'espèce de mouche blanche *B. tabaci*. (Delatte *et al.*, 2003). Ce virus cause un enroulement et jaunissement des feuilles de la tomate suivi d'un rabougrissement, et des feuilles ratatinés, frisées et les bords des feuilles qui sont enroulés vers le haut ou le bas.

La lutte chimique a montré ses limites : un nombre d'insecticides homologués en diminution et des résistances qui apparaissent (Cranham et Helle, 1985 ; Gough, 1990). Pour contrôler les populations de l'aleurode, diminuer le nombre de passage et l'utilisations des pesticides la Protection Biologique Intégrée (PBI) s'avère nécessaire voir cruciale ; (Brun *et al.*, 2004) ont signalé que la mise en œuvre de la (BPI) dans divers pays avec plus ou moins de succès. (Van Lenteren, 2000) note que des agents de lutte biologique sont utilisés depuis longtemps avec succès contre certains ravageurs des cultures sous serre. Démarrée dans les années 80 avec l'utilisation de l'auxiliaire *Encarsia formosa* sur la tomate contre l'aleurode des serres (*Trialeurodes vaporariorum*), la PBI mobilise maintenant une douzaine d'auxiliaires contre plusieurs types de ravageurs, aleurodes, pucerons, acariens, mineuses, principalement (Maisonneuve *et al.*, 2003). *Encarsia formosa* (Hymenoptera : Aphelinidae) prédateur rencontré au niveau de notre région avec des populations limitées, est utilisé principalement pour lutter contre *B. tabaci*.

Par ailleurs, La Protection Biologique Intégrée (PBI) est une stratégie alternative à la lutte chimique conventionnelle contre les ravageurs des cultures. Elle résulte d'un mariage équilibré entre la lutte raisonnée et la lutte biologique. Ainsi cette stratégie privilégie les méthodes

biologiques pour lutter contre les insectes ravageurs des cultures, et elle ne recourt aux traitements chimiques qu'en cas d'extrême nécessité. Donc ; elle propose de combattre les ravageurs des cultures en introduisant dans le milieu où ils se développent un de leurs ennemis, un organisme antagoniste. Souvent couplée à des techniques de conduite culturale, elle constitue une arme efficace et écologique. La PBI se caractérise par le maintien d'un équilibre entre les auxiliaires et les ravageurs sur la culture protégée. En phase avec la réglementation sanitaire, cette stratégie est particulièrement adaptée aux cultures sous serre.

Objectif de cette étude

Elle a pour but d'étudier l'évolution des populations d'adultes et de larves de (*Bemisia tabaci*) sur la culture de piment sous serre ; d'étudier l'évolution des populations du puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) sur la culture du piment et de la tomate ; d'examiner l'efficacité d'une lutte biologique en utilisant des lâchers d'un parasitoïde (*Encarsia formosa*) sur (*Bemisia tabaci*) et d'un traitement biologique à base d'extraits aqueux d'une plante (*Ruta graveolens*) sur ces deux cultures, au cours de campagne 2013/2014, et d'évaluer suite aux lâchers d'auxiliaires le taux du parasitisme d'*Encarsia formosa* sur ce ravageur redoutable de la culture du piment et de la tomate sous serre.

La mise au point d'un système de lutte biologique intégrée contre l'aleurode sous serre ; donc, une stratégie biologique préventive intégrée, contre la mouche blanche, dans la région de Biskra, cette stratégie est fondée sur une succession raisonnée de lâchers d'un auxiliaire parasitoïde, *Encarsia formosa* (Hymenoptera : Aphelinidae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera, Aleyrodidae) trouvée sur culture de piment sous serre, a permis d'éviter tout traitement chimique contre le ravageur sur cette culture, du début octobre à avril.

- L'objectif de cette étude est donc à terme de remplacer, en totalité ou en partie, les pesticides chimiques utilisés en agriculture sous serre.
- Maintenir et favoriser les populations d'auxiliaires utiles à la protection des cultures et présentes naturellement sur le site de l'exploitation.
- Connaître et développer les différentes techniques utilisées en protection intégrée.
- Comprendre la notion de gestion des populations.
- Connaître les principales étapes menant à la mise au point d'un programme de protection intégrée.

Cette méthode respectueuse de l'environnement et de la santé humaine s'inscrit pleinement dans une démarche plus globale d'une agriculture biologique et d'un développement durable.

CHAPITRE I

APERCU GENERAL SUR LA LUTTE BIOLOGIQUE ET INTEGREE

Introduction

Historiquement et depuis trois décennies, à l'échelle mondiale, et particulièrement au niveau des pays développés les superficies contrôlées biologiquement prennent de plus en plus d'importance et d'intérêts. On note qu'en 1970 les superficies à l'échelle mondiale consacrées pour la lutte biologique, ne comptait que 200 hectares de serres.

En 1995, y a augmentation des superficies qui ont atteint 14 000 ha sur un total de 300.000 ha. Cependant en France, on constate que la progression est très importante, passant de moins de 10 ha dans les années 1980 à plus de 1800 en 2001 (sur une superficie totale de 9000 ha) dont 1200 concernaient les cultures de tomates et 40 les cultures de melons (Maisonneuve, 1990).

Certain auteur notamment Hoffman et *al.*, (1994), ont mentionné que le concept de la lutte biologique sous sa forme « scientifique » contre les ravageurs, est connu pratiquement depuis plus d'un siècle et durant cette période des efforts considérables ont été réalisés pour développer cette méthode de lutte contre les ravageurs.

Boivin (2001), a mentionné que la lutte biologique est une méthode de lutte contre les populations d'espèces nuisibles par l'utilisation d'une autre espèce qui agit par prédation, parasitisme, pathogénicité ou compétition. Les méthodes de lutte biologique exploitent donc les mécanismes de régulation naturelle des populations de phytophages. Cette régulation résulte en un équilibre entre les insectes nuisibles et les auxiliaires dans l'environnement. « L'objectif de la lutte biologique est donc à terme de remplacer, en totalité ou en partie, les pesticides chimiques qui représentent actuellement la méthode la plus utilisée en agriculture et en foresterie pour protéger les cultures contre les ravageurs » (Boivin, 2001). Les résultats de la lutte chimique ne sont pas toujours satisfaisants à cause de l'apparition de souches

résistantes, des conséquences sur l'appauvrissement de la biodiversité et de la toxicité des produits utilisés par les hommes. Eilenberg *et al.*, (2001) considèrent que les agents majeurs de la lutte biologique sont des prédateurs, des parasitoïdes, des nématodes, ou des pathogènes contre les insectes nuisibles, des herbivores ou des pathogènes contre les mauvaises herbes ou des micro-organismes contre les pathogènes des plantes.

Parmi les prédateurs et les parasitoïdes nous retrouvons une longue liste d'antagoniste pouvant être utilisé en lutte intégrée contre les aleurodes (Clausen, 1940) ; (Boivin, 1999) et (Castane et Gabarra., 2003). Le contrôle biologique de l'aleurode des serres, *Trialeurodes vaporariorum*, avec le parasitoïde *Encarsia formosa* est appliqué commercialement avec succès dans plusieurs légumes de serre, comme la tomate (Van Lenteren & Woets, 1988).

En ce qui concerne les outils de lutte existants contre cet aleurode, il faut savoir que plusieurs matières actives sont disponibles pour contrôler chimiquement les populations vectrices du TYLCV. Cependant, plusieurs cas de résistance de *B. tabaci* aux matières actives ont été mis en évidence (pyrèthrinoides de synthèse, imidaclopride, pyriproxyfène...). Il est donc indispensable de faire recours au contrôle effectué par *B. tabaci* en associant plusieurs techniques de lutte (agronomiques, culturales, physiques, ...). En effet, cette espèce est attirée par la couleur jaune ce qui permet d'envisager l'emploi du piégeage chromatique à la fois pour mesurer l'abondance de ce ravageur au sein des parcelles (panneaux jaunes englués) mais aussi pour piéger massivement des individus à l'aide de bandes « roller » engluées (Naranjo *et al.*, 2003).

Elle ne peut fonctionner que si l'auxiliaire s'acclimate lui aussi dans son nouvel environnement. Dans le cas contraire, il est possible de répéter l'introduction de ces auxiliaires une ou plusieurs fois par saison en petite quantité.

Alors qu'*Eretmocerus* pond ses œufs sous la nymphe plutôt qu'à l'intérieur, car l'ovipositeur n'est pas puissant pour pénétrer la cuticule de la proie et il préfère donc la pénétration par l'orifice vasiforme (Hassell et Godfray, 1992). Le premier stade larvaire en forme de poire pénètre dans l'hôte par la face ventrale. Cependant, Van Lenteren *et al.*, (1980) ont constaté qu'*E. formosa* exécute une activité de tambourinage avec ses antennes sur la proie, plus courte avant son alimentation qu'avant l'oviposition. Les mouvements de perforation de la femelle avec l'ovipositeur étaient plus vigoureux. Ils ont duré plus longtemps, et ont été suivis d'immobilité et de pression de l'abdomen et de l'ovipositeur. La femelle peut présenter son ovipositeur plus d'une fois dans le même trou afin de l'agrandir

avant de s'alimenter. Les espèces d'*Eretmocerus* ne perforent pas le tégument dorsal, mais insèrent leurs ovipositeurs dans l'orifice vasiforme de La nymphe de l'Aleurode, perforent sa membrane et s'alimentent sur la blessure. La pénétration de l'orifice vasiforme avec l'ovipositeur est souvent un processus très raffiné et long.

La plupart des espèces sont arrhénotoques mais des espèces thélytoques ont été également signalées (Gerling, 1983). Le développement du mâle est légèrement plus rapide que celui des femelles (Foltyn et Gerling, 1985 in Benmessaoud, 2005).

Naranjo et *al.*, (2003), estiment la mortalité provoquée par les ennemis naturels existants dans le contexte d'autres agents de mortalité est important pour comprendre la contribution de la lutte biologique pour la suppression des ravageurs. Le contrôle ou la lutte biologique est défini comme l'utilisation d'organismes vivants (ou de leurs produits) pour réduire les pertes ou dégâts causés par des ravageurs (Eilenberg *et al.*, 2001).

Les pupes parasitées de couleur noire, sont facilement reconnaissables et repérables à l'œil nu. Lorsque la population d'aleurodes est constituée en grande partie de Bemisia, on utilise plutôt *Eretmocerus sp* (Hanafi, 2000). Les larves de l'Aleurode du tabac deviennent jaunes lorsqu'elles sont parasitées par *Eretmocerus sp* (Hanafi, 2000).

Eretmocerus mundus est originaire de la région méditerranéenne où il parasite spontanément l'Aleurode du tabac (Urbaneja et *al.*, 2003). Le taux de parasitisme peut atteindre 71% (Sharaf, 1982).

Actuellement, l'étude des prédateurs des aleurodes diffère considérablement de celle des parasitoïdes. Contrairement aux parasitoïdes, pour les prédateurs, il est souvent difficile d'établir le rôle direct en tant qu'ennemi des aleurodes et cela a été utilisé marginalement dans des projets biologiques de lutte (Miranda et *al.*, 1998 in Benmessaoud, 2005).

En raison du climat doux de la région méditerranéenne, l'introduction des aleurodes sous serre peut provenir des cultures de plein champ et de leur introduction avec les jeunes plantes (Boivin, 1999). Par conséquent, la régulation des populations d'aleurodes dans les cultures de pleins champs est essentielle pour la réussite de la lutte biologique des cultures sous abri (Castane et Gabarra, 2003).

Les résultats obtenus par certains auteurs avec *E. mundus* seul ou en combinaison avec *Macrolophus caliginosus* a fourni un grand niveau de réduction de la population des aleurodes. Cependant le lâcher seul de *Macrolophus caliginosus* ne peut pas réguler les

populations de *B. tabaci*. (Castane et Gabarra, 2003) et (Urbaneja et *al.*, 2003). Ces résultats suggèrent que *E. mundus* soit un bon agent de bio-contrôle de *B. tabaci*, en présence d'une colonisation spontanée de *M. caliginosus* sur les cultures. Ceci ne dérangerait pas l'action de *E. mundus*.

En ce qui concerne les différents systèmes agricoles il y a les facteurs de mortalité, abiotiques et biotiques, multiples qui agissent sur les populations d'insecte de ravageur. Ces facteurs peuvent être naturels, comme les ennemis naturels indigènes, ou synthétiques comme par exemple les insecticides ou les manipulations culturales. Estimer la contribution et l'effet de chaque facteur de mortalité peut être difficile en raison des interactions entre les facteurs ayant pour résultat les mortalités qui peuvent être remplaçables ou indispensables (Johnson et *al.*, 1992). Ce concept fait également référence à toute modification de l'environnement, dans le respect des règles écologiques de stabilité et d'équilibre, qui mène au maintien de ces organismes nuisibles sous un seuil économique (Vincent et Coderre, 1992).

I.1 - Définitions de la lutte biologique

Selon certain auteur notamment Boivin (2001), la définition du contrôle biologique ou la lutte biologique est considéré comme une méthode de lutte contre les populations d'espèces nuisibles par l'utilisation d'une autre espèce qui agit par prédation, parasitisme, pathogénicité ou compétition. Cependant, pour Eilenberg et *al.*, (2001), qui ont défini la lutte biologique comme étant l'utilisation d'organismes vivants (ou de leurs produits) pour réduire les pertes ou dégâts causés par des ravageurs et des organismes nuisibles.

Ils ajoutent que les agents majeurs de la lutte biologique sont des prédateurs, des parasitoïdes, des nématodes ou des pathogènes contre les insectes nuisibles, des herbivores ou des pathogènes contre les mauvaises herbes ou des micro-organismes contre les pathogènes des plantes. Donc, on peut dire qu'il faut connaître et appliquer sur terrain les mécanismes de régulation naturelle des populations de pathogènes qui favorisent un équilibre naturel entre les insectes nuisibles et les auxiliaires au niveau des différents environnements.

Vincent et Coderre (1992), soulignent que ce concept fait également référence à toute modification de l'environnement, dans le respect des règles écologiques de stabilité et d'équilibre, qui mène au maintien de ces organismes nuisibles sous un seuil économique.

Pour certains auteurs, si la lutte biologique contre certaines espèces de pucerons des serres a été couronnée de succès (Rabasse *et al.*, 1989). La lutte biologique contre *A. gossypii*, dans les conditions climatiques des serres méditerranéennes, reste très peu efficace (Moustiri-Guenaoui, 1988). Cependant, de nombreuses espèces de parasitoïdes sont connues pour attaquer naturellement *A. gossypii*, notamment celle du genre *Aphidius*, *Lysiphlebus* et *Trioxys* (Van Steenis, 1992). Les plus étudiées sont *Aphidius colemani* et *Lysiphlebus testaceipes* (Van Steenis, 1992).

De bons résultats en termes de contrôle des populations de pucerons ont été obtenus avec l'introduction de larves de coccinelles. Un des inconvénients à l'utilisation de prédateur est qu'il est incapable de persister en serre et des introductions répétées sont nécessaires, ce qui pose ensuite des problèmes d'ordre économique.

Pour Christelle (2007), l'introduction des auxiliaires de lutte peut se faire de différentes manières :

_ **Lâchers inondatifs** : un très grand nombre d'auxiliaires de lutte, produits en masse, sont lâchés dans le but de réduire rapidement la population de ravageurs sans obtenir forcément un effet durable. L'agent de lutte est ici utilisé comme un insecticide, dont seul l'effet immédiat compte. Dans ce cas, seule la génération lâchée d'auxiliaires est efficace.

_ **Lâchers inoculatifs** : les parasitoïdes sont lâchés en nombre restreint dans le but d'agir sur plusieurs générations (pendant la durée limitée de la culture) et de maintenir la population de ravageurs à faible densité.

_ **Acclimatation** : quelques individus d'une population d'entomophages exotiques sont introduits dans l'environnement dans le but d'instaurer un équilibre durable entre le puceron et le parasitoïde et de maintenir en permanence la population de ravageurs à faible densité. Cette stratégie de lutte biologique est inadaptée aux cultures saisonnières dans la mesure où la durée de la culture est limitée.

I.2 - Définition de la lutte intégrée

Utilisée pour lutter contre les ravageur et/ou maladie en faisant recourir à une lutte combinée, donc, cette méthode de lutte, consiste à associer différents moyens de lutte en réservant l'usage des produits chimiques aux situations pour lesquelles il n'existe pas d'autres solutions ; elle intègre les moyens « naturels » de protection des cultures comme la lutte biologique, l'action sur les facteurs climatiques sous serre, les techniques culturales.

Cependant, le but de la lutte chimique est d'éliminer les espèces nuisibles, toutefois, la lutte intégrée cherche à maximiser les profits en utilisant tous les moyens à sa disposition,

pour cette raison, la lutte chimique peut donc être envisagée pour des cas critiques, mais la priorité est toujours donnée à l'approche biologique.

Dernièrement, on a constaté que des champignons entomopathogènes (*Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*), ont également été homologués en France pour lutter contre les aleurodes, et leur efficacité avec les conditions climatiques sous serre en climat méditerranéen a été examinée (Fargues *et al.*, 2003). Contrairement aux phénomènes rencontrés dans d'autres systèmes avec les préparations à base de *Bacillus thuringiensis*, la durabilité des auxiliaires et myco-insecticides utilisés sous serre n'a pas été remise en question par l'apparition de variants résistants. Cependant, le spectre d'hôte généralement étroit des produits existants limite leur efficacité en cas d'introduction de nouvelles espèces de ravageurs, comme par exemple le thrips *Frankliniella occidentalis* dans les années 1990, et récemment, l'aleurode *Bemisia tabaci* et les punaises *Nesidiocoris tenuis*, *Nezara viridula* (Trottin-Caudal *et al.*, 2008). Ces introductions ont été particulièrement préoccupantes du fait de la capacité de certains de ces ravageurs à transmettre des virus (TSWV, et plus récemment TYLCV, ToCV, TICV) classés comme parasites de quarantaine (Dalmon *et al.* 2003). Cette situation incite les serristes à recourir à des insecticides, et remet en question la PBI tant que des méthodes alternatives ne sont pas développées contre les nouveaux ravageurs et les maladies qu'ils transmettent.

Tandis que pour certains auteurs notamment Ryckewaert (1998), la limitation des populations de ravageurs peut se faire par des méthodes complémentaires :

- respect de la prophylaxie au niveau de l'exploitation : protection de la pépinière, choix des parcelles par rapport au vent, élimination des vieilles cultures, vide sanitaire, choix de variétés bien adaptées, bonne conduite des plantes (irrigation, fertilisation, désherbage...);
- lutte chimique raisonnée par le choix du moment d'application (seulement quand les populations d'un ravageur deviennent trop importantes) et par le choix de pesticides les plus inoffensifs possibles pour les auxiliaires. Il convient également de respecter les doses prescrites, le mouillage pour une surface donnée, les délais d'emploi des produits avant récolte et d'alterner les familles chimiques de pesticides pour éviter les phénomènes d'accoutumance.
- lutte biologique : réalisée par les auxiliaires (prédateurs, parasitoïdes, entomopathogènes) soit naturels soit introduits dans la culture, n'est possible que si la lutte chimique est raisonnée ;
- moyens biotechniques : basés sur le comportement de certains insectes qui sont attirés par différents attractifs visuels (couleur) ou olfactifs (aliments, phéromones...).

L'utilisation des méthodes de lutte biologique doit être envisagée dans un contexte de protection intégrée. Ceci suppose une compatibilité de l'ensemble des interventions phytosanitaires entre elles, avec la gestion du climat de la serre ainsi qu'avec le reste des pratiques liées à la production. La gestion par le serriste de cet ensemble complexe d'interactions pose des difficultés techniques considérables.

I.3 - Objectif de la lutte biologique intégrée

Boivin (2001), note que le recours aux méthodes et technique de la lutte biologique, est bien, dans une perspective de remplacer à terme, en totalité ou en partie, les pesticides chimiques qui représentent actuellement la méthode la plus utilisée en agriculture et en foresterie pour protéger les cultures contre les ravageurs.

Suite aux inconvénients dus à la lutte chimique répétée, particulièrement l'apparition de souches résistantes ainsi que des conséquences sur l'appauvrissement de la biodiversité et de la toxicité des produits utilisés par l'homme. Greathead (1992) et Mills (2005), ont souligné que les prédateurs, utilisés en lutte biologique, ont montré bien des inconvénients, notamment dus à leur grande polyphagie entraînant des impacts importants sur des populations non ciblées au départ. Par contre, les parasitoïdes ont prouvé qu'ils étaient bien plus prometteurs comme agent de lutte contre des insectes ravageurs. Cependant, eux aussi, selon Mills (2005), possèdent également quelques inconvénients comme leur délai d'action ou leur fragilité, mais également ils présentent quelques avantages que (Mills, 2005) a soulignés, notamment.

- Une réponse positive aux patches à fortes densités d'hotes, accompagnée d'une bonne capacité de dispersion.
- Un temps de génération court.
- La production d'un grand nombre de descendants femelles.
- Une bonne spécificité vis-à-vis des hôtes.

I.4 - Concept et généralités sur la notion du parasitoïde

Terme introduit par Reuter en 1913, un parasitoïde est un insecte qui se développe sur ou dans un autre organisme, son hôte ; il en tire sa subsistance et le tue comme résultat direct ou indirect de son développement (Godfray, 1994).

Les parasitoïdes ont donc un comportement intermédiaire entre les parasites et les prédateurs puisqu'ils ont besoin d'un autre organisme pour se développer et qu'ils tuent toujours les hôtes qu'ils attaquent (Godfray, 1994). Cependant, ils ne sont parasites qu'à l'état larvaire, la phase adulte étant toujours libre. Le succès reproducteur de ces organismes dépend directement du nombre et de la qualité des hôtes qu'ils exploitent au cours de leur vie parasitaire.

Toutefois, parmi les entraves de la lutte biologique sur le terrain est celle qui consiste à la rencontre entre le parasitoïde et le ravageur, à ce fait, il semblerait que pour produire et lâcher le parasitoïde sont deux étapes indispensables pour réussir cette lutte, car le parasitoïde pond préférentiellement dans les jeunes femelles du ravageur. Sur le terrain, ce stade est difficilement repérable. Pour cette raison, il faudrait mettre en place une technique permettant de favoriser la rencontre entre l'auxiliaire et le stade - hôte du ravageur demeure indispensable pour la réussite d'une lutte biologique.

On trouve essentiellement les espèces de parasitoïdes chez les Hyménoptères (à 75%) et les Diptères à environ 20% (Boivin, 1996) in (Christelle, 2007).

I.5 - Différentes interactions, hôte – parasitoïde

Les interactions et les réactions de l'hôte vis-à-vis des parasitoïdes peuvent être de différentes manières. Godfray (1994), note que les parasitoïdes se sont adaptés à une très grande variété d'hôtes. Les femelles des parasitoïdes peuvent déposer leurs œufs à l'intérieur de l'hôte (il s'agit alors d'endo-parasitoïdes), ou à l'extérieur de l'hôte (on parle alors d'écto-parasitoïdes). Godfray (1994), considère qu'il y a deux sortes de parasitoïdes qui sont les grégaires et les solitaires ; dans le cas des parasitoïdes grégaires, on trouve plusieurs individus se développant dans un même hôte, tandis qu'un seul individu se développe par hôte chez les parasitoïdes solitaires.

En ce qui concerne la durée relative de l'interaction entre l'hôte et le parasitoïde, Askew et Shaw (1986), ont noté qu'elle est très importante et l'on distingue ainsi les espèces idiobiontes qui tuent et exploitent rapidement leurs hôtes, et des espèces koïnobiontes qui permettent à leurs hôtes de continuer plus ou moins normalement leur développement avant de succomber sous l'effet du développement parasitaire. De son côté Godfray (1994), a ajouté que les parasitoïdes s'attaquent à différents stades de leurs hôtes selon les espèces : les œufs (*Trichogrammatidae*), les larves (*Braconidae*), les pupes (*Tachinidae*) ; les adultes sont par contre rarement attaqués.

Godfray (1994), note aussi que dans certain cas, le parasitisme peut avoir lieu lorsque l'hôte est au stade œuf mais avec un développement du parasitoïde suffisamment lent ou différé pour s'achever beaucoup plus tardivement lorsque l'hôte atteint un stade larvaire (parasitoïde ovo-larvaires) ce qui est le cas chez *Ascogaster quadridentat* Wesm (Hymenoptera : Braconidae), ou le stade puce

(parasitoïdes larve-pupes) comme c'est le cas chez *Neoplectops pomonella* Schnabl (Diptera : Tachnidae).

Stireman et Singer (2003), notent que le nombre d'espèces susceptible d'être infestées avec succès varie considérablement d'une espèce de parasitoïde à l'autre, c'est-à-dire que le taux de parasitisme diffère d'un parasitoïde à un autre ; il a ajouté également l'exemple de certains Tachinides qui sont hautement généralistes (ou polyphages) et peuvent parasiter plusieurs dizaines d'espèces d'hôtes dans des familles différentes. Alors que Stireman et *al.*, (2006), soulignent que de nombreuses espèces de parasitoïdes sont en revanche spécialisées sur une ou quelques espèces seulement. Cependant, le facteur le plus important à souligner en ce qui concerne les taux de réussite ou de succès du parasitisme dépend, comme l'indique Hance et *al.*, (2007), d'une part de la capacité des femelles parasitoïdes à localiser leurs hôtes, et d'autre part de la capacité des larves de parasitoïdes à éviter la réponse immunitaire des hôtes.

I.6 - Prédateurs de la mouche blanche

Selon plusieurs chercheurs qui ont mentionné la présence de prédateurs d'aleurodes pouvant réduire les populations de celle-ci ; Les insectes prédateurs se nourrissent au dépend des autres organismes en consommant plus d'un individu afin d'atteindre le stade adulte la coccinelle: *Clitostethus arcuatus* (Rossi) s'alimente d'adultes de mouches blanches (Bathon et Pietrzik, 1986), et *Delphatus pusillus*, est capable, à l'état adulte de dévorer jusqu'à 160 œufs ou 12 larves de 4^{ème} stade d'Aleurode par jour; et à l'état larvaire jusqu'à 1000 œufs par jour.

Gameel (1974), a signalé que les œufs de la mouche blanche du tabac, sont prédatés par les jeunes stades larvaires d'Acariens, principalement, ceux appartenant aux genres *Amblyseius*, *Euseius* et *Typhlodromus* et de très nombreux Arthropodes prédateurs sont susceptibles de consommer les mouches blanches : Acariens et Insectes tels que les Anthocorides, Coccinellides, Chrysopides, Hemerobides et la plupart des Mirides. Toutefois, la spécificité de ces prédateurs reste liée à la présence et à l'abondance des proies. Les punaises Mirides ont plus besoin de la plante pour insérer leurs œufs dans les tissus végétaux. Les cultures appartenant à la famille des Solanacées et des Cucurbitacées sont les plus importantes.

Hanafi (2000), souligne que la punaise *Macrolophus caliginosus* Wagner (*Heteroptera* : *Miridae*), prédateur actif des stades immatures de l'Aleurode des serres est largement employée sur tomate en Europe et en Amérique du Nord sur l'Aleurode du tabac, en combinaison avec les parasitoïdes et l'adulte de cet insecte peut vider entre 40 et 50 œufs d'Aleurode par jour.

La faune prédatrice de 6 espèces de mouches blanches composée de quatre ordres d'insectes et deux ordres d'arachnides sont cités. Ils représentent pratiquement tout ce qu'on peut connaître des prédateurs des mouches blanches. Les *Coccinellides* sont importants sous les climats chauds quand les ravageurs sont présents toute l'année (Gerling, 1989). Tandis que, Bas et al., (2003), indiquent que *M. caliginosus*, est un prédateur omnivore qui s'alimente des proies d'aleurodes (*B. tabaci* et *T. vaporariorum*), et plusieurs autres ravageurs de la tomate. C'est une punaise originaire du sud méditerranéen et a une activité prédatrice. Il se nourrit surtout d'aleurodes (proie préférentielle), mais aussi de pucerons, d'acariens et de sucs végétaux (ce qui peut d'ailleurs provoquer des dégâts sur les fleurs de *Gerbera* par exemple). Son cycle de développement est relativement long (47 jours à 20°C).

Certaines de ces espèces prédatrices sont actuellement employées pour la lutte contre des aleurodes sur certaines cultures sous abri serre. Les populations des deux espèces d'aleurodes sont concurremment présentes dans beaucoup de secteurs de la région méditerranéenne et le rôle de ce complexe prédateur sur la lutte de *B. tabaci* dans les cultures végétales sera très important à prévoir (Fernandez, 2003.a).

Introduction d'une punaise très proche de *Macrolophus caliginosus*, la *Nesidiocoris tenuis*, est endémique du sud de la méditerranée, sur une culture de tomate sous serre dans la région du Tenerife ont montré que ce prédateur ne provoque aucun dégât sur cette culture, et qu'au contraire, cette punaise pouvait consommer jusqu'à 335 nymphes de *T. vaporariorum* et de *B. tabaci* (Carneo-Hernandez et al., 2000).

Pour évaluer la capacité prédatrice du *Macrolophus caliginosus* et de *Nesidiocoris tenuis* sur les aleurodes, des investigations préliminaires ont été entreprises sous serre et en laboratoire par (Nannini, 2003). Les enquêtes de terrain ont été effectuées dans le sud de la Sardaigne, sur des plants de tomate d'hiver infestés par *B. tabaci* et *T. vaporariorum*. Après le lâcher de 1 à 8 prédateurs par m², les populations d'aleurodes et de *Miridae* ont été surveillées mensuellement tout au long de la saison de croissance. Les rapports de prédateur/proie, l'abondance de l'Aleurode et le taux de prédation ont été étudiés. En raison de sa capacité prédatrice plus élevée à de basses densités de proie, *N. tenuis* a semblé être plus efficace que *M. caliginosus* en réduisant les infestations d'aleurodes.

I.7 - Différents types de luttes biologiques

I.7.1 - Lutte biologique classique ou lutte biologique par acclimatation

De nombreuses espèces d'insectes se sont acclimatées en dehors de leur aire d'origine elles ont généralement été transportées par l'homme ou sont arrivées accidentellement certaines de ces espèces sont des ravageurs des cultures et dans leur nouvel environnement, elles ne rencontrent pas d'ennemis naturels, et peuvent ainsi rapidement causer des dommages d'importance économique. La lutte biologique classique consiste à aller chercher des antagonistes dans la zone d'origine de ce nouveau ravageur. Il s'agit donc d'introduire une nouvelle espèce dans un environnement afin de contrôler des ravageurs qui sont également exotiques, et précédemment introduits. Par exemple, la cochenille australienne *Icerya purchasi* Maskell (Hemiptera : Margarodidae) a fait l'objet de la première opération de lutte biologique à grande échelle. Elle a été introduite accidentellement en 1868 aux Etats-Unis et en l'absence de ses ennemis naturels, son taux de multiplication très élevé a conduit à l'observation de dégâts d'importance économique sur les cultures d'agrumes. Dix ans plus tard, ce ravageur menaçait de provoquer l'effondrement complet de l'agrumiculture. Pour lutter contre ce ravageur, la coccinelle *Rodolia cardinalis* Mulsant (Coleoptera : Coccinellidae) a été introduite en 1888 en Californie. Cette introduction représente un des premiers grands succès et le point de départ de la lutte biologique classique moderne (Greathead 1992).

I.7.2 - Lutte biologique par conservation

L'objectif est de modifier l'agrosystème ou les pratiques culturales afin de protéger et de favoriser la présence d'ennemis naturels locaux, facilitant ainsi leur capacité à contrôler les populations d'insectes nuisibles à un seuil économiquement satisfaisant (Hance *et al.*, 2007). Ce type de lutte biologique nécessite de connaître les conditions requises pour la survie et la multiplication des ennemis naturels. A l'heure actuelle, cette forme de lutte biologique est probablement la moins développée. Néanmoins, différentes stratégies ont été mises au point Landis *et al.* (2000), 1- Créer des abris ou des microclimats susceptibles de favoriser l'installation et la pérennisation des auxiliaires. 2- Mettre en place des sources de nourriture pour les auxiliaires adultes. 3- Protéger les ennemis naturels contre les pratiques agricoles qui les détruisent.

I.7.3 - Renforcement des populations d'ennemis naturels par lâchers inondatifs

Il est aussi possible de renforcer l'action des ennemis naturels préexistants en les élevant en masse et en les relâchant en grand nombre dans l'environnement au moment où les populations de ravageurs dépassent un certain seuil. Le but de cette méthode est de détruire

rapidement les ravageurs. Par exemple, il a été démontré qu'il faut lâcher 20.000 *Aphidius rhopalosiphii* De Stefani-Peres (Hymenoptera ; Braconidae) / ha chaque année pour lutter contre le puceron des céréales *Sitobion avenae* Fabricius (Homoptera ; Aphididae) en Belgique. La pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* Hübner est traitée au champ depuis plusieurs années avec succès par des lâchers inondatifs et saisonniers de 200.000 à 400.000 parasitoïdes de l'espèce *Trichogramma maidis* Pintureau et Voegelé (Hymenoptera, Trichogrammatidae) / ha dans le sud de la France.

Les lâchers inondatifs peuvent aussi être utilisés pour la lutte biologique sous serre, car les ennemis naturels ne pénètrent pas facilement dans les serres et il est donc nécessaire de renforcer leur action. De plus, les serres étant un milieu fermé, les parasitoïdes relâchés ne se dispersent pas et ce type de lutte présente souvent de bien meilleurs résultats que la lutte biologique au champ. Actuellement, des programmes de lutte biologique sont appliqués dans plus de 37000 ha sous serre, Van Lenteren (2006), en relâchant 2500 à 10 000 individus par hectare, van Lenteren (2003a), et donc au total plusieurs milliards d'individus. Par exemple, pour la lutte biologique contre la mouche blanche *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera ; Aleyrodidae), un ravageur important des cultures de légumes et des plantes ornementales sous serre, on relâche régulièrement le parasitoïde *Encarsia formosa* De Santis (Hymenoptera ; Aphelinidae) lors des pics de présence du ravageur (Van Lenteren & Woets ; 1988). Actuellement, les ennemis naturels sont utilisés sur 100.000 ha en Europe et sur une superficie totale mondiale estimée à 16 millions d'hectares (Van Lenteren, 2003a).

Les facteurs principaux pour le succès de cette méthode sont d'être capables de produire une grande quantité d'ennemis naturels au même moment et de déterminer le moment optimal où lâcher ces ennemis pour qu'ils soient efficaces contre les ravageurs (Hance, et al., 2007). Pour cela, il est nécessaire de mettre au point des techniques d'élevage en masse de ces insectes. C'est pourquoi de nombreuses recherches se focalisent sur cet objectif. Les résultats de ces études ont montré que le stockage au froid semble la méthode la plus efficace pour conserver de grandes quantités de parasitoïdes avant de les lâcher dans l'environnement (Hance, et al., 2007).

I.8 - Lutte Biologique intégrée contre les ravageurs

I.8.1 - Descriptions

C'est un ensemble de pratiques culturales et de luttes biologique mis en œuvre pour contrôler les ravageurs, dont la base est constituée par l'introduction d'organismes vivants

dans l'agro système semi-clos des serres. Donc, c'est la combinaison de deux méthodes de lutte contre les ravageurs associant la lutte biologique à la protection intégrée (Brun *et al.*, 2004).

La lutte biologique consiste à combattre un organisme nuisible par l'utilisation de mécanismes naturels appartenant soit au règne animal soit au règne végétal, ou qui en dérivent; tandis que la protection intégrée est une application rationnelle d'une combinaison de mesures biologiques, chimiques, physiques, et culturelles mettant en œuvre l'amélioration des végétaux.

Il semble que l'emploi de préparations phytopharmaceutiques y est limité au strict nécessaire pour maintenir les populations d'organismes nuisibles au-dessous du seuil à partir duquel apparaissent des pertes ou des dommages économiquement inacceptables.

Certains auteurs notamment, Brun *et al.*, (2004), ont signalé que La Protection Biologique Intégrée (PBI) est mise en œuvre dans divers pays avec plus ou moins de succès.

Le concept d'une gestion raisonnée et intégrée des problèmes phytosanitaires a été fortement porté et popularisé par les actions de l'Organisation Internationale de la Lutte Biologique (OILB). Depuis la création (dès 1968) d'un Groupe de Travail "Lutte Intégrée sous Serre" au sein de cette organisation, Boller (2005). La limitation des populations de ravageurs peut se faire par des méthodes complémentaires (Ryckewaert, 1998). A la protection biologique intégrée (PBI), anciennement appelée lutte biologique, sont associées diverses méthodes visant à favoriser l'installation et l'efficacité des auxiliaires introduits ou pour compléter leur action. Ces méthodes d'accompagnement font appel à des actions physiques, chimiques, ou relatives au matériel végétal et à sa conduite (Bonato et Bousquet, 2007).

Leurs efficacités partielles se cumulent et s'intègrent au sein de la stratégie pour la rendre plus efficiente. Sur tomate, elle se fait en utilisant les spécialités contenant les hyménoptères *Encarsia spp*, *Eretmocerus spp*, et *Amitus spp*. D'autres agents de lutte biologique peuvent être utilisés, tels que *Macrolophus caliginosus* (punaise prédatrice), *Paecilomyces fumosoroseus* et *Leucanicilium lecanii* (deux champignons entomopathogènes). Cependant, peu d'espèces ont été étudiées pour le contrôle de *B. tabaci*, à l'exception d'*Encarsia Formosa* (Gahan), *Eretmocerus mundus* (Mercet) et *Eretmocerus eremicus* (Howard) (Bonato et Bousquet, 2007).

Jeannequin *et al.* (2005), mentionnent que la culture sous abri présente certes des faiblesses, mais aussi des atouts significatifs. Un de ses atouts majeurs est la place importante

et le succès de la mise en œuvre de protection intégrée pour gérer la santé des cultures et la lutte intégrée fait recours généralement la protection biologique contre les ravageurs lorsque tous les facteurs le permettent. Dans le cas où la population des ravageurs devient trop importante, entraînant des nuisances économiques, des applications de « produits classiques » sont envisagées mais toujours de la manière la plus raisonnée.

Dans le cadre de la lutte intégrée sous serres, il paraît donc intéressant de disposer de variétés résistantes capables de réduire de potentiel de multiplication des ravageurs afin d'optimiser l'usage d'entomophage ; donc c'est un système de lutte aménagée qui, compte tenu du milieu particulier et de la dynamique des populations des espèces considérées, utilise toutes les techniques appropriées de façon aussi compatible que possible en vue de maintenir toutes les populations de ravageurs à des niveaux où ils ne causent pas de dommages économiques, ce type de lutte ne peut fonctionner que si l'auxiliaire s'acclimate lui aussi dans son nouvel environnement. Dans le cas contraire, il est possible de répéter l'introduction de ces auxiliaires une ou plusieurs fois par saison en petite quantité.

Selon plusieurs auteurs, notamment Tarai (2012), qui souligne que *B. tabaci* est une espèce polyvoltine et cosmopolite. Les moyens de lutte à envisager, ne peuvent se réaliser que dans le cadre d'un programme de lutte intégrée.

L'utilisation raisonnée des parasitoïdes et des prédateurs, sous la forme de lâchers en complément à d'autres moyens plus classiques et très peu efficaces, est un moyen adéquat pour lutter contre les ravageurs des cultures. Plusieurs ennemis naturels sont connus comme prédateurs ou parasites de *B. tabaci*. Comme nous le connaissons que *B. tabaci* est une espèce polyvoltines et cosmopolites. Les moyens de lutte à envisager, ne peuvent se réaliser que dans le cadre d'un programme de lutte intégrée.

La lutte biologique intégrée préserve l'équilibre naturel de la faune, elle n'affecte pas les cultures et les coûts de sa mise en place sont moins onéreux que ceux engendrés par une lutte chimique.

Selon certains auteurs, notamment Al-Zyoud (2008), qui a indiqué que la combinaison harmonieuse de mesures préventives, chimiques et biologique semble être la plus adéquate. Au cours de ces dernières années, c'est le terme de parasitoïde qui est employé, pour le différencier du parasite qui dans certains domaines peut être nuisible.

Les résultats de surveillance de la population de Bemisia et les symptômes de T.Y.L.C.V sur la tomate sous serre avec la gestion intégrée du ravageur combinant l'utilisation des prédateurs

tels que *Macrolophus* et des insecticides comme les Pyriproxifenes ont donné un résultat assez satisfaisant dans la limitation des densités de populations de *Bemisia* (Martin, 2003).

Les jeunes stades larvaires du parasitoïde se nourrissent par osmose de l'hémolymphe de l'hôte. L'utilisation d'*E. formosa* en lutte biologique a donné d'excellents résultats à travers le monde. Le niveau de parasitisme, lorsque les 2 espèces d'aleurodes sont présentes est de 72% sur *T. vaporariorum*, et de 28% sur *B. tabaci* (Boisclair et al., 1990).

Une action prédatrice sur les jeunes stades larvaires de *T. vaporariorum* (Alphen et al., 1976) quand à Onillon (1978), pour lui elle présente une action parasitaire sur les larves des trois derniers stades de ce ravageur.

I.9 - Importance de combinaison de plusieurs parasitoïdes dans un programme de lutte intégrée (BPI)

Deux espèces ne sont pas susceptibles d'être identiques dans leur efficacité pour exploiter une ressource donnée. La plus petite différence réside entre chaque capacité des espèces à exploiter la ressource. L'espèce la moins efficace sera éliminée à moins qu'elle occupe les places suffisamment différentes de sa concurrente (Ayala, 1971).

Une espèce aura un avantage relatif si les deux espèces concurrencent pour la même ressource limitée (Liu et al., 1994). L'espèce la plus efficace augmentera graduellement en nombre relativement à l'espèce la moins efficace, jusqu'à ce qu'elle élimine cette dernière (Hardin, 1960); alors que pour Liu, et al., (1994), ont mentionné que la charge des deux espèces sur la même ressource, telle que les insectes phytophages, qui ont rarement une nourriture limitée, peut coexister. Les deux espèces d'aleurodes, *Bemisia tabaci* et *Trialeurodes vaporariorum*, se retrouvent sur beaucoup de plantes ornementales et légumières en serre de production en même temps, en particulier pendant la période d'infestation.

I.10 - Importance de la qualité du parasitoïdes

Dans les programmes de lutte biologique, le nombre de parasitoïdes produits est important, mais il faut ensuite s'intéresser à la qualité des individus produits (Van Lenteren 2003b).

L'amélioration de la qualité dans la production commerciale des ennemis naturels a été l'objectif majeur de l'association des producteurs de lutte biologique naturelle en Amérique du Nord et en Europe pendant les dernières années (Van Lenteren 2003a).

Par exemple, il y a 26 entreprises en Europe et 10 entreprises en Amérique du Nord (Van Lenteren 1997). Beaucoup plus d'espèces d'ennemis naturels sont disponibles dans le commerce en Europe qu'aux États-Unis, principalement en raison de l'effet d'une industrie plus importante en Europe (Van Lenteren *et al.* 1997). Le nombre d'espèces d'ennemis naturels vendus, est passé de moins de 10 espèces en 1970 à plus de 125 espèces en 2000 (Sigsgaard, 2005).

La qualité des ennemis naturels a été évaluée par l'Organisation Internationale de Lutte Biologique selon les critères suivants Sigsgaard (2005), le sex-ratio (au moins 50% de femelles), le nombre de femelles à relâcher par hectare, la longévité, la fécondité et la capacité à parasiter des hôtes.

Le succès de la lutte biologique commerciale est principalement dépendant de la qualité des ennemis naturels, qui sont produits par l'élevage en masse dans ces entreprises.

Lors de la production, il est nécessaire de vérifier si un ennemi naturel est toujours capable de contrôler le ravageur lors du lâcher inondatif ou du lâcher inoculatif en particulier en culture sous serre (Sigsgaard, 2005).

Pour assurer le succès d'un programme de lutte biologique, la qualité des parasitoïdes émergeant après le stockage est essentielle. Pour un producteur d'insectes destinés à être utilisés lors de lâchers inondatifs, il est important que ces insectes soient efficaces sur le terrain. Les qualités recherchées pour un programme de stockage sont un fort taux d'émergence, la production d'un nombre maximal de femelles, une fécondité importante de ces femelles en particulier en début de vie, et la production d'individus capables d'avoir les comportements adéquats après le stockage (capacité pour les mâles à rechercher des femelles et à s'accoupler avec capacité de ponte des femelles). Ces facteurs peuvent aussi être appréciés à travers le taux d'accroissement des individus après différents programmes de stockage. Les différents points liés à la qualité des émergents obtenus après stockage seront présentés ci-dessous : tout d'abord, les paramètres permettant de mesurer le fitness des émergents, puis les aspects de production liés au taux d'accroissement.

I.11 - Notion de qualité et fitness

Un indicateur de la qualité chez les parasitoïdes est la taille, car il a été démontré que la taille influence un grand nombre de traits de vie. Dans la majorité des études on observe que le fitness augmente avec la taille chez différentes espèces des parasitoïdes (Godfray,

1994). Une grande taille pourrait influencer positivement le fitness des femelles en affectant leur capacité de recherche d'hôtes indique Visser (1994), leur longévité, et leur fécondité (Roitberg *et al.*, 2001). De la même façon, une grande taille pourrait influencer positivement le fitness des mâles en déterminant leur longévité, l'issue de la compétition avec d'autres mâles pour les femelles, leur mobilité et leur capacité à localiser des femelles (Grant *et al.*, 1980 ; Sagarra *et al.*, 2001), ainsi que leur capacité d'accouplement (Godfray, 1994).

Il a été démontré que les femelles mères pondent généralement leurs descendants femelles dans les grands hôtes et leurs descendants mâles dans les petits hôtes. En effet, il a été mis en évidence que les femelles sont relativement plus affectées dans leurs fitness quand elles se développent dans les petits hôtes plus que les mâles (Sequeira & Mackauer, 1992).

I.12 - Paramètres de la croissance démographique

Pour calculer l'efficacité potentielle de l'introduction d'un ennemi naturel dans un champ ou sous serre dans un programme de lutte biologique, il est nécessaire de connaître de façon approfondie les différents paramètres de fitness (survie, durée de développement, longévité, et capacités de reproduction). La croissance de différentes populations a été étudiée en fonction de la température, des hôtes-plantes (van Impe & Hance, 1993 ; Hance *et al.*, 1994), des hôtes-insectes (Amir-Maafi & Chi, 2006), et du milieu artificiel (Blanco *et al.*, 2009).

En générale, ce sont les femelles qui sont prises en compte pour estimer les paramètres démographiques, car les mâles n'ont pas d'influence directe sur la croissance des populations. En conséquence, les effectifs totaux peuvent être calculés sur la base du sexe ratio de l'espèce (Van Impe & Hance, 1993). De façon générale, c'est le taux intrinsèque d'accroissement naturel (r_m) qui est considéré comme un critère d'évaluation de la croissance dans une population (Atlihan & Chi, 2008). Ce paramètre combine des informations sur le taux de fécondité net (R_0), la survie, et la durée de développement (T_c). Cependant, ce paramètre ne donne pas dans tous les cas la valeur exacte pour la croissance, parce qu'il se présente uniquement quand la croissance d'une population atteint un état stationnaire (Van Impe & Hance, 1993). Pour cela, certaines études expliquent que c'est la production des descendants qui contribue le plus efficacement à déterminer la croissance d'une population (Gerin *et al.*, 1994). De plus, il est considéré que la fécondité cumulée est aussi un bon moyen de mesurer la croissance démographique (Van Impe & Hance, 1993).

Pour cela, certaines études expliquent que c'est la production des descendants qui contribue le plus efficacement à déterminer la croissance d'une population (Gerin *et al.*, 1994). De plus, il est considéré que la fécondité cumulée est aussi un bon moyen de mesurer la croissance démographique (Van Impe & Hance, 1993).

I.13 - Techniques d'élevage d'*Encarsia sp* sous conditions contrôlées

Les études récentes de la dynamique de population des insectes ravageurs et de la biologie des parasitoïdes, ont contribué considérablement à l'efficacité de leur élevage et leur utilisation en masse (Kirk *et al.*, 1993 in Benmessaoud, 2005).

I.14 - Fluctuations temporelles du ravageur

D'une manière générale l'étude des fluctuations temporelles des ravageurs va nous permettre de suivre l'évolution des densités des populations tout au long de son développement sur une période de temps correspondant souvent à la phénologie de la plante sur une saison de culture donnée. La nature de la plante hôte et sa relation avec le ravageur ont été suivies par ; Aslam et Gebara (1995), qui ont déterminé le nombre de pics de densités maximales reconnus comme nombre de générations de l'insecte. Les variations des densités moyennes dans le temps sont en étroite relation avec la physiologie et la phénologie de la plante (Johnson *et al.*, 1992).

I.15 - Taux de parasitismes et effets de la lutte intégrée

Woets & Lenteren (1976), ont noté que le contrôle de *T. vaporariorum* par le parasitoïde *E. formosa* était très efficace sur les plants de tomates et de poivrons rouges, mais moins efficaces sur les plantes de concombre. Alors que, Karina Manami Takahashi *and al.*, (2008), ont souligné qu'aucune différence n'a été observée sur les plants de soja et de tomate quant à cette période du parasitoïde sur les troisième et quatrième stades nymphaux de *B. tabaci* (25°C, 70 ± 10 HR, photophase de 14 heures)

La distribution des taux de parasitismes des larves de *Bemisia tabaci* et des taux de régulation de sa population dans les serres est étroitement liée à la distribution des adultes des parasitoïdes et des stades susceptibles d'être parasités ou prédatés.

Les stades larvaires susceptibles d'être parasités et prédatés sont constitués essentiellement par des larves de 2ème et 3ème stade, et en second lieu par des larves du 4ème stade (Belkadhi, 2010). D'autre part, les taux de parasitisme des larves par les parasitoïdes naturels indigènes et les taux de régulation des populations de *Bemisia tabaci* dans les serres

géothermiques du sud tunisien, sont plus élevés dans la serre de production biologique que dans la serre conduite selon les techniques de production normale (Belkadhi, 2010). *Eretmocerus mundus* est le parasitoïde indigène le plus fréquemment rencontré représentant 76% environ du parasitisme sur le biotype « B » de *Bemisia tabaci* ajoute (Belkadhi, 2010).

Usage des parasitoïdes contre les aleurodes de la culture du piment est d'une importance capitale ; La Protection Biologique Intégrée (PBI) est mise en œuvre dans divers pays avec plus ou moins de succès (Brun *et al.*, 2004).

E. mundus parasite tous les stades larvaires de *B. tabaci*, mais son développement et son efficacité diffèrent selon le stade parasité. En effet, les larves de 2^{ème} et 3^{ème} stade de *B. tabaci* sont les plus favorables pour le développement d'*E. mundus* (Foltyn et Gerling, 1985 in Benmessaoud, 2005 ; Belkadhi, 2004). D'après les résultats de Walker et Greenberg (1998), soulignent que son taux de parasitisme le plus élevé a été enregistré sur les larves de 2^{ème} stade soit 66,4%, et le taux le plus faible sur les larves du 4^{ème} stade soit 8,6%. *E. mundus* est qualifié de koïnobionte lorsqu'il parasite les jeunes stades larvaires de *B. tabaci*, puisque ces derniers continuent à se nourrir et à se développer. Il est qualifié d'idiobionte lorsqu'il parasite les 3^{ème} et 4^{ème} stade qui arrêtent évidemment leur développement (Walker et Greenberg, 1998). Le pourcentage d'émergence dépend aussi du stade larvaire hôte. Il est de 93,8% s'il s'agit de jeunes larves et de 65,9% sur les larves âgées.

Le genre *Encarsia* englobe, plus de 200 espèces décrites, dont 25 sont connues comme parasitoïdes de *B. tabaci* (Loomans & Van Lenteren, 1999).

Certains travaux mentionnent des parasitoïdes de *B. tabaci* notamment ceux de Price *et al.*, (1988) in Benmessaoud (2005), citent, dans une étude de reconnaissance effectuée en Floride, dans les Caraïbes, en Amérique centrale et du Sud, *Encarsia pergandiella* Howard, *E. nigricephala* Dozier (Hymenoptera : Aphelinidae, Coccophaginae) et *Eretmocerus sp.* (Hymenoptera : Aphelinidae, Aphelininae) comme étant les parasitoïdes les plus abondants. Bogran *et al.* (1998) mentionnent *E. nigricephala*, *E. pergandiella*, *E. hispida* De Santis, *E. luteola* Howard et *Eretmocerus sp.* sur larves de *B. tabaci* attaquant les cultures de haricots au Honduras, tandis que Smith *et al.*, (2000), rapportent la présence de *E. pergandiella* et *Eretmocerus sp.* parasitant *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) et *B. tabaci* à l'est du Guatemala. Tandis que à Biskra, aucune étude portant sur les parasitoïdes de *B. tabaci* n'a été réalisée jusqu'à présent.

CHAPITRE II

APERCU GENERAL SUR LA CULTURE DE TOMATE ET DU PIMENT SOUS SERRE

II.1 - Importance économique de la culture de tomate au niveau de la région de Biskra

La surface de la plasticulture dans la wilaya de Biskra est de l'ordre de 2000 ha, ce qui fait qu'elle représente près de 35% de la superficie totale Algérienne qui est de l'ordre de 6300 ha (D.S.A., Biskra, 2011). En 2011 la Wilaya de Biskra compte 2910 ha de cultures sous serres ; la tomate en premier rang occupe une superficie de 1345,82 ha (46%), suivie par le piment avec une superficie de 701,64 ha, le poivron 546,74 ha, l'aubergine 127,36 ha, la courgette 106,68 ha et en fin le concombre 74,44 ha (D.S.A., Biskra, 2011).

La tomate (*Solanum lycopersicum* (L.) ou *Lycopersicon lycopersicum* (L.) Kartin ex Fawr.), est le légume le plus consommé au monde (Philouze & Laterrot, 1992). Elle a des utilisations très variées et demeure indiscutablement le légume de jardin le plus populaire. Riche en éléments minéraux et en vitamines A, C et E et en antioxydants phénoliques (Philouze & Laterrot, 1992). Pitrat & Foury (2003), notent que la tomate est cultivée sous toutes les latitudes, la tomate occupe une place de choix parmi les cultures maraîchères en Algérie. La production nationale qui était de 77 500 tonnes en 1996 (D.S.A., Biskra 2011).

La culture de tomate rencontre des contraintes phytosanitaires telluriques, notamment les Nématodes à Galles et les maladies vasculaires (Belkadhi, 2004). En plus de ces problèmes, deux insectes ravageurs constituent un grand fléau et menacent le développement de cette culture sous serre à savoir : la mouche blanche *Bemisia tabaci* Gennadius « biotype B » (Belkadhi, 2004) et la mineuse *Tuta absoluta* Meyrick (Belkadhi, 2004).

Les cultures maraîchères sous serres dans la région de Biskra occupent une place très importante ; qui est de l'ordre de 60.000 serres (D.S.A., 2011). La tomate occupe la première place avec 1345,82 ha soit 46% et suivie par le piment totalisant une superficie de 701,64 ha et le poivron occupent une superficie de 546,74 ha, avec une production annuelle de 739642 qx. (D.S.A., 2011) La pastèque et concombre et aubergine représentent 4.3% de la production sous serre (D.S.A., Biskra, 2011)

Un large éventail de facteurs défavorables d'ordre abiotiques et biotiques auxquels ils sont exposés ces cultures. Parmi les problèmes biotiques limitant la production des cultures sous serres on rencontre divers agents pathogènes.

Les cultures de tomate et de piment rencontrent des contraintes phytosanitaires telluriques, notamment les Pucerons, (Tarai, 2012) ; Nématodes à Galles et les maladies vasculaires (Belkadhi, 2004). En plus de ces problèmes, deux insectes ravageurs constituent un grand fléau et menacent le développement de cette culture à savoir : la mouche blanche *Bemisia tabaci* Gennadius « biotype B » (Belkadhi, 2004) et la mineuse *Tuta absoluta* Meyrick (Tarai, 2012).

II.2 - Exigences écologiques et culturales de la tomate

L'Amérique du sud fut l'origine de la tomate, précisément de la cordillère des Andes, aujourd'hui partagée entre Pérou, le Chili et l'Equateur. Elle a été introduite en Europe après la découverte des Amériques par les européens. Mahbou (2010), indique que la tomate est cultivée dès la première moitié du XVI^e siècle et à l'origine, elle était cultivée par les aztèques. L'apparition de la tomate en Afrique du Nord a lieu au XVIII^{ème} siècle au Maroc d'abord puis en Algérie et en Tunisie.

II.3 - Description botanique

Le système racinaire est pivotant (Chaux et Foury, 1994) ; ses racines poussent jusqu'au 50 cm de profondeur ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices (Naika et *al.*, 2005). La tige est de 2 à 4 m de longueur. Ce dernier est pleine, fortement poilue et glandulaire (Naika et *al.*, 2005). Les feuilles de la tomate sont de 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large disposées en spirale. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base (Tarai, 2012). Ces fleurs sont bisexuées, régulières, entre 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées aux - ou entre les feuilles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général il y a 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, qui sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres. Il y a 6 étamines et les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère avec entre 2 et 9 carpelles. En général la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs (Naika et *al.*, 2005). Son fruit est une baie charnue, de forme globulaire ou

aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés (Naika et *al.*, 2005).

II.4 - Cycle végétatif de tomate

D'après, Philouze et Laterrot (1992), Le cycle végétatif complet de la graine à la graine de tomate varie selon les variétés, l'époque et les conditions de culture ; mais il s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit). La phase de germination présentée par une levée de la tomate est effectuée à une température ambiante comprise entre 18 et 24°C au bout de 6 à 8 jours. Au-dessus du sol apparaissent la tigelle et deux feuilles cotylédonaire simples et opposées. Dans le sol, la radicule possède un manchon de poils absorbants bien visible (Benmessaoud et Belcacom, 2000). Cependant la phase de croissance est marquée par deux premières feuilles vraies apparaissent vers le 11^{ème} jour. Elles ne sont bien développées que vers le 20^{ème} jour. Au bout de premier mois environ, il y a 3 à 4 paires de feuilles (Benmessaoud, et *al.*, 2000). La phase de floraison marquée par une première inflorescence, apparaît deux mois et demi environ après le semis. Les autres inflorescences vont apparaître au-dessus de la première, entre chaque inflorescence, un nombre variable de feuilles. La floraison s'échelonne donc de bas en haut (Benmessaoud, et *al.*, 2000). La phase de fructification commence par la nouaison des fruits de l'inflorescence de base et se poursuit par les inflorescences supérieures au fur et à mesure de l'apparition des inflorescences et de la fécondation des fleurs. Les fleurs se développent, grossissent et après avoir atteint leur taille définitive, ils commencent par perdre leur coloration verte au profit du jaune puis au rouge de plus en plus accentué (Benmessaoud, et *al.*, 2000). Phase de maturation des fruits qui démarre sept à dix jours avant la récolte des premiers fruits et se termine à la récolte (Dumas, 1992 in Huat, 2006).

II.5 - Exigences édapho-climatiques

La tomate a des exigences particulières : sensible au froid, craint beaucoup le gel et les vents chauds (chergui) et très exigeante en température (Huat, 2006). D'après Naika et *al.*, (2005), la tomate est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide. La température optimale du substrat pour la germination se trouve entre 20 et 25 °C. La germination est quasiment impossible

sous 10 °C et au dessus de 35 °C. Des optimums de température du substrat existent aussi pour la croissance des systèmes aérien et racinaire, mais ils sont variables selon la variété. La température du substrat a aussi une influence sur les fleurs ainsi que sur les fruits (Naika et *al.*, 2005).

Tableau 01 : Températures requises pour les différentes phases de développement d'un pied de la tomate (Naika et *al.* 2005).

Phases	Température (°C)		
	min	Intervalle optimale	max
Germination des graines	11	16-29	34
Croissance des semis	18	21-24	32
Mise à fruits	18	20-24	30
Développement de la couleur rouge	10	20-24	30

L'équilibre et l'écart entre température diurne et nocturne, semblent nécessaires pour obtenir une bonne croissance et une bonne nouaison de la tomate (Fury, 2002 in Chougar, 2011). Le développement de la tomate exige de fortes quantités de lumière (Heller 1981 in Chougar, 2011). La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité, et sa qualité 1200 heures d'insolation sont nécessaires pendant les 6 mois de végétation. Un éclairage de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison. Toutefois la photopériode ne doit pas dépasser les 18 heures par jour (Mahbou, 2010). La tomate est sensible à l'hygrométrie, il semble qu'une hygrométrie relativement ambiante de 60 à 65%, soit la meilleure, l'humidité de l'air joue un rôle important dans la fécondation (Laumonier, 1979 in Chougar, 2011). Selon, Kolev (1976) in Chougar (2011), la tomate peut être cultivée sur tous les sols depuis les terrains d'alluvions, même sablonneux-graveleux jusqu'aux terres les plus lourdes et argileuses. La température du sol doit être située entre 25°C et 30°C, pour une bonne reprise après le repiquage, mais au-dessous de 15°C elle diminue la consommation en eau, et plus de 35°C provoque une végétation plus lente. La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH (niveau d'acidité), mais pousse le mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8

Naika et *al.*, (2005), soulignent que la tomate est exigeante à l'humidité du sol. L'humidité optimale du sol pour des terres argilo-siliceuse est de 75 à 80% de la capacité au champ, et l'abaissement de l'humidité et de la température du sol crée un déficit hydrique, et

par conséquent réduit la photosynthèse et la transpiration (Heller, 1981 in Chougar, 2011). D'après Mahbou (2010), les besoins en eau de la culture de tomate se situent entre 4000 et 5000 m³/ha. La culture de tomate dans les sols salés nécessite un amendement organique de l'ordre de 50 à 60 t/ha, plus une fumure de fond de 8 à 10 qx/ha.

II.6 - Importance économique de la Culture du piment

Elle est originaire d'Amérique centrale et du sud. Il est introduit en Europe à travers l'Espagne au XV^{ème} siècle. Le bassin méditerranéen est considéré comme étant une terre fertile pour sa propagation (Mahbou, 2010). Le piment appartient à la grande famille d'origine tropicale des Solanacées qui comprend également la tomate, la pomme de terre et le tabac (Mahbou, 2010). Il existe plus de 150 variétés de piment à travers le monde. En effet, le piment est présenté par des variétés de forme, taille, couleur et saveur. Il existe plusieurs espèces, parmi lesquelles, *Capsicum annuum*. Les variétés les plus cultivées en Algérie sont, Esterel, Lipari, Italico, Doux marconi, Doux d'Espagne (type doux) Corne de chèvre, Nour, Foughal, capel hot (type piquant) (D.S.A. de Biskra, 2011).

Cependant à travers le territoire national deux variétés de piment sont cultivées sous abri et en plein champs, Corne de chèvre et Corn de Cayenne. Le piment deux est représenté par quatre variétés, Doux d'Espagne, Doux d'Italie amélioré, Doux marconi jaune et Doux marconi rouge. En effet, la production de piment fort et doux est estimée à 420.000 tonnes (INRAA, 2006).

Tableau 02 : Production et superficie de piment sous serre au niveau de la wilaya de Biskra (D.S.A, 2014)

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Superficie (ha)	751	700	758,34	703,16	779,60	943,98	1193,39
Production (Qx)	250066	250396	768305	437563	506987	646240	820314

II.7 - Caractéristiques botaniques physiologiques

Les espèces (*Capsicum annuum*) décrites du genre *Capsicum* (Mahbou, 2010). Le piment est un petit arbuste qui présente un appareil végétatif très ramifié, atteignant 1,50 m à 2 m de hauteur ; il peut durer quelques années ; c'est donc une plante vivace. Les feuilles de

taille moyenne, portées par un pétiole court, sont alternes, simples, souvent légèrement poilues sur leur bord et sur les nervures. Durer quelques années ; c'est donc une plante vivace (Surville, 1959). Les fleurs se développent à l'aisselle des feuilles ou des jeunes rameaux ; elles sont dites axillaire et sont solitaires ou par groupes de 2 ou 3. Portées par un pédoncule assez long, elles comprennent :

- 1 calice réduit à un bourrelet portant 5 petites pointes vertes.
- 1 corolle formée de 5 pétales blancs soudés à la base.
- 5 étamines dressées et soudées à la corolle.

Ovaire à 2 loges contenant de nombreux ovules (Surville, 1959). Alors que son fruit est une baie allongée, attachées à une cloison centrale, composée deux rangées de graines blanches aplaties. Il mesure 2 à 3 cm de long sur quelques millimètres de large. A maturité, le piment ne sèche pas sur le pied et ne s'ouvre pas de lui – même pour libérer les graines comme le haricot, le piment est un fruit charnu indéhiscent (Bigot, 2005).

II.8 - Exigences écologiques

Une température journalière moyenne de 24°C permet d'assurer un développement convenable. Le piment est adapté aux conditions pedo-climatique de la région de Biskra, il tolère bien la chaleur (Tarai, 2012). Il est préconisé de maintenir une température supérieure à 20°C le jour et 15°C la nuit. Alors que les températures supérieures à 35°C diminuent la fructification et la photosynthèse (Mahbou, 2010). Cependant l'humidité relative optimale est entre 65 et 80%. Le milieu trop humide favorise le développement des maladies fongiques et une mauvaise fécondation des fleurs. Un excès ou un manque d'humidité influent la productivité de la culture. Lorsque l'humidité relative de l'air est basse et la température est élevée. Le fruit reste nain et fatigue rapidement le sol. Tandis que pour une meilleure croissance de piment qui devienne faible si la luminosité est faible. En effet, la floraison de piment est tardive durant les mois où l'éclairage naturel est élevé (D.S.A., Biskra, 2011).

Cependant au niveau du substrat et de l'eau ; certaines variétés réussissent dans des sols bien irrigués, aérés, des sols légers à moyennement légers. Les sols contenant beaucoup d'humus augmentent la récolte et prolongent la période de récolte (piments). Les *Capsicum* tolèrent les sols légèrement acides mais un pH de 5,5-6,6 est préférable (Tarai, 2012). Les besoins en eau du piment se situent entre 4000 et 5000 m³/ha durant tout le cycle végétatif. Une humidité de l'ordre de 80% dans le sol donne les meilleurs résultats. Tous comme la

tomate, le cycle végétatif du piment est marqué par trois phases physiologiques distinctes correspondant à des besoins en eau différents : De la plantation à la floraison de la première fourchette : phase de croissance lente, les besoins en eaux sont peu élevés. De la floraison à la maturation : phase de croissance rapide, les besoins en eaux sont élevés (D.S.A., Biskra, 2011).

II.9 - Exigences culturales

Les plants doivent avoir 5 à 6 feuilles lors de la transplantation, les plants en motte sont les plus utilisés (Mahbou, 2010). Les nouveaux plants sont repiqués sous serre entre septembre et janvier, En plein champ, entre avril et mai. La distance entre rangs est de 0,90 à 1 m. Alors qu'entre plants il faut 0,40 à 0,45 (Bigot, 2005).

L'une des opérations culturales les plus importantes est le tuteurage qui est considéré très important à cause du poids des fruits. Les branches cassent facilement sous l'effet du vent. Il faut une armature en double tous les 3-4 mètres sur la ligne de plantation sous tendant de part et d'autre deux fils de fer à 60 et 40 cm du sol et un fil unique à environ 20 cm du sol au premier niveau de ramification. Ce système est bien adapté aux rangs simples (Louis et *al.*, 2001). Suivi de l'ébourgeonnage qui consiste à supprimer tous les bourgeons axillaires jusqu'à la première ramification afin de favoriser la vigueur du plant et augmenter la précocité (Mahbou, 2010). Pour éviter qu'il y contact avec le sol l'opération d'effeuillage est l'élimination des feuilles basales touchant le sol ou les feuilles âgées non fonctionnelles doit être effectuer périodiquement. L'effeuillage est nécessaire dès le jaunissement des premières feuilles. Cette dernière provoque une meilleure aération de la base de la plante (Mahbou, 2010). Cependant et pour permettre un renouvellement de l'air ambiant, une aération est effectuée quotidiennement afin de renouveler l'air ambiant et diminuer l'humidité excessive dans la serre. L'ouverture des portes et ouvertures latérales permettra l'élimination de l'excès d'humidité et de chaleur, les principaux facteurs influant sur le développement des maladies cryptogamiques (Bigot, 2005). Quant à l'irrigation on note qu'il est important de réduire les apports pendant la floraison afin d'éviter le développement végétatif excessif. Les irrigations doivent être abondantes après la floraison. (Mahbou, 2010). Pour un bon engraissement, les variétés de piment cultivées au niveau de la région de Biskra, exigent une fertilisation importante durant les premières étapes de développement. Un épandage localisé est nécessaire après. Le besoin en engrais est en fonction de la nature du sol et le stade de développement. La quantité d'engrais utilisée est calculée en fonction du rendement prévu et de la fertilité du

sol. Le piment est besoin de plus d'engrais que le poivron. L'apport total recommandé est de 400-600 kg NPK/ha, pour une proportion de 4-1-3 N.P.K. (Mahbou, 2010).

II.10 - Ravageurs des cultures de tomate et de piment sous serre

De nombreux ravageurs s'attaquent aux cultures sous serres, notamment, le piment et la tomate, dans la région de Biskra. On note la présence de *Bemisia tabaci* qui est une mouche blanche (Aleurode), le puceron vert de pêcher *Myzus persicae* qui provoquent des dégâts énormes sur ces deux cultures. La mouche blanche de coton, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera : Aleyrodidae) est l'un des plus graves Insectes nuisibles dans le monde (Oliveira *et al.*, 2001). Cette espèce de mouche blanche est un ravageur polyphage d'une large gamme de cultures appartenant à différentes familles botaniques (Al-Zyoud, 2008). L'enroulement jaunissant des feuilles de la tomate ou *Tomato Yellow Leaf Curl* (TYLC) est la plus grave maladie virale de la tomate dans les régions tropicales et subtropicales (Delatte *et al.*, 2003). L'insecte vecteur de cette maladie est la mouche blanche, *Bemisia tabaci* Gennadius. Plusieurs biotypes de *B. tabaci* existent dont le plus répandu est le biotype B (Hanafi, 2000). On la trouve souvent sur la face inférieure du feuillage où elle suce la sève de la plante et l'affaiblit (Nguessan, 1986). La succion de la sève par les larves et les adultes de mouches entraîne des dégâts directs se traduisant par la diminution de la vigueur, la maturité précoce et une coloration irrégulière des fruits de tomate (Hanafi, 2000).

II.11 - Facteurs et conditions abiotiques et biotiques favorisant le développement des ravageurs des cultures de piments et de tomate sous serres

Les facteurs climatiques et édaphiques entraînent une forte pression parasitaire qui limite considérablement la production de cette culture (Huat, 2006). Depuis le début des années 1980 on a étudié la dynamique des populations d'aleurodes. On a réussi à montrer l'existence d'une relation entre la population des mouches blanches, les facteurs climatiques et la dynamique de contamination. La taille de la population dépend de la température, de la tension de vapeur d'eau et du rayonnement global, la température étant le facteur le plus important (Fargette, 1994). Y a d'autres facteurs interne de la plante qui rentrent en jeu, notamment, l'âge physiologique de la plante et le clone utilisé ont aussi une influence sur la population des mouches.

Les autres facteurs qui peuvent influencer le nombre de mouches dans un champ sont :

Les plantes voisines du champ, qui peuvent être source de mouches, surtout quand il s'agit d'un champ de manioc qui est récolté (Dengel,1981). La vitesse de croissance des plantes avoisinantes. Selon Dengel (1981), les très fortes pluies qui sont capables de noyer les mouches, éventuellement en combinaison avec le vent, l'état nutritif des plantes, la présence de prédateurs et de parasites.

II.12 - Importance économique des aleurodes des cultures maraichères sous serres

Dans le cas particulier de la région des Ziban, les pertes de récoltes associées à la mouche blanche sont considérables et sont de l'ordre de 30 et 100% (D.S.A. Biskra, 2011). Afin d'élaborer des programmes de lutte intégrée contre ses ravageurs, et plus particulièrement dans les régions arides, il s'avère nécessaire de connaître l'impact des ennemis naturels natifs sur les populations du ravageur ciblé. De nombreux ennemis naturels de *Bemisia* ont été cités (Hoelmer et *al.*, 1999) ; cependant l'information disponible concernant leur présence en Algérie d'une façon générale et en particulier dans la région de Biskra est limitée. La mouche blanche *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera ; Aleyrodidae) est le ravageur polyphage le plus important des régions tropicales et subtropicales de la planète (Brown et *al.*, 1995). Son importance socio-économique a été accentuée par l'introduction de cultures maraichères de haute valeur dans la région de Biskra, telle la tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., la courge, *Cucurbita argyrosperma* Huber et le poivron, *Capsicum annum* L. Ces cultures sont très sensibles aux altérations phytotoxiques (Perring, 1996) ainsi qu'aux virus transmis par la mouche blanche, notamment les geminivirus (Markham et *al.*, 1994).

La recrudescence de ce ravageur redoutable durant les années passées, par ses dégâts, directs et indirects, sur la culture du piment pousse les producteurs pour faire recourt à l'usage abusif des molécules chimiques. Devant les méfaits de ces produits, le développement de la lutte biologique s'impose, surtout que ce ravageur se trouve contrôlé naturellement par des ennemis indigènes. On note que dans le passé, le contrôle de *B. tabaci* était exclusivement basé sur des insecticides classiques.

Ainsi des régulateurs de croissances qui ont été introduits plus tard dans les années 1990 ; (Nassef, 1999) note que dans les années 1990, on a constaté que les régulateurs de croissance des insectes (IGR) étaient très efficaces pour contrôler *B. tabaci*. Mais l'introduction de RIG dans de nombreux pays a rencontré des problèmes d'enregistrement et parfois coûteux, ce qui a entraîné une utilisation continue des insecticides conventionnels.

Cependant, dans de nombreux cas, les pulvérisations avec des insecticides conventionnels n'ont pas abouti à un contrôle complet en raison de la présence des stades immatures et d'adultes de *B. tabaci* sur la face inférieure des feuilles. D'autant plus, la mobilité de l'organisme nuisible, son cycle de vie court et son taux élevé de reproduction (Gerling and Steinberg, 2003) ce qui a conduit à un développement d'une résistance rapide contre la plupart des insecticides.

Toutefois, Avec l'augmentation de la résistance de *B. tabaci* aux insecticides et l'accent mis sur la réduction de l'utilisation de produits chimiques nocifs, la lutte biologique s'avère nécessaire. Selon James and Jaronski, (2000), la lutte biologique est, peut être, utilisée à l'aide de pathogènes tels que *Aschersonia aleyrodii*, *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus* et *Beauveria bassiana*. Pour Urbaneja et al., (2003), la lutte biologique c'est l'introduction de diverses espèces de parasitoïdes tels que *Eretmocerus* et les espèces *Encarsia* ; et pour Gerling and Steinberg, (2003), indique certains prédateurs, tel que phytoseïdes, *Euseius scutalis* et *Typhlodromips swirskii*, la dentelle verte, *Chrysoperla carnea* Steph. Les insectes anthocoridés, *Orius laevigatus* et *O. majusculus*, et les insectes mirid, *Macrolophus caliginosus* Wagner et *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) ont été utilisés pour contrôler *B. tabaci* (Nannini, 2003).

Par la suite, la lutte biologique, s'impose par elle-même comme une lutte alternative aux pesticides qui portent atteinte aux environnements ; (Castane et Gabarra, 2003) notent qu'aucun prédateur spécifique de *B. tabaci* n'est actuellement utilisé dans les programmes de lutte biologique. Pour cette raison, l'objectif de notre étude sera la mise au point de méthodes ou d'un système de lutte biologique et intégrée contre la mouche blanche du piment sous serre. Il s'agit d'étudier l'évolution des populations d'adultes et de larves de *B. tabaci* sur le piment au cours de l'année, de tester le niveau de la capacité du parasitoïde *Encarsia formosa* a diminué le nombre des populations d'Aleurode et d'évaluer les taux de parasitismes des différents stades de *Bemisia tabaci* par ce parasitoïde au cours du cycle végétatif de la culture sous serre en le comparant avec d'autres travaux similaires, de tester le taux de réduction des ravageurs des piments et de la tomate qui sont *Bemisia tabaci* et *Myzus persicae* par l'usage d'un extrait aqueux d'une plante nommée (*Ruta graveolens*), au niveau de la région de Biskra.

CHAPITRE III

GENERALITES SUR LE PUCERON VERT DU PECHER

« *Myzus persicae* » (Sulz.)

III.1 - Identification du puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) (Sulz.)

Selon Willinguer et *al.*, (1989), in Tarai (2012), le puceron est un :

- Petits insectes piriformes dont l'extrémité postérieure est prolongée par une paire de cornicules ressemblant à des tuyères.
- Presque toujours rencontrer en colonies, sur le revers des feuilles et le long des tiges ou des pétioles.
- Ils piquent les tissus des feuilles d'un très grand nombre de légumes pour en sucer la sève, entraînant la déformation des feuilles.
- Les pucerons sont aussi les principaux vecteurs de plusieurs maladies virales capables de causer de lourdes pertes économiques.
- Biologiquement les pucerons sont connus par leurs capacités de vivre en communauté et de se reproduire par voie sexuée et asexuée. Les dommages qu'ils causent aux végétaux sont très importants, notamment par les prélèvements, direct, de la sève des organes verts, ainsi que la transmission de virus aux plantes hôtes.

III.2 - Importance économique du puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*)

En effet, cette espèce provoque des dégâts importants sur le piment, la tomate, la laitue et le concombre sous serre (Gillespie *et al.*, 2002). Le puceron vert du pêcher peut transmettre aux Solanaceae plus de 100 virus, y compris le "potato leafroll virus" et "potato virus Y"

Kennedy *et al.*, (1962), indique qu'une espèce végétale sur quatre, dont la quasi-totalité des espèces agricoles, est attaquée par les pucerons. Ces ravageurs sont très cosmopolites et dangereux par la transmission de viroses, tels que la Mosaïque ; la jaunisse de la Sharka et le virus de la Tristeza qui a détruit à lui seul environ 50 millions d'arbres pendant une durée de 40 à 50 ans. Le puceron vert de pêcher *Myzus persicae* est un insecte holocyclique diécique dont l'hôte primaire est le pêcher ou le prunier, il possède comme hôtes

secondaires les plantes herbacées annuelles. Dans les serres et dans les régions méridionales, *M. persicae* se perpétue par parthénogenèse.

Les virginipares hivernent sur des plantes-hôtes secondaires (Hulle, 1999 in Tarai 2012). Il existe une étroite relation entre la transmission des virus et la propagation de la forme ailée des pucerons (Kring, 1972). Certaines variétés possèdent des résistances contre ce ravageur et on note que Auclair (1989), a signalé qu'une résistance variétale vis-à-vis de *Myzus persicae* est constatée. De même la résistance contre *Myzus persicae* est signalée chez certaines variétés de pêchers (Rahbé *et al.*, 1988). Tandis que certaines variétés locales sont sensibles au *Myzus persicae* et ceci a été confirmé par Tarai (2012), qui a souligné que l'effectif élevé de *M. persicae* sur le piment dans le présent travail peut être expliqué par la libération des substances volatiles et par la couleur de cette plante par rapport à la tomate. En effet, les deux variétés de tomate "Zahra et Toufan" sont recherchées par le puceron vert du pêcher (Tarai, 2012).

III.3 - Période d'activité

Les pucerons sont présents pratiquement d'un bout à l'autre de la saison de végétation. Par contre, les nombres explosent durant les périodes de temps chaud et sec. Les populations de pucerons sont souvent maintenues au-dessous du seuil d'intervention lorsque leurs prédateurs abondent (coccinelles, chrysopes, punaises anthocorides et autres).

III.4 - Classification

Le puceron vert du pêcher appartient à la famille des Aphididae et à l'ordre des Hemiptera selon le tableau suivant :

Kingdom : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecte

Super ordre : Hémiptéroïdes

Ordre : Homoptères

Famille : Aphididae

Genre : Myzus

Espèce : *M. persicae*

Nom binomial : *Myzus persicae* (Sulzer, 1776)

III.5/ - Caractéristiques

Selon, Hulle, et *al.*, (1999 in Tarai (2012)), l'aptère est vert clair à jaunâtre, 1,2 à 2,5 mm de longueur, les cornicules sont assez longues et claires. L'ailé est vert clair avec de longues antennes pigmentées, l'abdomen porte une large plaque discale sombre, échancrée latéralement et perforée, les cornicules sont longues, sombres et renflées, la cauda est en forme de doigt. Le même auteur ajoute que cette espèce peut avoir deux types de cycle différents ; l'espèce est soit holocyclique diécique alternant entre des hôtes primaires de genre *Prunus* dont le pêcher et des hôtes secondaires herbacés, soit anholocyclique sur hôtes secondaires lorsque le climat lui permet de survivre par parthénogenèse.

III.6 - Biologie

Dionyssios et Dionyssios (2004), ont mentionnés que la biologie de ce puceron dépend des conditions climatiques, en particulier de la température. La fécondité se réduit rapidement lorsque la température s'élève au-dessus de 30 °C sous-serre. Dionyssios et Dionyssios (2004), ont noté que le puceron holocyclique diécique. L'hôte primaire est le Pêcher (ou le Prunier). Les hôtes secondaires sont surtout des plantes herbacées annuelles. Dans les serres et dans les régions méridionales, *M. persicae* se perpétue par parthénogenèse, les virginipares hivernant sur les plantes-hôtes secondaires.

- La biologie de ce Puceron dépend des conditions climatiques et, en particulier, de la température. La fécondité tombe rapidement lorsque la température dépasse 30°C et, en serre, il y a émigration.

- Longévité de l'adulte : 3 mois à 5°C, 10 jours à 25°C.

- Longévité de la larve : 21 jours à 10°C, 7 jours à 25°C.

- Fécondité moyenne : 80 larves par femelle (les aptères sont plus productifs que les ailés).

III.7 - Cycle de vie

Le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae* Sulzer) est le puceron qui attaque le plus grand nombre de plantes cultivées et sa présence a été notée sur toutes les latitudes (Rousselle et *al.*, 1996). Le pêcher est l'hôte primaire de *M. persicae*, sur lequel les œufs hibernent en diapause. Les pucerons du printemps se multiplient pour quelques générations par

parthénogenèse, lorsque la température est supérieure à 18°C sur le pêcher (Sauge et *al.*, 1998).

D'après Sauvion (1995), le cycle de développement du *M. persicae* Sexupare : une forme de pucerons qui produit les gynopares et les mâles (gynopares = femelles produisant des individus sexués).

- Ecllosion de l'œuf d'hiver en avril : naissance de la fondatrice, femelle aptère parthénogénétique vivipare. Celle-ci engendre une quarantaine de larves, devenant des adultes ailés ou aptères.
- Après 3 générations, production de formes ailées uniquement, qui émigrent sur des plantes-hôtes secondaires (sous l'influence de la compétition intra-spécifique et de l'état physiologique de la plante) : il n'y a plus de Pucerons sur les plantes-hôtes primaires à partir du 15 mai ou du 10 juin, suivant les conditions climatiques.
- Plusieurs générations de femelles parthénogénétiques vivipares (ailées et aptères) se succèdent sur les plantes-hôtes secondaires.
- Apparition des sexupares ailés (début sept. à fin nov.) qui retournent sur la plante-hôte primaire et y engendrent des femelles sexuées.
- En même temps, apparition de mâles sur les plantes secondaires.
- Accouplement fin octobre.
- Ponte de l'œuf d'hiver à la base des bourgeons.
- Ecllosion en avril.

III.7.1 - Notion du cycle diécique de *Myzus persicae*

Le Puceron vit en alternance sur un hôte primaire (I), le Pêcher, et un hôte secondaire (II), une culture basse, par ex. En conditions chaudes, il se perpétue sur un hôte secondaire. La fécondité chez *Myzus persicae* est influencée par la température. Elle chute lorsque la température s'élève au-dessus de 30 °C. La longévité est liée aussi à la température. Elle est de 3 mois à 5 °C et de 10 jours à 25 °C. Par contre, la durée de développement de la larve est de 21 jours à 10 °C et 7 jours à 25 °C selon (Zalom, 1981).

III.8 - Dégâts

Insectes piqueurs-suceurs d'où dégâts directs et indirects : recroquevillement des feuilles, souillures. Dégâts indirects surtout par transmission de virus : Virus 1 du Concombre, Virus de la mosaïque de la laitue (LMV). En serre, il peut transmettre ces virus à de nombreuses autres espèces (Melon, Courgette, Tomate, Aubergine, Poivron, et à des plantes

spontanées qui servent de réservoir (Bryone, Erigéron). Lorsque la colonisation se fait par l'extérieur, celle-ci se fait par foyers qui sont à l'origine de l'invasion généralisée.

Puceron très polyphage, pouvant être nuisible à presque toutes les plantes cultivées sous abri. En plein champ, il peut commettre des dégâts sur le Colza, la Pomme de terre, le Chou, l'Epinard, la Laitue, la Chicorée, ainsi que le Pêcher. D'après Murphy et Ferguson (2006) in Tarai (2012), la serre est infestée au point où des adultes ailés font leur apparition pour assurer la dispersion des populations sur de nouvelles plantes-hôtes. Quiroz *et al.*, (2005) in Tarai (2012), mentionnent que le nombre moyen des effectifs de *Myzus persicae* est important au début de la saison de plantation du poivron sous serre au niveau de la région de Coquimbo au Chili. Tarai (2014), indique que l'effectif élevé de *M. persicae* sur le piment dans le présent travail peut être expliqué par la libération des substances volatiles et par la couleur de cette plante par rapport à la tomate. Kring (1972), montre que les ailés sont attirés vers une plante en fonction de sa couleur ou des substances volatiles qu'elle émet.

Christelle (2007), avait mentionné que les dégâts du puceron, peuvent être de deux manières :

a) Dégâts directs

Les piqûres alimentaires des pucerons, sont également irritatives et toxiques pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par les déformations des feuilles ou des fruits et par voie de conséquence une perte très importante des rendements.

b) Dégâts indirects

Sont principalement de deux ordres, miellats et fumagine ; Christelle (2007), a noté que les produits non assimilés de la digestion de la sève, riches en sucre, sont éjectés sur la plante sous forme de miellat. Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante, soit directement en bouchant les stomates, soit indirectement en favorisant le développement de champignons saprophytes. Ceux-ci provoquent des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne ou souillent les parties consommables (fruits par exemple) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation.

III.9 – Lutte

L'utilisation massive d'insecticides depuis plus d'une trentaine d'années est à la base de la sélection de populations d'insectes résistants (Nauen *et al.*, 2003). Par ailleurs, la lutte biologique connue depuis peu consiste à réguler au moyen de lâchers d'ennemis naturels la densité de population d'insectes ou acariens ravageurs, dans le respect des règles écologiques

de stabilité et d'équilibre, qui mène au maintien de ces organismes nuisibles sous un seuil économique (Vincent et Coderre, 1992). Pour cette raison, la lutte biologique représente donc une voie d'avenir pour mettre en place une agriculture plus en harmonie avec l'environnement Huffaker *et al.* (1971) mentionnent que la lutte biologique est actuellement le moyen de lutte le plus à préconiser. Lutte biologique qui fait référence à toute modification de l'environnement, dans le respect des règles écologiques de stabilité et d'équilibre, qui mène au maintien des organismes nuisibles sous un seuil économique (Vincent et Coderre 1992). Dans une optique de développement durable, la résistance des plantes envers les ravageurs occupe toutefois un rôle de plus un plus important.

III.10 - Parasitoïde pouvant être utilisé contre le puceron

Micro-hyménoptère de la famille des Aphidiidae, *L. testaceipes* mesure de 1.5 à 3 mm et est donc relativement grand par rapport à son hôte. Il a une couleur foncée, pouvant aller du brun au noir. Ce parasitoïde peu spécifique est capable d'attaquer de très nombreuses espèces de pucerons. Il a été recensé chez au moins 79 espèces, de 32 genres différents (Sequeira, et Mackauer, 1992).

Probablement originaire d'Amérique centrale ou du Nord (Starý, 1967), cette espèce a été introduite en lutte biologique contre diverses espèces de pucerons dans de nombreuses régions du monde, comme l'Australie ou encore le bassin méditerranéen (Starý *et al.*, 1988). On la trouve maintenant de manière régulière dans les serres légumières de la région PACA (Moustiri-Guenaoui, 1988).

CHAPITRE IV

APERCU GENERAL SUR LES ALEURODES

IV.1 - Description des aleurodes

Adulte de taille 1 mm environ, de couleur jaune soufre, recouvert d'une poussière cireuse très blanche. Œuf de forme ovale, allongé, d'environ 0,25 mm de long, de couleur jaunâtre. Larve du 1^{er} au 4^{ème} stade, la couleur évolue du translucide au jaune crème. Le puparium, de 0,7 mm de long, est de couleur jaune roux ; sa forme est très variable selon le relief de la feuille sur laquelle il est installé et les conditions du milieu : il est plus pelucheux sur les feuilles tomenteuses que sur les feuilles glabres. Ce puparium est dépourvu d'expansions latérales cireuses (Gill, 1990). Ces insectes sont caractérisés par deux paires d'ailes uniformément membraneuses et transparentes, appliquées en toit, au repos sur le thorax et l'abdomen. Elles ne se recouvrent mutuellement que très peu ou pas du tout (Paul et Robert, 1974 in Benmessaoud, 2005). Reynaud (1999), note que les aleurodes se différencient des autres insectes par des antennes à sept segments ou plus chez l'adulte, et par la présence d'un orifice vasiforme à tous les stades de développement de la femelle.

IV.2 - Classification des aleurodes

La diversité spécifique est plus faible dans les régions tempérées et en générale la classification des aleurodes est basée sur les stades immatures principalement sur le 4^{ème} stade larvaire selon (Martin et al., 2000). Les Mouches blanches ou « aleurodes » sont des Insectes néoptères exoptérygogènes. Ils appartiennent au super ordre des Hémiptéroïdes, dont la principale caractéristique est un appareil buccal du type piqueur suceur, particulièrement adapté à la ponction des liquides, d'origine animale ou végétale (Poisson et Pesson, 1951 in Benmessaoud, 2005).

Ils sont classés dans l'ordre des Homoptères (*Homos* = semblable et *pteron* = aile) qui rassemblent près de 23.000 espèces (Pesson, 1951 in Benmessaoud, 2005).

Le sous ordre des *Aleyrodinea* dont les aleurodes font partie, comme les *Psyllinea*, les *Aphidinea* et les *Coccinea* ce sous ordre regroupe des insectes pourvus d'antennes non

sétiformes, de 3 à 11 articles. Leur complexe buccal est franchement hypognathe avec un labium qui descend souvent plus bas que les hanches antérieures. Les mandibules et les premières maxilles sont modifiées en stylets chitineux. Ces quatre sous ordres étaient regroupés autrefois, sous le terme de Sternorrhynches ou Phytophtires (appareil buccal arrivant aux hanches), que l'on opposait aux Auchenorrhynches (appareil buccal arrivant au cou) qui sont représentés par les seuls *Cicadinea* (Pesson, 1951 in Benmessaoud, 2005).

Selon, Bonnemaïson, (1961), in Benmessaoud, (2005), la super famille des Aleyrodoïdea sont représentées, par de petits insectes caractérisés par des adultes des deux sexes recouverts d'une sécrétion pulvérulente blanche (*Aleyron* = farine) ; qui leur donne leur appellation de « mouche blanche » et possédant des tarsi à articles égaux ; et des stades larvaires aplatis, fixés au végétal, qui sécrètent une substance cireuse.

La famille des *Aleyrodidae* auxquelles elles appartiennent compte plus de 1200 espèces dans le monde. Plusieurs appellations synonymiques ont été affectées aux espèces d'aleurodes inféodés aux cultures maraîchères (Mound et Halsey, 1978 in Benmessaoud, 2005)

IV.3 - Morphologie des aleurodes

L'identification et la description des *Aleyrodidae* sont basées sur la morphologie du dernier stade larvaire. Ces deux opérations ont fait appel à un ensemble complexe de caractères structuraux d'une part, et chétotaxiques de l'autre (Gill, 1990). Les ornements cireux sur les pupes permettent d'identifier rapidement et avec précision les différentes espèces d'aleurodes (Gill, 1982 in Benmessaoud, 2005).

Bemisia tabaci ou aleurode des serres est un insecte piqueur-suceur de 1 mm environ, de couleur jaune soufre. Il se regroupe sur la face inférieure des feuilles et s'envole brusquement quand on ébranle la plante (Gill, 1990).

Par ailleurs, Maskell, (1895), note que les adultes des aleurodes sont différents, mais que leurs caractéristiques morphologiques ont peu de valeur dans la détermination et la distinction de l'espèce. En revanche, les larves et les pupes ont des caractéristiques spécifiques et l'espèce peut être identifiée au dernier stade larvaire. Il était le premier auteur à décrire et nommer l'ouverture anale « orifice vasiforme » et ses pièces composantes: la *lingula* et l'*operculum*.

Cependant, Russell, (1943) in Benmessaoud, (2005), a employé la terminologie de Quaintance et de Baker et a présenté d'autres caractères morphologiques du *puparium* qui n'avaient pas été employés précédemment. L'auteur est également le premier à définir la

morphologie des pupes et normaliser les termes employés par les autres chercheurs. Dans sa publication sur la tribu des *Trialeurodini*, en 1947, elle a fourni les illustrations et les explications complètes des diverses structures morphologiques des *puparia*. Martin et al., (2000), ont utilisé les mêmes illustrations pour décrire les caractères morphologiques des *puparia*. Pour les espèces à larves transparentes. Les organes internes (Fig. 1) comme les mycétomes montrent une coloration jaune ou orange. Les yeux composés des futurs adultes sont de couleur rouge brique. Les pupes parasitées par des micro-hyménoptères semblent habituellement plus foncées que la normale. Pour les espèces à larves transparentes. (Martin et al., 2000).

Le disque dorsal augmente latéralement et est élevé, mais la frange marginale dorso-ventrale demeure dans sa position initiale ; il est très facile de différencier *T. vaporariorum* de *B. tabaci* à partir de la cire produite par la larve (Reynaud, 1999).

Il existe deux couleurs de cires pour les pupes des mouches blanches. Celles qui sont transparentes ou translucides et celles de couleur blanche et opaques (blanc neige) (Gill, 1990) ; tandis que avant un siècle, Maskell (1895), a indiqué que les pupes des aleurodes produisent les cires transparentes et opaques sur toute la surface dorsale. La cire transparente ou cristalline peut également être présente sur les franges marginales et les soies dorsales comme des rayons de cire sur (*T. vaporariorum* et *B. tabaci*). De la cire blanche opaque est produite dorsalement sous la forme de flocons ou de nattes laineuses chez *Aleurothrixus floccosus*.

IV.3.1 - Les adultes femelles et mâles

Le corps est divisé en 3 parties : la tête, le thorax et l'abdomen. A quelques exceptions près les sécrétions cireuses poudreuses des mouches blanche produites peu après l'émergence de la pupa apparaissent blanches (Weber, 1935 in Benmessaoud, 2005). Selon Benmessaoud (2005), la grande homogénéité de la morphologie de l'adulte quelle que soit l'espèce, ne permet toutefois pas une identification aisée sur le terrain, le stade adulte se reconnaît facilement à sa couleur, toujours blanchâtre, à sa petite taille et à sa relative mobilité.

IV.3.2 - La tête

La forme du front qui est triangulaire et arrondi latéralement pour Gill (1990) qui a indiqué qu'elle est quelque peu triangulaire en général. Chez les *Aleyrodinae* en vue dorsale le vertex est généralement arrondi sur la région antérieure et plus large que long, alors que chez les *Aleyrodicinae*, le vertex est aussi arrondi, mais plus long que large, sauf chez les

espèces de *Dialeurodicus*, qui ont un vertex antérieurement triangulaire.

Cependant, Weber, (1935), in Benmessaoud, (2005) souligne que la tête de l'imago est orthognathe, allongé qu'elle est opisthognathe chez la larve.

IV.3.3 - Les yeux présentent l'aspect composés

Les deux groupes d'Aleurodes : *Aleyrodinae* et *Aleyrodicinae*, présentent les yeux composés. Ils peuvent être séparés distinctement ou reliés par une ou plusieurs ommatidies, donnant une apparence réniforme. La présence ou l'absence de cette séparation, entre les parties antérieure-postérieure de l'œil composé, a une importance générique et spécifique (Gill, 1990).

Le nombre d'ommatidies reliant les parties antérieure et postérieure de l'œil composé est important. la présence ou l'absence de facettes ommatidiennes pigmentées, ainsi que les ornements de ces pigmentations de l'œil inférieur sont très utiles pour identifier les genres et les espèces de ces groupes (Hulden, 1986).

IV.3.4 - Les ocelles

Le stimulus visuel a une grande importance pour la localisation et l'évaluation de la distance dans le choix des plantes hôtes pour les aleurodes (Vaishampayan et al., 1975 in Benmessaoud, 2005).

Gill (1990), mentionne qu'il existe une paire d'ocelles chez les aleurodes. Chaque ocelle est localisé juste au-dessus de chaque œil composé. Cependant *Paraleyrodes sp.* possède 3 ocelles localisés sur la partie supérieure centrale du front.

IV.3.5 - Les antennes

L'antenne des aleurodes est constituée de 7 articles généralement constitués par un article basal au scape, un pédicelle renflé et un flagelle composé de 5 articles portant des soies ou sensilles. Il existe plusieurs exceptions concernant le nombre d'articles des antennes. La structure et la disposition détaillées des sensilles des antennes de trois espèces de mouches blanches (*T. vaporariorum*, *Aleyrodes proletella* et *B. tabaci*) ont été étudiées en microscopie électronique à balayage par (Mellor et Anderson, 1995).

En générale, les antennes des insectes est le site le plus commun de la réception olfactive. (Mellor et Anderson, 1995).

Mellor et Anderson (1995), indiquent que chacune des 3 espèces étudiées présentait la *microtrichia* et les 5 types de soies ou sensibles sur les articles antennaires qui sont: *chaetica*, *Campaniform*, *hasiconic*, *coeloconic* et la dernière sensille qui est fine et rigide avec des extrémités digitées. La cuticule des sensilles *basiconic* et *coeloconic* est perforée et

crénelée. Ces sensilles ont une fonction hygroréceptive. Il n'y a pas de dimorphisme sexuel chez *T. vaporariorum* et chez *B. tabaci* en ce qui concerne la position de la sensille *basiconic* sur l'article 5.

IV.3.6 - L'appareil buccal opophage

Gill (1990), note que les différentes pièces sont semblables à celles des autres Homoptères comme les aphides. Elles se composent du labre, du labium et de stylets mandibulaires et maxillaires. Ces deux paires de stylets se réunissent, en avant de la saillie hypopharyngienne, en un faisceau unique qui se loge dans le labium replié en gouttière. La partie ventrale du front est reliée au *clypeus*. Sous celui-ci, il y a le labre. La partie la plus basse du labre est connectée avec la partie supérieure basale du 2^{ème} segment du labium. La structure de l'appareil buccal a été examinée au microscope électronique à balayage et au microscope électronique à transmission par Rosell et *al.*, (1995) sur *B. tabaci*.

L'ultra structure des mouches blanches a été étudiée au photomicroscope par Azab et *al.*, (1969). La morphologie des stylets est semblable pour les 2 espèces, bien que les canaux salivaires (0,25 µm) et de nutrition (0,9 µm) semblent être plus longs chez *T. vaporariorum* que chez *B. tabaci* (Azab et *al.*, 1969).

Rosell, et *al.*, (1995) Le labre est une petite plaque triangulaire située à l'extrémité distale de *l'antéclypeus*. Il converge sur la partie antérieure du 2^{ème} article du labium. Le labium a quatre articles. Le premier article labial est membraneux et semble être du point de vue anatomique une prolongation de la tête. Snodgrass (1933) in Benmessaoud (2005), souligne que le 2^{ème} article est étroit et long, alors que le 3^{ème} est plus court et plus large. Les 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} articles du labium sont cannelés. Par ailleurs, les trois articles sont épaissis sur leur face postérieure. Leur face antérieure est creusée en gouttière. La *crumena* s'invagine à la base du second article. Cette invagination tubuliforme à parois solides ne loge pas les stylets qui sont rectilignes et courts. Pendant la succion, la trompe ne se plie pas mais se télescope jusqu'à ce que la pointe du labre vienne au niveau de celle du labium, comme chez les aphides (Gill, 1990)

Les deux stylets maxillaires rapprochés par un système de coaptation longitudinale, ménagent entre eux deux canalicules, un canal alimentaire dorsal et un canal salivaire ventral. A l'extrémité de la partie distale les stylets maxillaires en action, présentent une petite dépression qui peut contenir les mélanges des composants du canal salivaire et du canal de nutrition. Les mouvements des stylets qu'effectue *B. tabaci* pendant la prise de nourriture sont encore discutés en comparaison à d'autres homoptères (Rosell, et *al.*, 1995). Les stylets des

espèces de mouches blanches sont analogues à ceux des Aphides qui sont également des vecteurs de virus. Par contre pendant l'alimentation, les dommages produits par la pénétration des stylets des nymphes de *B. tabaci* dans les tissus végétaux sont très faibles en comparaison à celle des aphides (Pollard, 1955 in Benmessaoud, 1991).

Les pièces buccales de *T. vaporariorum* sont semblables aux autres Homoptères, (Weber, 1935 in Benmessaoud, 2005), mais diffèrent de celles décrites pour *B. tabaci*. En effet le labium de *T. vaporariorum* présente 3 articles et ne se télescopent pas (Hargreaves, 1915). Ces caractéristiques n'ont pas été observées chez *B. tabaci*. Par contre la contraction brusque des muscles rétracteurs du labium permet de dégager rapidement la trompe.

Une comparaison a été faite entre la tête des aleurodes à celle des autres homoptères et montre qu'elle ressemble plus à celle des *Cicadidea* qu'à tout autre Homoptère et l'un des caractères les plus spéciaux des aleurodes réside dans la transformation de la *crumena* en bras d'orientation de la trompe (Weber, 1935 in Benmessaoud, 2005).

IV.3.7 - Le thorax

Comme tous les insectes, Il est composé de 3 segments (prothorax, mésothorax et métathorax). Il porte les points d'insertion des ailes et des pattes.

IV.3.7.1 - Les ailes

Il existe un polymorphisme alaire chez *B. tabaci* entre les individus migrants changeant de plante hôte et les individus non migrants restant sur la même plante hôte (Southwood, 1962, in Benmessaoud, 2005).

Pesson (1951), in Benmessaoud (2005), note que chez les Homoptères Sternorrhynches ou Phytomyzines, la nervation alaire subit d'importantes réductions. Les ailes non cirées sont claires. Pour Pesson (1951), in Benmessaoud (2005), les Aleurodina présentent pour les ailes antérieures des nervures radiale et médiane longuement fusionnées qui demeurent simples et disparaissent avant d'atteindre le bord de l'aile.

Pesson (1951) in Benmessaoud (2005), ajoute que les ailes postérieures des aleurodes demeurent indépendantes des ailes antérieures. Elles conservent une musculature directe et indirecte exceptionnellement développée (les muscles pleuraux notamment et même les muscles dorso-ventraux sont à peine moins développés que dans le métathorax).

IV.3.7.2 - Les pattes

Chez de nombreux Homoptères, il existe de nombreuses variations de la morphologie des appendices ambulatoires, en rapport avec le mode de vie particulier: vie fixée. vie

fouisseuse etc. (Pesson, 1951 in Benmessaoud, 2005).

Denno, (1976) indique que la patte comprend un coxa ou hanche, un trochanter, un fémur, un tibia, un tarse à nombre variable d'articles et un prétarse muni généralement d'une paire de griffes et d'autres structures associées. Les pulvilles sont bien développées sur le tarse des *Cercopidea*, des Psylles et des Aleurodes. Chez les aleurodes, elles sont transformées en une soie pectinée ou *arolium*.

Contrairement aux autres Homoptères tels que les Psylles, le tarse entier repose sur le sol, les aleurodes adultes marchent sur la pointe de leurs griffes ou ongles. (Pesson, 1951 in Benmessaoud, 2005).

Par ailleurs, il existe deux griffes sur le dernier article des tarsi contre un seul chez les cochenilles (Roth, 1980 in Benmessaoud, 2005).

IV.3.8 - L'abdomen

L'identification des segments est d'ailleurs souvent rendue délicate en raison de la réduction des sclérites ou de leur fusion. Selon Denno (1976), les sclérites des *Aleyrodidae* et des *Psyllidea* sont en effet fréquemment réduits à d'étroites surfaces sclérifiées et pigmentées. En rapport avec cette réduction des sclérites, il y a souvent une réduction de la musculature dans les premiers et les derniers segments abdominaux des aleurodes.

L'abdomen des Homoptères se compose de 11 segments, reconnaissables au moins chez l'embryon et chez la larve (Heymons, 1899 in Benmessaoud, 2005). Chaque segment montre une plaque tergale typique plus ou moins étendue latéro-ventralement et une plaque sternale.

Pesson (1951), in Benmessaoud (2005), note que le 1er segment abdominal des aleurodes est étroit et étranglé à l'avant et à l'arrière. Il forme un pédicule reliant le thorax à l'abdomen. Les autres segments abdominaux sont normalement développés.

Le nombre de segments abdominaux identifiables est le plus souvent de 10, le 11^{ème} segment étant en effet fréquemment réduit et fusionné au 10^{ème}.

Denno (1976), mentionne que les 7 premiers segments forment les segments pré-génitaux. La réduction du 10^{ème} segment peut être encore plus poussée chez les aleurodes où les segments 8 à 10 ou 9 et 10 forment un complexe génito-anal.

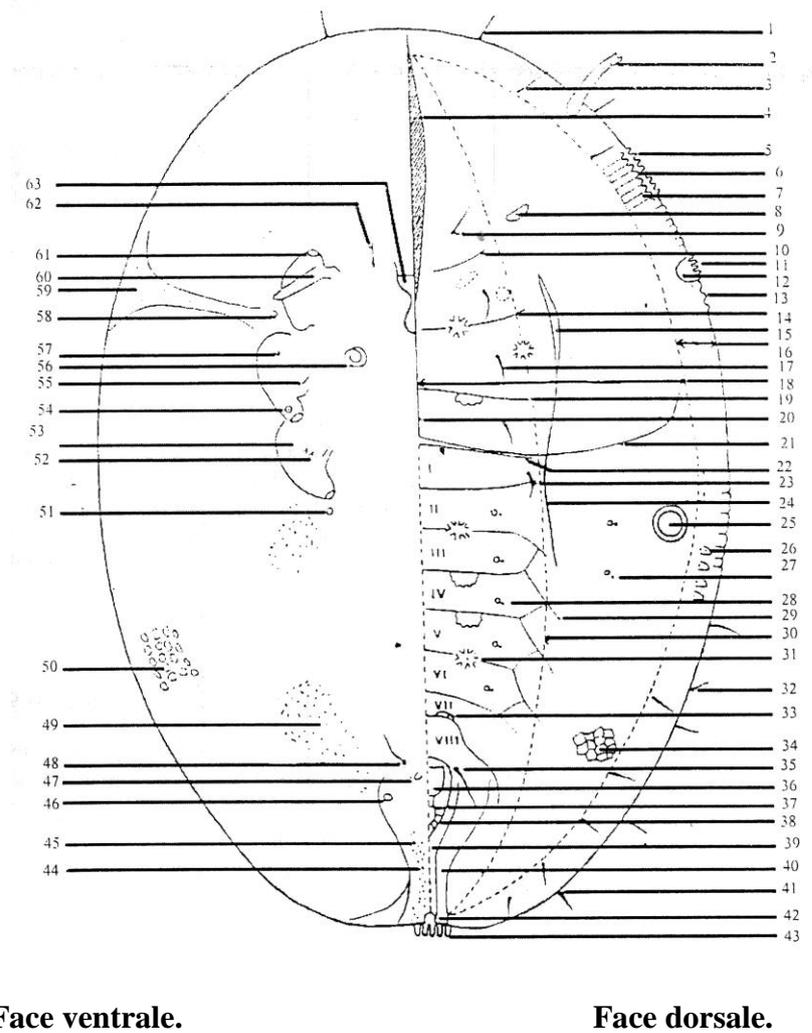


Fig. 01 : Schéma structural synthétique de la larve du 4^{ème} stade d'un Aleurode.(Pesson, 1951 in Benmessaoud, 2005)

- 1 - Soie antéromarginale.
- 2 - Tube cirier.
- 3 - Soie submarginale.
- 4 - Crête médiane antérieure.
- 5 - Dents marginales.
- 6 - Dents submarginales.
- 7 - Stries submarginales
- 8 - Tache oculaire.
- 9 - Soie céphalique.
- 10- Suture céphalothoracique.

- 11- Peigne trachéal thoracique.
- 12- Pore trachéal thoracique. 13 - Crénulations marginales.
- 14- Suture pro-mésothoracique. 15 - Pli latérolongitudinal.
- 16- Région submarginale.
- 17- Soie mésothoracique.
- 18- Région discale ou disque dorsal. 19 Suture méso-métathoracique.
- 20- Suture antérieure de la fente exuviâle. 21 Suture transversale de la fente exuviale.
- 22 Suture thoracoabdominale.
- 23- 1^{ère} soie abdominale.
- 24- Région submédiane.
- 25- Pore cirier.
- 26- Papilles glandulaires submarginales.
- 27- Pores géminés (Pore et micropore associés). 28 Rachis dorsal.
- 29- Carênes obliques.
- 30- Région subdorsale (Subdorsum). 31 Dépression submédiane.
- 32- Soie mârginale.
- 33- Poche dermique.
- 34- Réticulations dorsales.
- 35- 8^{ème} soie abdominale.
- 36- Opercule.
- 37- Lingule.
- 38- Oritice vasifonne (Orifice anal, organe vasifonne).
- 39- Sillon anal.
- 40- Crête anale.
- 41- Soie postéromarginale.
- 42- Soie caudale.
- 43- Peigne trachéal abdominal.
- 44- Sillon trachéal abdominal.
- 45- Spinules trachéales.

46- Stigmate abdominal postérieur.

47- Organe mâle (Organe bifide).

48- Soie ventrale abdominale,

49- Spinules ventrales

50- Sculptures ventrales submarginales

51- Stigmate abdominal antérieur

52- Epines coxales

53- Patte métathoracique. (Patte 3)

54- Stigmate thoracique postérieur

55- Soie coxale

56- Sac adhésif

57- Patte mésothoracique (Patte 2)

58- Stigmate thoracique antérieur

59- Sillon trachéal thoracique

60- Antennes

61 Patte pro thoracique (Patte 1)

62 Soie buccale

63 Trompe buccale

IV.3.8.1 - Les genitalia

Benmessaoud (2005), mentionne que les pièces et les éléments, appendices ou expansions, des segments abdominaux postérieurs constituant l'appareil de ponte ou d'accouplement des insectes sont dits « *genitalia* ».

IV.3.8.1.1 - Les genitalia femelles

Benmessaoud (2005), cite que les *genitalia* constituent l'ovipositeur de la femelle. Celui des Hémiptères est de type orthoptéroïde plus ou moins modifié ou réduit chez de nombreux groupes d'aleurodes. Il se compose d'un nombre de pièces dont le nombre et la terminologie de description sont sujets à discussion. La première description de l'ovipositeur d'un Aleurode vient de (Heymans, 1899). Il indique que les particularités suivantes chez *T. vaporariorum*: Sur la face ventrale, l'extrémité de l'abdomen montre une grande sclérification que l'auteur considère comme l'ensemble des plaques ventrales VIII et IX. Les tergites VIII et

IX sont incorporés au complexe anal. L'abdomen se termine sur la face dorsale par un tronc de cône qui, au repos est replié, la pointe vers l'avant et vers le haut. Dans ce cône, on peut reconnaître des pièces latérales interprétées comme les valves VIII et une pièce médiane qui doit représenter les valves IX fusionnées. Un système de bandelettes annexées à la base de ces pièces représente les valvifères des autres

Weber (1935), in Benmessaoud (2005), a indiqué l'existence de trois paires d'éléments constitutifs de l'ovipositeur nommés «gonapophyses» et a rejeté les termes de «pseudostyli» et de «styloïdes».

Actuellement, il est admis que l'ovipositeur des aleurodes (Fig. 02) soit constitué par deux paires de valves externes (ou *valvulae* ou gonapophyses). La 1^{ère} paire se développe à partir du 8^{ème} segment et la seconde paire à partir du 9^{ème} segment.

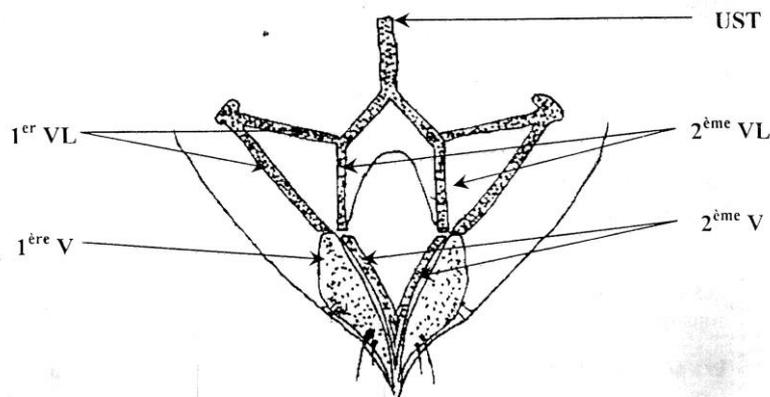
La troisième paire (valve IX externe) qui n'entre pas dans la constitution de l'ovipositeur proprement dit, sert d'enveloppe protectrice:

Snodgrass (1933) in Benmessaoud (2005), note que les valves possèdent des renforcements sclérifiés qui permettent leur coaptation longitudinale en forme de rail et de rainure. Ces renforcements sont habituellement qualifiés de *rami* ou *fibulae* par les anciens auteurs comme.

Le deuxième valvifère allongé est constitué de deux bras qui fusionnent pour former la partie impaire du système de sclérites de l'ovipositeur ou U.S.T. (Weber, 1935 in Benmessaoud, 2005).

Chez les aleurodes l'ovipositeur manque de caractéristiques morphologiques et taxonomiques significatives. La forme générale des structures formant l'ovipositeur, les soies qui sont en fait des organes sensoriels et les dentelures sur les valves ne sont pas considérées comme ayant une signification taxonomique (Pesson, 1951 in Benmessaoud, 2005). Une description de cet ovipositeur a été réalisée sur *Dialeurodes citri* par (Benmessaoud, 1987).

La glande à ciment est un organe qui sécrète une substance favorisant la fixation des œufs sur le support. Elle peut être observée à fort grossissement après éclaircissage et montage entre lame et lamelle. Les espèces *B. tabaci* et *T. vaporariorum* sont ainsi différenciés sans difficulté.



DST = Partie impaire du système de sclérites de l'ovipositeur **V** = Valvule **VL** =Valvifère
(Benmessaoud, 1987)

Fig. 02 : Extrémité génitale de l'adulte femelle de *Dialeurodes citri* ASH. (X160)

le critère le plus important se situe au niveau de l'armature génitale, il est possible de séparer au stade adulte 7 espèces d'importance agronomique, par l'observation de la glande à ciment chez la femelle. (Reynaud, 1999)

IV.3.8.1.2 - Les genitalia mâles

Pesson (1951), in Benmessaoud (2005), mentionne que le 9^{ème} segment est bien développé et toutes les pièces génitales chez le mâle sont liées à ce segment.

La partie postérieure du 9^{ème} segment forme un anneau sclérifié, ouvert sur la partie dorsale dans lequel se trouve le complexe anal. La sclérification affecte surtout les gonocoxites réunis. Elle porte sur la partie distale une paire d'appendices mobiles nommés paramères.

Snodgrass (1933) in Benmessaoud (2005), note que l'entre forceps ou harpagones se trouve un pénis sclérifié et simple, dirigé vers le haut et pourvu d'un apodème à sa base ventrale.

Les pièces génitales mâles sont constituées par:

- le phallus (ou *aedagus*), de structure compliquée chez les hétéroptères;
- une paire de crochets (claspers selon les auteurs anglo-saxons) diversement interprétés.

Selon les auteurs ces crochets ont été homologués soit aux gonoxites ou plus souvent aux styles IX alors nommés *gonostyli* ou harpagones, soit aux paramères. Snodgrass (1957) in Benmessaoud (2005), a tenté de clarifier le problème, en appuyant son interprétation des *genitalia* d'Hémiptères sur les données ontogéniques. Le même auteur avec considèrent toutes les formations appendiculiformes du mâle (mises à part certaines structures surnuméraires) comme des paramères plus ou moins déplacés latéralement.

IV.4 - Biologie des aleurodes

Les aleurodes sont très attirés par les jeunes feuilles ou en cours de croissance, qu'ils colonisent. Ils se regroupent généralement à la face inférieure de ces feuilles. C'est d'ailleurs la que se déroulent les différentes étapes des cycles biologiques de l'aleurode, depuis l'accouplement jusqu'à l'émergence en passant par la ponte et le développement des 4 stades larvaires (Onillon, 1976).

Les mouches blanches sont des insectes appartenant à l'ordre des homoptères d'une taille approximative de 1 mm couverts de cire blanche. Dans les cultures sous serre, deux espèces sont les plus répandues: *Bemisia tabaci* (mouche blanche du tabac) et *Trialeurodes vaporariorum* (mouche blanche des serres) (Onillon, 1976).

La femelle de la mouche pond ses œufs grands et allongés de 0,2 mm à la face inférieure des feuilles. La larve du premier stade est très mobile durant quelques heures jusqu'à ce qu'elle trouve un endroit convenable sur la feuille pour se fixer. A partir de ce moment, et dans les stades larvaires suivants, ainsi que le stade pupe, elle ne se déplace pas. Les quatre stades larvaires se ressemblent beaucoup, mais diffèrent clairement par leur taille. Après le quatrième stade larvaire, la larve se chrysalide. Finalement une mouche adulte émerge de la pupe par un trou de sortie en forme de T. (Onillon, 1976).

IV.5 - Reproduction

Les aleurodes sont ovipares, ayant généralement un mode de reproduction bisexuée. Elle peut également se faire par parthénogenèse facultative (Thibault, 1988). Cette dernière peut être soit;

- de type arrhénotoque (les œufs fécondés donnent des femelles et les œufs non fécondés donnent des males).
- De type thélytoque (les femelles non fécondés donnent des femelles).

Selon, Pesson (1951), in Benmessaoud (2005), la reproduction chez *Bemisia tabaci* se fait par voie amphi sexuel.

La reproduction chez les aleurodes est associée à plusieurs facteurs climatiques comme la température et l'humidité quoique la température semble être le facteur nécessaire au bon accomplissement du cycle évolutif de l'aleurode.

a - Accouplement

Il s'effectue généralement, quelques heures ou un à deux jours après l'émergence des adultes chez *B. tabaci* (Azab et al., 1971). Selon Parry et al., (1982), l'accouplement chez

Trialeurodes vaporariorum a lieu 2 à 6 jours après l'émergence des adultes. Les males meurent 24 heures après l'accouplement (Butler et al., 1986).

b – Ponte

Elle débute quelque temps après l'accouplement. Le nombre d'œufs pondus et la durée sont très variables. Une femelle de *Bemisia tabaci* pond approximativement 200 œufs et l'incubation dure environ une semaine à 25°C (Appert et al., 1982 in Benmessaoud, 2005). Quant à Onillon (1976), il pense que la femelle de *Trialeurodes vaporariorum* peut pondre 150 à 450 œufs selon la différente température. Cette variation s'observe chez *Aleurodes brassicae* (Walker).

c – Eclosion

D'après Bagayoko (1986), la larve se dégage lors de son éclosion en laissant les deux mortiers du chorion à leur position initiale. *Bemisia tabaci* est une espèce cosmopolite et complexe. Elle se rencontre sur plusieurs centaines d'espèces végétales différentes. Chaque adulte pond environ 250 œufs sur 1 plant de tomate. Cela dit, cette fécondité dépend de la plante hôte et du biotype de *B. tabaci* considéré. Emergence des aleurodes a lieu sur les vieilles feuilles et la phase de dispersion se produit quelques jours après, après quoi l'homogénéité de distribution restent stables (Noldus et al., 1986b in Benmessaoud, 2005).

IV.6 - Cycle évolutif de *Bemisia tabaci*

Bemisia tabaci peut produire 9 à 15 générations annuelles. La durée du cycle de développement de ce ravageur varie de 15 à 70 jours et celle de *Trialeurodes vaporariorum* de 19 à 25 jours, selon les conditions de température et la nature de la plante hôte (Mau et Kessing, 1992 in Benmessaoud, 2005). Le climat humide et chaud Sous serre, la durée de développement larvaire (œuf à adulte) oscille autour d'une vingtaine de jours et la longévité des adultes varie entre 10 à 15 jours (Al-Zyoud, 2008). Au cours de son développement, nous distinguons 4 stades larvaires (L1 à L4) qui aboutissent à une puppe (ou puparium) donnant lieu à un adulte après nymphose (Pesson, 1951 in Benmessaoud, 2005)

La femelle de l'aleurode insère son oviscapte à travers l'épiderme jusqu'à l'intérieur des tissus mésophylliens, où elle fixe les œufs par un fin pédoncule. En tournant progressivement son abdomen, les stylets buccaux qui sont enfoncés dans le végétal, lui fournissent un axe de rotation. La ponte est soit circulaire lorsque la femelle n'est pas dérangée, soit désordonnée quand il y a un obstacle (Giustina et al., 1989).

A la fin de l'incubation, l'œuf se fendille en deux pour donner naissance à une jeune larve. La larve de 1^{er} stade de forme hexapode, est d'abord mobile pendant une durée variant de quelques heures à 48 heures, à la recherche d'un site préférentiel, puis se fixe définitivement sur la face inférieure de la feuille et commence à s'alimenter. Dès sa fixation, les pattes de la larve se rétractent et ne sont plus fonctionnelles (Giustina et al., 1989)..

La durée totale du développement larvaire de *B. tabaci* varie entre 2 à 4 semaines, en fonction de la plante hôte et des différents facteurs climatiques (Ronald et Nagamine, 1992 in Benmessaoud, 2005). Tandis que Le développement du 1er stade larvaire de *T. vaporariorum* s'effectue en 3 à 5 jours. Le 2^{ème} stade dure 4 à 8 jours, le 3^{ème} stade dure de 2 à 4 jours et le 4^{ème} stade ou pupa ou puparium ou nymphe, entre 9 et 17 jours (Jayma et Kessing, 1991).

La longévité d'un adulte est de 6 à 55 jours. La femelle de l'Aleurode est synovogénique, c'est à dire qu'elle pond durant toute sa vie (Byrne, 2003). La reproduction a lieu toute l'année lorsque les conditions sont favorables. L'accouplement qui ne dépasse pas 4 minutes, a lieu peu de temps après l'émergence des adultes soit de 1 à 2 jours pour *B. tabaci* et de 2 à 6 jours pour *T. vaporariorum* (Gameel, 1974).

La reproduction des adultes est généralement bisexuée ou parthénogénétique. Cette parthénogenèse est facultative (Thibault, 1988). Elle peut être:

- de type Arrhénotoque, quand les œufs non fécondés donnent des mâles comme chez *Aleyrodes proletella* *Dialeurodes citri*
- ou de type Thélytoque quand les œufs non fécondés donnent des femelles, comme chez *Aleurotulus nephrolepidis*.

Chez *Trialeurodes vaporariorum*, les deux types de parthénogenèse se rencontrent. Pesson (1951) in Benmessaoud (2005), a noté l'existence de deux variantes, l'une aux Etats unis se reproduisant par parthénogenèse arrhénotoque et une autre européenne se reproduisant par parthénogenèse thélytoque.

Selon Pesson (1951) in Benmessaoud (2005), les œufs pédonculés sont déposés selon les espèces, isolément, en petits groupes, en cercles ou en spirales toujours sur la face inférieure de la feuille.

Le premier stade larvaire est mobile. Il est appelé « stade baladeur ». Les pattes et les antennes sont courtes mais fonctionnelles. La fixation s'effectue peu de temps après l'éclosion et dure pendant tout le cycle de développement larvaire. Au cours des deux stades L.2 et L.3, très semblables, se fait la réduction des pattes et des antennes. Le développement du quatrième stade larvaire ou *puparium* se divise en 2 phases: une phase d'alimentation ou pré-

nymphes suivies d'une phase de transformation ou nymphes (Benmessaoud, 2005).

Weber (1935) in Benmessaoud (2005), a noté que le quatrième stade n'est pas une véritable nymphe parce que cette dernière s'alimente pendant la première partie de la vie et la transformation de l'adulte a lieu dans la seconde partie sans qu'il n'y ait de mue pupale. Après la dernière phase, l'imago ailé s'échappe par une fente dorsale du *puparium* en forme de « T ». L'exuvie restant toujours adhérente au végétal. Le développement des aleurodes (Fig. 03) s'effectue par allométabolie (Pesson, 1951 in Benmessaoud, 2005). En effet, le quatrième stade larvaire est aptère et vit fixé sur la face inférieure de la feuille alors que l'adulte est ailé et mobile. L'apparition des appendices imaginaires se réalise au 4^{ème} stade larvaire (Pesson, 1951 in Benmessaoud, 2005).

1- L'œuf

L'œuf est plus étroit au sommet, il a une forme ellipsoïde et fixé par pédicelle légèrement incurvé. Le pédicelle est utilisé comme un conduit de sève qui protège l'œuf de la déshydratation. L'œuf a une forme ovale effilée en pointe vers l'extrémité distale. Il est brillant et de couleur blanc-verdâtre au début de la ponte. Un à deux jours plus tard, il est brun-clair puis plus foncé vers le haut. Sa taille est de moins 0.2 mm (Appert, et Deuse, 1982 in Benmessaoud, 2005).

Cependant la dimension des œufs est variable, elle est de (0.17m - 0.21mm) pour la largeur (Azab *et al.*, 1969) et de (0.196-0.204 mm) pour la longueur et de (0.081 - 0.095mm) pour la largeur selon (El-Hellal, *et al.*, 1971).

Les œufs sont pondus en cercle et insérés dans les tissus végétaux par un pédicelle qui permet les échanges d'eau avec la feuille (Reynaud, 1999). Il possède une longueur de 0,1 à 0,3 mm, il présente plusieurs formes notamment, ovoïde allongé et parfois réniforme. Le chorion externe de l'œuf est parfois sculpté. Selon Cohic (1968), les ornements de ces œufs ont été utilisés pour séparer les différentes espèces d'aleurodes.

Selon Natarajan (1987), l'œuf fraîchement pondu est brillant, lisse de couleur jaune verdâtre, un ou deux jours plus tard, il vire au brun clair. Par la suite, cette couleur devient gris foncé ; avec une accentuation particulièrement vers le sommet (Bagayoko, 1986).

Reynaud (1999), indique que l'apex de l'œuf peut être arrondi ou pointu. L'extrémité basale est plus large et porte un pédicelle de longueur variable, avec lequel la femelle fixe l'œuf à la plante hôte. Ce pédicelle est un réservoir souple à parois minces. Quand l'œuf est déposé sur la feuille, l'ovipositeur de la femelle pratique une ouverture par laquelle elle enfonce ce pédicelle dans l'épiderme de la feuille. Cet ovipositeur pointu pénètre jusqu'au parenchyme

de la feuille. La femelle injecte ensuite le fluide sécrété par la glande à ciment à la base du pédicelle en le maintenant ainsi fermement à la surface de la feuille (Gameel, 1974). La pression importante du pédicelle sur la feuille peut provoquer la déformation de celle-ci. Par ailleurs, la quantité de ciment déposée peut être plus importante si l'insertion du pédicelle est effectuée sur un stomate ou un espace intercellulaire plutôt qu'intracellulaire. Le pédicelle véhicule l'humidité du végétal à l'œuf, et peut entraîner le dessèchement de la plante dans le cas d'une forte infestation ; (Reynaud, 1999).

2- Stades larvaires

Les stades larvaires sont au nombre de quatre (4) chacun deux s'opère une mue .Les larves sont complètement aplaties, ovales ou circulaire et secrètent une substance cireuse dont la forme et la constitution varient suivent les espèces (Balachowsky et *al.*, 1936). l'émission du miellat peut être sous forme de fines gouttelettes projetées, ou sous forme de gouttes restant adhérentes à l'orifice vasiforme (Balachowsky et *al.*, 1936).

Les larves se trouvent sur la face inférieure des feuilles Il passe par quatre stades larvaires, le quatrième stade évolue en puparium (Gill, 1990).

2.1- Larve néonate ou la larve de premier stade (L1)

Le 1^{er} stade larvaire est mobile pendant quelques heures à 48h, à la recherche d'un site préférentiel, puis se fixe définitivement sur la face inférieure de la feuille et commence à s'alimenter. Dès sa fixation, ses pattes se rétractent et deviennent non fonctionnelle (Gill, 1990).

La larve peut être transparente à opaque, jaune à brun foncé et même noire chez certaines espèces. La cire blanche, habituellement pulvérulente, est produite généralement dès que la larve commence à s'alimenter (Gill, 1990). Alors que Hargreaves (1915), indique que la larve de *Trialeurodes vaporariorum* présente des pattes de 4 ou 5 articles, et des antennes de 2 ou 3 articles. Cependant, la segmentation n'est pas très apparente et il semblerait que certains individus ne possèdent que trois articles pour les pattes et deux articles pour les antennes.

2.2- Larve de deuxième et de troisième stade (L2) et (L3)

La larve du second stade est pigmentée et apode, elle présente des Soles caractéristiques du stade et de l'espèce. Elle est de forme ovale ou ellipsoïde (Gameel, 1972 ; Bagayoko, 1986). La larve second stade de *B. tabaci* est de couleur verdâtre, elle est légèrement convexe dorsalement, sa bordure devient crénelée à cause de filament cireux (Natarajan et *al.*, 1971 ; Bagayoko, 1986). Elle possède deux de soies marginales situées dans la partie postérieure du corps et trois paires de courtes soies dorsales. Les pattes sont

atrophées, coniques, faiblement segmentées et terminées par des sortes de ventouses, elles ne sont pas fonctionnelles. L'orifice vasiforme, de forme triangulaire est situé sur le dernier segment abdominal (Appert et *al.*, 1982 in Benmessaoud, 2005). Elle mesure 0,29mm-0,38mm de long et de 0,20mm-0,23mm de large (Azab et *al.*, 1969) cité par (Bagayoko, 1986).

En ce qui concerne la larve de troisième stade, la description morphologique, est la même que le celle du deuxième stade, sa taille est de 0,43 à 0,56mm pour longueur et de 0,27 à 0,31 mm pour la largeur (Lui et Oetting, 1993), son ovoïde.

Elle représente le premier stade dangereux pour la culture dont mesure ou la ponction de la sève devient de plus en plus importante et où l'émission de miellat sous forme de très fines gouttelettes projetées devient abondante, ceci va représenter la phase initiale d'installation de la fumagine (Lebourgeois, 1985).

Selon Benmessaoud (2005), les sécrétions de cire sont communes à l'ensemble des aleurodes. Elles sont parfois spécifiques à l'espèce, alors qu'habituellement elles sont radicalement différentes de celles de l'état pupal. Tandis que les caractères génériques peuvent être présents chez les larves. Peu d'identifications d'espèce sont faites à partir des larves de 2^{ème} et de 3^{ème} stade.

Hargreaves (1915), pense que les pattes possèdent trois articles et les antennes que deux articles chez *T. vaporariorum* et les Aleyrodinae en général. Alors que les *Aleyrodicinae* ont des pattes à trois articles et la segmentation des antennes n'est pas distincte.

Tandis que Gill (1990), souligne que ces deux stades larvaires ressemblent en général aux pupes par la forme et la couleur, excepté dans la taille, la forme des pattes et la longueur de quelques soies dorsales. Les pattes et les antennes sont réduites à seulement un article.

2.3- Larve de quatrième stade (L4) (phase prénymphe et phase nymphale)

La larve du quatrième stade a toujours une forme ellipsoïde et est plus longue que large. (Gameel, 1972), ou ovoïde amincie vers l'extrémité postérieure elle est renflée dorsalement suivant l'axe longitudinal, l'extrémité de la lingula est deux fois plus ses dimensions sont les suivantes : 0.85mm x (0.48 - 0.64 mm) selon (Azab et *al.*, 1969) ou (0.76-0.79 mm) x (0.56-0.61 mm) selon (Gameel, 1972). La couleur est fonction de la plante hôte; elle est jaune verdâtre sur patate douce jaune clair sur cotonnier, aubergine, piment, poivron et tomate. Adulte ou imago : il mesure 1 mm de long et 2.5 mm d'envergure (Appert et *al.*, 1982 in Benmessaoud, 2005). Les yeux composés sont divisés en deux parties par une

seule ommatidie. Les antennes sont courtes.

La couleur du corps de la prénymphe est transparente et irisée. Elle reflète la couleur de la plante hôte avec une légère nuance du vert. L'irisation est probablement due aux striations extrêmement fines de la cuticule qui réfractent la lumière (Benmessaoud, 2005).

Phase pré nymphale pour, Azab et *al.*, (1971), après la mue, la larve est translucide, le lendemain se colore en fonction de la teinte de la plante hôte. Lorsqu'elle est fraîche, la larve est mince et plate sur le côté du ventre, mais peu après elle subira une augmentation de volume pour devenir convexe (Gameel, 1972).

Tandis que la phase nymphale pour, Giustina et *al.*, (1989), elle se manifeste par des transformations d'ordre interne, se déroulant sous les téguments, le corps accolé au support s'épaissit et se rechauffe progressivement tout en adhérant au végétal pour former un abri circulaire appelé (puparium) En effet, sous sa protection, il s'effectue une sorte de métamorphose, la larve cesse de s'alimenter, sur sa face ventrale, se révèlent des ébauches d'ailes, la tête, le thorax, l'abdomen et l'apparition des taches oculaires imaginaires qui deviennent visibles à l'œil nu (Onillon, 1976). La larve se transforme après la seule mue imaginaire en imago aile qui s'échappe par une fente dorsale en forme de (T) (Onillon, 1976 ; Mound et Halsey 1978 in Benmessaoud, 2005).

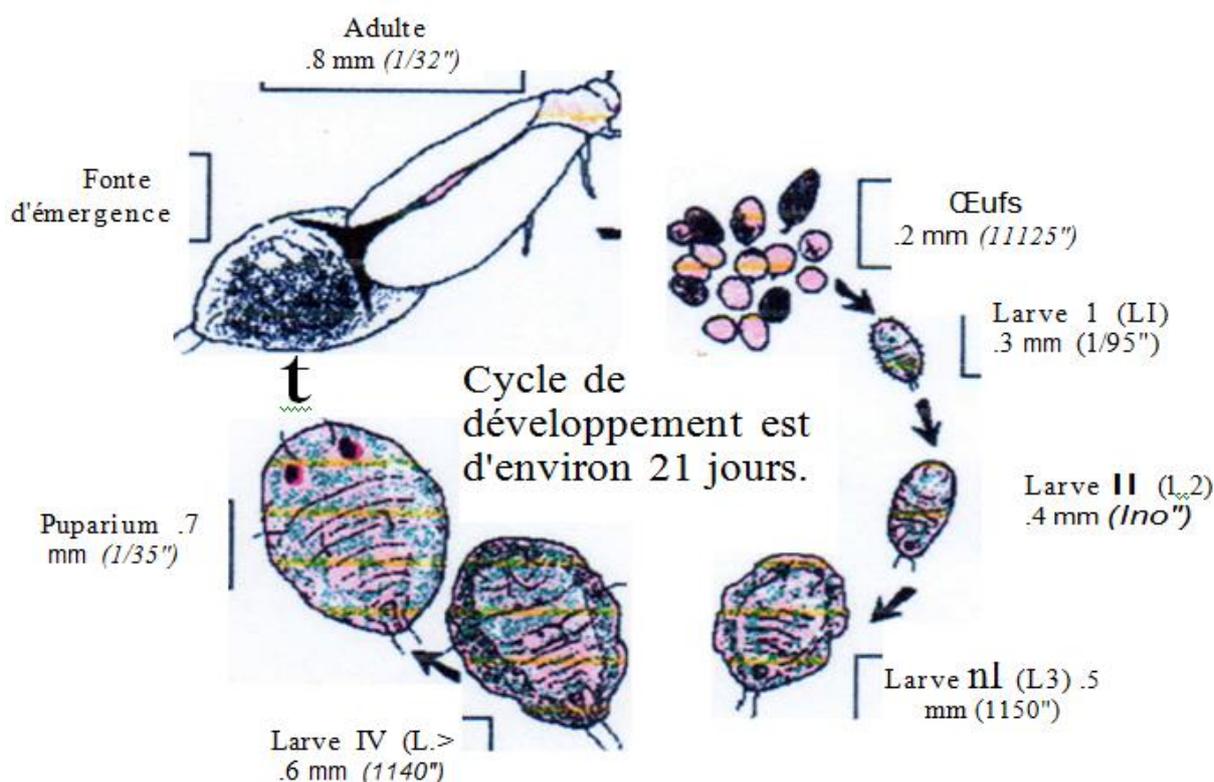


Fig. 03 : Cycle évolutif de *Bemisia tabaci* (Gahanth1 et *al.* 1998).

2.1- Adulte

Les aleurodes sont discrets par leur taille qui généralement avoisine 2 à 3 mm, mais aussi par leur comportement. En effet, ils vivent la plupart du temps à la face inférieure des feuilles de nombreux végétaux. Le male se différencie de la femelle par la présence d'une paire d'harpagons et d'un pénis externe (Appert et Deuse, 1982 in Benmessaoud, 2005). D'après Lebourgeois (1985), les males sont munis de 4 petites glandes cirières alors que les femelles ont deux.

IV.7 - Les Biotypes de *B. tabaci*

Selon les hôtes, différentes populations de *B. tabaci* sont découvertes pendant les années 1950, avait conduit à la notion de races, tandis que à ce moment la différenciation entre les différents biotypes était très difficile voire impossible. Cependant l'apparition dans les années 1980 en Amérique de pullulations incontrôlables sur des plantes ornementales a abouti à la notion de biotype. Par la suite, des marqueurs électrophorétiques spécifiques, puis une corrélation entre certaines particularités biologiques (performance de reproduction et symptômes d'argenture) et des résultats de migration d'A.D.N par électrophorèse sur gel (bandes A et B) sont mis en évidence. Elle se caractérise par 24 biotypes différents (A à T) qui sont marqués par des affinités diverses envers les plantes hôtes et des potentiels invasifs différents (Azab, et al., 1969).

L'accroissement des problèmes liés à *Bemisia tabaci* a été en grande partie lié à l'apparition d'un biotype plus agressif présent aujourd'hui dans diverses régions du monde (Costa et Brown, 1991). De nombreuses études moléculaires menées depuis, à l'aide de marqueurs génétiques plus spécifiques et sur des populations d'origines très variées, ont montré la présence de multiples biotypes avec des caractéristiques morphologiques très variables.

Le biotype « B » a des caractéristiques biologiques et génétiques qui le distinguent du biotype « A », notamment : une fécondité importante, un choix élevé de plantes hôtes, une résistance à plusieurs familles d'insecticides, et la capacité de créer des désordres phytotoxiques à la plante hôte tel que l'argenture des feuilles de courge (Byrne et al., 1995). Le biotype « non-B » ne serait pas en compétition avec le biotype « B » car probablement ils se trouveraient dans des régions différentes. Il n'en est pas de même au sud-ouest des États unis d'Amérique, où l'introduction du biotype « B » a rapidement remplacé le biotype indigène « A » (Brown et al., 1995.a). Tandis que pour Guirao et al., (1997), qui ont souligné

qu'au niveau de la péninsule ibérique deux biotypes différents de *Bemisia tabaci* ont été découverts il s'agit du biotype « B » (au Tenerife : Îles Canaries, Barcelone, Madrid, Malaga et Almeria) et le biotype « non-B » (Majorca aux Îles Baléares, Séville, Valence, Murcia et Almeria et la région d'Algarve au Portugal).

IV.8 - Impact des facteurs bioécologiques sur *B. tabaci*

L'œuf To- période adulte d'*Encarsia transversa* sur *B. tabaci* à 15 ° C et 30 ° C et de 70 à 75% HR, variait de 11,3 à 15,1 jours pour les femelles et de 12,1 à 14,6 jours pour les mâles (Anthony et al., 2003).

Deux facteurs essentielles peuvent être évoqués pour expliquer l'évolution de *Bemisia tabaci* sous serre .Premièrement les conditions climatiques favorables durant les périodes printanière et automnale, est deuxièmement la phénologie de la plante hôtes (Tarai, 2012).

Dans la culture de tomate, le développement de l'œuf à l'adulte dure 20 jours à 27°C et 38 jours à 17°C, mais cela varie en fonction du type de la plante. La fertilité de la mouche blanche dépend de la plante hôte et de la température. À 17°C la femelle pond 100-150 œufs sur tomate, 250-300 sur concombre et 450-600 sur aubergine (Martin et al. 2001). Les larves comme les adultes sucent la sève des plantes pour se nourrir. En sécrétant le « miellat », elles ne salissent pas seulement les feuilles mais aussi les fruits, qui deviennent ainsi invendables. Le miellat entraîne souvent la présence de moisissures appelées fumagines, lesquelles interfèrent avec la photosynthèse et la respiration des plantes. De plus, la mouche blanche peut transmettre beaucoup de virus (Martin et al., 2001).

La mise au point de méthodes de lutte doit d'abord se baser sur des connaissances bioécologiques des ravageurs concernés (Oliveira et al., 2001).

L'évolution complète d'une génération demande l'accumulation de 370 degrés-jours (Martin et al., 2001).

La durée de vie de l'adulte est fonction de la température : de quelques semaines à une dizaine de jours. Il est très polyphage, les hôtes principaux sont le concombre, la courgette, la tomate, le pélagonium, le lantana et le poinsettia. La distinction entre *Bemisia tabaci* et *Trialeurodes vaporariorum* ne peut se faire de façon sûre qu'au microscope par

l'observation des femelles. On peut noter toutefois que l'adulte *B. tabaci* est plus petit que *T. vaporariorum* et les larves sont de couleur jaune citron (Al-Zyoud, 2008).

Au niveau des tropiques, *T. vaporariorum* est plus commun au-dessus des altitudes de 500m, et *B. tabaci* tend à être l'espèce prédominante en dessous de 500m (Caballero, 1994). Une meilleure compréhension du rapport entre un insecte et son environnement, fournit des informations de base pour interpréter la dynamique spatio-temporelle des populations (Tarai, 2012).

En Algérie, les cultures maraîchères (Tomate, Haricot, Courgette, Concombre, Aubergine, Piment et Poivron), les plantes ornementales (*Poinsettia*, *Geranium*, *Adathoda*, Jasmin, *Fushia*, *Hypoestes*) et les mauvaises herbes (Liseron, Orties, *Lavatera*) sont les plus infestées. C'est pour cette raison que Labit (1979), a souligné que l'Aleurode des serres, possède aussi une large gamme de plantes hôtes.

Gameel (1974), note que La fécondité réelle de *B. tabaci* reste encore mal définie. Les auteurs concourent sur les possibilités de ponte de l'Aleurode. Marchoux et *al.*, (2001) in Benmessaoud (2005), pense qu'en règle générale et dans des conditions favorables, la fécondité de l'Aleurode des serres est de 500 à 600 œufs.

Al-Zyoud (2008), indique que L'évolution complète d'une génération demande l'accumulation de 370 degrés-jours, et que la femelle de *B. tabaci* pond 200 œufs à 25°C, et celle de *T. vaporariorum* 150 à 450 œufs dans les mêmes conditions. Alors que, Butler et *al.*, (1989), signalent que la fécondité de *B. tabaci* peut être de 28 à 300 œufs en fonction de la plante hôte et de la température, et les densités peuvent même atteindre jusqu'à 133 œufs par cm². Plus la viabilité des œufs est aussi contestée par la majorité des auteurs qui la fixent à 75 œufs (Byrne, 2003), alors que d'autres tel que Al-Zyoud (2008), estime à des centaines d'œufs pouvant suivre leur développement et assurer la descendance. Beaucoup de questions restent posées quant à la capacité de ponte et le taux de survie des œufs de *Bemisia tabaci*. En revanche, ils s'accordent à dire que la ponte maximale pour les aleurodes en général, a lieu au cours de la première semaine de la vie de la femelle (Al-Zyoud, 2008). On a réalisé que la ponte peut être altérée par les basses températures (Ohnesorge et *al.*, 1981).

L'Aleurode du tabac est un insecte très polyphage, signalé aujourd'hui sur plus de 300 espèces de plantes, avec une prédilection pour le Cotonnier, le Haricot, le Tournesol, l'Aubergine, la Pomme de terre, le Poivron, le Tabac, la Tomate, les agrumes et diverses plantes ornementales. Il vit à la face inférieure des feuilles, ponctionnant les liquides

intracellulaires, provoquant des piquetures rougeâtres sur la face supérieure. C'est un ravageur tropical et subtropical, et vit dans les serres aux dépens de plantes ornementales et de légumes : Poivron et Tomate ; les adultes: ils se tiennent à la face inférieure des feuilles, se déplaçant peu, principalement pendant les heures diurnes. La fraîcheur réduit beaucoup leur activité (Cock, 1993).

Peu après la ponte, les œufs de *T. vaporariorum* de couleur jaune pâle, virent du brun foncé au noir à la fin de l'incubation, qui est de 6 à 7 jours. Leur éclosion a lieu 9 jours plus tard environ à 21 ° (Cock, 1993).

En conditions de laboratoire, et sur une culture de coton, les œufs de *B. tabaci*, de couleur jaune pâle virent au brun orangé. Ils éclosent 5 jours après leur ponte à une température de 32,2°C et 90,5% d'humidité relative et beaucoup plus tard soit 22,5 jours, à une "température de 16,7°C et 62% d'humidité relative. Quand la température et l'hygrométrie dépassent respectivement 36°C et 96,8%, les œufs ne sont plus viables. (Cock, 1993).

Bemisia tabaci sur tomate des serres et les aleurodes d'une manière générale sont poly-phytophages et possèdent donc une large gamme de plantes hôtes. Plus de 500 espèces de plantes hôtes de *B. tabaci* sont répertoriées dans la littérature (Azab et al., 1969) et (Jayma et Kessing., 1991). Di-Pietro (1977), a noté que l'étude des plantes hôtes établie par ces auteurs indique que *B. tabaci* est connu comme ravageur des zones climatiques des pays chauds sur les plantes annuelles, les cultures pérennes, les mauvaises et toutes les espèces de plantes herbacées. La grande polyphagie de l'insecte explique sa rapide extension géographique à partir de l'Afrique et du Proche orient vers les pays de l'Europe méridionale. Mau et Kessing (1992), in Benmessaoud, (2005), souligne que dans les climats froids, on ne trouve cet Aleurode qu'en serre, tandis que, dans les régions méridionales, on le trouve en plein champ, sur des plantes spontanées et cultivées. Parmi les plantes hôtes ayant une importance économique, et citent la tomate, le concombre, les courges, l'aubergine, le poivron, la laitue, la pomme de terre, le fraisier, le tabac, le cresson, la pastèque et la courgette.

De nombreuses espèces de mauvaises herbes sont citées comme plantes hôtes secondaires de cet Aleurode. Une liste plus importante est fournie par Mound et Halsey (1978), qui estiment que le spectre parasitaire est très diversifié. Ce ravageur est signalé sur 326 plantes hôtes avec 63 familles distribuées sur 170 genres. Donc elle est très polyphage, est capable de vivre sur 249 genres de végétaux. Elle attaque surtout les plantes potagères, en

particulier la tomate, l'aubergine et les Cucurbitacées, ainsi que beaucoup de plantes Ornementales, avec une prédilection pour les Astéracées.

Al-Zyoud (2008), Note qu'en effet, ils se regroupent généralement à la face inférieure des feuilles et les aleurodes sont très discrets par leur taille qui avoisine 2 à 3 mm, mais aussi par leur comportement. C'est d'ailleurs là que se déroulent les différentes étapes du développement de leur cycle biologique, depuis l'accouplement jusqu'à l'émergence en passant par la ponte et le développement des quatre stades larvaires.

A partir de 1989, des analyses d'échantillons de feuilles de poivrons et de piments complètement recroquevillés, provenant de la région de Biskra, ont montré la présence d'une mouche blanche qui n'existait pas sur le littoral algérois. (Benmessaoud, 2005)

Devant une telle situation, les agriculteurs commençaient à s'alarmer en voyant leurs cultures de tomate présenter des plants nains, et une augmentation effective de la présence de cet insecte malgré les divers traitements chimiques utilisés à différentes doses et souvent en plusieurs applications. (Benmessaoud, 2005)

Les deux espèces de mouches blanches existaient en Algérie, sans que les agriculteurs ne se soucient des problèmes que peuvent engendrer ces ravageurs du fait de la minimisation des dégâts occasionnés qui n'étaient pas très importants. Nos observations sur la majorité du territoire algérien, nous font remarquer que la répartition, des deux espèces d'aleurodes, tend à s'élargir à tous les bioclimats algériens. Ainsi, les deux espèces colonisent des biotopes très diversifiés, puisque nous les retrouvons en fortes densités aussi bien au Nord qu'au Sud du pays avec une prédominance de *T vaporariorum* au Nord du pays et de *B. tabaci* dans les régions sud (Benmessaoud, 2005)

IV.9 - Habitat

Selon Byrne et Bellows (1991), les plantes hôtes jouent un rôle important sur l'hivernation des aleurodes, le liseron et le tournesol et pour Coudriet et *al.*, (1986), les plantes à feuilles " persistantes, comme le *Lantana*, le chou-fleur, assurent le maintien des populations larvaires lors de cette période. L'hivernation se passe à tous les stades de développement larvaire. Dans le Nord, cet Aleurode survit habituellement dans la serre sur des plantes adventices ou en été sur des plantes d'extérieur, situées à proximité immédiate. Plus au sud, les adultes peuvent également passer tout l'hiver sur des plantes adventices poussant à l'extérieur de la serre, si les conditions climatiques ne sont pas trop rigoureuses (Ohnesorge et *al.*, 1981).

Berlinger (1986), note qu'en général on trouve *B. tabaci* et *T. vaporariorum* sur le même pied. Toutefois le choix des plantes hôtes par les mouches blanches est en relation directe avec les caractéristiques externes et physiques de la surface de feuille (pilosité, forme de la feuille, viscosité) et les caractéristiques internes et chimiques de la feuille telle que le pH ou la sève de la feuille. Alors que la mouche blanche du tabac a une préférence pour les variétés de coton à feuilles velues et elles sont aussi très attirées par les Jeunes feuilles ou en cours de croissance, qu'elles colonisent.

Qaryouti et al., (2003), estime que les données sur la dispersion ou le regroupement des populations des ravageurs ainsi que leur évolution temporelle sont un aspect important de la biologie des populations parce qu'elles représentent le résultat de l'interaction entre les individus de l'espèce et leur habitat.

IV.10 - Nourriture

La détermination et les implications des plantes hôtes comme support de *B. tabaci* (Gennadius), et *T. vaporariorum* (Westwood) qui sont des ravageurs importants des cultures légumières et horticoles, dans toutes les régions chaudes du monde (Brown, 1994).

IV.11 - Dynamique de population des aleurodes sous serres; approche de modélisation bioclimatique

La température est un des facteurs abiotiques ayant le plus d'influence sur les processus vitaux des arthropodes (Sabelis, 1981). Ainsi, un grand nombre d'études bioclimatiques, expérimentales et théoriques, vise à éclaircir l'influence de ce facteur sur la dynamique des systèmes tritrophiques : plante hôte, ravageur, prédateur/parasitoïde. Elles proposent une diversité de modèles et d'équations de réponse caractérisant la dépendance thermique de processus tels que le développement, la reproduction, le sexe ratio, l'alimentation, la mobilité et la mortalité. En déterminant les seuils thermiques et les taux propres à un individu, ces outils permettent, entre autres, de mesurer la synchronisation des prédateurs avec leurs proies et leur performance en fonction de la température ambiante ou de mieux cibler les interventions phytosanitaires en fonction du climat (Sabelis, 1981).

IV.12 - Dépendance thermique des arthropodes et modélisation de dynamique de population

Certaines études se limitent à mesurer, pour une population de ravageurs et/ou d'ennemis naturels, la durée de développement, la fécondité, la mortalité, le sexe ratio et/ou la prédation sous un seul régime constant de température (Friese et Gilstrap, 1982). Les données recueillies dans ce type d'études permettent de calculer un paramètre fréquemment utilisé dans la littérature, le taux intrinsèque d'accroissement naturel de la population (r_m) pour le ravageur et/ou son ennemi naturel. Ce paramètre démographique est utile pour prédire le potentiel d'accroissement d'une population dans un environnement donné (Sabelis, 1981). On peut alors parler de modèle de simulation statique (Law, 2007). Dans un environnement contrôlé, par exemple sous serres, cette approche est intéressante pour identifier l'agent de lutte le plus prometteur. Toutefois, elle fournit peu d'informations en continu sur la croissance d'une population soumise à des conditions variables.

D'autres études se concentrent sur les réponses thermiques du développement et de la reproduction d'un nombre restreint (3 ou 4) de régimes constants de température situés entre les températures minimales et optimales (Genini *et al.* 1991). Les données ainsi obtenues permettent de déterminer une relation de dépendance thermique à l'aide de modèle de régression linéaire simple. Cette mesure de réponse a l'avantage d'être rapide, toutefois elle ne permet pas une estimation adéquate des températures cardinales (i.e. températures seuil inférieur, optimal et seuil supérieur) car les réponses thermiques des processus vitaux des arthropodes suivent une courbe en forme de cloche asymétrique et non linéaire (Logan, 1988). La méthode de régression linéaire simple peut être une composante adéquate si elle est intégrée à un modèle dont l'objectif est de décrire une population qui évolue dans des conditions de températures sous-optimales. La régression linéaire est d'ailleurs utilisée dans l'approche simple de cumul des degrés-jours. Lorsque de nombreux jeux de données sur le développement d'un arthropode à génération discrète sont disponibles, ce type de modèle peut être développé et utilisé afin d'orienter les efforts de dépistage et cibler le meilleur moment pour les interventions phytosanitaires.

En contrepartie, les études qui s'intéressent aux processus vitaux d'un organisme soumis à des températures sous-optimales et supra-optimales et se situant près des seuils thermiques (inférieur et supérieur), permettent d'identifier l'intervalle de température dans lequel l'organisme est actif. Les modèles de simulation dynamique permettent de reproduire

dans le temps les détails de la dynamique de population d'un système particulier (e.g. dynamique prédateurs : proies) par la combinaison de différentes fonctions de réponse et processus physiologiques. Ils permettent d'évaluer l'importance de différents paramètres sur la dynamique d'un système biologique complexe et d'améliorer la compréhension de tels systèmes (Sabelis, 1981). Les méthodologies utilisées sont aussi complexes et diversifiées que les paramètres qui régissent de tels systèmes (Sabelis, 1981). Des modèles de populations ont déjà été présentés, par exemple, pour *Carposina sasakii* Matsumura (Lepidoptera : Carosinidae), et *T. urticae* et *P. persimilis* (Sabelis, 1981).

L'approche par simulation dynamique est la plus adéquate pour modéliser la dynamique de population des tétranyques dans les framboisières sous tunnels. Le cycle de développement rapide des acariens, les générations chevauchantes, les températures fluctuantes, la probabilité élevée d'être en zone thermique supra-optimale, et la disponibilité restreinte de données de terrain ne permettent pas d'utiliser l'approche simple de cumuls thermiques, comme les degrés-jours, pour modéliser un tel système.

De plus, le développement d'un modèle simulant la dynamique des tétranyques sous tunnel permettra une meilleure compréhension de ce système encore méconnu et de ses composantes, et l'évaluation de différentes stratégies d'introduction de prédateurs. La paramétrisation de ce modèle permettra d'orienter les recherches supplémentaires requises pour développer une stratégie phytosanitaire efficace dans la culture du framboisier remontant sous tunnels.

IV.13 - Influence de la température et de l'humidité sur les fonctions biologiques des parasitoïdes

Bien qu'un parasitoïde ou un prédateur possède tous les attributs pour réprimer sa proie, une mauvaise adaptation aux conditions climatiques peut se traduire par un échec de la lutte biologique contre le ravageur ciblé. L'utilisation combinée d'espèces de prédateurs, dont la réponse aux conditions climatiques diffère, peut augmenter les chances de réussite de la stratégie de lutte biologique (Strong et Croft, 1995).

Bien que la durée de développement dépende de nombreux facteurs (e.g. la lignée de l'acarien, l'espèce végétale hôte et son cultivar, la source de nourriture), la température est considérée comme étant le plus important facteur abiotique, suivi de l'humidité (Sabelis 1981). Ainsi, il faut être prudent lorsqu'on doit comparer la réponse thermique de prédateurs et de leurs proies obtenue d'études différentes.

Phytoseiulus persimilis a une température minimale de développement estimée à 11,2°C (Sabelis, 1981). Son cycle de développement s'accélère jusqu'à 30°C, mais, au-dessus de cette température, une forte mortalité est observée pour tous les stades (Sabelis, 1981). Pour *N. fallacis*, le seuil de développement est de 10,1°C pour les œufs et de 11,8°C pour les formes mobiles (Genini *et al.*, 1991) et son cycle de développement s'accélère jusqu'à 32°C (Smith *et al.*, 2000). Quant à *N. californicus*, la température seuil de développement est estimée à 11,7°C pour le stade œuf et son taux de développement augmente jusqu'à 30°C alors qu'à 35°C il est équivalent à celui observé à 25°C mais le taux de mortalité est plus élevé. À partir de 37,5°C, aucun œuf de *N. californicus* n'écloît (Gotoh *et al.*, 2004).

Une température élevée combinée à un faible pourcentage d'humidité relative (HR) peut interrompre le cycle de développement des phytoséiides. L'œuf est le stade le plus sensible à l'humidité, car les formes mobiles peuvent se déplacer vers un endroit plus humide et obtenir de l'eau par la consommation de proies (Monetti et Croft, 1997). Pour *P. persimilis*, la proportion d'œufs qui éclosent diminue lorsque la température augmente de 20 à 30°C et que l'humidité relative diminue sous 70 % (Sabelis, 1981). De Courcy Williams *et al.*, (2004), ont observé 50% de mortalité des œufs de *P. persimilis* sous des conditions de 20 °C et 70% HR. Toutefois, ces résultats diffèrent ceux de Stenseth (1979), qui démontre qu'à 21°C et 40% HR 84,5% des œufs éclosent, contrairement à 7,5% à 27°C et 40% HR. La réponse des prédateurs aux conditions climatiques peut varier selon le substrat utilisé pour l'expérience (Sabelis, 1981). De Courcy Williams *et al.*, (2004), ont d'ailleurs observé que 51,9% et 4,9% des œufs de *N. californicus* éclosent à 70% et 60% HR, respectivement, alors que cette espèce est reconnue par plusieurs pour tolérer des taux d'humidité plus faibles que ceux tolérés par *P. persimilis* (Monetti et Croft, 1997). Finalement Croft *et al.*, (1993), ont établi que 50% des œufs de *N. fallacis* sont non viables à 70% HR sous une température constante de 20°C et que le taux de survie des jeunes larves était de 3,4 % après deux jours à 20°C et 50% HR. Le niveau de tolérance hygrométrique des prédateurs semble relié à leur origine géographique et au type de plante hôte (Croft *et al.*, 1993 ; Bounfour et Tanigoshi, 2002).

La température et l'humidité n'affectent pas seulement le cycle de développement des prédateurs, mais également leur consommation de proies et leur dispersion. À l'aide d'un modèle qu'ils ont développé à partir de données obtenues en laboratoire, Skirvin et Fenlon (2003b), ont estimé qu'à partir de 26°C la consommation d'œufs de *T. urticae* par les femelles adultes de *P. persimilis* diminuait. Cette diminution du taux de prédation peut être une conséquence de la diminution de sa mobilité et, par le fait même, de ses capacités de

recherche à des températures supérieures à 25°C (Skirvin et Fenlon, 2003a). Chez *N. californicus*, la dispersion des femelles adultes augmente avec l'augmentation de la température jusqu'à 35°C et la diminution de l'humidité (Auger *et al.*, 1999). Kazak (2008), a également observé une diminution de consommation de larves de *T. cinnabarinus* par les femelles adultes de *P. persimilis* entre 25 et 30°C. Aucune diminution de consommation en fonction de l'augmentation de température n'a été observée chez les protonymphes et les deutonymphes.

Il est important de noter que les études portant sur les arthropodes sont fréquemment réalisées sous des conditions de température et d'humidité constantes. Cependant, selon (Kramer et Hain, 1989), un taux d'humidité relative fluctuant entre 60 et 95% entraîne moins de mortalité qu'un taux moyen constant. Également, selon Sabelis (1981), le taux de développement de *T. urticae* répondant instantanément à une variation de température, l'effet de cette variation sur la survie n'est pas mis en évidence. La mortalité peut être considérée négligeable à température constante entre 15 et 30°C, mais elle doit être considérée en dehors de cet intervalle. Il importe de souligner à nouveau que les variations journalières de températures et d'humidité rencontrées dans les tunnels de production sont importantes, de l'ordre de 25°C et de 70% HR (É. Lemaire, obs. pers.). Les effets de telles variations de température et d'humidité sur les tétranyques et les phytoséiides, n'ont encore jamais été étudiés. Des températures plus fréquentes dans la zone de confort des tétranyques pourraient avantager ces derniers au détriment des prédateurs phytoséiides.

IV.14 - Principaux ravageurs de la tomate et leurs auxiliaires à la station de Biskra

Un inventaire des ravageurs et auxiliaires des cultures maraîchères a été réalisé ces dernières années (Vayssières, 2001). Les principaux ravageurs se rencontrent parmi les aleurodes (*Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum* sur diverses plantes), les mouches des légumes (*Neoceratitis cyanescens* sur tomate, *Bactrocera cucurbitae*, *Dacus ciliatus* et *Dacus demmerezi* sur cucurbitacées), et les thrips (*Frankliniella occidentalis* sur tomate, *Thrips tabaci* sur alliacées). (Tarai, 2012).

Certains de ces ravageurs transmettraient de graves viroses aux cultures maraîchères et notamment la tomate, comme *B. tabaci*, *F. occidentalis* ou les pucerons. Les prédateurs sont essentiellement des punaises (Miridae, Anthocoridae). Les hyménoptères parasitoïdes sont largement répandus chez les aleurodes, les pucerons (Tarai, 2012).

Ces insectes sont des ravageurs de première importance, notamment suite aux viroses qu'ils peuvent transmettre (Byrne & Bellows, 1990). Les espèces les plus fréquentes sont *T. vaporariorum* et *B. tabaci*, principalement sur tomate et cucurbitacées.

L'inventaire des parasitoïdes a mis en évidence la présence d'une dizaine d'espèces appartenant aux genres *Encarsia* et *Eretmocerus*. Certaines espèces semblent spécifiques à *Bemisia* ou à *Trialeurodes*.

Les espèces les plus fréquentes sont *Encarsia formosa* introduit en (1977), *E. nigricephala* (d'origine américaine) et *Eretmocerus mundus*.

IV.15 - Principales cultures attaquées par l'aleurode

Il semble que *Bemisia tabaci* attaque un grand nombre d'hôte et développe une grande résistance contre les pesticides.

L'aleurode du tabac (SPWF), *Bemisia tabaci* ; est polyphage, elles attaquent plus de 600 espèces de plantes différentes en plein champ ainsi qu'au niveau des serres (Oliveira et al., 2001).

Les larves de *B. tabaci* sont plus importantes sur les feuilles basales des branches 3, 4 et 5 numérotées de haut en bas. Sur chaque feuille, les lobes délimités par les deux nervures latérales (B et C) représentent la zone de prédilection des formes larvaires de *B. tabaci* (Olivier et al., 2007).

IV.16 - Rôle de *Bemisia tabaci* comme vecteur de virus

Plusieurs chercheurs ont indiqué que *B. tabaci* et *T. vaporariorum* sont considérés comme des vecteurs principaux de plusieurs organismes nuisibles listés : le virus des feuilles jaunes en cuillères de la tomate (TYLCV), le virus de la tomate (ToCV), le virus du flétrissement des cucurbitacées (CYSDV) et le virus du jaunissement des nervures du concombre (CVYV) (Brunt, 1986) ; (Brown, 1990).

Fishpool et Burkan (1994), indiquent qu'elle est la seule mouche connue comme vecteur des virus classés dans le groupe de geminivirus, dont le plus dangereux est le T.Y.L.C.V. (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) il est capable de coloniser au moins 500 espèces végétales dont la tomate, le Tabac, le haricot, les lentilles etc...

Seulement trois espèces de mouches blanches sont connues comme vecteurs de virose au sein de 1200 espèces souligné (Brown, 1990) ; la plus redoutable est *Bemisia tabaci* indiquent (Brunt, 1986). Alors que Markham et *al.*, (1994), montrent qu'en réalité sur 70 viroses transmises par les Aleurodes aux plantes cultivées, une soixantaine d'entre elles peuvent être transmises par *Bemisia tabaci* particulièrement les geminivirus, les closterovirus et les nepovirus.

Czosnek et *al.*, (1988), soulignent que les symptômes de la virose apparaissent généralement deux semaines après la transmission du virus par la mouche blanche. C'est pour cette raison qu'il n'est pas facile de trouver une corrélation entre le pourcentage d'infection virale (symptômes visibles) avec la densité de la population de la mouche blanche. Cohen et Berlinger (1986) notent que quelques mouches sont suffisantes pour causer des dégâts considérables par son rôle de vecteur de virus que l'on doit redouter cet insecte.

Des symptômes apparaissent sur les plantes de tomate suite à une infection par la T.Y.L.C.V. notamment un enroulement et une réduction de la taille des feuilles avec un raccourcissement des entre nœuds et un blocage du développement des plants et provoque une chlorose, ce qui entraîne un nanisme de la plante, spécialement quand l'infection est précoce ; La plante infectée ne produit plus de fruits. C'est sur les feuilles apicales de la plante que les adultes se nourrissent et se reproduisent.

IV.17 - Dégâts causés par *Bemisia tabaci* sur cultures protégées

Les ponctions de sève du végétal sont considérées comme des dégâts directs pour cela et pour cette raison le rendement de la culture diminue par l'effet d'une chlorose et un dessèchement du feuillage (Benhamou, 1990). Selon Gameel (1972), les aleurodes entraînent le flétrissement et le dessèchement des plantes. Et les plantes attaquées, il semble, qu'elles restent chétives. Par ailleurs il semblerait que la salissure des fruits par le miellat (qui est une substance sucrée excrétée par les larves) et la fumagine déposée sur les plants ralentit aussi la photosynthèse et déprécie commercialement la récolte ; cette fumagine qui est un mélange de champignons ou mycélium noirâtre dont *Cladosporium sp.*, qui se développe sur le miellat.

Onillon (1986), souligne que l'injection de salive provoque un défaut de coloration des fruits, assez similaires aux symptômes connus sous le nom de " blotchy ". La larve aspire la sève et sécrète un miellat qui favorise l'apparition de fumagine (composée de plusieurs

champignons saprophytes). Cela altère les fonctions physiologiques des plantes. Nombreuses petites taches chlorotiques en face inférieure des feuilles.

Les mouches blanches peuvent causer des dégâts importants sur les plantes les plus diverses (Onillon, 1986). Selon Lima et *al.*, (2000), *B. tabaci* est connu comme un problème de parasites dans tous les états brésiliens. La fumagine cause la chute des feuilles, la diminution de la capacité photosynthétique de la plante, une diminution de la floraison ce qui entraîne une baisse du rendement.

les aleurodes sont la cause de l'installation d'un champignon appelé fumagine, favorisé par la substance sucrée ou miellat produite par les aleurodes et à la transmission de viroses (Lenteren et *al.*, 1990). Ainsi que le dépôt du mycélium noirâtre est un complexe fongique constitué de *Cladosporium sphaerosporum* et de *Cladosporium herbarum* indique (Nakazawa, 1981).

L'utilisation intensive de produits chimiques dans la gestion des cultures, avec le potentiel de reproduction de cet insecte sont considérés comme les raisons pour lesquelles *B. tabaci* biotype B atteint le statut d'espèces nuisibles importantes (Brown et *al.*, 1995). Bonnemaïson (1961) in Benmessaoud (2005), et Labit (1979), indiquent que Les dégâts sur plantes sont de deux types : les dégâts directs et les dégâts indirects. Les dégâts directs sont dus aux piqûres nutritionnelles. Les mouches blanches injectent une salive durant le processus de nutrition qui contient des enzymes et des toxines qui perturbent le processus physiologique des plantes. Les dégâts ont pour effet une action mécanique, spoliatrice, toxique et infectieuse. En exerçant ces différentes actions, le déprédateur affecte à son hôte plusieurs symptômes tel que la lésion des tissus végétaux, les tâches de jaunissement des feuilles, la chlorose et le dessèchement des feuilles.

L'Aleurode des serres, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), provoque des dommages directs en suçant la sève des plantes, en provoquant une marbrure jaune sur la surface de la feuille, perte de feuilles, le flétrissement et le retard de croissance. Les infestations de nymphes mouche blanche de tabac entraîne une maturation irrégulière des tomates (Cohen et Berlinger, 1986).

IV.18 - Symptômes et risques phytosanitaires

B. tabaci c'est un ravageur qui attaque de nombreuses cultures maraîchères et considéré comme un vecteur important des maladies virales de plantes dans le monde. Pour

cette raison, Lenteren et *al.*, (1990) mentionnent que *Bemisia tabaci* entraîne un affaiblissement des plantes hôtes lié, d'une part aux ponctions de sève qu'elle occasionne et d'autre part à une baisse de l'activité photosynthétique (recroquevillement des feuilles et développement d'un champignon, la fumagine) ainsi la qualité visuelle des fruits, et donc des produits agricoles, devient moindre. Les mouches blanches sont nuisibles ravageurs qui attaquent une grande variété de cultures agricoles et de plantes ornementales, principalement dans les régions tropicales et subtropicales (Martin et *al.*, 2001). Les nymphes et les adultes causent des dommages aux plantes en suçant leur sève, les mouches adultes considérés comme un vecteur de nombreuses maladies virales des plantes, et le «miellat» des nymphes est une bonne source pour le développement de champignons de la fumagine, donc, les aleurodes nuisent à l'hôte en provoquant une déformation des feuilles, la perte excessive de la sève et l'ingérence des fumagine avec la photosynthèse (Martin et *al.*, 2001).

IV.19 - Effets sur les rendements de piment et cultures maraichères

Bemisia tabaci est l'espèce la plus dominante sur culture de tomate sous serre au niveau de la région de Biskra (Othman, et Yaich, 2011).

Bemisia tabaci diminue considérablement la production des cultures sous abri serre des régions tempérées (Byrne et *al.*, 1995).

Le dépôt du miellat sur le coton dû à une infestation par les aleurodes, rend difficile et parfois impossible l'utilisation de cette plante à des fins industrielles dans le domaine du textile (Henneberry et Forlow, 2003).

Une dépréciation de 3% de la récolte peut être causée si une population d'aleurode estimée à 10 adulte par jeune feuille de tomate, tandis que certains auteurs estiment que les rendements ne sont affectés qu'au-dessus d'un seuil de présence de 15 larves/cm² de feuilles de tomate (Onillon, 1976). Cependant sur concombre, les dégâts ne commencent à apparaître que pour des populations de 50 à 60 adultes par jeune feuille (Hussey et Bravenboer, 1971).

IV.20 - Stratégies de lutte

Dans le but de réduire la prolifération d'aleurodes sur la culture de tomate sous serre, mais également dans les environs immédiats des parcelles, la lutte contre ce vecteur peut se faire de différentes façons.

a- Lutte préventive

La multiplication des variétés très tolérantes à la virose transmise par *Bemisia tabaci* (Genn.) est un moyen de lutte très marquant (Parry, 1982).

Le maintien des serres et leur environnement sans mauvaises herbes et plantes ornementales. Dans ce cas il faut éviter de cultiver du poinsettia, de l'hibiscus du cyclamen etc. ; avec une production de culture maraichère (Giustina et al., 1989).

L'emploi de pièges englués pour limiter les populations d'aleurodes est à envisager. Suivre d'une surveillance accrue du matériel végétal dans la serre et une brûlure des résidus de culture sont nécessaires. Et la désinfection des lieux de cultures afin de détruire tout foyer potentiel d'infestation s'avère nécessaire. Dans le cas de la serre, il faut laisser celle-ci vide, fermée pendant plusieurs jours afin que les organismes vivants soient détruits par la chaleur (Bonato et Bousquet, 2007).

b- Lutte physique

La protection des pépinières par des filets « insect-proof » permet d'éviter la contamination des jeunes plants. Cependant, l'inconvénient de ces filets est la finesse de leur maillage, entraînant une réduction de la circulation d'air, ce qui engendre une augmentation des températures et de l'humidité relative dans la serre. Cette augmentation favorise les désordres nutritionnels et les maladies fongiques (*Botrytis cinerea* Pers.), imposant une adaptation de la gestion climatique d'autant plus drastique pour les mois de mai, juin, juillet et août, durant lesquels la réduction de l'humidité relative est sensiblement plus forte (-4% contre -3% dans la serre sans filet) (Bonato et Bousquet, 2007).

c- Lutte chimique

La lutte chimique n'est pas facile car ces homoptères sont difficiles à combattre aux différents stades larvaires (Labit, 1979). La gamme de matières actives est de loin très variée et nécessite des précautions afin de ne pas rendre les espèces résistantes, (Labit, 1979). Comme exemple de pesticides, la Deltraméthrine, Bioresmethrine, Cyperméthrine, Diméthoate, Permethrine et Buprofzine.

L'étude de la dynamique des populations de *B. tabaci* montre que les traitements chimiques ne semblent pas avoir d'effet. Ils pourraient même avoir un effet favorable sur le développement du ravageur. Les dégâts observés sont faibles et aucune différence n'est observée entre les champs traités et non traités (Olivier et al., 2007).

CHAPITRE V

APERCU GENERAL SUR LE PARASITOIDE « *Encarsia formosa* »

Introduction

Encarsia formosa (Hymenoptera : Aphelinidae) a été décrite à partir de spécimens élevés d'un aleyrodid non identifié sur le géranium (*Pelargonium* sp.) En 1924 dans une serre dans l'Idaho (USA) (Gahan, 1924). Parce que des rejets dans les serres dans le monde entier, *E. formosa* a une distribution cosmopolite et son aire d'origine est incertaine (Guerrieri, 1997). *Encarsia formosa* Gahan est utilisé dans le monde entier pour le contrôle des aleurodes dans les cultures en serre. L'utilisation commerciale a commencé en Europe dans les années 1920, mais en 1945, intérêt diminuait en raison du développement de pesticides. Après 1970, l'utilisation a été relancé et a élargi de 100 hectares de cultures de serre à 4800 hectares en 1993 (Van Lenteren and Woets, 1988 ; Hoddle et al., 1998). Comparaison de la zone à effet de serre dans diverses parties du monde avec la zone employant des agents de lutte biologique montre que plus l'utilisation de *E. formosa* se produit en Europe et la Russie et que les plus grandes concentrations de production à effet de serre dans laquelle *E. formosa* est pas largement utilisés sont en Amérique du Nord et en Asie, notamment au Japon (Hoddle et al., 1998).

Viggiani (1986), indique que le genre *Encarsia* contient environ 150 espèces de parasitoïdes dont les femelles se développent dans les *Diaspididae* et les *Aleyrodidae*. A l'exception de *Encarsia parienopea* Masi, les espèces d'*Encarsia* qui se développent dans les aleurodes montrent une ontogenèse divergente des sexes. La plupart des femelles se développent : en tant que parasitoïdes primaires avec les œufs diploïdes pondus dans des nymphes d'aleurodes souligne (Mazzone, 1976 in Benmessaoud, 2005).

Boisclair et al., (1990), soulignent que les principaux parasitoïdes des deux Aleurodes étudiés appartiennent aux genres *Encarsia* et *Eretmocerus*. Ces insectes pondent leurs œufs dans ou sous les larves d'Aleurode. Après éclosion, les larves des parasitoïdes dévorent leurs hôtes et se nymphosent à l'intérieur. Le choix de leur utilisation en lutte biologique découle de leurs préférences alimentaires et de leur biologie

V.1 - Description

Cet insecte, originaire des régions désertiques de Californie et d'Arizona, se comporte très bien lorsque les températures sont élevées sous serre. Son efficacité est optimale à des températures de 25-29°C. Il est capable de parasiter à la fois les deux espèces d'aleurodes. De plus il est plus résistant aux produits phytosanitaires (Viggiani, 1986). Les femelles *Encarsia formosa* sont de petite taille (0,6 mm de longueur), avoir une tête noire et thorax et l'abdomen jaune. Les mâles sont rares et de couleur sombre (Hoddle et al., 1998). Viggiani (1986), mentionne aussi qu'*Encarsia formosa* est un petit hyménoptère de la famille des *Aphelinidae* et un parasitoïde bien connu des aleurodes. Les femelles minuscules (environ 0,6 mm de long) sont noires à l'abdomen jaune et aux ailes opalescentes. Les mâles, légèrement plus grands et complètement noirs, sont beaucoup plus rares que les femelles.

Clausen (1940), indique que cet insecte fait partie des auxiliaires et des ennemis naturels des aleurodes ajoute que le développement d'*E. formosa* dépend en particulier de l'âge de l'hôte attaqué et de la température. A 23°C, la pupa de l'Aleurode devient noire dix jours après avoir été parasitée.

Pour Boisclair et al., (1990), considèrent que les principaux parasitoïdes des deux Aleurodes étudiés appartiennent aux genres *Encarsia* et *Eretmocerus*. Ces insectes pondent leurs œufs dans ou sous les larves d'Aleurode. Après éclosion, les larves des parasitoïdes dévorent leurs hôtes et se nymphosent à l'intérieur. Le choix de leur utilisation en lutte biologique découle de leurs préférences alimentaires et de leur biologie.

V.2 - Classification

Elle appartient au Règne : Animalia ; Embranchement : Arthropoda ; Classe : Insecta ; Ordre : Hymenoptera ; Sous-ordre : Apocrita ; Famille : Aphelinidae ; Genre : *Encarsia*. Son Nom binominal est *Encarsia formosa* (Gahan, 1924) (Hoddle et al. 1998).

V.3 - Bioécologie d'*Encarsia formosa*

Encarsia formosa Gahan est un parasitoïde, qui est, comme agent biologique dans le contrôle de l'aleurode des serres (Planche 4, Fig.41), répartis dans différentes parties du monde (van Lenteren and Woets, 1988 ; van Lenteren et al., 1996).

Les caractéristiques biologiques décrites sont nombreuses pour les parasitoïdes d'aleurodes, en particulier pour les genres *Encarsia* et *Eretmocerus*. Ces données sont employées pour présenter un traitement comparatif de leur biologie, la gamme de proie, et les stratégies du

parasitisme (Onillon, 1971,1982 et 1984); (Martin et *al.*, 1991).

Henter et Lenteren (1996), notent que la fécondité moyenne d'une femelle d'*E. formosa* est d'environ 300 œufs dans des conditions optimales soit 10 à 15 œufs par jour entre 16 et 27° de température et 60 à 75% d'humidité relative. Et la plus grande longévité a été enregistrée à une température située entre 15 et 16°C, avec 99 jours pour *E. formosa*.

Le plus grand nombre d'espèces de parasitoïdes est d'origine tropicale et subtropicale (Mound et Halsey, 1978). Celles-ci n'ont pas une diapause hivernale, mais leur développement se ralentit. Leurs populations diminuent pendant les périodes froides ou de sécheresse, quand les proies sont rares ou peu convenables pour leur développement (Gerling et *al.*, 1987).

Dans des expériences de laboratoire entreprises avec des individus alimentés en miel, les femelles ont vécu plus longtemps que les mâles, sauf pour *E. lahorensis* (Viggiani, 1986).

Les femelles qui peuvent rester actives pendant l'hiver peuvent donc tirer profit de n'importe quelle proie disponible ; tel est le cas pour *Eretmocerus mundus* (Gerling, 1983).

V.4 - Habitat

Les cultures de serre principale dans lequel *E. formosa* est utilisé comprennent la tomate (*Lycopersicon lycopersicus*) et le concombre (*Cucumis sativus*). Le parasitoïde est également utilisé, ou est en cours de test, beaucoup plus petites zones de l'aubergine (*Solanum melongena* var. *Esculenta*) et gerbera (*Gerbera jamesonii*), poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*), soucis (*Tagetes erecta*), et de fraises (*Fragaria X ananassa*). Ne sait pratiquement rien sur l'écologie de *E. formosa* dans les systèmes agricoles en plein air (Hoddle et *al.*, 1998).

V.5 - Biologie

Encarsia formosa est un Hyménoptère parasitoïde actif contre l'Aleurode des serres (*Trialeurodes vaporariorum*). L'adulte pond son œuf dans la larve de l'aleurode. Cette larve devient une pupe de couleur noire. Au bout de quelques jours, un nouvel auxiliaire émerge de la pupe par un trou rond. Cet auxiliaire a également une action prédatrice (host-feeding) sur le premier et le début du deuxième stade larvaire de l'aleurode (Henter et Lenteren, 1996).

Les femelles de ce parasitoïde pondent de 50 à 100 œufs qu'elles déposent individuellement dans le corps des nymphes ou des pupes de l'espèce hôte. La larve du

parasitoïde se développe en deux semaines environ à l'optimum de température (23 ° C), en passant par quatre stades successifs. Les pupes de l'aleurode des serres (*Trialeurodes vaporariorum*) parasitées prennent une couleur noire en dix jours environ, tandis que celles de l'aleurode du tabac (*Bemisia tabaci*) deviennent brunes. Dans les deux cas, on peut les distinguer facilement des pupes non parasitées. La nymphose du parasitoïde se produit à l'intérieur du corps de la larve parasitée. Les *E. formosa* adultes en sortent dix jours plus tard (Hoddle et al., 1998).

V.6 - Cycle de vie d'*Encarsia formosa*

Hoddle et al., (1998), soulignent qu'au cours de son cycle de développement, *Encarsia formosa* passe par six stades : l'œuf, trois stades larvaires, un stade pupal et le stade imaginal. Le développement de ces stades, excepté le stade adulte se passe à l'intérieur de la larve de la mouche blanche. La femelle pond son œuf sur n'importe quel stade larvaire, mais elle préfère le troisième et le quatrième stade larvaire étant donné que cela offre au parasite les meilleures chances d'un développement réussi.

Le parasitoïde est alors au stade larvaire, la nymphose débute 2 jours après, et dure environ sept jours. A l'intérieur d'une larve de 4^{ème} stade d'aleurode, se déroule le développement d'*Encarsia formosa*, celle-ci prend la couleur noire quand la proie est *T. vaporariorum* (facilement reconnaissable) et elle devient transparente à brune lorsque la proie est la pupa de *B. tabaci*. (Gregory, 1997).

Les insectes adultes se nourrissent du miellat sécrété et des fluides corporels des larves de l'Aleurode (Hoddle et al. 1998).

Pour se reproduire avec succès dans les serres, *E. formosa* doit repérer les hôtes potentiels, évaluer la qualité d'accueil, et d'utiliser les nymphes appropriées pour l'alimentation de l'hôte ou de parasitisme. Suite à la publication dans l'habitat des hôtes (c.-à-serres), *E. formosa* emploie indices visuels et olfactifs de trouver des plantes hôtes infestées (Gregory, 1997).

Lors de la recherche de nouvelles feuilles, le parasitoïde ne distingue pas entre les surfaces supérieures et inférieures et ne montre aucune préférence pour milieux ou les bords des feuilles (Hoddle et al. 1998).

Le taux auquel les hôtes sont rencontrés est fonction de la vitesse de marche du parasitoïdes, de la taille aleurode, et le nombre d'hôtes sur une feuille (Hoddle et al., 1998).

La vitesse de déplacement est réduite par nervures de feuilles, de fortes densités de trichomes, miellat excessive, rencontre avec des nymphes appropriés pour l'alimentation de l'hôte et le parasitisme, la température diminue, la basse pression atmosphérique, et les charges d'œufs plus petits (Hoddle et *al.*, 1998).

Encarsia formosa est un endoparasitoïde solitaire qui mûrit 8-10 œufs par jour. Maturation de l'ovule et la ponte des taux quotidiens diminuent à mesure que l'âge guêpes. Les adultes obtiennent de l'énergie en consommant miellat et hémolymphe des hôtes qui sont percées de la tarière, mais dans lequel aucun œuf n'est déposé (Hoddle et *al.*, 1998).

Encarsia formosa s'alimente à tous les stades pré-imaginaux de *T. vaporariorum* sauf l'œuf, mais préfère le deuxième stade larvaire et les pupes. Cependant, les nymphes et tous les stades larvaires de *B. tabaci* sont utilisés également pour l'alimentation de l'hôte. Pour accueillir l'alimentation, *E. formosa* plaie nymphes ou pupes par sondage avec la tarière jusqu'à six minutes et se nourrit de blessures qui peuvent agrandir les guêpes avec leurs mandibules. Ce palpage suivi par l'alimentation tue l'hôte. Les nymphes qui ont été utilisés pour l'alimentation ne seront pas utilisées pour la ponte, et aleurodes parasités précédemment ne sont pas utilisés pour l'alimentation de l'hôte (Hoddle et *al.*, 1998).

Encarsia formosa va pondre à tous les stades immatures de *T. vaporariorum*, sauf l'œuf et le premier stade larvaire mobile, et dans tous les stades immatures de *B. tabaci* plus âgé que le premier stade larvaire réglée. *Encarsia formosa* préfère pondre dans les troisième, quatrième et prénymphe nymphes stades de *T. vaporariorum* et *B. tabaci*. Le taux d'émergence réussie du parasitoïde est le plus élevé de ces stades préférés. *Encarsia formosa* ne pondent pas dans jusqu'à 50% des hôtes appropriés dans les stades préférés même lorsque ceux-ci ne sont pas parasités ou mutilés de l'alimentation de l'hôte. Ces hôtes peuvent être parasités à une rencontre plus tard. Le défaut de pondre dans ces hôtes peut résulter de mouvements d'accueils défensifs (Hoddle et *al.*, 1998).

Encarsia formosa élevée sur *T. vaporariorum* peut pondre cinq œufs par jour (va pondre un total de 59 œufs avant sa mort), s'alimente sur trois nymphes par jour, et tue en moyenne un total de 95 nymphes sur une espérance de vie de 12 jours. Les femelles adultes mâchent un trou rond sur la face dorsale du quatrième stade larvaire avant d'émerger. A 21 ° C, et troisième stade *T. vaporariorum* comme hôtes, le temps entre la ponte et l'émergence des adultes est de 25 jours (Hoddle et *al.*, 1998).

V.7 - Activité prédatrice

Les aleurodes soient les cibles de beaucoup d'espèces de parasitoïdes et de prédateurs, ils semblent défier les succès conventionnels qui sont connus par l'usage de ces antagonistes pour lutter contre ces insectes (Hugh Adam et *al.*, 2000 in Benmessaoud, 2005).

Les parasitoïdes ont été identifiés jusqu'à l'espèce à l'aide de la clé de détermination proposée par (Polaszek et *al.*, 1992).

(Clausen, 1940) indique que le temps pris par *E. formosa* pour se développer et sa longévité en comparaison avec l'Aleurode ont fait l'objet d'un certain nombre de recherches.

Les nymphes de *B. tabaci* et *T. vaporariorum* sont susceptibles du parasitisme (Gerling, 1990). Les raisons sont probablement dues à une combinaison de la gamme des cultures et de la mobilité étendue des ravageurs, à leur cycle biologique de développement rapide et à leur taux de reproduction élevé (Gerling et Steinberg, 2003).

Au niveau des cultures sous serres comme les cultures maraîchères et horticoles, quelques espèces ont été étudiées et sont appropriées aux programmes biologiques pour la gestion des ravageurs (Castane et Gabarra, 2003).

L'émergence du parasitoïde se fait 21 jours après que la mouche blanche ait été parasitée, et son développement est donc plus rapide que celui de l'Aleurode.

Toutes les espèces connues d'*Eretmocerus* sont des parasitoïdes internes solitaires des nymphes d'aleurodes (Clausen, 1940).

Hoelmer (1996) et Goolsby et Ciomperlik (1999), indiquent clairement que l'ajustement du schéma d'introduction du parasitoïde, *B. tabaci* peut être bien contrôlé biologiquement, même lorsqu'il apparaît en même temps que la mouche blanche des serres. Les efforts de réduire des populations de *B. tabaci* avec les ennemis naturels indigènes sont continus.

Le parasitoïde a aussi une action prédatrice sur 1 hôte, il préfère se nourrir du 2ème stade larvaire, même s'il peut le faire sur les autres stades. Mais le problème qui se pose c'est que le miellat retarde les prospections de ponte d'*E. formosa*, et une forte infestation d'aleurodes devient plus difficile à contrôler (Lenteren et *al.*, 1980).

La différence de taille du corps, il semble qu'elle se diffère selon la taille du corps de l'hôte, pour cette raison, Lenteren et *al.*, (1980), mentionnent que les parasitoïdes qui se sont développés dans la mouche blanche du tabac sont légèrement plus petits que ceux qui se sont développés dans la mouche blanche de serre et cela est dû à la différence de taille du corps des deux hôtes.

La femelle d'*E. formosa* a un comportement de recherche très actif. Elle cherche au hasard dans la plantation jusqu'à ce qu'elle trouve un Aleurode. Après avoir parasité tous les aleurodes d'un endroit, elle cherche une nouvelle source de nourriture, et peut parcourir des distances de 10 à 30 mètres pour localiser rapidement n'importe quel Aleurode (Artigues et al., 1992).

Viggiani (1986), a indiqué sur l'identification spécifique des parasitoïdes des aleurodes, les modalités d'actions sont encore indisponibles pour beaucoup d'espèces, particulièrement ceux qui appartiennent aux genres *Encarsia* et *Eretmocerus*.

Plusieurs familles d'Hyménoptères soient représentées dans le complexe phytophage/entomophage (Godfray, 1994).

Une population adulte d'*Encarsia formosa* est principalement constituée d'individus femelles (seulement 1 à 2 % de mâles) (Lenteren et al., 1980).

Dans le genre *Encarsia* la gamme de proies pour le développement de la femelle a été particulièrement étudiée pour l'espèce parasitant *B. tabaci* et *T. vaporariorum* (Polaszek et al., 1992).

Bemisia tabaci est aussi parasitée par *E. formosa*. Le comportement de ce dernier est similaire lorsqu'il parasite *T. vaporariorum*, cependant la puppe parasitée de *B. tabaci* est moins reconnaissable. Le changement de couleur dû au développement du parasitoïde dans la puppe est difficile à voir, mais par transparence le parasitoïde peut être vue au travers de la puppe hôte. La puppe peut aussi devenir brunâtre. Lorsque les deux sortes de mouches sont présentes, le parasitoïde montre une légère préférence pour la mouche blanche des serres. Mais le parasitisme de la mouche blanche du tabac réussit lorsque c'est la seule espèce présente. (Henter et Lenteren, 1996).

Contrairement à la flexibilité d'*Encarsia* les espèces d'*Eretmocerus* montrent apparemment une gamme plus restreinte de proie (Alphen et al., 1976). Mais pour Goolsby et al., (1998), Les populations d'*Eretmocerus mundus* se sont montrées les plus efficaces aussi bien au laboratoire qu'en plein champ contre *B. tabaci*. Toutefois pour Lopez-Avila (1987), les genres *Encarsia* et *Eretmocerus* sont les plus importants ennemis naturels de *Bemisia spp*. La réponse aux couleurs peut également jouer un rôle dans l'attraction des insectes. Ekbom (1980) in Benmessaoud (2005), a constaté qu'*Encarsia formosa* est attirée par le jaune, alors que le vert attirait des nombres sensiblement plus élevés que le rouge, le bleu et le blanc chez d'autres espèces. Dowell et al., (1981), ont constaté que *A. hesperidum* et *E. opulenta*, ont été plus attirés par le jaune parmi une série de huit couleurs. La possibilité d'employer les pièges

jaunes pour les enquêtes d'aleurodes et leurs ennemis naturels est utile. Tandis que, Gerling et Horowitz (1984), ont noté qu'ils ont rarement trouvé des parasitoïdes sur les pièges jaunes, qu'ils ont placés dans des cultures de coton pour réguler les populations de *B. tabaci*. Les différences de ces résultats proviennent des différences dans la capture de l'espèce et/ou de la méthode d'emplacements des pièges. Gerling et Horowitz (1984), ont placé des pièges horizontalement sur la terre, une position connue pour provoquer les plus hautes captures d'aleurodes, tandis que d'autres auteurs proposent d'accrocher les pièges verticalement.

Le comportement menant à l'alimentation diffère de, celui qui mène à l'oviposition. Quelques espèces s'alimentent sur les larves de la proie qui sont peu convenables ou moins appropriées à l'oviposition, tandis que d'autres ne montrent pas cette discrimination (Gerling, 1983) ; (Gerling, Spivak et Vinson, 1987). Alphen *et al.*, (1976), notent qu'*E. formosa* s'alimente sur les deuxièmes et quatrièmes stades larvaires, et *E. deserti* s'alimente la plupart du temps sur le deuxième stade larvaire de *B. tabaci*. *E. lahorensis* préfère le quatrième stade larvaire.

De nombreux parasitoïdes, utilisent des composants chimiques volatiles pour localiser des patches d'hôtes. Ces composants peuvent être soit des kairomones produits par les hôtes eux-mêmes, soit des substances relâchées par les plantes en réponse aux dégâts causés par les phytophages (Bouchard et Cloutier, 1984). Les produits associés aux comportements alimentaires, comme le miellat, peuvent également être utilisés comme attracteurs. Dans certains cas, c'est même la combinaison de plusieurs odeurs dérivées des hôtes et de la plante qui permet aux parasitoïdes de s'orienter (Kaiser *et al.*, 1989).

En effet, lorsqu'elles sont attaquées par des insectes ravageurs, de nombreuses espèces de plantes émettent des signaux volatils attractifs pour les parasitoïdes (Dicke, 1999 ; Sabelis *et al.*, 1999). Dans la plupart des systèmes tritrophiques, les parasitoïdes utilisent ces signaux pour localiser leurs hôtes à distance. Ces signaux sont produits en grande quantité et uniquement par les plantes attaquées, ce qui les rend facilement détectables et très fiables (Dicke, 1999). De plus, de nombreuses espèces de plantes émettent ces signaux non seulement au niveau de la partie infestée, mais aussi au niveau des parties non infestées, ce qui facilite leur perception par les parasitoïdes et les rend plus faciles à détecter que les signaux émis par les ravageurs eux-mêmes, ces derniers étant généralement émis en très petite quantité.

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE VI

MATERIEL ET METHODES

Introduction

Parmi les principaux ravageurs des cultures maraichères présents dans la région de Biskra, l'aleurode des serres, le puceron vert du pêcher, la mineuse de la tomate, la noctuelle gamma et thrips, ceux qui sont pris comme modèles biologiques, sont l'aleurode des serres, le puceron vert du pêcher.

VI.1 - Caractéristiques de la région d'étude

VI.1.1 - Situation géographique de la région d'étude

La wilaya de Biskra (Fig. 4), est située au sud – est d'Alger, à environ 470 km. La superficie de cette dernière est de 21509,80 km², compte actuellement 12 daïra et 33 communes, limité au : Nord par la wilaya de Batna, le Nord-est par la wilaya de Khenchela, le Nord- ouest par la wilaya de M'sila, au Sud par la wilaya d'El oued et au Sud-ouest par la wilaya de Djelfa (A.N.A.T ,2009).

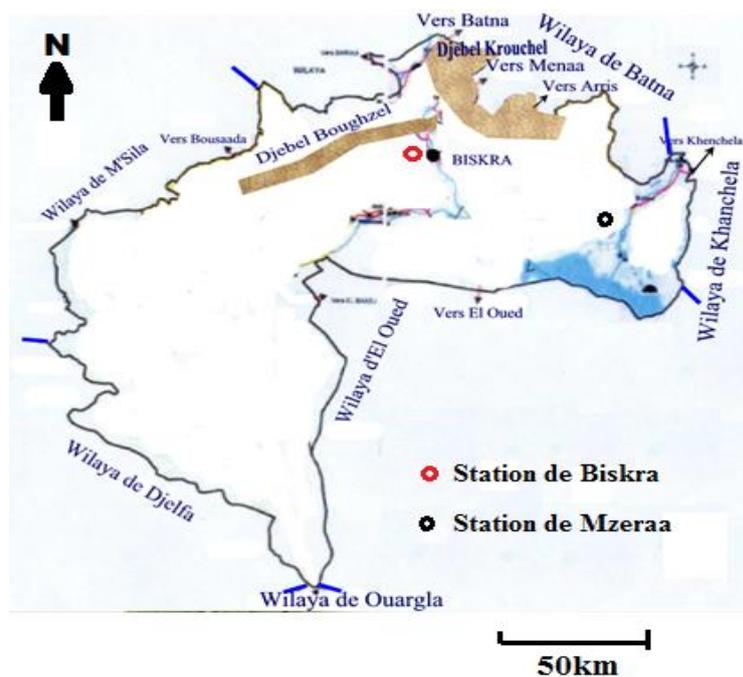


Fig.04 : Limites géographiques de la Wilaya de Biskra et situation des Stations.
(A.N.D.I ,2013)

VI.1.2 - Facteurs édaphiques et climatiques

VI.1.2.1 - Facteurs édaphiques

VI.1.2.1.1 - Relief

La région de Biskra présente un relief diversifié avec des massifs montagneux au nord et des plaines au Sud, puis aux vastes étendus steppiques et sahariennes parsemées d'oasis (A.N.D.I,2013). Le relief de la wilaya de Biskra est constitué de quatre grands ensembles géomorphologiques (Haddad, 2011).

- **Montagnes** : Situées au Nord de la wilaya, elles sont généralement dénudées de toute végétation naturelle, le point culminant est Djebel Taktiout d'une altitude de 1924 m
- **Plateaux** : Localisés en grande partie à l'Ouest de la wilaya, ils s'étendent sur une superficie de 1210848 hectares (soit 56% de l'étendue de la wilaya).la végétation des plateaux maigres constitue des sites privilégiés de parcours.
- **Plaines** : Occupant la partie centrale de la wilaya de Biskra, et couvrent la quasi-totalité des Daïra d'El-Outaya et Sidi-Okba, et la commune de Doucen.
- **Dépressions** : situées au Sud-Est de la wilaya, elles constituent une assiette où se forment des nappes d'eau très minces constituant ainsi les chotts dont le plus important est le chott Melghir dont le niveau peut atteindre -33m au-dessous de celui de la mer (Haddad, 2011).

VI.1.2.1.2 - Sol

Plusieurs groupes de sols sont répartis comme suit :

- Les régions Sud, sont caractérisées par les accumulations salées, gypseuses et calcaire
- Les régions Est, sont définies par les sols alluvionnaire et sols argileux fertiles
- Les zones de nord ou zone de montagne sont le siège de la formation des sols peu évolués et peu fertiles
- La plaine située au nord-ouest de Biskra, ou les sols argileux-sodiques irriguées par les eaux fortement minéralisées constitue le caractère de la pédogenèse de cette région
- Toutefois la contrainte pédologique dans la région des Ziban d'une manière générale, est celle de la salinité et de l'alcalinité. Elle est plus nocive dans les sols argileux (Khechai, 2001 in Haddad, 2011).

VI.1.2.2 - Facteurs climatiques

VI.1.2.2.1 - Températures

La température est une grandeur physique liée à la notion immédiate de chaud et froid mesurée à l'aide d'un thermomètre. Influe sur tous les êtres vivants y compris les animaux, dont la croissance augmente en général avec la température. (Haddad, 2011).

Tableau 03 - Température moyenne mensuelles de la région de Biskra durant la période 2013-2014. (O.N.M., 2014)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
T° Moy 2003-2013	11.89	12.96	17.32	21.49	26.27	31.65	35.22	34.26	28.89	23.91	17.32	12.39	22.80
T° 2014	12.7	14.9	16.3	22.9	29.6	30.6	34.5	35.1	31.2	25.3	18.5	13	23.71

Les températures moyennes mensuelles de la période 2003 à 2013 (Tableau. 03) sont plus basses durant le mois de janvier de 11.89°C. En été les températures moyennes mensuelles sont plus élevées durant le mois de juillet avec 35.22°C, tandis que durant l'année 2014, la température moyenne mensuelle la plus basse est de 12.7°C. La température la plus élevée est de 34.5°C, signalée durant le mois de juillet.

VI.1.2.2.2 - Précipitations

La région de Biskra est caractérisée par des très faibles précipitations. Elles ne dépassent généralement les 200 mm par an. Ces pluies tombent d'une manière irrégulière et peuvent être torrentielles (Haddad, 2011).

Tableau 04 - Précipitation moyennes mensuelles en (mm) de la région de Biskra durant la période 2003-2014 (O.N.M., 2014)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
Précipitation 2003-2013 en (mm)	19.44	7.23	25.79	18.73	12.10	7.71	0.92	3.00	15.29	26.81	15.54	12.15	164.7
Précipitation 2014 en mm)	8.13	4.09	16.01	0	2.03	3.81	14	0	25.60	1.02	2.53	0.51	77.73

La sécheresse durant la période 2003-2013 est relativement importante (Tableau. 04). S'étalent durant toute l'année est caractérisée par de faibles précipitations. La pluviosité moyenne la plus élevée est enregistrée durant le mois d'octobre avec 26,81 mm et la plus faible au mois de juillet (0,92 mm). Alors que la moyenne annuelle est de 164,7 mm. Par ailleurs, le taux de précipitation est faible durant l'année 2014 (Tableau. 04)

VI.1.2.2.3 - Vents

Le vent exerce une grande influence sur les êtres vivants, et il constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant (Haddad, 2011).

Tableau 05 - Vitesses moyennes mensuelles des vents durant la période 2003-2014 exprimées en kilomètre par heure (O.N.M., 2014)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Vitesse 2003/2013	12.96	14.3	16.02	18.52	17.51	14.53	11.73	11	11.49	11.77	11.32	12.44
2014	10	0.3	16	14.8	14.8	15.5	14.3	10.3	11.4	11.1	0	0.1

Entre 2003 et 2013, la vitesse moyenne mensuelle du vent la plus élevée est enregistrée durant le mois d'Avril (18,52 km/h), alors que, la plus faible est obtenue en octobre (10,47 km/h). La vitesse moyenne mensuelle du vent durant l'année 2014, la plus élevée est de 15.5km/h, enregistrer durant le mois de juin. Alors que la plus faible est enregistrée durant le mois de novembre (Tableau. 05).

VI.1.2.2.4 - Humidité relative

L'humidité relative de l'air ou degré hygrométrique reste très faible (Tableau 06), compris entre 15 à 50%, la rosée est toujours un phénomène exceptionnel au désert. (Haddad, 2011).

Tableau 06 - Taux d'humidité relative de la région de Biskra durant la période 2003-2014 (O.N.M., 2014)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
He (%) 2003-2013	55.54	48.95	42.85	39.04	33.05	28.03	25.18	28.45	39.60	46.20	53.11	59.04	41.59

L'humidité relative de l'air est faible influencée par les températures élevées et les amplitudes thermiques importantes. Elles oscillent généralement entre 25,18% au mois de

juillet et 59,04% au mois de décembre, tandis que, durant l'année 2014 l'humidité relative est faible au mois de juillet et élevée au mois de décembre (Tableau. 06).

VI.1.2.2.5 - Diagramme ombrothermique de Gausсен

Le diagramme ombrothermique est réalisé à l'aide des relevées climatiques moyennes enregistrées durant la période 2003-2014 au niveau de la région de Biskra, la période sèche s'étale durant toute l'année (Fig. 05).

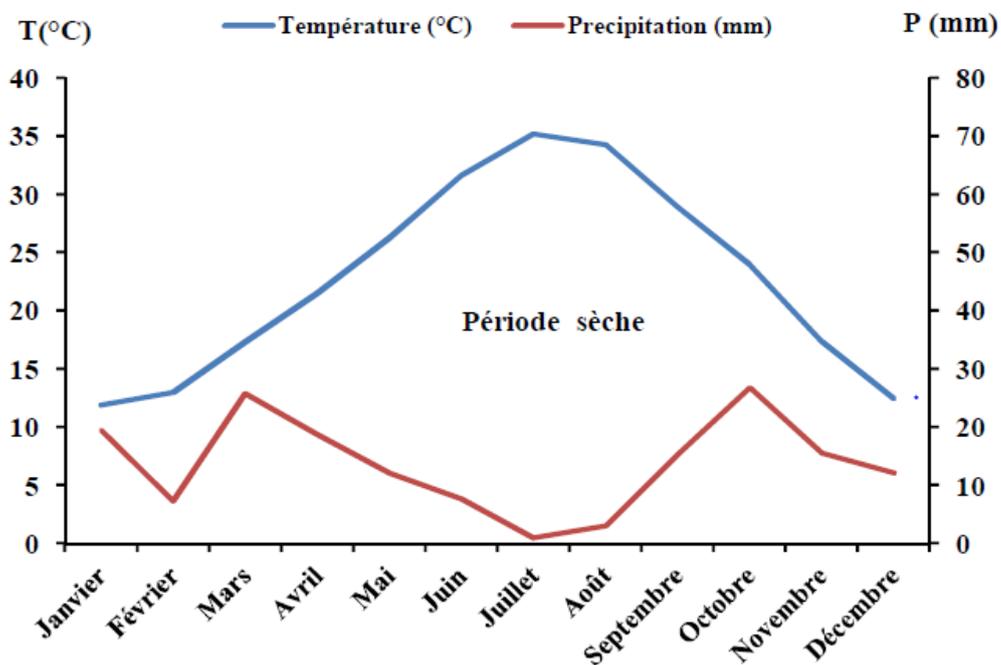


Fig. 05 : Diagramme ombrothermique de Gausсен de la région de Biskra

VI.1.2.2.6 - Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger "Q2" spécifique au climat méditerranéen permet de situer l'étage bioclimatique de la zone d'étude. Ce quotient tient compte de pluviométrie annuelle et des températures moyennes minima du mois le plus froid et des températures moyennes maxima du mois le plus chaud.

Le quotient pluviométrique « Q2 » est calculé selon la formule $Q2 = 3,43 P / (M - m)$

P : La somme des précipitations de la période prise en considération.

M : Température moyenne des maxima du mois le plus chaud.

m : Température moyenne des minima du mois le plus froid.

Le Quotient pluviométrique Q2 de la région de Biskra calculé à partir des données de

La période 2003 - 2013 est égale à 16,27. Cette valeur classe la région de Biskra dans l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré (Fig. 06).

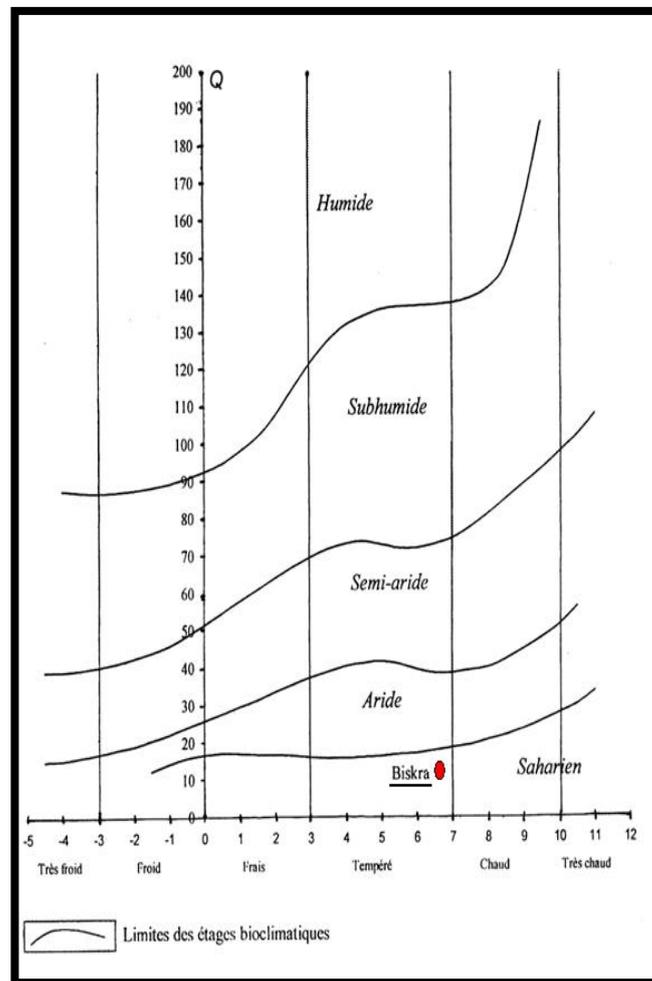


Fig. 06 : Localisation de la région de Biskra au niveau de climagramme d'Emberger

VI.2 - Stations d'études

VI.2.1 - Dispositif expérimental

L'essai est conduit en cultures sous serres, du mois d'aout 2013 jusqu' à avril 2014 au niveau de (2) deux stations réparties à travers le territoire de la wilaya de Biskra celles de Mzeraa et de l'Oasis de Biskra) (à une altitude allant de 120 m à 200 m environ).

VI.2.1.1 - Stations sélectionnées

Les sites choisis sont représentatifs des habitats répandus dans la région. Ils sont au nombre de deux.

VI.2.1.1.1 - Station de Biskra

Elle est située près de la ville de Biskra, (34 ° 40 'N, 5 ° 35' E.) à une altitude de 120 m.

VI.2.1.1.2 - Station de Mzeraa

La Station Mzeraa est située à 70 km au sud-est de la ville de Biskra (34 ° 30 'N, 6 ° 30'E.) Altitude de 200 m.

Il s'agit des exploitations qui produisent des cultures maraichères sous serres notamment le piment variété "Corne de gazelle" et la tomate, variété "Zahra". Le dispositif expérimental est composé de six serres au niveau de la Station de Biskra, quatre serres ont été destinées pour l'étude des effets de deux extraits biologiques sur l'aleurode des cultures sous serre (*Bemisia tabaci*) et sur le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) et deux serres ont été destinées comme témoin pour les deux types de cultures.

Au niveau de la station de Mzeraa, trois serres ont été effectuées, deux pour les traitements par des extraits aqueux et une serre partagée en deux, (première partie utilisée comme témoin et la deuxième a subi un traitement par des lâchers d'un parasitoïde dont le but est d'étudier son effet sur la réduction de la mouche blanche sur culture de piment variété "Corne de gazelle",

VI.2.2 - Matériel et méthodes utilisés sur le terrain

VI.2.2.1 - Choix de la plante hôte

Parmi les cultures légumières qui sont attaquées par le puceron la tomate, le piment et le poivron. Le choix de la plante hôte est porté sur le piment c'est une culture très cultivée à Biskra. En effet, le piment et poivron sont bien intégrés mais la production est confrontée au problème des prédateurs. Ces deux cultures occupent une superficie de 1248.38 ha avec une production annuelle de 739642 Qx (Othman et al, 2011). En effet, le choix de la variété est basé sur l'adaptation de cette dernière aux conditions édapho-climatiques de la région. La variété de piment variété "corn de gazelle" et sensible aux pucerons verts du pêcher et la mouche blanche.

VI.2.2.1.1 - Plantation

a) Préparation de la tourbe ou terreau

Le fumier d'une année a été mélangé au sable à une quantité de 50% de chaque Composant. Suite à cela le mélange est mis dans des alvéoles pour le semis. La date de semis de la tomate a eu lieu le (20/08/2013).

b) Suivi de la plante

La bonne qualité des productions maraichères, dépend de la qualité physiologique, mais surtout de l'état phytosanitaire des plants utilisés.

Les alvéoles contenant les graines de semences de piment sont déposées au niveau de la pépinière pour assurer les conditions favorables de germination et de croissance des plantules. L'arrosage a été effectué quotidiennement suivant la variation thermique dans la serre et l'état du terreau dans les alvéoles. Ces derniers sont régulièrement nettoyés des mauvaises herbes afin de permettre un bon développement des plantules.

c) Repiquage

En pépinière, on peut sélectionner les plantules en fonction de leur taux de croissance et de leur état de santé avant de les repiquer sur le terrain (Naika *et al.*, 2005). Après avoir installé la serre, effectué un labour profond quinze jours avant le repiquage des plants de piment, ce qui permet d'aérer le sol et d'éliminer les chrysalides des ravageurs de culture, la parcelle a été irriguée au moins trois jours avant le repiquage, avec un système d'irrigation goutte à goutte suivant les points de repiquage des plantules. la plantation a eu lieu (30/09/2013).

d) Irrigation

Irrigation est réaliser durant toute la période d'échantillonnage avec le système de goutte à goutte dont l'espace entre les goutteurs est de 20 cm, l'irrigation se fait selon le climat, le stade végétatif de la plante.

c) Entretien

L'entretien est primordial à l'intérieur de la serre, l'entretien c'est effeuillage, binage, écimage. L'aération de la serre est primordiale durant la journée. Cette dernière est fermée pendant la nuit.

VI.2.2.1.2 - Modèles biologiques animaux

a- Aleurode des serres (*Bemisia tabaci*)

La mouche blanche *Bemisia tabaci* est un Homoptère paurométabole appartenant à la famille Aleyrodidae (Sharaf, 1982). Les œufs de cette dernière sont d'une couleur verte jaunâtre. Après le stade œuf, *B. tabaci* passe par 3 stades larvaires, un pseudo-stade nymphal et un stade adulte (Christiansen *et al.*, 2002 in Tarai, 2012). D'après (Mound et Halsy, 1978), il existe 19 synonymes de *Bemisia tabaci* (Tableau. 07).

b - Puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*)

C'est une espèce aphidienne holocyclique diécique vivant sur *Prunus* sp. et des plantes hôtes secondaires (Planche 01, Fig. 24, 25, 26 et 27). En absence du pêcher, le puceron vert devient anholocyclique sur des hôtes secondaires, notamment durant la saison hivernale (Van Emden *et al.*, 1969). Cette espèce provoque des dégâts importants sur le poivron, la tomate, la

laitue et le concombre sous-serre (Gillespie *et al.*, 2003). En effet, le puceron vert du pêcher peut transmettre aux Solanacées plus de 100 virus, y compris le “potato leafroll virus” et “potato virus Y” (Kennedy *et al.*, 1962). La fécondité chez *Myzus persicae* est influencée par la température. Elle chute lorsque la température s’élève au-dessus de 30 °C. La longévité est liée aussi à la température. Elle est de 3 mois à 5 °C et de 10 jours à 25 °C. Par contre, la durée de développement de la larve est de 21 jours à 10 °C et 7 jours à 25 °C selon (Zalom, 1981).

Tableau 07 - Synonymes de *Bemisia tabaci* (Mound et Halsy, 1978)

Espèces	Dénominations	Auteurs
<i>Bemisia tabaci</i>	<i>Aleurodes tabaci</i>	Gennadius, 1889
	<i>Aleurodes inconspicua</i>	Quittance, 1900
	<i>Bemisia inconspicua</i>	Quittance, 1914
	<i>Bemisia emisia</i>	Corbett, 1926
	<i>Bemisia costa-lamai</i>	Bondar, 1928
	<i>Bemisia signata</i>	Bondar, 1928
	<i>Bemisia bahiana</i>	Bondar, 1928
	<i>Bemisia gossypiperda</i>	Misra et Lamba, 1929
	<i>Bemisia hibisci</i>	Takahashi, 1933
	<i>Varmosa icivectyra</i>	Priesner et Hosney, 1934
	<i>Bemisia longispina</i>	Corbett, 1935
	<i>Bemisia goldingi</i>	Corbett, 1935
	<i>Bemisia nigeriensis</i>	Corbett, 1936
	<i>Bemisia rhodesiaensis</i>	Gennadius, 1936
	<i>Bemisia tabaci</i>	Frappa, 1939
	<i>Bemisia vayssierei</i>	Takahashi, 1941
	<i>Bemisia hibisci</i>	Takahashi, 1957
<i>Bemisia lonicerae</i>	Danzig, 1964	
<i>Bemisia minima</i>	Westwood, 1856	

VI.2.3 - Méthodes d'échantillonnage

VI.2.3.1 - Installation des pièges

Les pièges installés sont des pièges jaunes dans lesquelles on place de l'eau additionnée d'un agent mouillant afin de réduire la tension superficielle de l'eau (fig.07). Ce sont des pièges très simple, constitués par des récipients ou des assiettes remplies d'eau à laquelle il faut ajouter quelques gouttes de détergent pour diminuer la tension superficielle d'eau. Les insectes sont attirés vers les pièges, soit par l'eau elle-même, soit par le miroitement de la lumière solaire. En se posant, ils s'y noient rapidement et il ne reste qu'à les récolter. Il apparait que les pièges jaunes sont particulièrement efficaces à l'égard des insectes héliophiles et floricoles, et évident en ce qui concerne le choix d'un piège attractif (Roth, 1980 in Benmessaoud, 2005).



Fig. 07 : pièges jaunes utilisés pour capturer les ailés d'aleurodes

VI.2.3.2 - Comptage et conservation des ailés

Les individus pris dans les pièges jaunes sont prélevés à l'aide d'une épingle fine, comptés et conservés dans des tubes à essai remplis d'éthanol à 70% comportant une étiquette où est indiqué le numéro de la bassine jaune, le lieu et la date de prélèvement, ainsi que la plante hôte piment.

VI.2.3.3 - Comptage et conservation des aptères

Pour suivre le taux d'infestation des plants attaqués par le puceron et mouche blanche ainsi que leur développement, un comptage sur les feuilles d'un échantillon de neuf plants choisis au hasard sur chaque variété. La technique d'échantillonnage utilisée est celle proposée par (Abisgold et Fischpool, 1990). Les différentes formes larvaires de *B. tabaci* ont été dénombrées sur une seule feuille par plante.

VI.2.4 - Matériels et méthodes utilisés au laboratoire

VI.2.4.1 - Identification des espèces récoltées

La détermination et l'identification des différentes espèces récoltées font l'objet d'un travail particulièrement lent et précis et chaque individu a subi des observations précises des différentes parties du corps. L'identification des modèles biologiques choisis est réalisée en observant quelques critères de la morphologie en particulier : les antennes, tubercules frontaux, les tarse, le cauda, la couleur et la forme des cornicules, la pigmentation de l'abdomen et la nervation des ailes (Lascaux, 2010). Les espèces de pucerons et mouche blanche répertoriées ont été déterminées au laboratoire de département d'agronomie de Biskra à l'aide des guides d'identifications.

VI.2.4.2 - Préparation des extraits aqueux

Les extraits aqueux ont été préparés selon la méthode suivante (Fig. 08) : Trois kg de broyat de *Ruta graveolens*, feuilles et graines sont apprêtés séparément. Le broyage est réalisé à l'aide d'un mortier. Chaque produit est ramené dans un récipient contenant 6 litres d'eau pendant 3 jours. 1 litre d'eau est ajouté après. Les filtrats ainsi obtenus sont utilisés pour traiter le piment. La superficie utilisée est de 50 m² par produit.

- **La première solution :** 250g de *Ruta graveolens* broyée mélangée avec 1/2 litre d'eau pendant 24 h on rajoute 1 l d'eau. On malaxe et on filtre.
- **La deuxième solution :** 500g de *Ruta graveolens* broyée mélangée avec 1 litre d'eau pendant 24 h on rajoute 1 litre d'eau. On malaxe et on filtre.

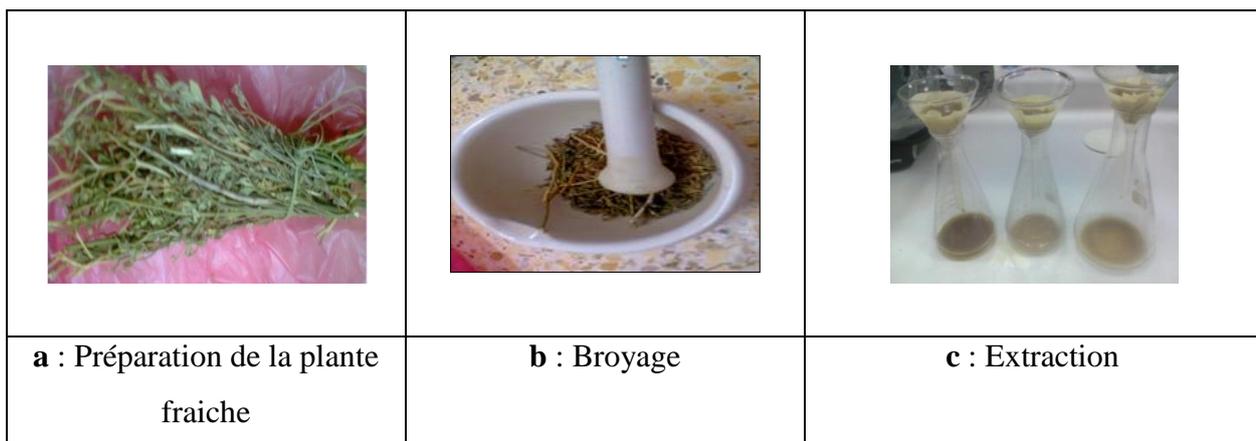


Fig. 08 : Etapes de préparation des extraits aqueux de *Ruta graveolens*

VI.2.4.3 - Comptage des ravageurs avant traitement

La technique du comptage utilisée durant la période d'échantillonnage est mentionnée précédemment, le comptage des ailés pris dans les pièges jaunes et comptage des aptères observés sur les feuilles d'un échantillon de neuf plants choisis au hasard sur chaque variété.

VI.2.4.4 - Traitement avec de l'extrait aqueux

Le traitement de piment et de la tomate sous serre avec de l'extrait aqueux est réalisé à l'aide d'un pulvérisateur manuelle à pression.

VI.2.4.5- Comptage après le traitement

Deux types de comptage utilisé après traitement avec de l'extrait aqueux, le comptage des ailés pris dans les pièges jaunes et comptage des aptères observés sur les feuilles d'un échantillon de neuf plants choisis au hasard sur chaque variété. Le comptage des individus aptères est réalisé après 24h, 48h et 72 h de traitement.

VI.3 - Parasitoïde

VI.3.1 - Effet d'un parasitoïde (*Encarsia formosa*)

VI.3.1.1 - Matériel végétal

Le piment, *Capsicum annuum* (Franz Eugen Köhler, 1897), variétés "Corne de gazelle" est le matériel végétal utilisé durant la période d'échantillonnage. Le repiquage des plants provenant d'une pépinière de multiplication est réalisé au niveau d'une serre en plastique, située dans la station de recherche de Département d'Agronomie de l'Université de Biskra, (34 ° 40 'N, 5 ° 35' E.). A une altitude de 100 m.

L'étude d'indigènes sur les populations d'aleurodes réalisée au niveau de la même station La conduite culturale en condition naturelles est partagée en deux parties. La première est sans traitements utilisée comme témoin, l'autre a subi des traitements sous forme de lâchers d'un parasitoïde, *Encarsia formosa*.

VI.3.1.2 - Plantation des plants de piment

Quarante jours après le semis (40 JAS), les plants ont été repiqués sur billon Les plants de piment sont conduits en 08 rangs, d'environ 0.9 m de large entre les rangs et de 40 cm entre les plants recouvertes d'un paillage plastique. La densité des plants est de 2.2 plants /m², le total du nombre de plants dans chaque compartiment est de 200 plants. La superficie totale de la serre est de 500 m² soit 10m x 50m, partagée en deux ; le premier compartiment est couvert d'insect-proof type *Encarsia formosa* tandis que le deuxième compartiment qui est le témoin ne présente pas d'insect-proof ; le nombre total des plants dans la serre est de 400 plants. Chaque ligne, comportée chacune 25 plants, a été subdivisée en 3 parties égales. Ce qui fait 3 blocs (3 répétitions) de 8 petites parcelles chacun.

Un système d'irrigation de goutte à goutte a été mise en place. Deux applications d'urée (100 kg/ha) et de potasse (200 kg/ha) ont été effectuées à la deuxième et cinquième semaine

après le repiquage. Un arrosage régulier, l'enherbement spontané des passe-pieds, faible en début d'essai, Un désherbage global est réalisé manuellement la deuxième semaine de novembre et des sarclages manuels ont été faits en cas de nécessité. Chaque plant est muni d'un tuteur (ficelle en plastique) qui le soutient verticalement. Dès leur apparition, les bourgeons axillaires sont systématiquement éliminés. L'effeuillage (enlèvement de quelques feuilles les plus vieilles sur la partie inférieure de la plante), le nombre de feuilles enlevées à la base est proportionnel à la vitesse de croissance du végétal. Généralement le nombre de feuilles enlevées est équivalent au nombre des nouvelles feuilles. La récolte a été faite de manière hebdomadaire à partir de 82 JAS. Aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué.

VI.3.1.3 - Modèle biologique

Le parasitoïde du genre *Encarsia* est probablement l'un des premiers agents biologiques indigène pratiquement, qu'on peut mettre en œuvre dans la protection des végétaux contre les aleurodes. Le genre *Encarsia* appartient à la sous-famille Aphelinidae, ordre des hyménoptères (Van Lenteren et al., 1996).

Vu que le parasitoïde *Encarsia formosa* (Gahan), est utilisé dans la lutte contre l'aleurode des serres, dans différentes régions du monde (Van Lenteren et Woets, 1988 ; Van Lenteren et al., 1996). En effet, ce dernier est utilisé dans le contrôle des ravageurs de la culture du piment et de tomate sous serre. Dans le but d'évaluer le potentiel du parasitisme au niveau des aleurodes, il est nécessaire d'effectuer un élevage d'*Encarsia formosa* au niveau du laboratoire suivi par des lâchers inondatifs au début de la plantation.

Pour cette raison, et vu que le cycle d'*Encarsia formosa* n'est pas assez rapide (Van Lenteren et al., 1996) et pour suivre le développement de l'aleurode, quatre lâchers au cours du cycle de la plante ont été effectués, 2 au début du repiquage pour permettre son installation lente et la coïncidence avec les premières larves d'aleurode qui s'installent et deux lâchers avant le stade de floraison en période printanière pendant que les températures commencent à s'élever et les attaques d'aleurodes sont à leur maximum.

La population de *B. tabaci* est naturellement présente sur champs, ainsi que celle de la population d'*E. formosa*, utilisée est naturellement présente sur la mouche blanche.

Nos élevages ont été effectués sur des plants de tabac cultivés dans des bacs dans une petite pépinière sous serre, entourée d'un insecte-proof (type aleurode) au niveau de la station de Mzeraa ; ces plants qui serviront plus tard comme des supports pour l'élevage de l'aleurode ; donc, quand les plantes atteignent une taille suffisante, on les met en contact avec

les aleurodes recueillais au niveau des serres de tomate par des aspirateurs (opération de contamination) ; les aleurodes adultes vont ainsi pondre leurs œufs sur les faces inférieures des feuilles. Après un certain nombre de jours, la contamination par le parasitoïde (*Encarsia formosa*) se fait après que les œufs passent au stade larvaire ; (les larves d'aleurodes vont être attaquées par le parasitoïde) qui pond ses œufs à l'intérieur des larves d'aleurodes et se développe en les dévorant de l'intérieur. Une fois les larves d'aleurodes parasitées prennent une couleur noire et quelques jours avant leurs émergences, on récolte les feuilles du tabac afin d'en extraire les pupes parasitées, en passant les feuilles sous pression d'eau afin de décaper et récolter les pupes parasitées qui seront préparées pour le conditionnement et l'utilisation plus tard.

Les élevages de masse et les essais de parasitisme sont effectués dans des cellules au climat contrôlé (25°C, 60 à 70% d'humidité relative, 12 L/12D de photopériode). La population d'*E. formosa* (environ 2000 adultes dans le pondoir) est élevée en continu sur des espèces légumières. Le poivron, la tomate, le concombre, haricot et tabac.

Au stade "pupe ", *E. formosa* sont délicatement décollés de leur support végétal et déposés par lot d'environ 150 individus sur un filtre préalablement humidifié. A l'émergence des adultes, ils sont introduits dans une cage cubique en plexiglas de 50 cm de côté.

VI.3.1.4 - Conditionnement et lâchers des auxiliaires

Les pupes du parasitoïde *Encarsia formosa* proviennent de l'élevage au niveau des pots sous serre. Ils sont élevés sur des plants de tabac et d'haricot, *Phaseolus vulgaris* L., infestés par des larves de *Bemisia tabaci*. Les parasitoïdes ont été recueillies à partir de la culture en plaçant les feuilles avec aleurode pupes dans des bouteilles d'émergence noires, où les adultes émergents se sont rassemblés dans un flacon à scintillation placé au sommet (Gerling & Fried, 1997). Les auxiliaires sont conditionnés à une dose de 100 ou 200 puparium/ carton à des Températures de 10°C. Un morceau de feuille de tabac et d'haricot est fourni préalablement. Ceci assure nourriture, humidité et support pour les auxiliaires. Les cartons conservés à 10°C, et au maximum pendant 24h, avant lâchers.

La modalité traitée est constituée de 01 parcelle au niveau d'une serre de 500 m² partagée par une séparation en plastique pour en faire le compartiment ou la partie témoin sans insect-proof ; soit environ 200 plants/ serre sur huit rangs. Quatre lâchers d'*Encarsia formosa* à raison de 2.5 ind. /plant pour les deux premiers lâchers et de 3 ind. / plants pour les deux derniers lâchers, sont réalisés à une semaine d'intervalle, donc on a au total 11 (onze)

parasitoïdes lâchers par plant, selon les dates du (tableau 08). Le témoin est suivi sur une parcelle de surface équivalente. Les auxiliaires sont répartis de manière homogène au niveau de la serre (compartiment) présentant des filets insect-proof sur ses ouvrants ainsi que sur la porte. (Lopes, 2007)

VI.3.1.5 - Méthodes de lâchers appliquées

Quatre lâchers d'*E. formosa* réalisés au hasard au niveau des serres, effectuées d'après la méthode de (Lopes, 2007) (Tableau.08). Deux en début d'essai complétés par un troisième et un quatrième, durant la période printanière à un intervalle d'une semaine, le quatrième lâcher est apporter dont le but de renforcer la population du parasitoïde qui tardait à s'installer. Au total environ 27,14 auxiliaire par m², soit 11 auxiliaires par plant de piment.

Tableau 08- Dates et doses de lâchers d'*Encarsia formosa*.

	Nombre d'auxiliaires lâchés	Date du lâcher	Dose / m ²	Dose / plant
1 ^{er} lâcher	500	01/10/2013	6.17 / m ²	2.50 / plant
2 ^{ème} lâcher	500	08/10/2013	6.17 / m ²	2.50 / plant
3 ^{ème} lâcher	600	15/02/2014	7.40 / m ²	3.00 / plant
4 ^{ème} lâcher	600	23/02/2014	7.40 / m ²	3.00 / plant

VI.3.1.6 - Echantillonnage, observations et dénombrements

Les dénombrements hebdomadaires des aleurodes est réalisé sur panneaux englués jaunes pendant sept semaines, sur (08) huit pièges fixes de 26 x 10 cm placés sur 10 cm au-dessus des cultures, rangés toutes les semaines.

Chaque ligne a été subdivisée en trois parties égales, une plante de chaque partie est choisie au hasard. Une feuille choisie au hasard du bas de la plante une feuille du milieu de la plante et une feuille du haut de la plante, sont prélevées de chaque ligne, soit au total 3 feuilles par partie de la ligne, 9 (neuf) feuilles sur toute la ligne, soixante-douze feuilles de chaque serre. (De Oliveira, M. R. V., et al., 2003).

- prélèvement de 09 feuilles de chaque ligne portant des œufs des larves et des pupes d'une manière aléatoire, à l'étage bas, moyen et haut de la plante pour observation à la loupe binoculaire (x 12).

- 3 plants sont pris au hasard par ligne.

- 3 feuilles choisies au hasard sont prélevées de chaque parcelle (une feuille du bas de la plante une feuille du milieu et la troisième feuille du haut de la plante) ; soit au total 9 feuilles sur toute la ligne, 72 feuilles dans toute la serre. Le nombre total des feuilles prélevées dans la serre équivaut à une moyenne de 2.40 feuilles / plant ; $(3 \times 8) \times 20 / 200$) ce nombre est comparable à celui utilisé par (Vacante *et al.*, 1995), et qui est d'une moyenne de 2.16 feuilles par plant. (De Oliveira, M. R. V., *et al.*, 2003). Les échantillons de feuilles prélevées dans la serre et mis dans des sachets plastiques comportant toutes les indications nécessaires subissent une analyse complète. (De Oliveira, M. R. V., *et al.*, 2003)

Le dénombrement est réalisé sous la loupe binoculaire, pour chaque feuille, la quantité de pupes totale parasitées ainsi que le nombre total des autres stades de développement du ravageur, mobiles et immobiles sont pris en compte (œuf, L_1, L_2, L_3, L_4 et pupes) ainsi que leur état vide parasité, vide normal, des émergences de *B. tabaci* et de parasitoïdes. En effet, sur les 4 feuilles formant un échantillon global au niveau d'une partie d'une ligne, 15 larves (5 larves L_2 , 5 larves L_3 , et 5 larves L_4) sont prises au hasard pour vérifier leur état d'infestation selon le parasitoïde en présence. Chaque larve est détachée et l'on vérifie la présence d'un œuf en dessous ou un trou d'entrée sur sa face ventrale, puis on passe à une dissection de larve pour vérifier la présence d'une larve de parasitoïde à l'intérieur de la larve de *Bemisia tabaci*. Dans le cas positif, l'on rencontre généralement une larve d'*Encarsia* (la larve d'*Encarsia* est allongée et segmentée). Ainsi, il est possible d'évaluer le pourcentage de larves parasitées et l'on détermine, par simple extrapolation, le nombre de larves parasitées et par soustraction le nombre des larves saines.

Dans la serre témoin, les techniques d'échantillonnage et d'analyse ont été réalisées selon les mêmes techniques de la serre traitée. Le taux de parasitisme est déterminé selon les mêmes techniques réalisées au niveau de la serre témoin, et en fonction de la formule suivante :

$$TP = \text{pourcentage de parasitisme} = \frac{A+T}{A+B+T+P+L} \times 100.$$

A : $L_2 + L_3 + L_4$ parasitées

B : $L_2 + L_3 + L_4$ non parasitées

T : Trou de sortie (parasite)

P : Puparia éclos de *Bemisia tabaci*

L : Larves prédatées.

Toutes ces observations ont débuté à partir de 40 JAS. Les adultes de la mouche blanche ont été dénombrés au champ à 6 h du matin. Les données recueillies ont fait l'objet d'une

analyse de variance en utilisant le modèle linéaire généralisé du logiciel SAS, suivie du test de comparaison de moyennes multiples de Duncan au seuil de 5 %.

VI.4 - Méthodes statistiques

VI.4.1 - Analyse de variance

Pour vérifier que la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions d'exposition, de classes, de type de végétation et de plantes cultivées, il est important de réaliser une analyse de variance dans des conditions paramétriques (ANOVA). En outre, les analyses de variance sont des techniques permettant de savoir si une ou plusieurs variables dépendantes sont en relation avec une ou plusieurs variables dites indépendantes. Dans des conditions non paramétriques il est utilisé les tests de Kruskal-Wallis et de Leven. En effet le test de Leven est moins sensible que le test de Bartlett pour un échantillonnage aléatoire simple (Leven, 1960 in Tarai, 2012). Le test T s'avère nécessaire et a été effectué dans le but de vérifier si les variables d'avant et d'après les traitements sont significatifs.

VI.4.2 - Etude de la régression et de la similarité

Dans un milieu déterminé, les organismes réagissent les uns sur les autres de manières très diverses. Et ce phénomène de coaction au sens de Clement mène généralement à une compétition qui aboutit à l'exclusion de certains organismes et à la cohabitation de certains autres (Legendre et Legendre, 1984 in Tarai, 2012). Le calcul de l'équation de la droite de régression est adopté lorsque les distributions sont en accord avec la normalité et que les coefficients de Leven et de Pearson sont significatifs.

CHAPITRE VII

RESULTATS

Deux espèces d'insectes ravageurs des cultures maraichères sous serre sont étudiées dans la région de Biskra, présentées selon l'importance de leurs dégâts sur les cultures. Ce sont le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) et la mouche blanche (*Bemisia tabaci*).

VII.1 - Evolution des populations de *Myzus persicae*

Cette étude est basée sur le dénombrement des adultes et des larves de *Myzus persicae* sur les deux cultures choisies sous serre, tomate et piment. La première période d'échantillonnage va de la mi-mars au premier avril et de la mi-octobre à la mi-novembre 2013. La deuxième période d'échantillonnage allant de la mi-mars au premier avril et de la mi-octobre à la mi-novembre 2014.

VII.1.1 - Evolution des adultes de *Myzus persicae*

Le comptage des ailés de *Myzus persicae* capturés au niveau de la serre, durant la période d'échantillonnage, montrent que l'effectif de la population est élevé durant le mois de novembre, pour la tomate, variété "zahra" (Fig. 09). Il en est de même pour le piment, corne de "gazelle" (Fig. 10). D'après les résultats obtenus, la moyenne des effectifs les plus élevés de la population de *Myzus persicae*, soit 26,3 individus comptés sur tomate plantée sous serre, variété "zahra", le 15 octobre 2014 (Fig. 09). Parallèlement sur piment, variété "corn de gazelle", la moyenne des effectifs de la population la plus élevée est de 32,4 individus, notée à la même date. En effet, la moyenne des effectifs de la population la plus faible avec 1,6 individu, mentionnée le 15 octobre 2014 sur la culture de tomate, variété "zahra". Alors que, la moyenne des effectifs la plus faible pour le piment, variété "corn de gazelle" est de 6,6 individus comptés à la mi-octobre 2014. L'évolution des populations est comparable sur les deux cultures et les deux variétés (Fig. 09 et 10).

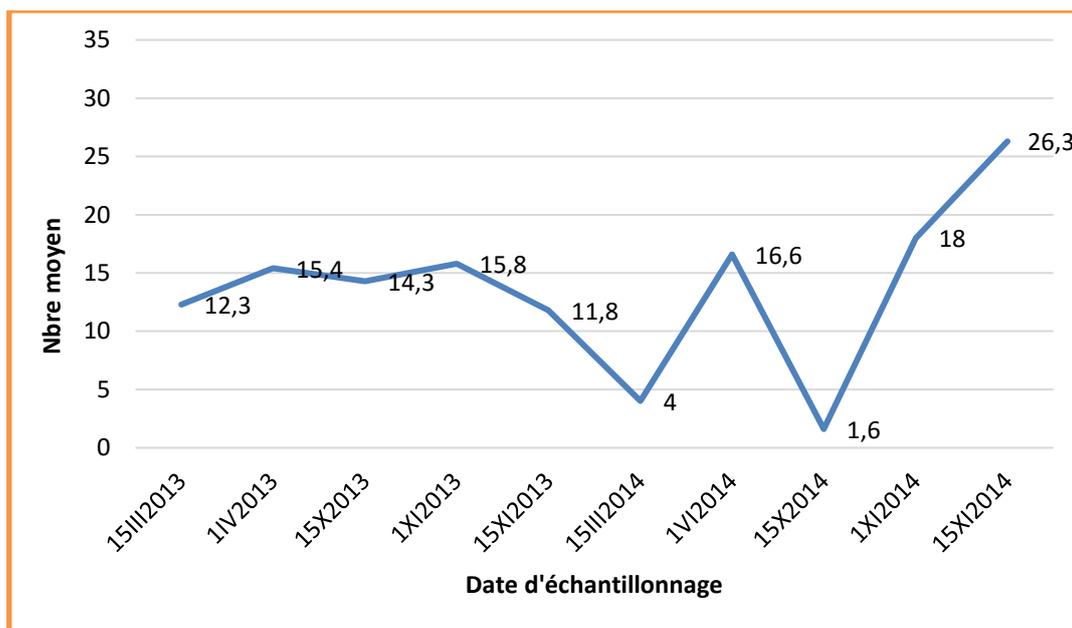


Fig. 09 : Evolution de la population des ailés de *Myzus persicae* sur tomate, variété "zahra", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra

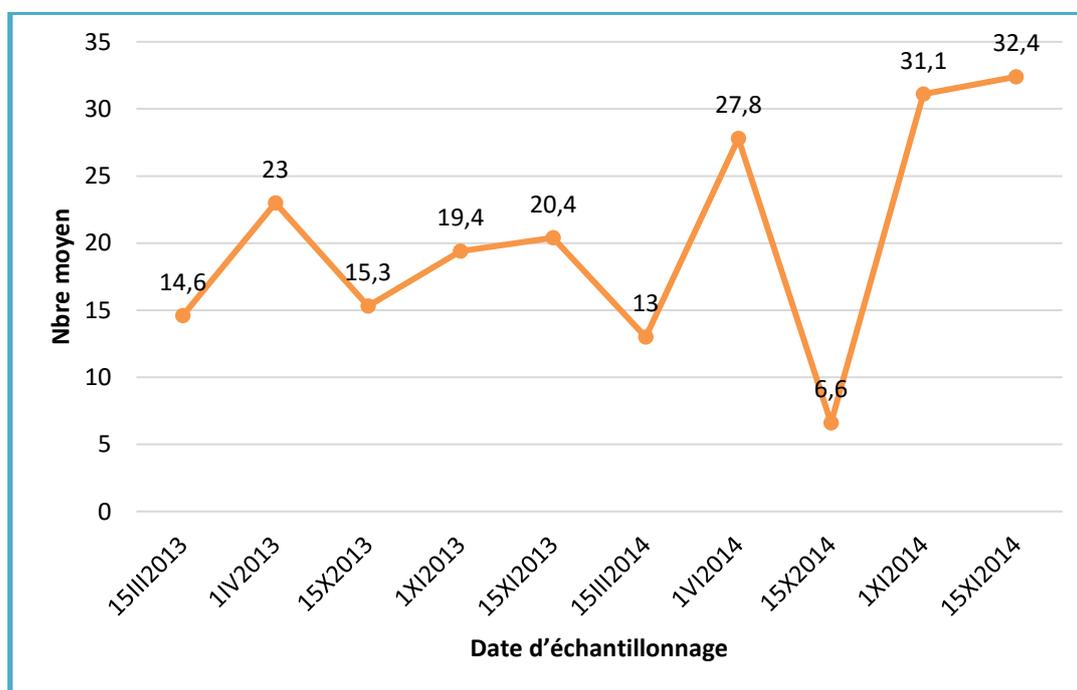


Fig. 10 : Evolution de la population des ailés de *Myzus persicae* sur piment, variété "corn de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra

VII.1.2 - Corrélation entre les populations de *Myzus persicae*

La corrélation entre l'effectif des populations de *Myzus persicae* sur tomate, variété "zahra" et effectif rencontré sur piment variété "corne de gazelle" est positive. $r^2=0,85$, de même pour la régression linéaire multiple, la valeur b de la droite de régression étant positive, soit $y = 1,4551x + 14$ à $\alpha = 0,05$. Il existe une liaison forte entre l'effectif de la population de *Myzus persicae* sur tomate, variété "zahra" sous serre et le piment, variété "corne de gazelle", dans les mêmes conditions de la température et de l'humidité relative de l'air (fig. 11).

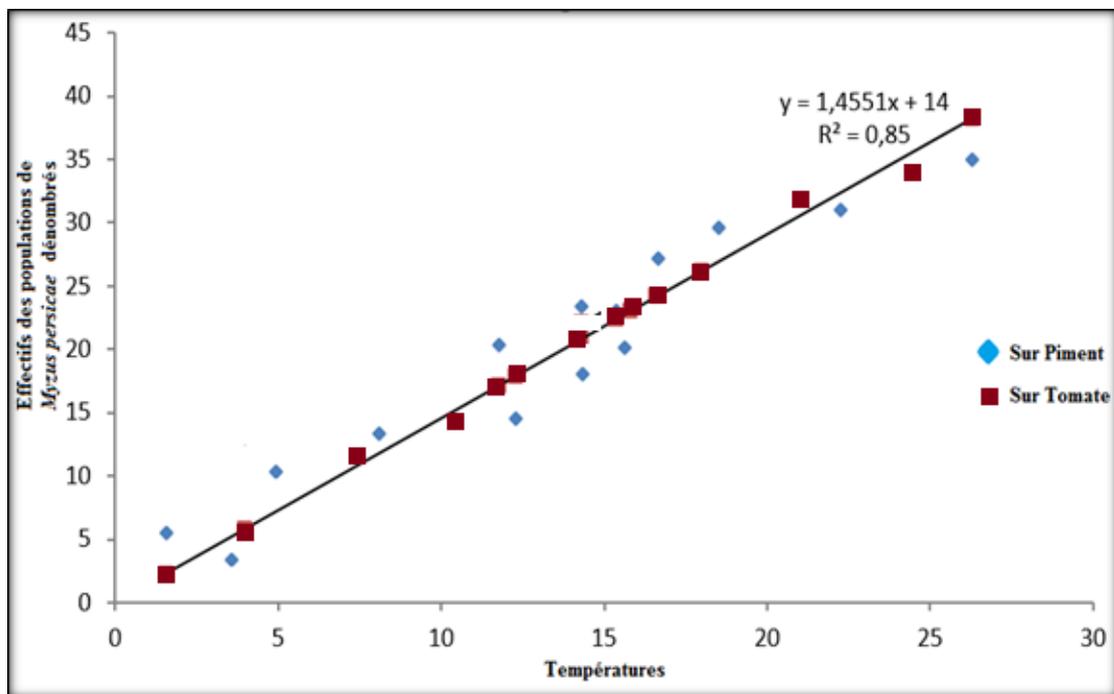


Fig. 11 : Corrélation entre les effectifs de la population de *Myzus persicae* sur tomate, variété "zahra" et effectifs rencontrés sur piment variété "corne de gazelle".
Station de Biskra

VII.1.3 - Evolution des larves de *Myzus persicae*

La moyenne des effectifs des larves de *Myzus persicae*, ravageur des cultures maraichères sous serre est faible durant le mois de septembre et octobre. Il est de 4,11

$\pm 0,40$ individus comptés sur tomate, variété zahra et $4,77 \pm 1,80$ individus comptés sur piment variété corne de gazelle. L'effectif global des larves devient important dès la mi-novembre 2013, soit $15,22 \pm 1,59$ individus comptés sur la tomate variété zahra et $16,11 \pm 1,49$ individus comptés sur le piment variété corn de gazelle (Fig. 12).

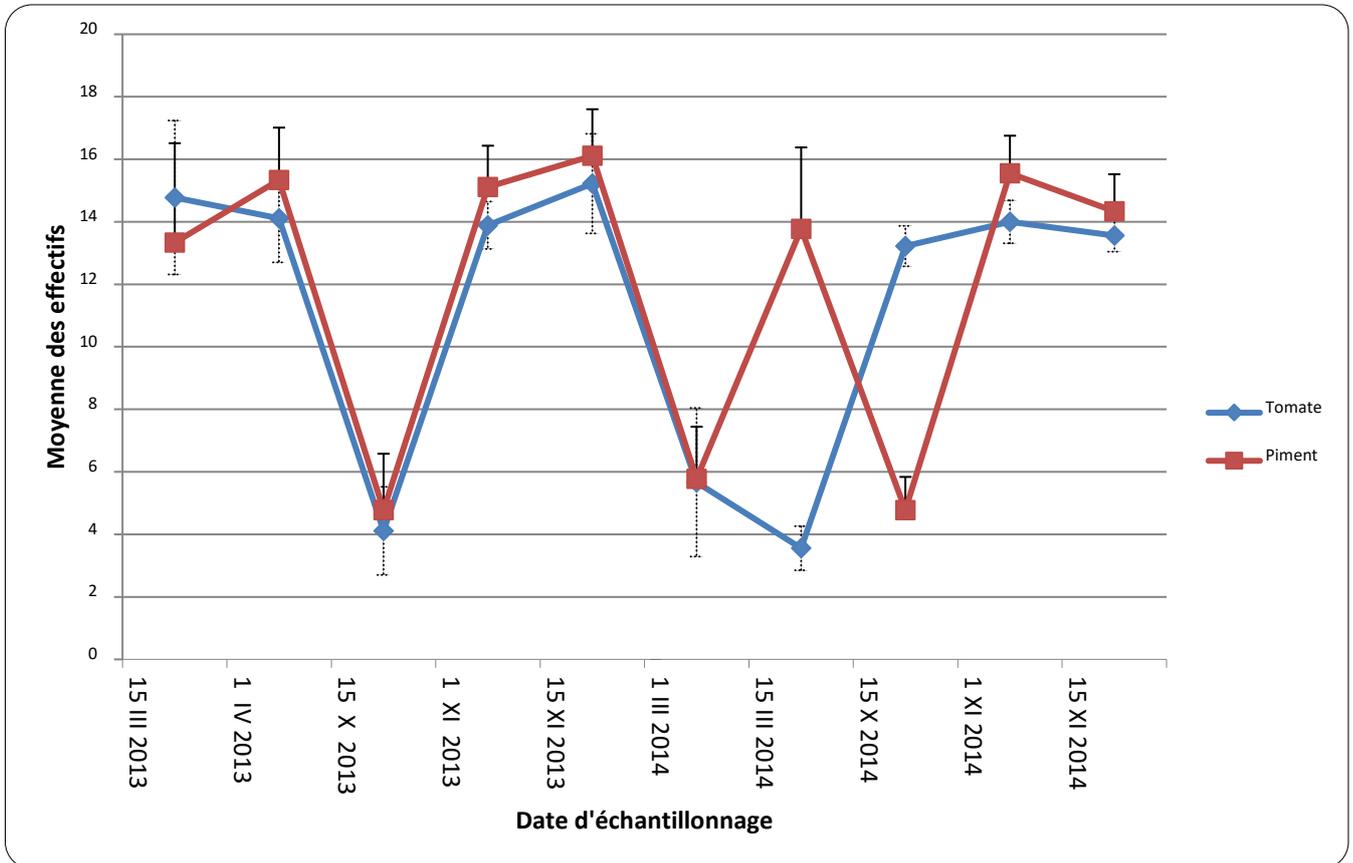


Fig. 12 : Moyenne des effectifs des larves de *Myzus persicae* capturées sur piment, variété "corn de gazelle" et tomate, variété "zahra", plantées sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra

VII.2 - Etude de l'évolution de la population de *Bemisia tabaci*

VII.2.1 - Evolution des adultes de *Bemisia tabaci*

Le comptage des adultes de *Bemisia tabaci* menée lors des deux périodes d'échantillonnage, l'une printanière et l'autre automnale, au niveau de la station de Mzeraa, montre que l'effectif est élevé durant le printemps. En effet, la moyenne des effectifs les plus élevés de la population des adultes de *Bemisia tabaci*, soit $390,4 \pm$

77,43 individus comptés sur piment plantée sous serre, variété "corne de gazelle", le 15 mars 2014. Alors que, la moyenne des effectifs de la population le plus faible avec $6,4 \pm 0,5$ individus, notés le 15 novembre 2014 (Fig. 13).

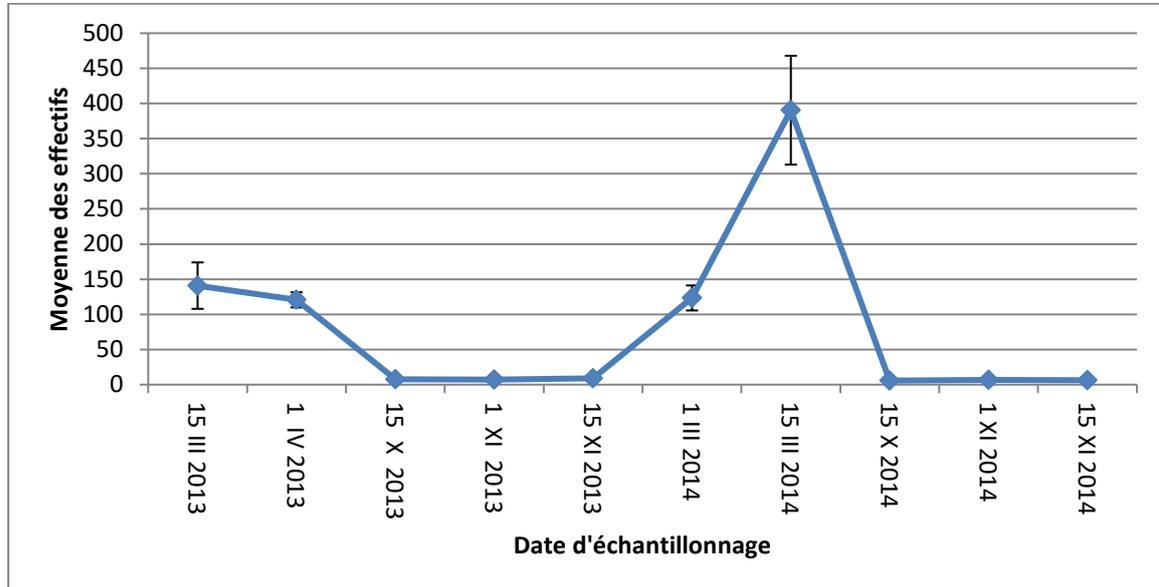


Fig. 13 : Moyenne \pm écart type des effectifs des adultes de *Bemisia tabaci* capturés au niveau de la serre de piment, variété "corne de gazelle", durant la période d'échantillonnage 2013/2014 au niveau de la région de Mzeraa

VII.2.2 - Evolution des larves de *Bemisia tabaci*

L'étude de l'évolution des larves de *Bemisia tabaci* montre que, la moyenne des effectifs des larves sur le piment variété "corne de gazelle" est faible, durant le mois de mars. L'effectif global des larves devient important dès la mi-octobre 2013. La moyenne des effectifs de la population la plus élevée est de $87,44 \pm 12,44$ individus, notée le 01 novembre 2014. Alors que, la moyenne des effectifs de la population le plus faible est de $7,33 \pm 2,56$ individus mentionnés le 15 mars 2013 (Fig. 14).

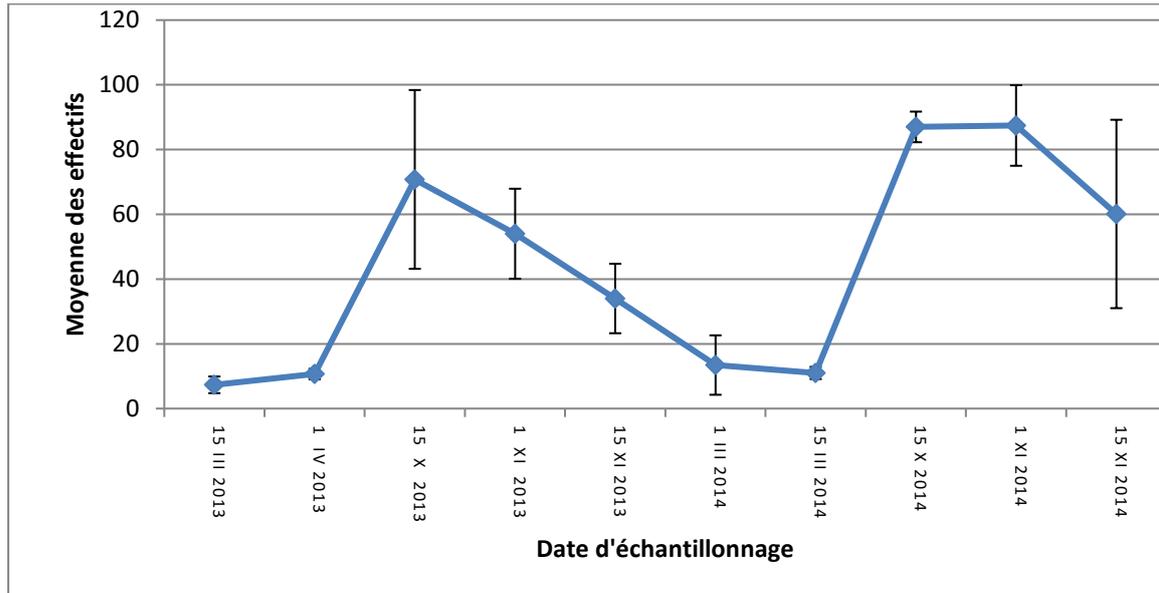


Fig. 14 : Moyenne des effectifs \pm écart type des larves de *Bemisia tabaci* capturées au niveau de la serre de piment, variété "corne de gazelle", durant la période d'échantillonnage 2013/2014 au niveau de la région de Mzeraa

VII.3 - Evolution des populations des ailés de *Myzus persicae* et *Bemisia tabaci* traitées avec de l'extrait végétal aqueux de *Ruta graveolens*

Les résultats de l'efficacité biopesticide de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* sur les adultes ailés de *Myzus persicae* et *Bemisia tabaci* sont mentionnées.

VII.3.1 - Effet de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (50g/l)

VII.3.1.1 - Effet de l'extrait sur les adultes ailés de *Myzus persicae*

Les Figures 15 et 16, présentent l'évolution de la population des adultes ailés de *Myzus persicae* sur tomate, variété "zahra" et piment, variété "corne de gazelle", plantées sous serre. Il en résulte que les moyennes des individus capturés par les pièges jaunes à différentes phases de développement de la culture : soit 15, 30, 45, 60, 75, 90, et 105 jours traitée avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une concentration de 50 g/l, sont différents pour les deux variétés (Figures 15 et 16). Le traitement avec de l'extrait végétal de *Ruta graveolens* (50g/l) a montré de différences significatives

($P > 0.05$) durant le cycle de la culture. En effet, le plus bas niveau de la population de *M. persicae* a été enregistré après repiquage de nouveaux plants dans la serre. Il augmente exponentiellement en phase de préfloraison et floraison puis décroît à partir de la période de formation des fruits. Les différents traitements appliqués ont donné des résultats similaires en termes d'efficacité. Le nombre d'individus comptés morts après traitement avec de l'extrait de *R. graveolens* est important à une probabilité ($P > 0,05$) (Fig. 15 et 16).

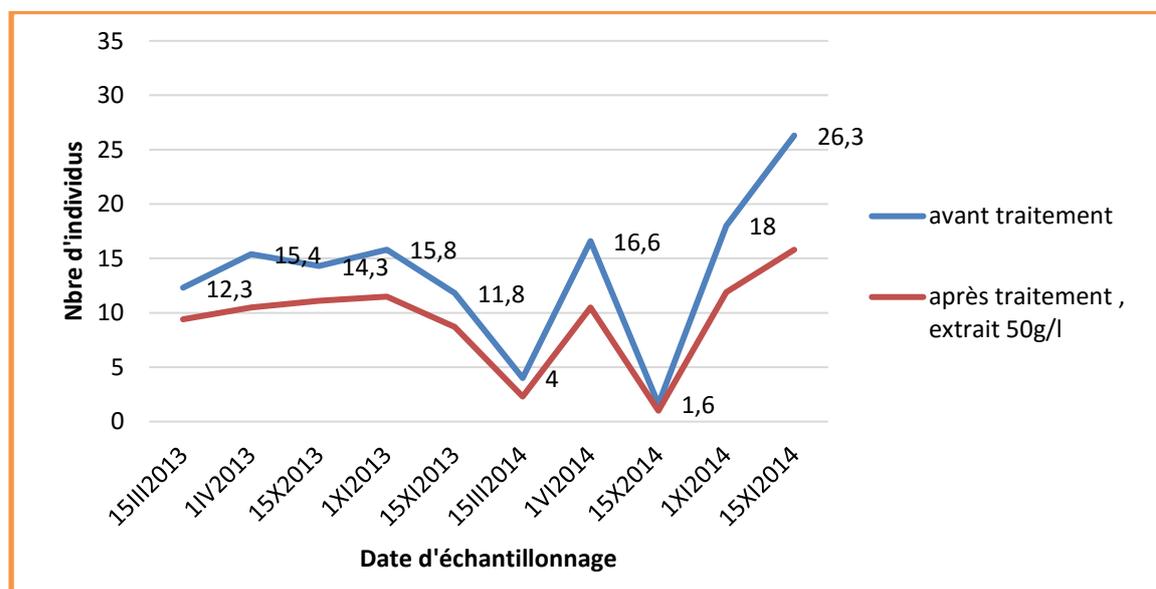


Fig. 15 : Evolution des populations des ailés de *Myzus persicae* sur tomate sous serre, variété "zahra", traitée avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (50g/l) en 2013/2014 dans la région de Biskra

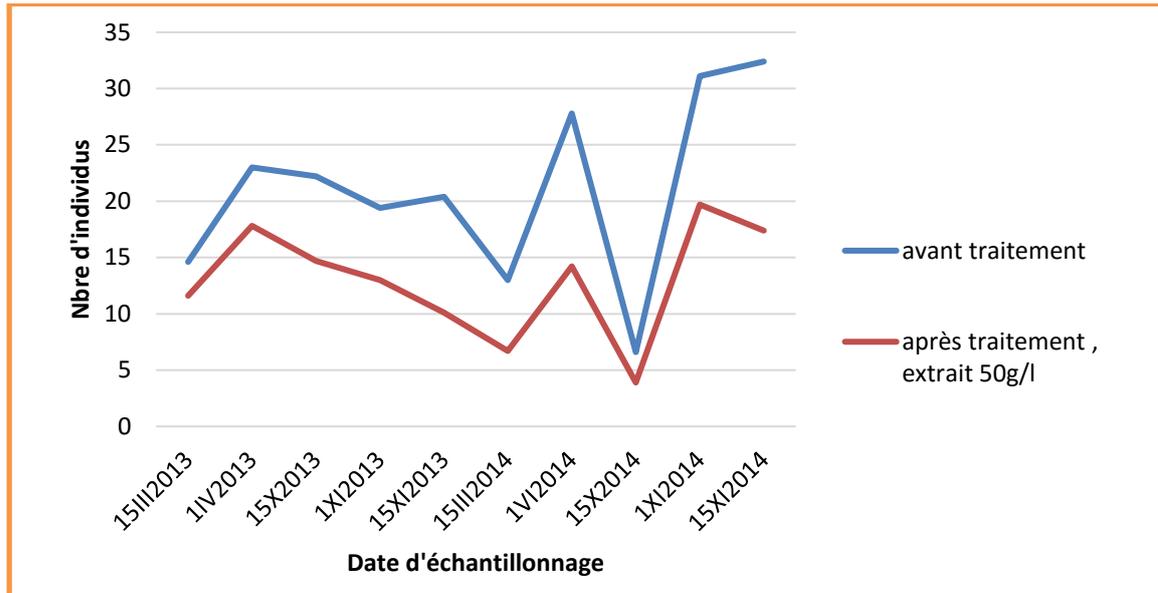


Fig. 16 : Evolution des populations des ailés de *Myzus persicae* sur piment sous serre, variété "corne de gazelle", traité avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (50g/l) en 2013/2014 dans la région de Biskra

VF = Valeur critique de F = borne du domaine de rejet pour le seuil choisi pour $\alpha = 0,05$. Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'effet de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* sur les deux variétés infestées par le puceron vert du pêcher est significatif. Pour d.d.l. = 9, la valeur de F observé = 14,21 est supérieur à la valeur critique F = 1,99. D'après le test de Leven, F observé = 5,40 est supérieur au F critique = 2,77, pour ddl 9 et la probabilité $p < 0,0001$ au seuil de signification $\alpha = 0,05$. L'inégalité des variances est significative. Cela veut dire que l'effectif de la population de *Myzus persicae* est totalement différent d'une période de traitement à une autre. D'après le test de Bartlett, le Khi^2 observé = 16,20 est supérieur au Khi^2 théorique = 13,91, pour ddl = 9, $p < 0,015$ au seuil de signification $\alpha = 0,05$. L'inégalité des variances est significative. L'effectif des populations est différent avant et après traitement durant toute la période d'échantillonnage.

Tableau 09 : Analyse de la variance

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
station	156,4	9	17,3777778	1,21533414	0,29728748	1,99760915
période	1829,4	9	203,266667	14,2156795	0,7898E-13	1,99760915
Erreur	1158,2	81	14,2987654			
Total	3144	99				

VII.3.1.2 - Effet de l'extrait sur les adultes ailés de *Bemisia tabaci*

La Figure 17 présente l'évolution de la population des adultes ailés de *Bemisia tabaci* sur piment, "corne de gazelle", planté sous serre. Il en résulte que le nombre moyen des individus capturés par pièges jaunes à différentes phases de développement de la culture traitée avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une dose de 50 g/l, sont différents. (Fig. 17).

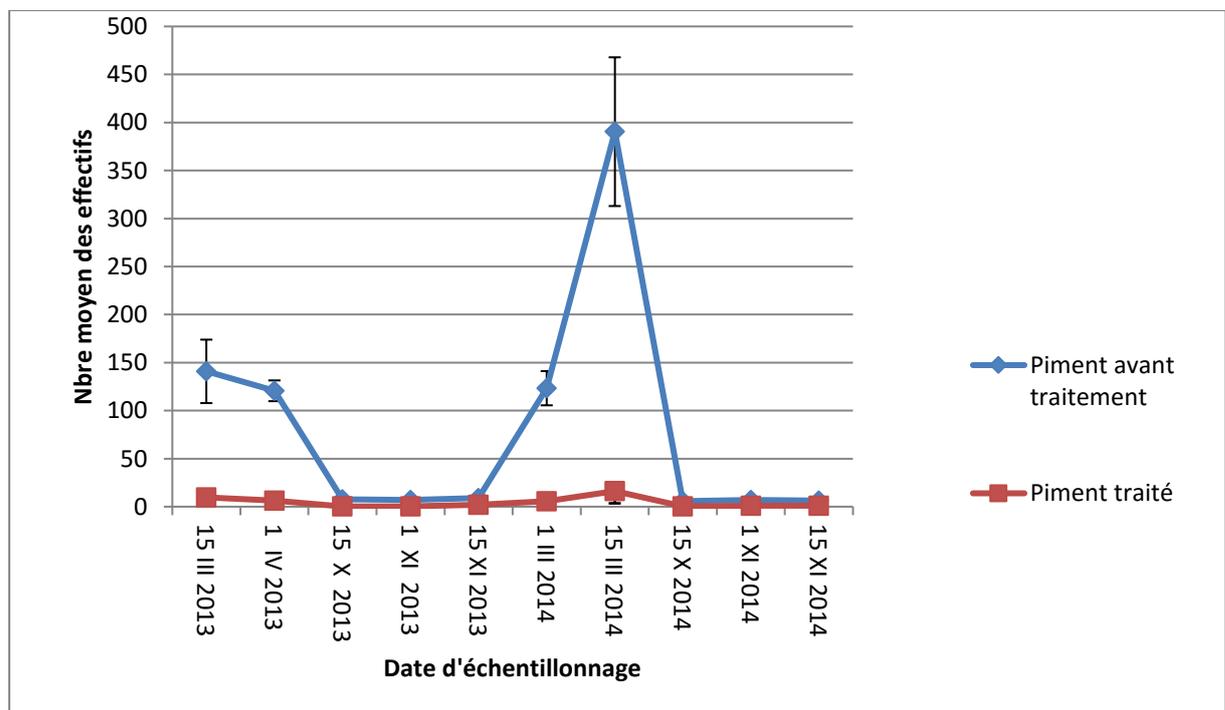


Fig. 17 : Evolution des populations des adultes de *Bemisia tabaci* sur piment sous serre, variété "corne de gazelle", avant et après traitement avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (50g/l) en 2013/2014 au niveau de la région de Mzeraa

VII.3.2 - Effet de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (100g/l)

VII.3.2.1 – Effet sur les adultes ailés de *Myzus persicae*

Les Figures 18 et 19 présentent l'abondance des adultes ailés de *Myzus persicae* sur tomate, variété "zahra" et piment, "corne de gazelle", plantées sous serre, traitées avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une dose de 100 g/l durant la phase culturale. Il en résulte que le nombre moyen des individus capturés par les pièges jaunes le plus bas est de 01, enregistré durant la mi-octobre 2014. Alors que le nombre moyen le plus élevé, 03 individus uniquement sont capturés durant la même période en 2013. En effet, les résultats sont identiques pour les deux cultures.

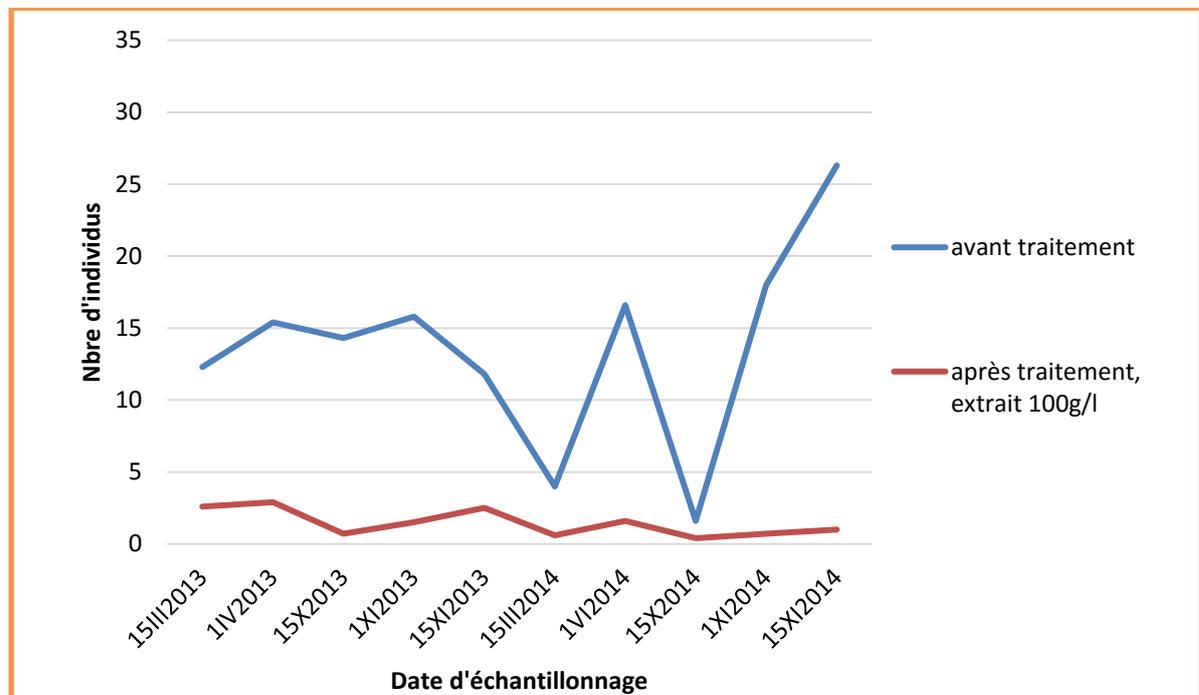


Fig. 18 : Evolution des populations des ailés de *Myzus persicae* sur tomate sous serre, variété "zahra", traitée avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (100g/l) en 2013/2014 dans la région de Biskra

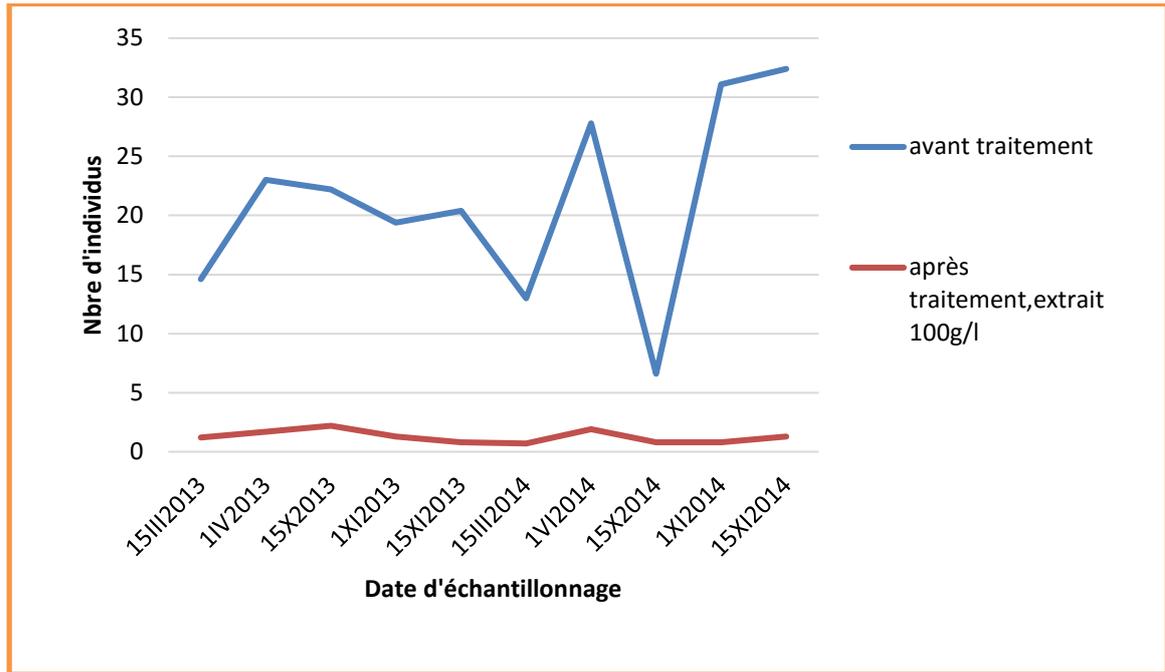


Fig. 19 : Evolution des populations des ailés de *Myzus persicae*, sur piment sous serre, variété "corne de gazelle", traité avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (100g/l) en 2013/2014 dans la région de Biskra

VII.3.2.2 - Effet de l'extrait sur les adultes ailés de *Bemisia tabaci*

Les résultats obtenus après traitement avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens*, montre que la concentration de 100 g/l est efficace. En effet, l'évolution de la population des adultes ailés de *Bemisia tabaci* signalés sur piment, variété "corne de gazelle", au niveau de la région de Mzeraa est faible durant toute la période d'échantillonnage. Le nombre moyen des individus capturés par pièges jaunes le plus élevé est de $16,22 \pm 12,71$, enregistré le 15 mars 2014. (Fig. 20).

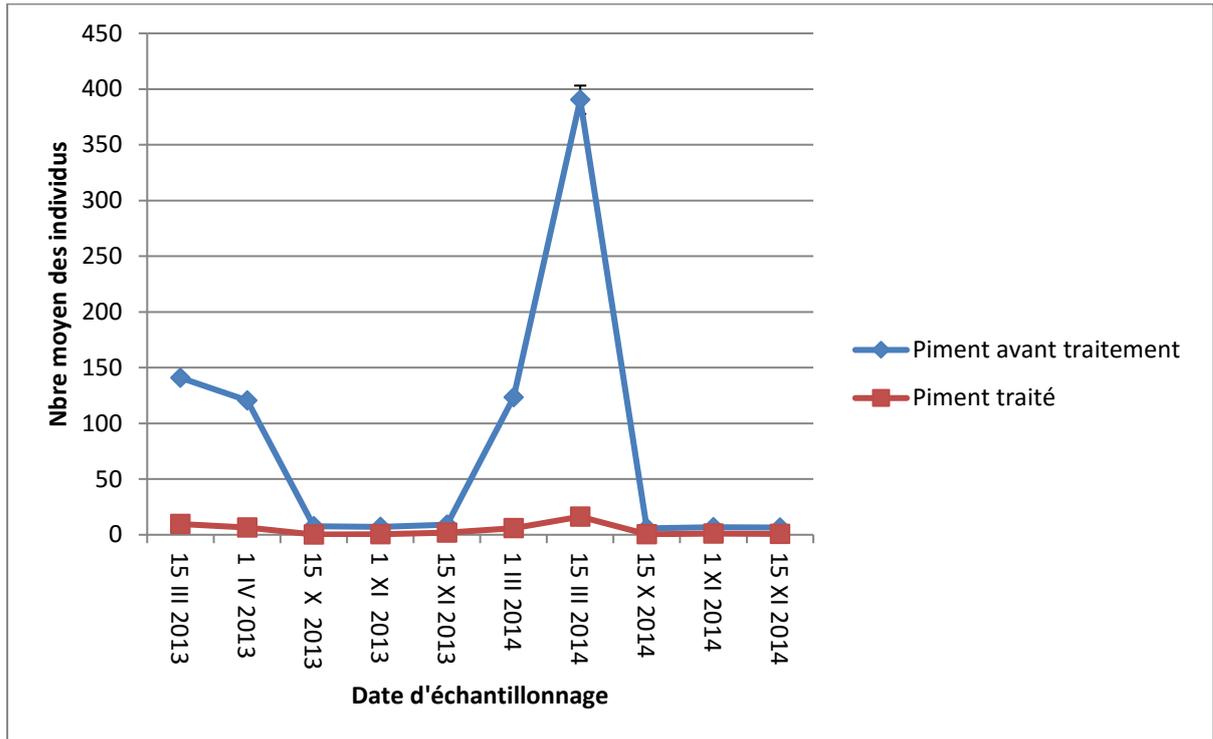


Fig. 20 : Evolution des populations des ailés de *Bemisia tabaci*, sur piment sous serre, variété "corne de gazelle", traité avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (100g/l) en 2013/2014 au niveau de la région de Mzeraa

VII.4 - Efficacité d'*Encarsia formosa* contre l'aleurode des serres *Bemisia tabaci*

VII.4.1 - Evolution des populations des ailés de *B. tabaci* après lâcher

Les effectifs des populations de *Bemisia tabaci* ont été enregistrés toutes les semaines, depuis le 1^{er} aout 2013, jusqu'au 08 avril mars 2014. Ils sont très variables d'une journée à une autre et d'une semaine à une autre. (Fig. 21). Le total des adultes de la population de *Bemisia tabaci* est relativement élevé en mars. Le premier pic de la population est enregistré le 23/10/2013 avec un nombre moyen des individus capturés par les pièges jaunes est de 22. Alors que le deuxième pic d'évolution le plus important est enregistré le 15 mars 2014 pour un total de 32 individus et le 23 mars 2014 qui a enregistré le même effectif qui est de 32, correspondant au prélèvements N°23 et N° 24, le nombre moyen des individus capturés par les pièges jaunes reste stable durant la troisième semaine du mois de mars pour, ensuite, la population décline durant la période qui va du 23 mars 2014 jusqu'au 08 avril 2014 et demeure à un bas niveau. En effet, le troisième pic d'évolution est enregistré le 23 mars 2014, pour un total de 32 individus (fig. 21).

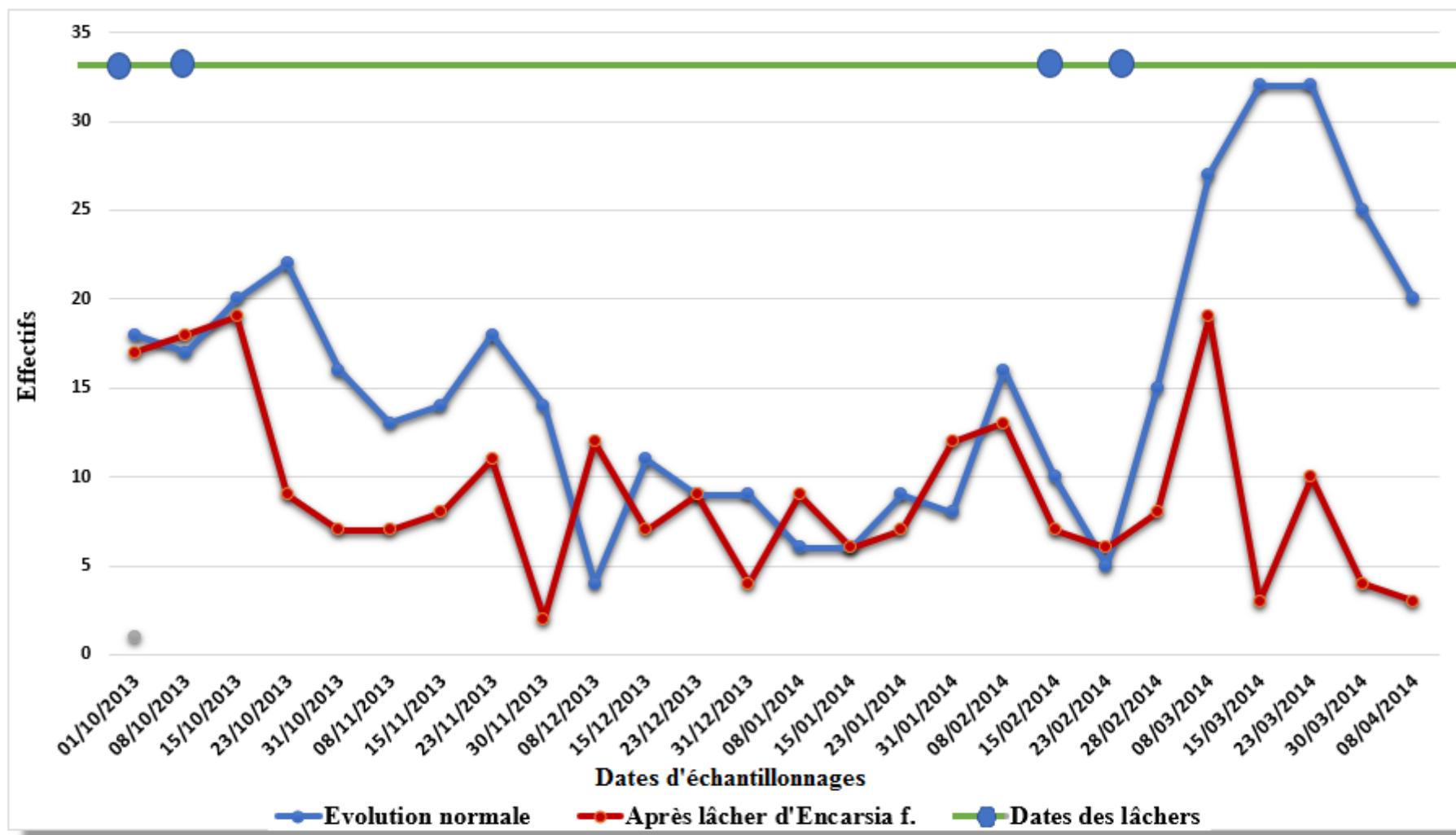


Fig. 21 : Effectifs des adultes ailés de *Bemisia tabaci* capturés durant la période d'échantillonnage (2013/2014), au niveau de la serre témoin et après lâcher d'*Encarsia formosa*, au niveau de la région de Mzeraa

La figure n° 21 indiquant que l'évolution des populations adultes de *Bemisia tabaci* après lâchers d'*Encarsia formosa* est très important durant la première période allant du 23 octobre 2013 au 30 novembre 2013 où on a enregistré des effectifs faibles par rapport à ceux enregistrés dans la serre témoin avec l'effectif le plus bas enregistré le 30 novembre 2013 qui est de l'ordre de 2 individu / piège jaune. Cependant, la 2^{ème} période allant du 28 février 2014 jusqu'au 8 avril 2014 où on a enregistré 3 individus par piège jaune le 15 mars 2014.

VII.4.2 - Nombre d'œufs de *B. tabaci* après lâcher d'*E. formosa*

Le nombre moyen d'œufs de *Bemisia tabaci* comptés presque tous les 02 jours, depuis le 15 février 2014 sont très variables d'un prélèvement à un autre. En effet, ils sont relativement élevés le 05 mars avec un nombre moyen de 34 par feuille. Après le premier lâcher, l'effectif des œufs devient faible. Le nombre moyen d'œufs comptés au niveau de la serre traitée par un parasitoïde, *Encarsia formosa* durant la même date est de 11 œufs par feuille. (Tableau 28 ; En annexe).

Les résultats mettent en évidence, dans la région de Mzeraa en 2013 et 2014, l'effet sur l'activité de la population de *Bemisia tabaci* de deux facteurs climatiques, soit la température maximale journalière et l'humidité relative de l'air (Tableau 28 ; En annexe) et (Fig. 22).

De l'analyse du (Tableau 28 ; en annexe), il ressort que la corrélation entre la température journalière maximale et le nombre moyen d'œufs sur piment, "corne de gazelle" est positive, $r = + 0,49$. Par ailleurs, la corrélation entre la température journalière maximale journalière et le nombre moyen d'œufs de *B. tabaci* après lâcher d'*E. formosa* est totalement faible avec $r = + 0,39$. Il existe une liaison faible entre la température maximale journalière et le nombre d'œufs pendus par *Bemisia tabaci* après lâcher.

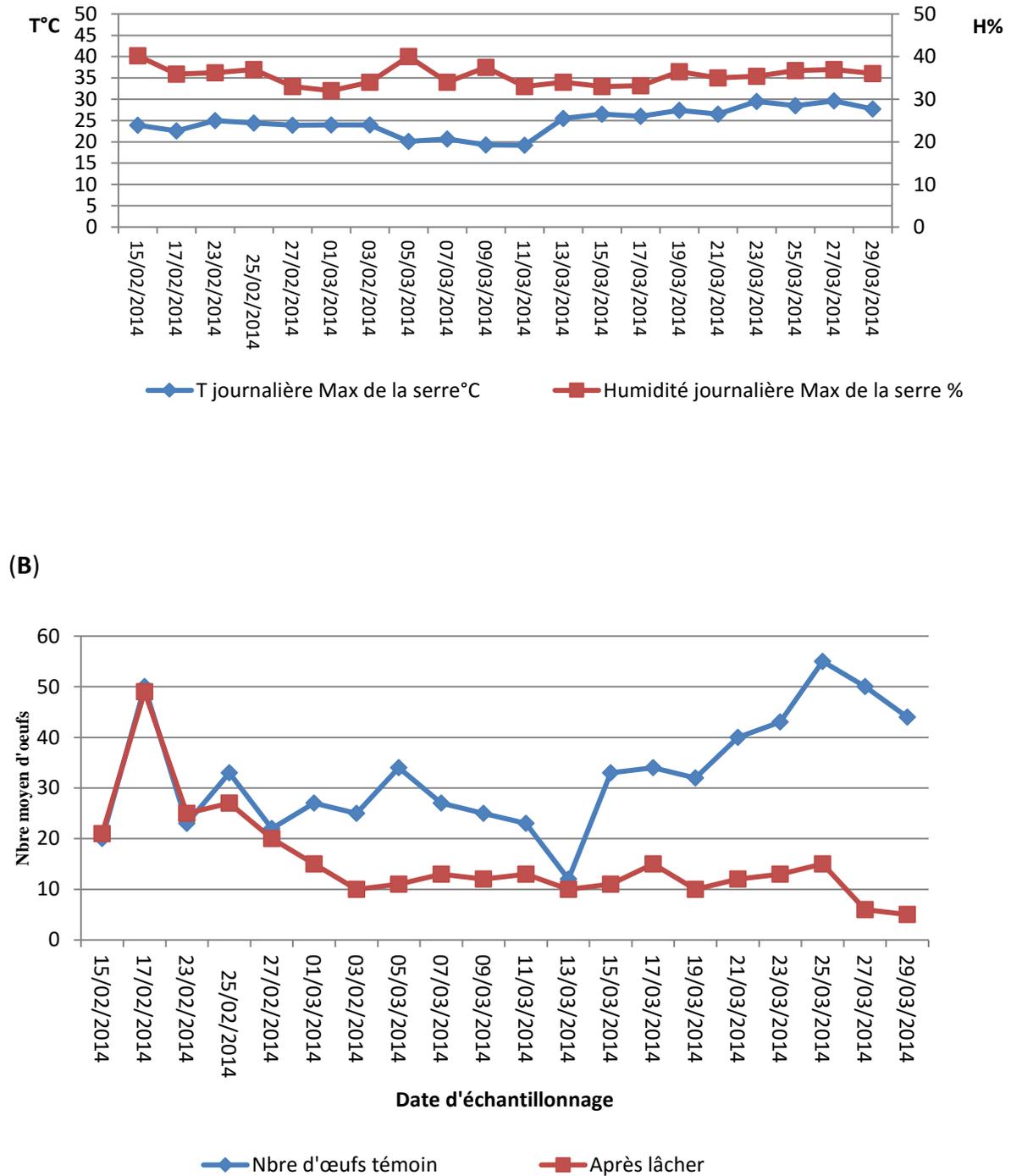


Fig. 22 : Nombre moyen d'œufs de *Bemisia tabaci* durant la période d'échantillonnage (2014) (B) et facteurs climatiques correspondantes, valeur relative maximale journalière de la température et humidité de la serre (A), au niveau de la région de Mzeraa

VII.5 - Taux de parasitisme

La méthode d'échantillonnage utilisée pour étudier le taux de parasitisme est de prélevé 9 feuilles par plant et par ligne, tous les quinze jours. Les feuilles choisies portent des larves âgées, stade L3 ou pupes. Les échantillons sont dénombrés et observés sous une loupe binoculaire. Le puparium éclos en différenciant les parasités (ouverture circulaire) des non parasités (ouverture en T). Les larves vivantes sont repérées puis les feuilles sont enfermées dans des boîtes de Pétri afin que les insectes terminent leur cycle. Une nouvelle observation est effectuée 10 à 15 jours plus tard afin de déterminer, à partir de l'orifice d'émergence, si ces larves sont saines ou parasitées, car le puparium parasités par *Encarsia formosa* est peu différent du non parasité (Fig. 23). Cette dernière indique le pourcentage moyen de parasitisme calculé sur larves et puparium non émergés lors du ramassage des feuilles, la moyenne effectuée sur 9 feuilles des différentes lignes observés durant cette période et la, moyenne effectuée sur 90 feuilles.

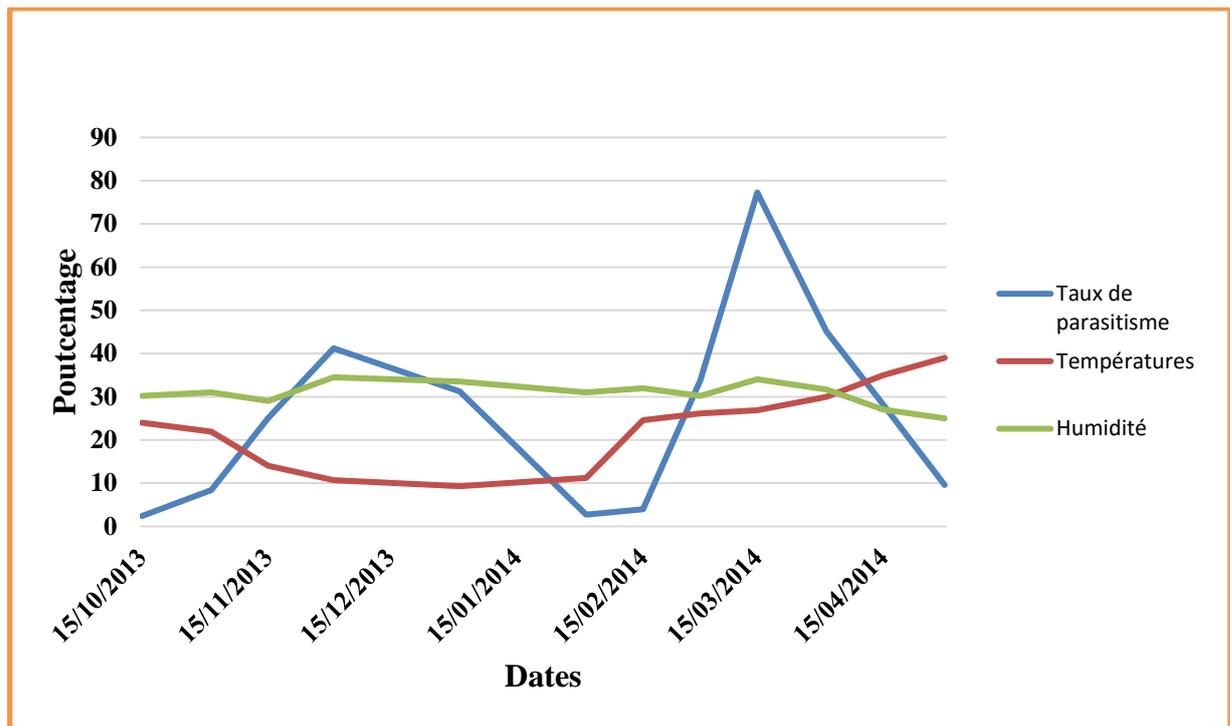


Fig. 23 : Evolution du taux de parasitisme en pourcentages des larves et pupes de *Bemisia tabaci* par *Encarsia formosa* en fonction de la température et de l'hygrométrie

Planche 01 : démontrant les différents stades rencontrés de *Myzus persicae*

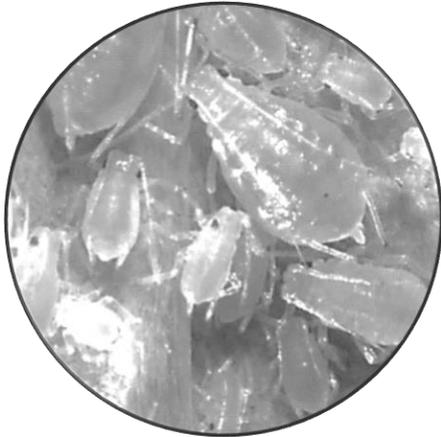


Fig. 24 : Colonie de *Myzus persicae* sur feuille de piment variété "corne de gazelle"

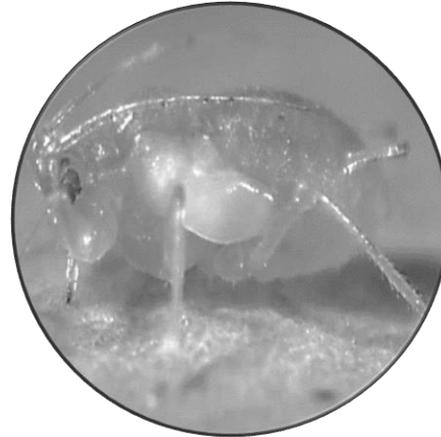


Fig. 25 : Femelle aptère adulte à la face inférieure d'une feuille de tomate



Fig. 26 : Adulte mâle ailé de *Myzus persicae*

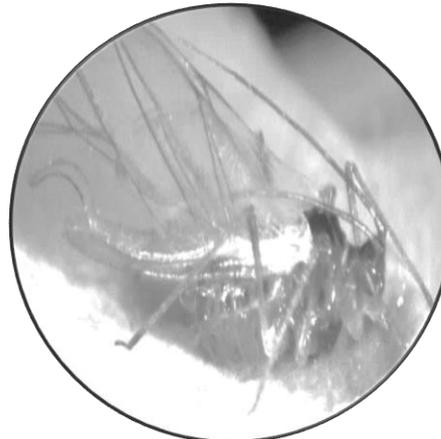


Fig. 27 : Adulte femelle ailé de *Myzus persicae*

Planche 02 : démontrant les différents stades rencontrés de *Bemisia tabaci*



Fig. 28 : Adulte d'aleurode des serres *Bemisia tabaci*



Fig. 29 : Adultes d'aleurodes des serres *Trialeurode vaporariorum*



Fig. 30 : Femelle de *Bemisia tabaci*
Déposant ses Œufs en cercle sur surface
inférieure de la feuille de piment

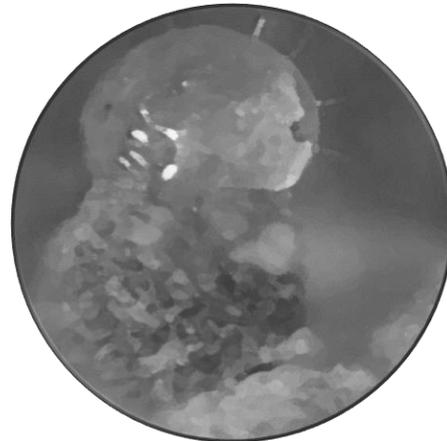


Fig. 31 : Larve 1^{er} stade sortant d'œuf

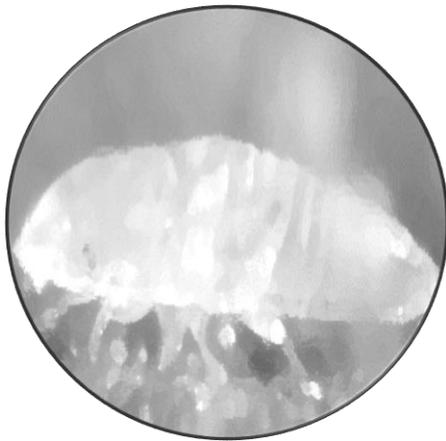


Fig. 32 : Larve de 1^{er} stade se déplaçant
et cherchant un endroit pour se fixer

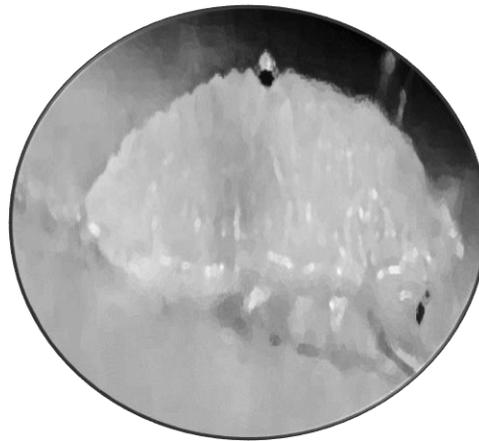


Fig. 33 : Larve de 2^{ème} stade

Planche 03 : démontrant les différents stades rencontrés de *Bemisia tabaci*



Fig. 34 : Larve de 3^{ème} stade

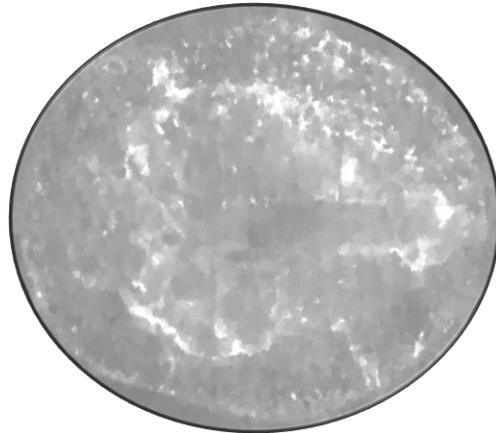


Fig. 35 : Larve de 4^{ème} stade provenant d'une mue, libérant le miellat

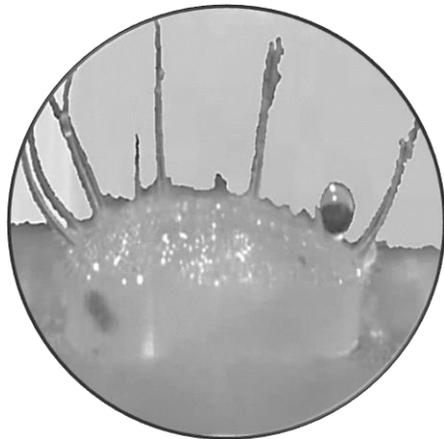


Fig. 36 : Pupa d'aleurode des serres (apparaître des yeux rouges sur la partie postérieure et libérant le miellat sur la partie postérieure)



Fig. 37 : Sortie d'aleurode de sa pupa



Fig. 38 : Dépliage et séchage des ailles à l'aire libre après la sortie de la pupa

Planche 04 : démontrant les différents stades rencontrés de *Encarsia formosa*

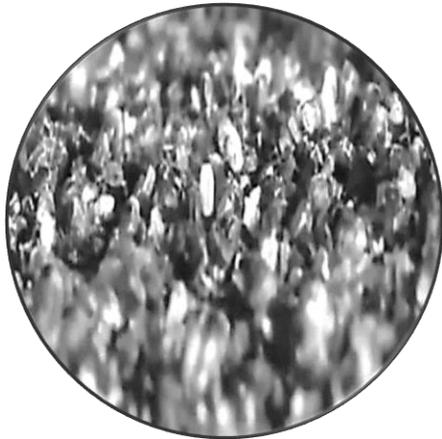


Fig. 39 : Elevage d'*E. formosa*

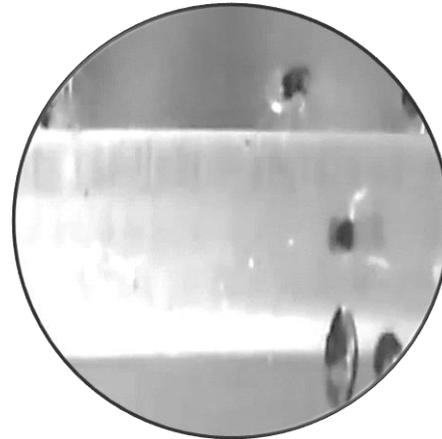


Fig. 40 : Sortie d'adulte d'*E. formosa* des pupes qui se répandent au niveau de la serre



Fig. 41 : Adulte d'*E. formosa* entrain de déposer son œuf dans la pupa de *Bemisia tabaci*

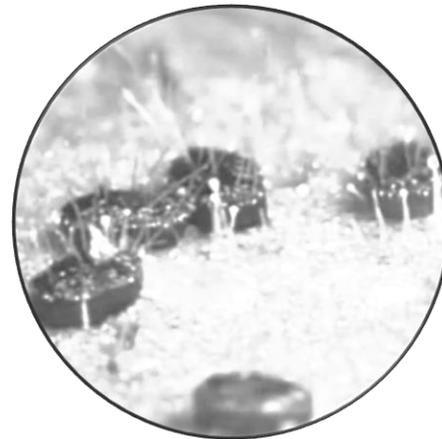


Fig. 42 : Pupes de *Bemisia tabaci* se noircissent (Porteuses de larves d'*E. formosa*)



Fig. 43 : Emergence d'un adulte d'*E. formosa* De la pupa de *Bemisia tabaci*

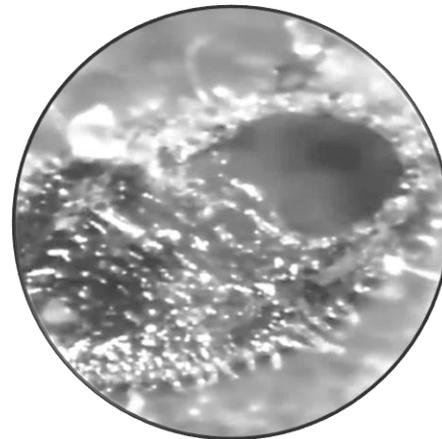


Fig. 44 : Trou sur le côté, indiquant une sortie d'*E. formosa* délassé sur la carcasse de la pupa

CHAPITRE VIII

DISCUSSIONS DES RESULTATS

Introduction

Les résultats obtenus sur les insectes ravageurs des cultures maraichères sous serre durant la période d'échantillonnage (2013 et 2014), le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) et la mouche blanche (*Bemisia tabaci*). L'efficacité biopesticide de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* sur les adultes ailés et influence de l'ennemi naturel *Encarsia formosa* sur *Bemisia tabaci* sont discutés avec d'autres travaux réalisés par plusieurs chercheurs.

VIII.1 - Evolution des populations de *Myzus persicae*

L'évolution des populations de *Myzus persicae* est en relation directe avec la variété et le cycle phénologique de la plante. L'étude de l'évolution de *Myzus persicae* sous serre s'appuie uniquement sur 2 espèces de cultures maraichères, celles de la tomate, variété "zahra" et piment, variété "corn de gazelle".

Il est à rappeler que plus de 20 espèces végétales et variétés de légumes et fruits cultivées sous serre sont signalées dans la région de Biskra (D.S.A., 2011). Par rapport à 60 espèces et variétés de cultures maraichères recensées en Algérie (F.A.O., 2014). Dans la présente étude, la moyenne des effectifs les plus élevés de la population de *Myzus persicae*, soit 26,3 individus comptés sur tomate plantée sous serre, variété "zahra", le 15 octobre 2014.

Alors que la moyenne des effectifs de la population la plus élevée sur piment, variété "corn de gazelle", est de 32,4 individus, notée à la même date. Par ailleurs, les insectes ravageurs ailés sont attirés vers une plante en fonction de la couleur et substances volatiles libérées (Kring ,1972).

Certaines espèces végétales, telles que le pêcher sont résistantes vis-à-vis de *Myzus persicae* (Rahbé *et al.*, 1988). Auclair (1989), mentionne, qu'il existe une résistance variétale vis à vis de *Myzus persicae*.

En effet, Belda *et al.*, (1994), montrent qu'à Almería en Espagne, sur les deux cultures maraichères sous serre, tomate et pastèque, le nombre de *Myzus persicae* le plus élevé est de 550,5 individus par piège, moyenne de 8 pièges comptés en juillet 1994. Par contre le nombre moyen le plus faible est de 1,3 individu par piège enregistré en août.

Rawash *et al.*, (1994), mentionnent que le nombre des aphides augmente respectivement après la 12^{ème} semaine de plantation (Fig. 45)

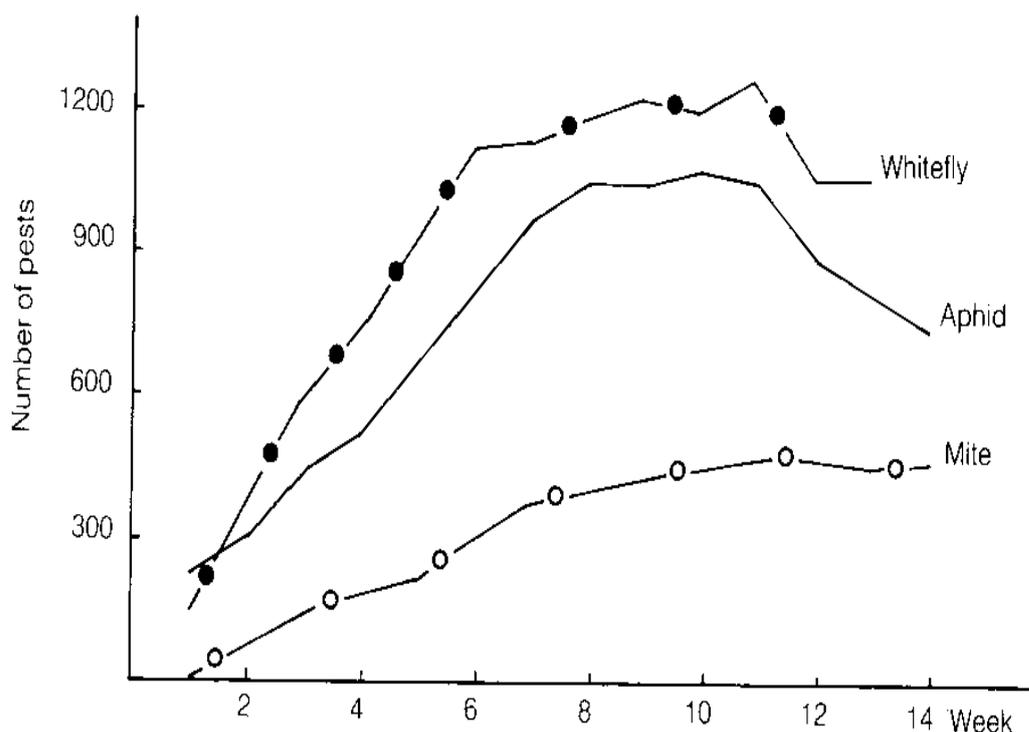


Fig. 45 : Evolution des populations de la mouche blanche, puceron et acarien dans un milieu contrôlé (Rawash *et al.*, 1994)

Boualem et Cherfaoui (2011), indiquent qu'au niveau de la région de Mostaganem en Algérie, l'abondance relative de *M. persicae* est importante. Cette dernière est de l'ordre de 97,6 et 71,3% durant la fin du mois de mars et début d'avril. Tarai (2012), mentionne que l'effectif de la population de *M. persicae* est faible sur la tomate, variété "zahra" par rapport au piment, variété "corne de gazelle".

Le nombre moyen d'individus par piège le plus élevé est de 19,4 individus comptés sur la variété "zahra", le 15 novembre 2004, alors que pour la variété "toufan", le nombre moyen est de 28,30 individus par piège, comptés durant la même période. Par contre sur le piment de la variété "corne de gazelle", le nombre moyen est de 28,9 individus capturés le 15 novembre 2004.

VIII.2 - Evolution de la population des adultes de *Bemisia tabaci*

Les résultats obtenus durant la période d'échantillonnage en 2013 et 2014 au niveau de la région de Mzeraa, montre que l'effectif le plus élevé de *Bemisia tabaci* à l'état adulte est enregistré durant la période printanière, dont la moyenne des adultes la plus élevée avec, $390,4 \pm 77,43$ individus comptés sur piment plantée sous serre, variété "corne de gazelle", le 15 mars 2014.

Alors que, la moyenne des effectifs de la population le plus faible avec $6,4 \pm 0,5$ individus, notés le 15 novembre 2014. Gerling (1967), mentionne que l'évolution de la population de *Bemisia tabaci* passe par trois périodes distinctes, celle de la croissance exponentielle, celle de stabilité de la taille des populations et celle de la diminution finale accompagnant la sénescence des plantes. En effet, (Nzi *et al.*, 2010) en Côte d'Ivoire, montre que le nombre d'adultes de *Bemisia tabaci* est de 9 individus par plant au moment du semis en mars.

Tarai (2012), montre qu'au niveau de la région méridionale des Aurès, le premier pic d'évolution de *Bemisia tabaci* pour la variété "toufan" correspond à $8,22 \pm 0,35$ par plant, enregistré le 15 mars 2003, suivi par la stabilité du niveau de la population vers la fin et le début du mois d'avril. $5,33 \pm 0,32$ est la moyenne des individus par plant pour la variété "toufan", enregistrée le 1 avril 2003. De même pour la variété "zahra", le premier pic

d'évolution dont la moyenne est de $7 \pm 0,44$ individus par plant est enregistré à la mi-mars 2003.

La période de la stabilité de la population est notée le 1 avril, durant laquelle $4,11 \pm 0,35$ individus par plant sont comptés (Tarai, 2012). La diminution de l'effectif de la population peut être liée à la température élevée sous serre en mars dont la moyenne enregistrée est de 31 C° .

Fishpool *et al.*, (1987), montrent que les conditions climatiques sont parmi les principaux facteurs déterminant la dynamique des populations de *B. tabaci*. En effet, les facteurs influant sur la dynamique des populations de *B. tabaci* semblent être les modalités de croissance des plantes, en liaison avec les pratiques culturales et les conditions climatiques (Fishpool *et al.*, 1987). Par ailleurs, la forte fécondité et longévité de *Bemisia tabaci* décroissent linéairement avec la température, alors que le taux de survie augmente jusqu'à $21\text{-}30\text{C}^\circ$ (Muniz et Nombela, 2001).

Muniz (2000), montrent qu'il existe une relation entre les paramètres d'évolution et la température, les espèces végétales hautes et variétés chez les insectes. Tsai et Wang (1996), mentionnent que la température optimale nécessaire au développement des adultes de *B. tabaci* est de $32,5\text{C}^\circ$.

Cette dernière est élevée par rapport à celle calculée pour *B. argentifolii* qui est respectivement $29,9$, $28,2$ et $30,0\text{C}^\circ$, sur aubergine en Florida, Mississippi et Arizona. En effet, la longévité de *B. tabaci* est de 56 jours à une température de 17C° , depuis le stade œufs jusqu'au adulte.

Alors qu'elle est de 20 jours à une température de 35C° , la corrélation entre la température et l'évolution de la population est négative entre 30 et 35C° à $P > 0.05$ (Tableau. 10) (Bonato *et al.*, 2007).

Tableau. 10 : Périodes de développement de différents stades larvaires de *Bemisia tabaci* (Q-biotope) à 05 différentes températures (Bonato et al., 2007)

Stades							
T°C	n	Oeuf	L	L2	L3	L4	De l'oeuf à l'adulte
17	80	21,5±0.09	9.4±0.35	7.5±0.93	8.0±0.42	9.4±0.33	55.8±0.47
21	80	14.0±0.09	7.1±0.21	4.1±0.18	8.8±0.23	5.6±0.18	39.6±0.69
25	80	10.4±0.13	4.3±0.19	3.7±0.16	3.8±0.15	3.4±0.12	25.6±0.26
30	80	7.7±0.06	3.2±0.13	3.3±0.15	3.5±0.15	2.5±0.09	20.2±0.24
35	80	6.5±0.10	3.9±0.17	3.3±0.21	3.5±0.29	3.3±0.22	20.5±0.33

VIII.3 - Evolution des larves de *Bemisia tabaci*

D'après les résultats obtenus au niveau de la région d'étude, la moyenne des effectifs des larves de *Bemisia tabaci* la plus élevée est de 87,44±12,44 individus, notée le 01 novembre 2014.

Alors que, la moyenne des effectifs de la population le plus faible est de 7,33±2,56 individus mentionnés le 15 mars 2013. La pullulation des larves est importante durant la période de floraison.

En effet, le stade floraison de la plante hôte favorise l'installation du ravageur. Nzi et al., (2010), signalent à Bouaké, centre de la côte d'ivoire, la présence des larves de *B. tabaci* sur toutes les variétés de tomate plantées. Ces derniers indiquent que l'effectif des larves le plus élevé est de 6 individus, signalés durant la période estivale (Fig. 46).

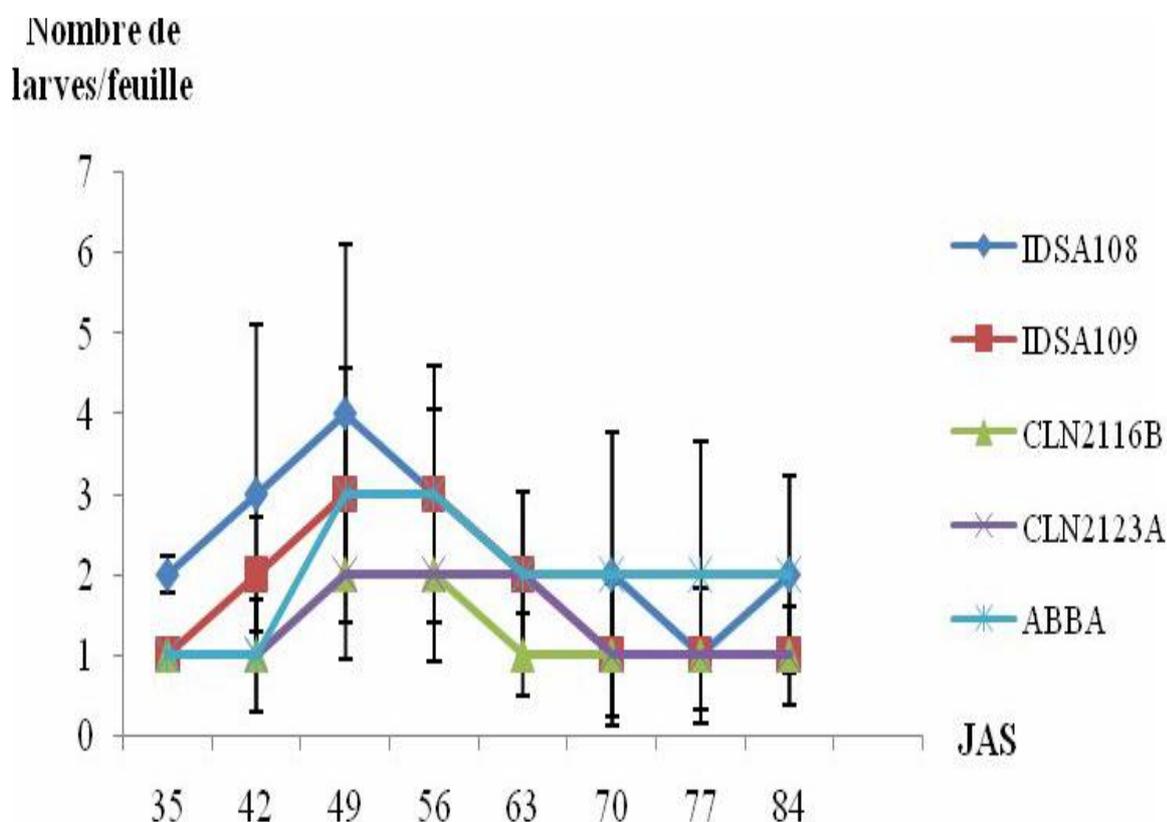


Fig. 46 : Evolution des populations de larves de *B. tabaci* par feuilles selon les variétés en fonction du temps (Nzi et al., 2010)

Variétés de tomate plantées (IDSA108, IDSA109, CLN2116B, CLN2123A, ABBA)

L'évolution de la population des adultes ailés de *Bemisia tabaci* signalés sur piment, variété "corne de gazelle", au niveau de la région de Mzeraa est faible durant toute la période d'échantillonnage.

Le nombre moyen des individus capturés par pièges jaunes le plus élevé est de $16,22 \pm 12,71$, enregistré le 15 mars 2014.

VIII. 4 - Efficacité de l'extrait végétal aqueux de *Ruta graveolens* dans la lutte contre *Myzus persicae* et *Bemisia tabaci*

La présente étude montre que le plus bas niveau de la population de *M. persicae* a été enregistré après repiquage de nouveaux plants dans la serre.

Il augmente exponentiellement en phase de préfloraison et floraison puis décroît à partir de la période de formation des fruits. Les différents traitements appliqués ont donné des résultats similaires en termes d'efficacité.

Le nombre d'individus comptés morts après traitement avec de l'extrait de *R. graveolens* est important à une probabilité ($P > 0,05$). De nombreux travaux sur les substances végétales en tant que biopesticides sont réalisés en zone tropicale dans la protection des grains au cours du stockage. (Kumar, 1991). En effet, Isman et *al.*, (2001) in Ngamo et Hance (2007), signalent la présence de quatre principaux groupes de biopesticides d'origine végétale ont une utilisation approuvée en agriculture biologique aux États Unis.

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'effet de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* sur les deux variétés infestées par le puceron vert du pêcher au niveau de la région d'étude est significatif. Pour d.d.l. = 9, la valeur de F observé = 14,21 est supérieure à la valeur critique $F = 1,99$. D'après le test de Leven, F observé = 5,40 est supérieur au F critique = 2,77, pour ddl 9 et la probabilité $p < 0,0001$ au seuil de signification $\alpha = 0,05$.

Barbouche et *al.*, (2001), montrent que l'extrait de *Cestrum parqui* provoque une mortalité 100 % des jeunes larves L5 du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk) dans un laps de temps de 2 à 4 jours. Ces derniers indiquent que ce délai est ramené à 2 jours pour des jeunes âgés de 3 jours.

Par contre, l'injection n'a aucun effet chez les individus de 7 jours probablement à cause du déclenchement du processus de l'exuviation en fin de cycle de la mue. (Barbouche et *al.*, 2001) mentionnent aussi que, la mortalité des jeunes adultes est également très élevée (90 % après 4 jours).

Alors que, pour l'effectif de la population de *Myzus persicae* est totalement différent d'une période de traitement à une autre. D'après le test de Bartlett, le Khi^2 observé = 16,20 est supérieur au Khi^2 théorique = 13,91, pour ddl = 9, $p < 0,015$ au seuil de signification $\alpha = 0,05$. L'inégalité des variances est significative. L'effectif des populations est différent avant et après traitement durant toute la période d'échantillonnage.

Plus de 2000 espèces végétales à l'échelle internationale dotées de propriétés insecticides sont identifiées (Regnault, et *al.*, 2002) (Tableau. 11).

La présence de composés cétoniques, d'acides aliphatiques, d'alcools révèle aux huiles essentielles de *Ruta* (*chalepensis*, *graveolens* et *montana*) leurs activités antibactériennes et antifongiques (Burga, 2005).

Le traitement avec de l'extrait végétal de *Ruta graveolens* (50g/l) au niveau de la région d'étude a montré de différences significatives ($P > 0.05$) durant le cycle de la culture. En effet, le plus bas niveau de la population de *M. persicae* a été enregistré après repiquage de nouveaux plants dans la serre.

Les résultats obtenus par Aouinty et *al.*, (2006), illustrent bien l'intérêt que présentent les extraits aqueux du bois du thuya et des feuilles du ricin dans la lutte anti-larvaire. Les CL50 calculées pour des larves du quatrième stade (L4) de l'espèce *Culex pipiens* (Tableau n° 12), ont montré que parmi les 5 extraits testés, deux se sont révélés intéressants en termes de toxicité, l'extrait de *T. articulata* et celui du *R. communis*.

Ils présentent en effet les DL50 les plus faibles qui sont respectivement de 530 mg/l et de 600 mg/l. La toxicité de ces mêmes extraits a été étudiée sur d'autres espèces de moustiques, aussi bien sur le stade larvaire avancé L4, que sur le stade jeune L2. (Tableau. 12).

Tableau 11 : Insecticides d'origines végétales commercialisés au Etats unis, (Isman et *al.*, 2001) in (Ngamo et Hance, 2007)

Propriété	Pyréthre	Roténone	Neem	Huiles essentielles
Origine	Kenya, Australie	Asie du Sud-Est, Venezuela	Inde	Monde entire
Matière active	Pyéthrines	Roténoïdes (isoflavonoïdes)	Azadirachtine (limonoïdes)	Monoterpènes (phénols simples)
% de matières active dans le produit technique	20 - 25	5 - 7	10 - 20	50 – 95
Prix moyen (SUS/kg)	45 - 60	3 - 5	125 - 200	10 – 25
Formulations	Nombreuses	Poudres, poudres mouillables	Concentrés émulsionnables	Nombreuses
% de matières actives dans la formulation typique	Concentré émulsionnable 6%	Poudre 1% poudres mouillables 5%	Concentrés émulsionnables 1-4,5%	Concentrés émulsionnables 35% et aérosols 6%
Situation réglementaire	Homologué	Homologué mais pourrait être retiré de la liste	Homologué	Exempté
Utilisation en agriculture biologique	Approuvée	Approuvée	Approuvée	Approuvée
Action chez les ravageurs ciblés	Contact/knock down	Poison d'ingestion cytotoxine	Poison d'ingestion/RC I/antiappétent	Contact : knock down
Rémanence	Très limitée	Limitée	Très limitée	Très limitée
Toxicité pour les mammifères	Minimale	Modérément toxique, mais très toxique pour les poissons	Non toxique	Non toxique

Tableau 12 : Mortalité (%) des larves L4 de *Culex pipiens* en fonction de la concentration des extraits aqueux (%) de 5 espèces végétales après 24 heures d'exposition (Aouinty et *al.*, 2006)

Espèce végétale	1%	2%	3%	4%	5%	Témoin
<i>Ammi visnaga</i>	30 ± 5	70 ± 5	85 ± 8	100 ± 0	100 ± 0	0
<i>Tetraclinis articulata</i>	25 ± 4	65 ± 8	95 ± 10	100 ± 0	100 ± 0	0
<i>Ricinus communis</i>	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	0
<i>Nerium oleander</i>	15 ± 6	35 ± 6	45 ± 6	70 ± 5	100 ± 0	0
<i>Inula viscosa</i>	30 ± 8	60 ± 8	80 ± 5	100 ± 0	100 ± 0	0
Moyenne de 4 déterminations portant chacune sur 10 individus – Mean of 4 determinations each on 10 individus.						

En effet, les résultats obtenus au niveau de la région d'étude montrent que le nombre moyen des individus capturés par les pièges jaunes de *Myzus persicae* sur tomate, variété "zahra" et piment, variété "corne de gazelle", traitées avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une dose de 100 g/l est de 01, enregistré durant la mi-octobre 2014. Alors que le nombre moyen le plus élevé, est de 03 individus uniquement, sont capturés durant la même période en 2013.

Gnago et *al.*, (2010), montrent qu'en Côte d'Ivoire, Les extraits de feuilles de neem à la dose normale et à la moitié dose ont une légère efficacité sur les pucerons, les altises et les jassides du gombo.

Ces derniers montrent aussi que, L'extrait de feuilles de neem à la moitié dose s'est montré inefficace sur la majorité des insectes du gombo. La papaine, matière active de l'extrait de feuilles de papayer semble ne pas contrôler les insectes ravageurs du gombo à l'exception des pucerons (Gnago et *al.*, 2010).

Selon Chiasson & Beloin (2007), les macéras des plantes ont un effet anti appétant, affectant la croissance, la mue, la fécondité et le développement des acariens ou physique en agissant directement sur la cuticule des acariens à corps mou. L'activité antiacaricide de *Ruta* est due à l'action de l'enzyme falavone-3,4, 7-trihydroxy-3- methoxy-7-glucoside. (Djeridane et *al.*, 2007).

Les résultats obtenus par Attia et *al.*, (2011), montrent que, les extraits végétaux des 12 plantes ont un effet non négligeable sur la mortalité de *T. urticae.*, ces extraits ont pu engendrer une baisse dans l'effectif des acariens. Ils ont diminué le niveau de population

d'acariens en dessous de 3 formes mobiles par feuille par rapport au témoin qui est de 3 formes mobiles par feuille au bout de 21 jours.

Par ailleurs, Majdoub et *al.*, (2014), mentionnent que, Les huiles essentiels de *Ruta chalepensis*, sont hautement efficace contre les adultes de *Tribolium castaneum*.

VIII. 5 - Influence d'*Encarsia formosa* sur les aleurodes des serres

L'étude réalisée au niveau de la région de Mzeraa montre que l'effectif des œufs devient faible après le premier lâcher d'*Encarsia formosa*. Le nombre moyen d'œufs comptés au niveau de la serre traitée par le parasitoïde est de 11 œufs par feuille.

Maisonneuve et *al.*, (2003), signalent que, l'auxiliaire d'*Encarsia formosa* a donné une efficacité globale de plus de 90 % dans la région de Bretagne, France en 1983.

D'après Onillon, (1986), l'adulte de l'aleurode, très mobile représente le stade de dissémination, notamment dans les déplacements entre l'extérieur et la serre au mois d'avril et de mai lors de la reprise d'activité des larves du dernier stade hiverné. Le nombre d'individus d'*E. formosa* est de 6 à 10 par m² (Tableau. 13).

Tableau 13 : Introduction d'*Encarsia formosa* selon plusieurs auteurs, (Onillon, 1986)

Auteurs	Année	Nombre de lâchers	Quantités d' <i>Encarsia formosa</i> introduite (pupes noires)
MARKKULA	1976	2 - 3	6 Encarsia / m ²
NILSSON	1976	2	10 Encarsia / m ²
ONILLON et al.	1976	3	3 Encarsia / 1 Aleurode
PARR et al.	1976	2	1 Encarsia / plant = (2,5 Encarsia/m ²)
STENSETH	1976	2	2 Encarsia/plant si moins de 1 Aleurode/plant
VANLANTEREN et al.	1976	4	4 – 5 Encarsia/plant
EKBOM	1977	2	5 Encarsia/plant si moins de 2 Aleurodes/100m ²
KOPPERT	1978	3 – 4	8 Encarsia/plant
WOETS	1978	4	8 Encarsia/plant
FOSTER	1980	2 – 3	3 Encarsia/plant
STENSETH	1983	3	5 Encarsia/plant si 10 à 30 Aleurodes/100 plants

La température est un facteur important influant sur la fécondité, longévité et oviposition d'*E. formosa* (Onillon, 1986) (Tableau. 14).

Tableau 14 : Caractéristiques du potentiel biotique d'*Encarsia formosa* (Onillon, 1986)

Caractéristiques	Températures			
	17°C	22°C	27°C	32°C
Fécondité (œufs par femelle)	60	70	32	23
Longévité (jours)	21	13	5,6	5
Oviposition (jours)	19	11	4,4	4,3
Fécondité/jours de ponte (œufs/jours)	3,2	6,6	7,7	5,3
Durée de développement				
- embryonnaire et larvaire	18	9,7	9,6	
- nymphal	21	8,7	8,2	
Total (jours)	39	18,4	17,8	

Maignet (1995), indique que des résultats intéressants ont été obtenus en serre sur les populations de *B. tabaci* en mélange avec *T. vaporariorum* avec des lâchers d'*E. formosa* élevés pendant plusieurs générations sur *B. tabaci*. Des résultats encourageants ont également été obtenus avec *Eretmocerus mundus* Haldeman, espèce qui ne parasite que *B. tabaci*. Enfin, *E. pergandiella* Howard montre sa capacité de contrôler dès la première génération de l'hôte les populations d'aleurodes ; cependant, son comportement d'hyperparasitoïde tend à diminuer son efficacité dans le temps. L'ensemble de ces résultats laisse entrevoir la possibilité de contrôler les populations de *B. tabaci* en serre sous forme de traitements inondatifs de parasitoïdes.

Les résultats obtenus durant la période d'échantillonnage au niveau de la région de Mzeraa montrent que la corrélation entre l'humidité relative journalière à l'intérieure de la serre et le nombre moyen d'œufs, sur piment, variété "corne de gazelle" témoin est faible ($r^2 = 0,04$).

Après le premier lâcher d'*E. formosa*, l'effectif des œufs de *B. tabaci* devient faible. Le nombre moyen d'œufs comptés au niveau de la serre traitée par le parasitoïde durant la même date est de 11 œufs par feuille.

Mollot (2009), indique qu'au niveau des îles du sud-ouest de l'océan indien, *Encarsia guadeloupaе Viggiani* montre une longévité élevée, surtout à de basses températures, et une durée de développement pré-imaginal de 23 jours à 25°C. Le parasitisme d'*E. guadeloupaе* se caractérise par une préférence pour les stades précoces de développement de son hôte principal *Aleurodicus disperses*, et une spécificité parasitaire qui révèle des possibilités de ponte dans d'autres espèces d'aleurodes. Les prospections de terrain montrent qu'il est répandu dans la majeure partie des zones de basse altitude de l'île et révèle des taux de parasitisme très élevés sur son hôte préférentiel.

VIII. 6 - Taux de parasitisme

En ce qui concerne l'évolution du taux de parasitisme, on constate, Selon la figure n° 23 , l'évolution du taux de parasitisme des larves de *Bemisia tabaci* par le parasitoïde *Encarsia formosa*, durant le cycle végétatif du piment, variété "corne de gazelle", parallèlement à l'évolution de la température moyenne et l'hygrométrie moyenne relative, nous permettons de dire que le taux du parasitisme représente un pic durant la première quinzaine de décembre avec un taux de 40% , diminuer par la suite et ceci dû au degré inférieur de la température durant la deuxième quinzaine du mois de décembre et durant le mois de janvier et la première quinzaine du mois de février. Toutefois, elle augmente exponentiellement durant la première quinzaine du mois de mars pour atteindre un taux de 77.27% ; et ceci probablement dû aux facteurs climatiques, notamment, la température qui est de 20°C et 27°C et l'humidité relative enregistrée de 30% et 34%. Cependant, une chute du taux de parasitisme est enregistrée durant la deuxième quinzaine du mois de mars et la première quinzaine du mois d'avril, ceci, est liée à une augmentation de la température allant de 27°C à 39°C enregistrée durant cette période, avec un taux d'humidité de 32% à 25%.

**CONCLUSION GENERALE
&
PERSPECTIVES**

Conclusion Générale et Perspectives

L'étude réalisée au niveau de la région de Biskra sur les bioagresseurs des cultures maraichères sous serre montre que l'effectif des populations du puceron vert du pêcher est élevé durant le mois de novembre, pour la tomate, variété "zahra". Il en est de même pour le piment, variété "corne de gazelle". En effet, la moyenne des effectifs les plus élevés de la population de *Myzus persicae*, comptés sur tomate plantée sous serre, variété "zahra". Parallèlement sur piment, variété "corn de gazelle", la moyenne des effectifs de la population la plus élevée, notée à la même date. La moyenne des effectifs de la population le plus faible est mentionné sur la culture de tomate, variété "zahra". L'évolution des populations est comparable sur les deux cultures et les deux variétés. La corrélation entre l'effectif des populations de *Myzus persicae* sur tomate, variété "zahra" et effectif rencontré sur piment variété "corne de gazelle" est positive. Il existe une liaison forte entre l'effectif de la population de *Myzus persicae* sur tomate, variété "zahra" sous serre et le piment, variété "corne de gazelle", dans les mêmes conditions de la température et de l'humidité relative de l'air.

La moyenne des effectifs des larves de *Myzus persicae*, ravageur des cultures maraichères sous serre est faible durant le mois de septembre et octobre. L'effectif global des larves devient important durant la période automnale.

Le comptage des adultes de *Bemisia tabaci* menée lors des deux périodes d'échantillonnage, l'une printanière et l'autre automnale, au niveau de la station de Mzeraa, montre que l'effectif est élevé durant le printemps. En effet, la moyenne des effectifs les plus élevés de la population des adultes de *Bemisia tabaci*, comptés sur piment plantée sous serre, variété "corne de gazelle". L'étude de l'évolution des larves de *Bemisia tabaci* montre que, la moyenne des effectifs des larves sur le piment variété "corne de gazelle" est faible, durant le mois de mars. L'effectif global des larves devient important dès la mi-octobre. La moyenne des effectifs de la population la plus élevée est notée durant la période automnale. Alors que, la moyenne des effectifs de la population le plus faible est mentionné au printemps.

L'étude de l'évolution des populations des adultes ailés de *Myzus persicae* sur tomate, variété "zahra" et piment, variété "corne de gazelle", plantées sous serre, montre que la moyenne des individus capturés par les pièges jaunes à différentes phases de développement de la culture, sont différents pour les deux variétés. Le traitement avec de l'extrait végétal de *Ruta graveolens* (50g/l) a montré de différences significatives durant le cycle de la culture. En effet, le plus bas niveau de la population de *M. persicae* a été enregistré après repiquage de nouveaux plants dans la serre. Il augmente exponentiellement en phase de préfloraison et floraison puis décroît à partir de la période de formation des fruits.

Les différents traitements appliqués ont donné des résultats similaires en termes d'efficacité. Le nombre d'individus comptés morts après traitement avec de l'extrait de *R. graveolens* est important.

Par ailleurs, l'étude de l'évolution de la population des adultes ailés de *Bemisia tabaci* sur piment, variété "corne de gazelle", plantée sous serre, indique que le nombre moyen des individus capturés par pièges jaunes à différentes phases de développement de la culture traitée avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à une dose de 50 g/l, sont différents.

Le nombre moyen des individus capturés par les pièges jaunes le plus bas est enregistré durant la période automnale. Les résultats sont identiques pour les deux cultures.

Les résultats obtenus après traitement avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens*, montre que la concentration de 100 g/l est efficace. En effet, l'évolution de la population des adultes ailés de *Bemisia tabaci* signalés sur piment, variété "corne de gazelle", au niveau de la région de Mzeraa est faible durant toute la période d'échantillonnage.

L'effectif des populations de *Bemisia tabaci* sont très variables d'une journée à une autre. Le total des adultes de la population de *Bemisia tabaci* est relativement élevé en mars.

Le nombre moyen d'œufs de *Bemisia tabaci* comptés presque sont très variables d'un prélèvement à un autre. Ils sont relativement élevés en mars. Après le premier lâcher, l'effectif des œufs devient faible. La corrélation entre la température journalière maximale et le nombre moyen d'œufs sur piment, variété "corne de gazelle" est positive.

Par ailleurs, la corrélation entre la température journalière maximale journalière et le nombre moyen d'œufs de *B. tabaci* après lâcher d'*E. formosa* est totalement faible. Il existe une liaison faible entre la température maximale journalière et le nombre d'œufs pendus par *Bemisia tabaci* après lâcher.

La corrélation entre l'humidité relative journalière à l'intérieure de la serre et le nombre moyen d'œufs, sur piment, "corne de gazelle" témoin est faible. Le coefficient de corrélation entre l'humidité relative journalière et le nombre moyen d'œufs, sur piment, corne de gazelle, après lâcher d'*E. formosa* est totalement faible.

L'évolution du taux de parasitisme des larves de *Bemisia tabaci* par le parasitoïde *Encarsia formosa*, durant le cycle végétatif du piment, variété "corne de gazelle", parallèlement à l'évolution de la température moyenne et de l'hygrométrie moyenne relative, nous révèle que le taux du parasitisme est important durant la première quinzaine de décembre avec un taux de 40% , diminuer par la suite , ceci est due à la température faible enregistrée durant la deuxième quinzaine du mois de décembre et durant le mois de janvier et la première quinzaine du mois de février.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

- Abisgold, J., and Fishpool, L. 1990** - A method for estimating population sizes of whitefly nymphs (*Bemisia tabaci* Genn.) on cassava. *Rev. Trop. Pest Manag.*, Vol. 36(3), pp. 287-292.
- Alphen, J.J., van and Sevenster, L.A., van. 1976** - The parasite host relationship between *Encarsia Formosa* (Hym., Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* West (Hom. Aleyrodidae). *VH. The importance of host feeding as a mortality factor in greenhouse whitefly nymphs. IOBC/WPRS Bulletin 76.* pp. 165-169.
- Al-Zyoud, F., 2008** - Biology and predation potential of the Indian ladybird *Serangium parcesetosum* predacious on *Bemisia tabaci*. *JJAS*, 4: 26–40.
- Amir-Maafi, M., Chi, H. 2006** - Demography of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on two *pyralid* hosts (Lepidoptera: Pyralidae). *Annals of the Entomological Society of America* 99, 84-90.
- Anthony, B., Palaniswami, M.S., Henneberry, T.J. 2003** - *Encarsia transversa* (Hymenoptera: Aphelinidae) development on different *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) instars. *Environmental Entomology*, v.32, p.584-591.
- Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F., Mahari S. 2006** - Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol 10 (2) : 67 – 71.
- Appert, J., et Deuse, J. 1982** - Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sur les tropiques. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 420p.
- Artigues, M., Avilla, J., Sarasua, M.J., and Albajes, R. 1992** - Egg laying and host stage preference at constant temperatures in *Encarsia tricolor* (hym.: Aphelinidae). *Entomophaga*. 37: 1, pp. 45-54.
- Askew, R.R. & Shaw, M.R. 1986** - Parasitoid communities: their size, structure and development. *Insect Parasitoids* (ed. By J. Waage and D. Greathead), pp. 225–264. Academic Press, London.
- Aslam, M., and Gebara, F. 1995** - Host plant preference of vegetables by cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.). *pakistan Journal of Zoology*. 27:3; pp. 269-272.
- Atlihan, R., Chi, H. 2008** - Temperature-dependent development and demography of *Scymnus subvillosus* (Coleoptera: Coccinellidae) reared on *Hyalopterus pruni* (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*. 101, 325-333.
- Attia S., Lebdi Grissa, K., Ghrabi-Gammar, Z., Mailleux, A.C., Lognay, G., Le Goff, G., & Hance, T. 2011** - Contrôle de *Tetranychus urticae* par les extraits de plantes en vergers d'agrumes. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* 2011 (2010) 63 (4), 229-235.

- Auclair, J. 1989** - *Host Plant Resistance, in Greenhouses, in World Crop Pests*. Ed. Elsevier, Amsterdam, pp. 225-265.
- Auger, P., Tixier, M. S., Kreiter, S. and Fauvel, G., 1999** - Factors affecting ambulatory dispersal in the predaceous mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*. 23, 3: 235-250.
- Ayala, F.J. 1971** - Competition between species: Frequency dependence. *Science* 171: pp. 820-924.
- Azab, A.K., M.M., Megahed, and El-Mirsawi, H.D. 1969** - On the biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera- Homoptera : Aleyrodidae). *Bulletin de la société Entomologique d'Égypte*. 55 : pp. 305-315.
- Barbouche, N., Hajjem, B., Lognay, G., & Ammar, M. 2001** - Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parquii* L'hérit. (Solanaceae) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 5(2), p. 85-90.
- Bas, C., Arno, J., and Alomar, O. 2003** - Effects of prey *Bemisia tabaci*, and host plant switching on life-history parameters of the predator *Macrolophus caliginosus*, 3rd International Bemisia Workshop Barcelona 17-20 March, 2003.
- Bathon, H., and Pietrzik, J. 1986** - Zur Nahrungsaunahme des Bogen-Marienkaefers *Clithostetus arcuatus* (Rossi) (Col. Coccinellidae), einem Vertlger des Kohlmottenlaus, *Aleurodes proletella* Linne (Hom., Aleurodidae). *Journal of Applied Entomology* 102, pp. 321-326.
- Belda, J., Aguirre, A., Mirasol, E., Cabello, T. 1994** - Dinamica de poblacion de pulgones alados (Hom. : Aphididae) en cultivos del levante de Almeria. *Bull. San. Veg., Plagas*, Vol. 20 : 329 - 337.
- BelKadhi, M.S. 2004** - Etude bioécologique de *Bemisia tabaci* (Homoptera : Aleurodidae) dans les serres géothermiques du sud tunisien. Possibilité de son contrôle biologique au moyen de parasitoïdes indigènes. Thèse de doctorat, Université Paul Cézanne Aix – Marseille, Faculté des sciences techniques de Saint- Jérôme. France. Pp 157.
- Benmessaoud, B.H., Benmessaoud, K., et Belcacam, N. 2000** - Etude comparative de la repartition spatio-temporelle de deux aleurodes des cultures légumières *Trialeurodes vaporarium* (Westwood) et *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera Aleyrodidae) sur tomate. *Bulletin Mediterranean Climate*. Vol. 23(1) pp. 125-131.
- Benmessaoud, B.H. 1987** - Bioécologie de l'Aleurode des agrumes *Dialeurodes citri* Ash. (Homoptera : Aleyrodidae) dans un verger de clémentinier en Mitidja. Thèse Magis.; LN.A El Harrach, 102p.
- Benmessaoud, B.H. 1991** - Etude préliminaire de la bioécologie de *Bemisia tabaci* Gen. (Homoptera; Aleyrodidae). *Bull. LO.B.C/W.P.R.S "Practited crops"*, 16-18 octobre, Antibes, France, 4p.
- Benmessaoud, B.H. 2005** - Bioecologie de deux aleurodes des cultures légumières : *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) et de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (1856) (Homoptera-Aleyrodidae) en Algérie p, 205.

- Benmessaoud, B.H., Nemon, J.P., et Le Lannic, J. 2000** - Sécrétions cireuses chez *Bemisia tabaci* Gennaditis (Hemiptera ; Aleyrodidae). Evolution au cours du cycle de développement. Ann. Soc. Entomol. Fr., 36 (2): pp.165-170.
- Berlinger, M.J. 1986** - Host Plant Resistance to *Bemisia tabaci*. Agric. Ecosl'tems Environ. 17 : pp. 69-82.
- Bertrand, E., Trottin-Caudal, Y., Chabrière, C. 2007** - Les cultures légumières sous abri en France. Où en est-on sur la protection biologique ? Infos-Ctifl, n°231, p. 42-46.
- Blanco, C.A., Portilla, M., Abel, C.A., Winters, H., Ford, R., Streett, D. 2009** - Soybean flour and wheat germ proportions in artificial diet and their effect on the growth rates of the tobacco budworm, *Heliothis virescens*. Journal of Insect Science 9.
- Bográn C.A., Obrycki, J. and Cave, R. 1998** - Assessment of biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on common bean in Honduras. Florida Entomologist 80, 384-395.
- Boisclair, J., Brueren, G.J., and Van Lenteren, J.E. 1990** - Can *Bemisia tabaci* be controlled with *Encarsia Jormosa*. Bull. S.R.O.P/W.P.R.S., Copenhagen, Vol XIII/S, Danemark, pp. 32-35.
- Boivin, G. 1999** - La recherche sur les entomophages : état de la situation. Annales de la Société Entomologique de France (N.S.) 35 (suppl.) : pp. 348-355.
- Boivin, G. 2001** - Parasitoïdes et lutte biologique : paradigme ou panacée ? Centre de Recherche et de développement en Horticulture, Agriculture et Agroalimentaire Canada, VertigO - La revue en sciences de l'environnement sur le web 2.
- Boller, E.F. 2005** - 50th Anniversary of IOBC: A historical review. 10th General Assembly of IOBCwprs, September 20, 2005 in Dijon, France. "From chemical pest control to Integrated Production".
- Bonato, O. et Bousquet, F. 2007**- Modélisation de la dynamique des foyers de *Bemisia tabaci* sous serre de tomate grâce au logiciel Cormas. Mémoire de fin d'études (Protection des plantes et de l'Environnement). Ed. F.A.O., Rome, 117p.
- Bonato, O., Lurette, A., Vidal, C., and Fargues, J. 2007** - Modelling temperature-dependent bionomics of *Bemisia tabaci* (Q-biotype). Physiological Entomology. DOI: 10.1111/j.
- Boualem, M. et Cherfaoui K. 2011** - Etude bioécologique de deux espèces de pucerons ; *Myzus persicae* et *Aphis spiraeicola* avec l'inventaire de leur complexe parasitaire dans la région de Mostaganem (Algérie). 4ème Conférence Internationale sur les Méthodes Alternatives en Protection des Cultures.
- Bouchard Y. & Cloutier C., 1984** - Honeydew as a source of host-searching kairomones for the aphid parasitoid *Aphidius nigripes* (Hymenoptera: Aphidiidae). Can. J. Zool., 62(8), 1513-1520.
- Bounfour, M. and Tanigoshi, L. K., 2002** - Predatory role of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae): Spatial and temporal dynamics in Washington red raspberry fields. Journal of Economic Entomology. 95, 6: 1142-1150.
- Brevault, T. 1999** - Mécanismes de localisation de l'hôte chez la mouche de la tomate, *Neoceratitis cyanescens* (Bezzi) (Diptera, Tephritidae). Thèse Ecole Nationale Agronomique de Montpellier, 139 p.

- Brown, J.K., Frohlich, D.R., and Rosell, R.C. 1995** - The sweetpotato or silverleaf whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annual Review of Entomology* 40, 511–534.
- Brown, J.K. 1990** - An update on the whitefly-transmitted geminiviruses in the Americas and the Caribbean Basin. *FAO Plant Prot. Bull.* 39: pp. 5-23.
- Brown, J.K. 1994** - Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. *FAO Plant Prot. Bull.* 42: pp. 3-32.
- Brun, R., Bertaux, F., Métya, C., Blanc, M.L., Wdziekonski, C., & Nuée, S. 2004** - Stratégie de protection intégrée globale sur rosier de serre. *PHM-Revue horticole* 461, p. 23-27.
- Brunt, A.A. 1986** - Transmission of diseases, pp. 43-50 in M.J. Cock [ed.] *Bemisia tabaci*. A literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. London, International Institute of Biological Control, Chamaleon Press.
- Burga, L.N. 2005** - Methyltransferases from *Ruta graveolens* L.: molecular Biology and Biotechnology; Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften; Fachbereich Pharmazie der Philipps-Universität Marburg; p: 1-28.
- Butler, G.D., Henneberry, J., and Hutchison, W.O. 1989** - Biology, Sampling and Population Dynamics of (*Bemisia tabaci*). In *Biology and population Dynamics of Invertebrate Crop Pests*, G. E. Russell (Ed). Intercept Limited, Andover, Hampshire, UK. pp. 83-111.
- Butler, G.D., Henneberry, T.J., and Hutchison, W.D. 1986** - Biology, sampling and population dynamics of *Bemisia tabaci*. *Agric. Zool. Rev.* 1, 167–195.
- Byrne, D.N., 2003** - Biology of *Bemisia* SESSION 1: Biology of *Bemisia* 3rd International *Bemisia* Workshop Barcelona 17-20 March, 2003.
- Byrne, D.N., and Bellows, T.S. 1990** - Whiteflies in agricultural systems. In: *Whiteflies; their Bionomics, Pest, Status and Management.* 227-262.
- Byrne, D.N., and Bellows, T.S. 1991** - Whiteflies biology. *Annu. Rev. Entomo.* 36, pp. 431-457.
- Byrne, F.J., Bedford, I.D., Devonshire, A.L., Markham, P.G. 1995** - Esterase variation and silverleaf induction in "B" biotype *Bemisia tabaci* (Homoptera; Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research* 85, pp. 175-179.
- Caballero, R. 1994** - Clave de campo para inmaduros de moscas blancas de Centroamérica. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Natural enemies of whiteflies: predators and parasitoids. pp 147-185 in D. Gerling (ed.) *Whiteflies: their bionomics, pest status and management.* Intercept Ltd., Andover, Hants, OK.
- Cahill, M., Byrne, J.F., Gorman, K., Denholm, L., and Devonshire A.L. 1996** - Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* – current status and implications for management. In “Brighton Crop Protection Conference, Pest and Diseases”; British Crop Protection Council. Pp. 75-80.
- Carneo-Hernandez, A., Hernandez-Diaz J., Amador-Martin, S., Hernandez-Garcia, M., and Hernandez-Suarez, E. 2000** - Impact of *Nesidiocorus tenuis* Reuter (Hemiptera-Miridae) on whitefly populations in protected tomato crops. Integrated control in protected. *Crops, Mediterranean climate. LO.B.C. wprs Bull.* Vo1.23 (1) 259p.

- Cassie, M. 1962** - Modèles de distribution de fréquences en écologie du plancton et d'autres organismes. *J. Anim. Ecol.* 31: pp.65-92.
- Castane, C., and Gabarra, R. 2003** - Biological control of *Bemisia tabaci* using predators. 3rd International Bemisia Workshop Barcelona 17-20 Mârch, 2003.
- Cave, R.D. 1995** - Manual para el Reconocimiento de Parasitoides de Plagas Agrícolas en America Central. Zamorano Academia Press, Zamorano, Honduras. 202 pp.
- Chaux C.L et Foury C.L., 1994** - Cultures légumières et maraichères. Tome III. Légumineuses potagères, légumes et fruits. Tec et Doc Lavoisier, Paris. 563p.
- Chi, H., Su, H.Y. 2006** - Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. *Environmental Entomology* 35, 10-21.
- Chiasson, H., & Beloin, N. 2007** - Les huiles essentielles, des biopesticides "Nouveau genre". *Bulletin de la Société d'Entomologie du Québec* 14 (1), p. 3-6.
- Chougar, S., 2011** - Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomates sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse de Magistère 89p.
- Christelle, L. 2007** - Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse Doctorat., Agro Paris Tech, Paris.p 43-44.
- Clausen, C.P. 1940** - Entomophagous insects. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, 688 pp.
- Cock, M.J.W. 1993** - Integrated management of whitefly pest problems in the middle and near east with special Emphasis on biological control. *Arab, J., Pl., Prot., Vol, 12 (2), pp. 127-136.* Cohen, S., and Berlinger, M.J., 1986. Transmission and Cultural Control of Whitefly-borne Viruses. *Agric. Ecosystems Environ.* 17: pp. 89-97.
- Cohen, S., and Berlinger, M.J. 1986** - Transmission and Cultural Control of Whitefly-borne Viruses. *Agric. Ecosystems Environ.* 17 : pp. 89-97.
- Cohic, F. 1968** - Contribution à l'étude des aleurodes Africains. 2ème note. *Cahiers O.R.S.T.Q.M. SerY. Biol., pp.60-81.*
- Connor, E.F., and Simbertoff, D. 1986** - Competition, scientific method and null models in ecology. *Am. Sei.* 74; pp. 155-162.
- Costa, H.S., and Brown, J.K. 1991** - Variability in biological characteristics, isozyme patterns and virus transmission among populations of *Bemisia tabaci* in Arizona. *Phytopathology* 80, 888.
- Coudriet, D.L., Meyerdierk, D.E., Prabhaker, N., and Kishaba, A.N. 1986** - Bionomics of sweet potato whitefly (Homoptera-Aleyrodidae) on weed hosts in Imperial Valley, California. *Envir. Entom., Vol15, N°6, pp. 1179-1183.*
- Croft, B.A., et Hoyt, S.C. 1983** - Gestion intégrée des parasites d'insecte de fruit de verdissement de citron avec des notes sur la biologie et la biologie de *Diaphorina citri*. *Us. Prot. F.A.O. Vol 18. 815 pp.*

- Czosnek, H., Ber, R., Navot, N., Zamir, D., Antignus, Y., and Cohen, S. 1988** - Detection of Tomato yellow leaf curl virus in lysates of plants and insects by hybridization with a viral DNA probe. *Plant Disease* n(II): pp. 949-951.
- Dalmon, A., Cailly, M., Bouyer, S., Arnold-Gaulhiac, M., Cailly, A. & Goarant, G. 2003** - Emergence de virus transmis par aleurodes dans les cultures de tomate en France. *Actes Coll. Intern. Tomate sous abri : Protection intégrée, Production biologique*, 24-29.
- De Courcy Williams, M. E., Kravar-Garde, L., Fenlon, J. S. and Sunderland, K. D., 2004** - Phytoseiid mites in protected crops: the effect of humidity and food availability on egg hatch and adult life span of *Iphiseius degenerans*, *Neosiulus cucumeris*, *N. californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*. 32, 1-2: 1-13.
- De Oliveira, M.R.V., Amancio, E., Laumann, R.A., and Gomes, L.O. 2003** - Natural enemies of *Bemisia tabaci* (gennadius) B biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brasilia, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 32:1.
- Delatte, H., Dalmon, A., Rist, D., Soustrade, I., Wuster, G., Lett, J.M., Goldbach, W.R., Peterschmitt, M., & Reynaud, B. 2003** - Tomato yellow leaf curl virus can be acquired and transmitted by *Bemisia tabaci* (Gennadius) from tomato fruit. *Plant Dis.* 87 (1): 1297-1300.
- Della Giustina, W., Martinez, M., Bertaux, F. 1999** - *Bemisia tabaci* : Le nouvel ennemi des cultures sous serres en Europe. *Phytoma* 406, 48-52.
- Dengel, H.J., 1981** - Untersuchungen über das Auftreten der Imagines von *Bemisia tabaci* (Genn.) auf verschiedenen Manioksorten. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 88, 335-366
- Denno, R.F. 1976** - Ecologica! significance of wing polymorphism in Fulgondae which inhabit tidal salt marshes. *Eco. Entomol.* 1: pp. 257-266.
- Dicke, M. 1999** - Specificity of herbivore-induced plant defences. In: *Insect-Plant Interactions and Induced Plant Defence*. Novartis Foundation Symposium 223, Wiley, Chichester pp. 43-59.
- Di-Pietro, J.P. 1977** - Contribution à l'étude d'une méthodologie de lutte biologique contre l'Aleurode des serres, *Trialeurodes vaporariorum* West. (Homoptera ; Aleyrodidae). Thèse Doc. Spécialiste, Fac. Sci. Toulouse, 112p.
- Djeridane, A., Brunel, J.M., Vidal, N., Yousfi, M., Ajandouz, E.H., & Stocker, P. 2008** - Inhibition of porcine liver carboxylesterase by a new flavone glucoside isolated from *Deverra scoparia*. *Chemico-Biological Interaction* 172, p. 22-26.
- Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Vidal N., Lesgards J. F. and Stocker P. 2007** - Screening of some Algerian medicinal plants for the phenolic compounds and their antioxidant activity. *Eur. Food Res. Technol.* 2007; 224: 801-809.
- Donald, H.S., Murph Franklin, A., and Robert, J. 1984** - Les statistiques, une approche nouvelle. Ed. McGraw-Hill, Canada. 453p.
- D.S.A. 2011** - Bilan final de suivi des cultures sous serre, campagne 2010/2011. Direction des Services Agricoles (D.S.A.), Biskra, 2p.

- Eilenberg, J., Kajek, A., Lomer, C. 2001** - Suggestions for unifying the terminology in biological control. *Biocontrol* 46: 387-400.
- EI-Rafik, K.K., Dawood, M.Z., and Hydar, VI. F. 1999** - The relation between daily temperature, and the population of *Bemisia tabaci* (Genn.) on tomato plantation. Egyptian Journal of Agricultural Research. 77: 4, pp. 1501-1507.
- Fargette, D. 1994** - Les maladies virales des plantes transmises par aleurodes en Afrique de l'Ouest. Rapport de synthèse, Projet CEE (TS2A-0137C). Document ORSTOM, Côte d'Ivoire, 44 p.
- Fargues, J., Vidal, C., Smits, N., Rougier, M., Boulard, T., Mermier, M., Nicot, P., Reich P., Jeannequin, B., Ridray, G., Lagier, J. 2003** - Effect of microclimatic factors on entomopathogenic hyphomycetes infection of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) in Mediterranean glasshouse tomato. *Biological Control*, 28, 320-331.
- Fernandez, P., Miguel, M., Lacasa, A., and Sanchez, J.A. 2003.a** - *Eretmocerus munsil* *Bretmocerus eremicus* (Hymenoptem: Aphelinidae) for 'B' *Cinisia tabaci* (Homoptera: Aleurode) control on greenhouse pepper in the southeast of Spain. 3rd International Bemisia Works Barcelona 17-20 March, 2003.
- Fishpool, L.D.C., and Burkan, C. 1994** - *Bemisia t abaci* the whitefly vector of African cassava mosaic geminivirus. *Tropical Science* 34, pp. 55-72.
- Fishpool, L.D.C., Van Helden, M., Van Helden, I., Fauquet, I., Fargette, D. 1987** - *Monitoring Bemisia tabaci populations in cassava field counts and trap catches*. In: Proceedings of the International Seminar on African Cassava Mosaic Disease, 4-8 may 1987, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire. Wageningen (Pays-Bas).
- Friese, D. D. and Gilstrap, F. E., 1982** - Influence of prey availability on reproduction and prey consumption of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus*, and *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*. 8, 2: 85-89.
- Gameel, O.I. 1974** - Some aspects of the mating and oviposition behaviour of the cotton whitefly .. *Bemisia tabaci* Gen. Rev. ZOO/. Afri., n04. pp.784-788.
- Genini, M., Klay, A., Baumgartner, J., Delucchi, V. & Baillod M. 1991** - Comparative studies on the influence of temperature and food on the development of *Amblyseius andersoni*, *Neoseiulus fallacis*, *Galendromus longipilus* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga*, 36, 139-154.
- Gerin, C., Hance, T., & van Impe, G., 1994** - Demographic parameters of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Applied Entomology-Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie*. 118. pp 370-377.
- Gerling, D. 1967** - Bionomics of the whitefly parasite complex associated with cotton in southern California (Homoptera: Aleyrodidae: Hymenoptera: Aphelinidae). *Annals of the Entomological Society of America* 60: 1306-1321.
- Gerling, D., & Fried, R. 1997** - Density-related sterility in *Eretmocerus mundus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 84. pp. 33-39.
- Gerling, D. 1985** - Parasitoids attacking *Bemisia tabaci* (Hom. Aleyrodidae) in eastern Africa. *Entomophaga* 30. pp. 63-165.
- Gerling, D., Alomar, O., & Arno, J. 2001** - Biological control of *B. tabaci* using predators and parasitoids. *Crop Protection*. 20. pp. 779-799.

- Gerling, D. 1983** - Observations of the biology and interrelationships of parasites attacking the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) in Hawaii. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society 24, pp. 217-226.
- Gerling, D. 1989** - Natural enemies of whiteflies. pp. 147-185. in "Whiteflies Bionomics, pest status and management. Ed. Gerling D., Intercept. London, 348p.
- Gerling, D. 1990** - Natural enemies of whiteflies: predators and parasitoids. pp 147-185 in D. Gerling (ed.) Whiteflies: their bionomics, pest status and management. Intercept Ltd. Andover, Hants, UK.
- Gerling, D., and Horowitz, A.R. 1984** - Yellow traps for evaluating the population levels and dispersal patterns of *Bemisia tabaci* (Homoptera, Aleyrodidae). Annals of the Entomological Society of America 77, pp. 753-759.
- Gerling, D., and Steinberg, S. 2003** - Biological control of *Bemisia tabaci* using parasitoids. 3rd International Bemisia Workshop Barcelona 17-20 March, 2003.
- Gerling, D., Spivak, Y., and Vinson, S.B. 1987** - Life history and host discrimination of *Encarsia deserti* (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of the Entomological Society of America 80, pp. 224-229.
- Gill, R.J. 1990** - The morphology of whiteflies. Pp. 13-46. In Whiteflies: Bionomics, Pest Status and management. Ed. Gerling. D., Intercept. London, 348p.
- Gillespie, D.R., Sanchez, A., Rob Mc., Don, Q. 2002** - Integrating biological control of greenhouse pests with *Dicyphus hesperus* into the IPM systems in the BC Greenhouse Vegetable Industry – Final report.
- Giustina, W.D., Martinez, M., et Bartaux, F. 1999** - *Bemisia tabaci*, le nouvel ennemi des cultures sous serres en Europe. Phytoma, N°406. pp. 8-52.
- Gnago, A.J., Danho, M., Agneroh, A.T., Fofana, K.I., et Kohou, G.A. 2010** - Efficacité des extraits de neem (*Azadirachta indica*) et de papayer (*Carica papaya*) dans la lutte contre les insectes ravageurs du gombo (*Abelmoschus esculentus*) et du chou (*Brassica oleracea*) en Côte d'Ivoire. Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(4): 953-966.
- Godfray, H.C.J. 1994** - Parasitoids. Behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press. New Jersey. 33p.
- Goolsby, J.A., Perlik, M.A., Legaspi, B.C., Jr., Wende, L.E. 1998** - Laboratory and field evaluation of exotic parasitoids of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Biotype 'B') (Homoptera: Aleyrodidae) in the Lower Rio Grande Valley of Texas. Biological Control. 12. pp. 127-135.
- Goolsby, J.A., and Ciomperlik, M.A. 1999** - Development of parasitoid inoculated seedling transplants for augmentative biological control of silverleaf whitefly. H. Entomol. 82: pp. 532-545.
- Gotoh, T., Yamaguchi, K. and Mori, K., 2004** - Effect of temperature on life history of the predatory mite *Amblyseius (Neoseiulus) californicus* (Acari : Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology. 32, 1-2: 15-30.
- Grant, B., Burton, S., Contoreggi, C., & Rothstein, M. 1980** - Outbreeding via frequency-dependent mate selection in the parasitoid wasp, *Nasonia (=Mormoniella) vitripennis* walker. *Evolution*, 34, 983-992.

- Greathead, D., Greathead, A.H., 1992** - Biological control of insect pests by parasitoids and predators. The BIOCAT database. Biocontrol News and information 13, 61N-68N.
- Gregory, A., E. 1997** - A New *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae) Species Reared from the *Bemisia tabaci* Complex (Homoptera: Aleyrodidae).
- Guenaoui, Y. 2008** - Nouveau ravageur de la tomate en Algérie : Première observation de *Tuta absoluta*, mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps 2008. Phytoma-La Défense des Végétaux 617, p. 18-19.
- Guerrieri, E. 1997** - Flight behaviour of *Encarsia formosa* in response to plant and host stimuli. Entomol. Exp. Appl. 82:129–133.
- Guirao, F., Beitia, and Cenis, J.L. 1997** - Biotype determination of Spanish populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Bulletin of Entomological Research 87, pp. 587-593.
- Haddad A., 2011** - Contribution à l'étude de la répartition spatiale de la végétation spontanée de la région de Biskra, thès. Magi. Univ. De Biskra. 123p.
- Hanafi A., 2000** - La mouche blanche et le virus des feuilles en cuillère de la tomate (*TYLC*). Transfert de technologie en Agriculture. Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNTTA N° 73, Rabat, Maroc : MADREF/DERD, 4 p.
- Hanafi, A., et Srairi, I. 1997** - Lutte biologique en culture de tomate sous serre dans le sous. Symposium International sur la production et la protection intégrées en cultures horticoles, Agadir 6-9 mai, 1997.
- Hanafi, A. 2000** - The threat of insect-transmitted viruses to vegetable production in Morocco. In Integrated Control in Protected Crops. Mediterranean Climate, IOBC/WPRS Bulletin Vol 23 (1) pp. 89-94.
- Hance, T., Baaren, J., van, Vernon P., Boivin, G. 2007** - Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. *Annual Review of Entomology*, 52: 107–126.
- Hance, T., Nibelle, D., Lebrun, P., van Impe, G., van hove, C. 1994** - Selection of *Azolla* forms resistant to the water lily aphid, *Rhopalosiphum nymphaeae* - Susceptibility of *Azolla* forms to *Rhopalosiphum nymphaeae*. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 70, 19-25.
- Hardin, G. 1960** - The competitive exclusion principle. *Science* 131; pp. 1292-1297.
- Hassell, M.P., and Godfray, H.C.J. 1992** - The population biology of insect parasitoids. Pp. 265-293 dans M.J. Crawley (éd.), *Natural enemies. The population biology of predators, parasites and diseases*. Blackwell Scientific Publications, Boston.
- Henneberry, T., and Forlow jech, L. 2003** - *Bemisia tabaci* honeydew and cotton lint contamination -Session! -Biology of *Bemisia*. 3rd International *Bemisia* workshop. Barcelona 17-20 march 2003.
- Henter, H.J., and Lenteren J.C., van, 1996** - Variation between laboratory populations in the performance of the parasitoid *Encarsia Formosa* on two host species, *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*.80(2): pp. 427-434.
- Hoddle, M.S., van Driesche, R.G., & Sanderson, J.P. 1998** - Biology and use of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa*. *Annual Review of Entomology*, 43, 645-669.

- Hoelmer, K.A., Kira, A.A., et Simmons, G.S. 1999** - An overview of natural enemy explorations and evaluations for *Bemisia* in the U.S., pp. 689–696. In Proceedings of the 5th International Conference on Animal Pests in Agriculture, Montpellier, France. Association Nationale de Protection des Plantes, Paris.
- Hoelmer, K.A. 1996** - Whitefly parasitoids: can they control field populations of *Bemisia*? Pp. 451-476 in D. Gerling and R. Mayer (eds.) *Bemisia: taxonomy, biology, damage, control, and management*. Intercept, Andover, Hants, UK.
- Hoffmann, G.M., Nienhaus, F., Schönbeck, F., Weltzien, H.C., Wilbert, H. 1994** - Lehrbuch der Phyto-medizin. Blackwell Wissenschafts Verlag, Berlin.
- Huat, J. 2006** - Facteurs limitatifs du rendement de la tomate industrielle en périmètres irrigués au Nord Sénégal. Cah. Agric. 15 (3): 293-300.
- Hulden, L. 1986** - The whitflies (*Homoptera, Aleyrodidae*) and their parasites in Finland. Notulae, Entomological, Helsinki, pp.1-40.
- Hussey, N.W., and Bravenboer, L. 1971** - Control of pest in glasshouse culture by introduction of nature enemies in C.B Huffaker. ED. Biol. Cont. Plenum Press, New York, pp. 195-216.
- Hutchison, W.D., Hogg, D.B., Poswal Ashraf, M., Berberet, R.C., et Cuperus, G.W. 1988** - Implications de la nature stochastique de KUNO et des lignes d'arrêt. Plans de prélèvement pour l'Aphis du pois (*Homoptera ; Aphididae*) sur luzerne comme exemple. Jou. Econ. Entom. Vol.8. pp. 749-758.
- Janssen, J.A.M., Tjallingii, W.F., and van Lenteren, J.C. 1989** - Electrical recording and ultrastructure of stylet penetration by the greenhouse whitefly. Entomol. Exp. Appl. 52, 69–81.
- James, R.R., Jaronski, S., 2000.** Effect of low viability on infectivity of *Beauveria bassiana* conidia toward the silverleaf whitefly. J. Invert. Pathol. 76, 227–228.
- Jayma, L., and Kessing, M. 1991** - *Trialeurodes vaporariorum* Greenhouse whitefly host distribution, damage, biology, behaviour, management. Extension Entomology & UH-CTAHR Integrated Pest Management.
- Jean Claude, NZI1., Jean Claude, NZI2., Christophe, K., Assanvo, S.P., Guetta, N., Lassina, F., Andé, H., D., & Abdourahamane S. 2009** - Evolution des populations de *Bemisia tabaci* Genn. Selon les variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Centre de la Côte d'Ivoire. Sciences & Nature Vol.7 N°1 : 31 - 40 (2010).
- Jeannequin, B., Dosba, F., et Amiot-Carlin, M.J. 2005** - Fruits et Légumes. Caractéristiques et principaux enjeux. Collection Un Point sur les Filières, INRA Editions, Paris, 114 p.
- Johnson, M.W., Caprio, L.E., Coughlin, J.A., Tabashnik, B.E., Rosenheim, J.A., and Welter, S.C. 1992** - Effect of *Trialeurodes vaporariorum* (*Homoptera: Aleyrodidae*) on yield of fresh market tomatoes. Journal of Economic Entomology. 1992.85: 6, pp. 2370-2376.
- Kaiser, G., Martinoia, E., Schroppel-Maier, G. and Heber, U. (1989)** – Active transport of sulfate into the vacuole of plant cells provides halotolerance and can detoxify SO₂. *J. Plant Physiol.*, 133: 756-763.
- Karina Manami, T., Evoneo B.F. and Lourenção, A.L. 2008** - Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype and parasitism by *Encarsia formosa* (Gahan) on collard, soybean and

- tomato plants. Depto. de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, C.P. 09, 13418-900 - Piracicaba, SP – Brasil pp 639-640.
- Kazak, C., 2008** - The development, predation, and reproduction of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari : Phytoseiidae) from Hatay fed *Tetranychus Cinnabarinus* Boisduval (Acari : Tetranychidae) larvae and protonymphs at different temperatures. Turkish Journal of Zoology. 32, 4: 407-413.
- Kennedy, JS., Day, M.F., Eastop, V.F. 1962** - A Conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses. *Commonwealth Institute of Entomology*, London. 114 pp.
- Kramer, D. A. and Hain, F. P., 1989** - Effect of constant-humidity and variable-humidity and temperature regimes on the survival and developmental periods of *Oligonychus ununguis* (Acarina, Tetranychidae) and *Neoseiulus fallacis* (Acarina, Phytoseiidae). *Environmental Entomology*. 18, 5: 741-746.
- Kring, J. 1972** - Flight behaviour of aphids. *Ann. Rev. Entomol.* Vol., 17 : 461 - 492.
- Kumar, R. 1991** - La lutte contre les insectes ravageurs : L'agriculture en régions tropicales. Karthala C. T. A (éds). Paris, France., Mm, MSFf. 177-2285p.
- Labit, B. 1979** - Comment protéger les plantes contre les insectes et autres ravageurs. Ed. Devecchi, Paris, 246p.
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M. 2000** - Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Lascaux, E. 2010** - Lutte biologique contre les pucerons : auxiliaires, stratégies et perspectives en cultures maraîchères et en fraise. *Journées techniques Fruits et Légumes Biologiques*. pp. 33-37.
- Law, A. M., 2007** - Simulation modeling and analysis. McGraw-Hill Higher Education, New-York, 768 p.
- Lebdi-Grissa K., Skander, M., Mhafdh, M., & BelHadj, R. 2010** - Lutte intégrée contre la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) en Tunisie. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* 63 (3), p. 125-132.
- Lebourgeois, T., 1985** - Contribution à l'étude d'une méthode de lutte biologique contre l'Aleurode des serres *Trialeurodes vaporariorum* West (Homoptera ; Aleyrodidae) à l'aide d'*Encarsia formosa* Gah. (Hymenoptera ; Aphelinidae). Mémoire de fin d'études. I.N.R.A., Paris 309p.
- Lenteren, J.C., van and Noldus, L.P.J.J. 1990** - Whitefly plant relationship behavioural and ecological aspect. pp. 47- 89 in "Whiteflies: their bionomics, pest status and management". Ed. Gerling. D., Intercpt, Andover, London, 348p.
- Lambert, Liette, Thierry Chouffot, Gilles Turcotte, Martial Lemieux & Jocelyne Moreau. 2003** - Contrôle de l'aleurode (*Trialeurodes vaporariorum*) sur tomate avec *Dicyphus hesperus* avec et sous éclairage artificiel au Québec (Canada).
- Lima, L.H.C., Moretzohn, M.C., Oliveira, M.R.V. 2000** - Survey of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Brazil using RAPD markers. *Genetics and Molecular Biology*, v.23, p.1-5.

- Liu, T.X., Oetting, R.D., and Buntin, B.D. 1993** - Distribution of *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* (Homoptera : Aleyrodidae) on some greenhouse-grown ornamental plants. J. Entom. Sci. Vol. 28, N°1. Pp. 101-112.
- Liu, T.X., Oetting, R.D., and Buntin, B.D. 1994** - Evidence of interspecific competition between *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) and *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) on some greenhouse-grown plants. J. Entom. Sci. Vol. 29, N°1. pp.55-65.
- Logan, J. A., 1988** - Toward an expert system for development of pest simulation models. Environmental Entomology. 17, 2: 359-376.
- Loomans, A.J.M., Lenteren Van, J.C. 1999** - Evaluating environmental effects of *Encarsia* species (Hymenoptera: Aphelinidae) introduced for whitefly control into Europe. Integrated Control in Glasshouses IOBC Bulletin Vol. 22(1),153-156.
- Lopes, Ch. 2007** - Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique, Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse. Doc. 321p.
- Lopez-avila, A. 1987** - Two new species of *Encarsia* Foester (Hymenoptera: Aphelinidae) from Pakistan, associated with cotton whitefly, *Bemisia tabaci* Gennady's (Hemiptera: Aleyrodidae). Bull. Ent. Res. 77, 425-430.
- Mahbou somo toukam, G. 2010** - Diversité de *Ralstonia solanacearum* au Cameroun et bases génétiques de la résistance chez le piment (*Capsicum annuum*) et les solanacées. Thèse. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech).
- Maignet, P. 1995** - Modalités de contrôle biologique de *Bemisia tabaci* à l'aide de parasitoïdes. Thèse, Université de Paris-Sud, UFR Scientifique d'Orsay, France, 232 p.
- Maisonneuve, J.C. 1990** - Evolution en France des surfaces consacrées à la lutte biologique sous-serre 1980-1990. CR II' Conf. int. Rav. Agric, ANPP, 4-6 décembre 1990, 1003-1010.
- Maisonneuve, J.C., Rat-Morris E., Johnson, S. 2003** - Différents aspects de la protection biologique intégrée sous serre en France. Pp. 606-621 in REGNAULROGER C.; (éd.). Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier. 1011 pp.
- Majdoub, O., Dhen, N., Souguir, S., Haouas, D., Baouandi, M., Laarif, A., and Chaieb, I. 2014** - Chemical composition of *Ruta chalepensis* essential oils and their insecticidal activity against *Tribolium castaneum*. Tunisian Journal of Plant Protection 9: 83-90.
- Markham, P.G., Bedford, LD., Liu, S., Pinnpr, M.S. 1994** - T11e transmission of geminiviruses by *Bemisia tabaci*. Pesticide Science 42, pp. 123-128.
- Martin, C. 2003** - Results of integrated pest management with *Bemisia tabaci* and ToCV in tomato greenhouses of Roussillon (southern France); 3rd International Bemisia Workshop Barcelona 17-20 March, 2003.
- Martin, J.H., Aguiar, A.M.F., Baufeld, P. 2001** - *Crenidorsum aroidephagus* Martin and Aguiar sp. nov. (*Stermorrhyncha: Aleyrodidae*), a new world whitefly species now colonizing cultivated area in Europe, Macronesia and the Pacific region. Zootaxa, 4:1-8.
- Martin, J.H., Mifsud, D., and Rapisarda, C. 2000** - The whiteflies (*Hemiptera: Aleyrodidae*) of Europe and the Mediterranean Basin. Bulletin of Entomological Research 90, pp. 407-448.

- Martin, N.A., Ball, R.D., Noldus, L.P.J.J., and van Lenteren, J.C. 1991** - Distribution of greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) and *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) in a greenhouse tomato crop: Implications for sampling. *New Zealand J. Crop Hortic. Sci.* 19, 283–290.
- Maskell, W.M. 1895** - Contributions towards a monograph of the *Aleurodidae*, a family of *Hemiptera-Homoptera*. Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute. 28, pp. 411-449.
- McAuslane, H.J., Johnson, F.A., et Knauff, D.A. 1994** - Population levels and parasitism of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) on peanut cultivars. *Environmental Entomology* 23, 1203–1210.
- Mellor, H.E., and Anderson, M. 1995** - Antennal sensilla of whiteflies- *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), the glasshouse whitefly, *Aleyrodes proletella* (Linnaeus), the cabbage whitefly, and *Bemisia tabaci* (Gennadius), the tobacco whitefly (*Homoptera, Aleyrodidae*). External morphology. *International Journal of Insect Morphology & Embryology*. 24(2): pp. 133-143.
- Mills, N.J., 2005** - Selecting effective parasitoids for biological control introductions: codling moth as a case study. *Biological Control* 34: 274–82.
- Mollot, G. 2009** - Etude des traits de vie d'*Encarsia guadeloupae*, candidat potentiel pour la lutte biologique contre *Aleurodicus dispersus*. Université de Nice-Sophia Antipolis, 20 p. Mémoire de master 2 Recherche biologie des interactions du gène aux populations : UNSA : Université de Nice.
- Monetti, N. & Croft, B.A., 1997** - *Neoseiulus californicus* (McGregor) and *Neoseiulus fallacies* (Garman): larval responses to prey and humidity, nymphal feeding drive and nymphal predation on phytoseiid eggs. - *Exp. Appl. Acarol.*, 21: 225-234
- Mound, L.A., and S.H., Halsey. 1978** - Whitefly of the world. A systematic catalogue of the *Aleyrodidae* (*Homoptera*) with host plant and natural enemy data. British Mus. Nat. Hist., Chichester. 328 p.
- Moustiri-Guenaoui, Y., 1988** - Lutte intégrée en cultures protégées, contribution à l'étude des interactions entre *Aphis gossypii* Glover (Hom. Aphididae) et son endoparasite *Aphidius colemani* Viereck (Hym. Aphidiidae), essai de lutte biologique sur concombre. Thèse ENSARennes, pp. 78.
- Muñiz, M. 2000** - Host suitability of two biotypes of *Bemisia tabaci* on some common weeds. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95, 63–70.
- Muñiz, M., & Nombela, G. 2001** - Differential variation in development of the B- and Q-biotypes of *Bemisia tabaci* on sweet pepper *Capsicum annuum* L. at constant temperatures. *Environmental Entomology*, 30, 720–727.
- Naika, S., Juede, J., Goffau, M., Hilmi, M., Dam, V. 2005** - “Cultivation of Tomato” Production, processing and marketing, Agromisa/ CTA. Revised edition, 2005 Agrodok- series No 17.
- Nakazawa, K. 1981** - Control of greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* West. In Japan. *Japan. Pesticide information*, N°39, pp.8-11.

- Nannini, M. 2003** - The predatory capacity of *Macrolophus caliginosus* Wagner and *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Heteroptera: Miridae) preying on whiteflies. 3rd International Bemisia Workshop/Barcelona 17-20 March, 2003.
- Naranjo, S., Ellsworth, P., and Canas, L. 2003** - Population dynamics, sampling and damage of *Bemisia tabaci* in agricultural systems. 3p. yd International Bemisia Workshop Barcelona 17-20 March, 2003.
- Nassef, M. A., A. M. Hamid, and W. M. Watson. 1999** - Masstrapping of pink bollworm with gossypure. Alexandria J. Agric. Res. 44: 327-334.
- Nauen, R., Ebbinghaus-Kintscher, U., Salgado, V. L., and M. Kaussmann. 2003** - Thiamethoxam is a neonicotinoid precursor converted to clothianidin in insects and plants. Pesticide Biochemistry and Physiology 76: 55-69.
- Ngamo, L.S.T., & Hance, T.H. 2007** - Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Tropicultura*, 25 (4) : 215-220.
- Nguessan, K.P. 1986** - Epidémiologie et mécanismes de résistance de l'enroulement du gombo. Rapport de stage. Abidjan, Côte d'Ivoire : Ecole Nationale des Sciences Agronomiques (ENSA), 32 p.
- Nzi, J.C., Kouamé, C., N'Guetta, A.S.P., Fondio, L., Andé, H., Sangare, A. 2010** - Evolution des populations de *Bemisia tabaci* Genn. Selon les variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Centre de la Côte d'Ivoire Sciences & Nature Vol.7 N°1 : 31 - 40 (2010).
- Ohnesorge, B., Sharaf, N., & Allawi, T. 1981** - Population studies on the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) during the winter season. Part 1. J. Appl. Entomol. 92 (2): 127-136.
- Oliveira, M.R., Henneberry, V.T.J., Anderson, P. 2001** - History, current status and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. Crop Protect 20 :709-723.
- Olivier, G., Doulaye, T., Antoine, S., Nafoni, S., Traoré, A., Patoin, O. 2007** - Traitements insecticides et dynamique des populations de *Bemisia tabaci* Gennadius en culture cotonnière au Burkina Faso ; Cahiers Agricultures. Volume 16, Numéro 2, 101-9, Mars-Avril 2007, Étude originale.
- Olso, D.M., Fadamiro, H., Lundgren, J.G., & Heimpel, G.E. 2000** - Effects of sugar feeding on carbohydrate and lipid 25, 17-26.
- Onillon, J.C. 1988** - Lutte biologique et intégrée dans les vergers de Citrus en zone méditerranéenne. Entomophaga 33(4) : 481-494.
- Onillon, J.C. 1982** - L'Aleurode des serres *Trialeurodes vaporariorum* Westwood et son contrôle biologique. Déf. Vég. N°214, pp.59-63.
- Onillon, J.C. 1984** - Influence des techniques culturales sur les Organismes auxiliaires en culture protégée. Ed. Acta, Paris, pp. 239-249.
- Onillon, J.C. 1986** - La lutte biologique contre les ravageurs des parties aériennes sous serre. I.N.R.A. pp. 59-77.
- Onillon, J.C. et Tomassone, R. 1971** - Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes. 1- Estimations de la surface d'une feuille en fonction de ses deux plus grandes dimensions. Ann. Zool. Ecol. Anim., 3 (2), pp 183-193.

- Onillon, J.C. 1976** - Les aleurodes : biologie et méthodes de lutte. Déf. Vég. N°180, 92, pp. 189-199.
- Onillon, J.C. 1978** - Modalités d'emploi des hyménoptères parasites dans la lutte contre les aleurodes. B.T. 332-333, LAGRO, pp. 1-5.
- Onillon, J.C. 1986** - La lutte biologique contre les ravageurs des parties aériennes sous serres. LN.R.A., pp. 59-77.
- Onillon, J.C. 1990** - The use of natural enemies for the biological control of whiteflies. In "Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management" (D. Gerling, Ed.), pp. 287-313. Intercept Ltd., Andover, Hants.
- O.N.M. 2014** - *Bulletin d'information climatique et agronomique*. Ed. Office Natio. Météo, Biskra 12p.
- Othman, L.R., et Yaich, T.D. 2011** - Aperçu sur les ravageurs de la culture de tomate sous serre dans la région de Biskra. Thèse Ing. Agro. p49.
- Parry, G. 1982** - Le cotonnier et ses produits. Paris, France, Edition Maisonneuve et Larose. 502 p.
- Pascal, C., Basso, C., Grille, G., and Franco, J. 2003** - Evaluación del tabaco, *Nicotiana tabacum* L., falsa Mandioca, *Manihot grahamii* H., ruda, *Ruta graveolens* L., estrella federa, *Euphorbia pulcherrima* W. y berenjena, *Solanum, melongena* L., como plantas hospederas para la cría de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (*Homoptera: Aleyrodidae*). Rev. Chilena Entomol. 29 : 81-88.
- Perring, T.M. 1996** - Biological differences of two species of Bemisia that contribute to adaptive advantage, pp. 1-16. In Bemisia 1995: Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management (Edited by D. Gerling and R. T. Mayer). Intercept, Andover, UK.
- Philouze, J., & Laterrot, H. 1992** - Amélioration variétale de la tomate : Objectifs et critères de sélection. In : Gallais A. & Bennerot H., Eds. Amélioration variétale des espèces cultivées, Paris, France : INRA. pp. 379-391.
- Pitrat, M. et Foury, C. (2003)** – Histoires de légumes : des origines l'orée du XX^e siècle. 138-147.
- Polaszek, A., Evans, G.A., et Bennett, F.D. 1992** - Encarsia (*Hymenoptera: Aphelinidae*) parasitoids of Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae). A preliminary guide to identification. Bulletin of Entomological Research 82, 375-392.
- Qaryouti, M.M., Hurani, O.M., & Mahadeen, A.Y. 2003** - Susceptibility of Jordanian tomato landraces to tomato yellow leaf curl virus. Plant Gen. Res. Newsl. 136: 31-33.
- Rahbé, Y., Febvay, G., Delobel, B., & Boumville, R. 1988** - *Acyrtosiphon pisum* performance in response to the sugar and amino acid composition of artificial diets, and its relation to lucerne varietal resistance. Entomologia Experimentalis et Applicata 48 : pp. 283-292.
- Rabasse, J.M., Lafont, J.P., Guenaoui, Y., Tardieux, I., Lopin, N. 1989** - Potentialités des parasites de pucerons comme agents de lutte biologique en cultures maraichères protégées. In: Integrated pest management in protected vegetable crops. Ed. by R. CAVALLO and J. PELLERENTS. Rotterdam : Balkema, 73-78.
- Regnault-Roger, C., Philogène, B.J.R, & Vincent, C. 2002** - Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale : promesses d'hier et d'aujourd'hui. In: Philogène B.J.R,

- Regnault-Roger C. & Vincent C., coord. *Biopesticides d'origine végétale*. Paris : Lavoisier-Éditions Tec & Doc, 1-17.
- Reynaud, P. 1999** - Aleurodes des serres Identification et biologie. *Phytoma. Rev. Horticole*. N°407, pp. 12-16.
- Rosell, R.C., Bedford, I.D., Frohlich, D.R, Brown, J.K., Markham, P.G. 1995** - Analysis of morphological variation in distinct populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 90 (5), pp. 575-589.
- Ryckewaert, P. 1998** - Lutte intégrée en cultures maraîchères. Fiche technique CIRAD FLHOR, 16 p.
- Sabelis, M.W. 1981** - Biological Control of Two-spotted Spider Mites using Phytoseiid Predators. Part 1. Modelling the Predator-prey Interaction at the Individual Level. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. 242 p.
- Sabelis, M., Janssen, A., Pallini, A., Venzon, M., Bruin, J., Drukker, B., and Scutareanu P. 1999** - Behavioral responses of predatory and herbivorous arthropods to induced plant volatiles: from evolutionary ecology to agricultural applications. In: *Induced plant defenses against pathogens and herbivores*. pp. 269-296.
- Sagarra, L.A., Vincent, C., Stewart, R.K. 2001** - Suitability of nine mealybug species (Homoptera: Pseudococcidae) as hosts for the parasitoid *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Florida Entomologist* 84, 112–116.
- Sauge MH, Kervella J, Pascal T (1998)** - Settling behaviour and reproductive potential of the green peach aphid *Myzus persicae* on peach varieties and a related wild *Prunus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 89:233-242 doi:10.1046/j.1570-7458.1998.00404.x.
- Sauvion, N., 1995** - Effets et modes d'action de deux lectines à mannose sur le puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum* (Harris). Potentiel d'utilisation des lectines végétales dans une stratégie de création de plantes transgéniques résistantes aux pucerons. Thèse Doc., l'Inst. Nati. Scie. Appl., Lyon, 179p.
- Sequeira, R., & Mackauer, M. 1992** - Covariance of adult size and development time in the parasitoid wasp *Aphidius ervi* in relation to the size of its host, *Acyrtosiphon pisum*. *Evolutionary Ecology* 6, 34-44.
- Sharaf, N.S. 1982** - Parasitization of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera; Aleyrodidae) on *Lantana camara* L. in Jordan Valley. Dept. Planr. Prot., Fac. Agr., Univ. Jordan, Amman, 9p.
- Sigsgaard, L. 2005** - Biological control of arthropod pests in outdoor crops – the new challenge. In: *Proceedings of the International Workshop "Implementation of Biocontrol in Practice in Temperate Regions – Present and Near Future"* Research Centre Flakkebjerg, Denmark. DIAS Report No. 119 (2006), 153-167.
- Skirvin, D. and Fenlon, J., 2003a** - Of mites and movement: the effects of plant connectedness and temperature on movement of *Phytoseiulus persimilis*. *Biological Control*. 27, 3: 242-250.
- Skirvin, D. J. and Fenlon, J. S., 2003b** - The effect of temperature on the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*. 31, 1-2: 37-49.

- Smith, H.A., Evans, G.A., and Mcorley, R. 2000** - A survey of parasitoids of *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in eastern Guatemala. *Florida Entomologist* 83, 492–496.
- Stary, P., 1967** - Multilatéral aphid control concept. *Ann. Soc. entomol. fr* , 3,221-225.
- Starý, P., J.P. Lyon & F. Leclant - 1988** - Post-colonisation host range of *Lysiphlebus testaceipes* in the Mediterranean area (Hymenoptera, Aphidiidae). *Act. Entomol. Boh.* 85: 1-11.
- Stenseth, C., 1979** - Effect of temperature and humidity on the development of *Phytoseiulus persimilis* and its ability to regulate populations of *Tetranychus urticae* (Acarina, Phytoseiidae, Tetranychidae). *Entomophaga*. 24, 3: 311-317.
- Stireman, J.O. III & Singer, M.S. 2003** - Determinants of parasitoid- host associations: insights from a natural tachinid-lepidopteran community. *Ecology*, 84, 296–310.
- Stireman, J.O. III, Nason, J.D., Heard, S.B. & Seehawer, J.M. 2006** - Cascading host-associated genetic differentiation in parasitoids of phytophagous insects. *Proc. R. Soc. (Lond.) B* 273: 523–560.
- Strong, W. B. and Croft, B. A., 1995** - Inoculative release of phytoseiid mites (Acarina, Phytoseiidae) into the rapidly expanding canopy of hops for control of *Tetranychus urticae* (Acarina, Tetranychidae). *Environmental Entomology*. 24, 2: 446-453.
- Surville, N., 1959** - Quelques types de plantes des principales familles Camerounaises. I.R.S.C. Yaoundé . 79p
- Tarai, N. 2012** - Etude de la faune entomologique de la région sud des Aurès ; thèse doctorat. pp 120-125.
- Thibault, L. 1988** - Comparaison de l'efficacité en serres du potentiel biotique de deux parasites de *Trialeurodes vaporariorum* West. : *Encarsia formosa* Gah. *Encarsia Tricolor* For. Mémoire de D.E.A., Inst. Nat. Agro. Antibes, 152p.
- Trottin-Caudal, Y., Chabrière, C., Langlois, A., Wuster, G. 2008** - La protection biologique en cultures légumières sous abri et cultures ornementales en France : état des lieux et perspectives. In AFPP – 8e Conférence Internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier – 22 et 23 octobre 2008, P. 604-614.
- Tsai, J.H., Wang, K.H. 1996** - Development and reproduction of *Bemisia argentifolii* (Homoptera; Aleyrodidae) on five host plants. *Environmental Entomology*. 25(4): pp. 810-816.
- Urbaneja, A., Stansly, P.A., Beltrán, D., Sánchez, K., and Gallego, A. 2003** - Life history of *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) on *Bemisia tabaci* Biotype "Q" (Homoptera: Aleyrodidae) using sweet pepper and tomato. I.O.B.C/WPRS Bull. Vol.26 (10) pp.67.
- Vacante, V., Tropea Garzia, G., Onillon, J.C., et Pucci, C. 1995** - Observations sur la dynamique des populations de l'Aleurode *Bemisia tabaci* (Gennadius) en serre de poivron. *Med. Fac.Landboww. Univ. Gent.* 60/3a. 635-643.
- van Emden, H.F., Eastop, V.F., Hughes, R.D., Way, M.J. 1969** - The ecology of *Myzus persicae*. *Annual Review of Entomology* 14 :197-270.

- Van Impe, G., & Hance, T. 1993** - Une technique d'évaluation de la sensibilité variétale au tétranyque tisserand, *Tetranychus urticae* Koch (Acari : Tetranychidae). Application au haricot, au concombre, à la tomate et au fraisier. *Agronomie*, 13, 739- 749.
- Van Lenteren, J.C., and Noldus, L.P.J.J. 1990** - Whitefly-plant relationships: behavioural and ecological aspects, pp. 47–89 In D. Gerling [ed.] *Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management Intercept*, Andover. 348 pp.
- Van Lenteren, J.C., van Roermund, H.J.W., Sutterlin, S. 1996** - Biological control of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) with the parasitoid *Encarsia formosa*: How does it work? *Biol. Control* 6: 1-10.
- Van Lenteren, J.C., & Woets, J. 1988** - Biological and integrated pest control in greenhouses. *Annual Review of Entomology*, 33, 239-269.
- Van Lenteren, J.C. 1990** - Biological control in a tritrophic system approach. In “Aphid–Plant Interactions: Populations to Molecules” (D. C. Peters, J. A. Webster, and C. S. Chlouber, Eds.), pp. 3–28. USDA/ARS—Oklahoma State Univ., MP-112.
- Van Lenteren, J.C. 2003b** - Need for Quality Control of Mass-produced Biological Control Agents. In: *Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures* (ed. van Lenteren JC). CABI Publishing Wallingford, UK, pp. 1-18.
- Van Lenteren, J.C. 2006** - The area under biological control and IPM in greenhouses is much larger than we thought. *Sting*, 29: 7.
- Van Lenteren, J.C., and Noldus, L.P.J.J. 1990** - Whitefly–plant relationships: Behavioural and ecological aspects. In “Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management” (D. Gerling, Ed.), pp. 47–89. Intercept Ltd., Andover, Hants.
- Van Lenteren, J.C., Benuzzi, M., Nicoli, G., and Maini, S. 1992** - Biological control in protected crops in Europe. In “Biological Control and Integrated Crop Protection: Towards Environmentally Safer Agriculture” (J. C. van Lenteren, A. K. Minks, and O. M. B. de Ponti, Eds.), pp. 77–89. Pudoc., Wageningen.
- Van Lenteren, J.C., Li Zhao, hua, and Kamerman, J.W. 1995** - Leaf hairs reduce the capacity of *Encarsia* to control greenhouse whitefly. *J. Appl. Entomol.* 119, in press.
- Van Lenteren, J.C., Nell, H.W., and Sevenster-van der, Lelie, L.A. 1980** - The parasite host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). IV. Oviposition behaviour of the parasite, with aspects of host selection, host discrimination and host feeding. *J. Appl. Entomol.* 89, 442–454.
- Van Lenteren, J.C., Nell, H.W., Sevenster-van der, Lelie, L.A., and Woets, J. 1976** - The parasite–host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). I. Host finding by the parasite. *Entomol. Exp. Appl.* 20, 123–130.
- Van Lenteren, J.C., Roskam, M.M., & Timmer, R. 1997** - Commercial mass production and pricing of organisms for biological control of pests in Europe. *Biological Control*, 10, 143 149.
- Van Steenis, M.J., 1992** - Biological control of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hom.: Aphididae) : pre-introduction evaluation of naturel enemies. *J. Appl. Ent.*, 114: 262-380.

- Van Vianen, A., and van Lenteren, J.C. 1986** - The parasite–host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). XV. Oogenesis and oviposition of *Encarsia formosa*. *J. Appl. Entomol.* 101, 130–139.
- Vayssières J. F., Delvare G., Maldes J. M., Aberlenc H. P., 2001** - Inventaire préliminaire des arthropodes ravageurs et auxiliaires des cultures maraichères sur l'Ile de la Réunion. *International Journal of Tropical Insect Science*, 21, 1, 1-22.
- Viggiani, G. 1986** - Note biologique su *Encarsia aleuroilic.is* Viggiani (Hym., Aphelinidae). *Bolletino di Entomologia "Guido Grandi"*, Bologna 41, pp. 87-92.
- Vincent, C., Coderre, D. 1992** - La lutte biologique. pp. 99-110.
- Visser, M.E. 1994.** The importance of being large - the relationship between size and fitness in females of the parasitoid *Aphaereta minuta* (Hymenoptera, Braconidae). *Journal of Animal Ecology*, 63, 963-978.
- Walker, A.J., and Greenberg, S.M. 1998** - Suitability of *Bemisia argentifolii* (Homoptera, Aleyrodidae) Instar for the parasitoid *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera, Aphelinidae). *Environ. Entomol.* 27(6): 1569-1573.
- Woets, J. van Lenteren, J.C. 1976** - The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). VI. The influence of the host plant on the greenhouse whitefly and its parasite *Encarsia formosa*. West Palearctic Regional Section.
- Zalom, F.G., 1981** - Effects of aluminum mulch on fecundity of apterous *Myzus persicae* on head lettuce in a field planting. *Entomologica Experimentalis et Applicata* 30:227-230.

ANNEXES

ANNEXES

Tableau 15 - Effectifs des populations des ailés *de Myzus persicae* sur tomate, variété "zahra", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra

Dates Tomate, zahra	15 III 2013	1 IV 2013	15 X 2013	1 XI 2013	15 XI 2013	15 III 2014	1 VI 2014	15 X 2014	1 XI 2014	15 XI 2014
piège 1	12	13	10	17	13	2	13	3	12	42
piège 2	13	14	15	18	14	4	14	0	62	55
piège 3	12	14	12	19	12	2	13	0	13	43
piège 4	11	17	15	16	10	11	15	0	15	20
piège 5	12	15	17	17	12	5	15	1	11	20
piège 6	12	17	18	19	7	3	18	2	13	22
piège 7	11	19	16	10	15	4	21	4	12	19
piège 8	13	19	19	11	13	2	22	0	14	14
piège 9	13	13	10	15	12	3	22	5	12	12
piège 10	14	13	11	16	10	4	13	1	16	16
Totaux	123	154	143	158	118	40	166	16	180	263
Nbre moyen	12,30	15,40	14,30	15,80	11,80	4	16,60	1,60	18	26,30

Tableau 16 - Effectifs des populations des ailés de *Myzus persicae* sur piment, variété "corne de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra

Dates Piment,	15 III 2013	1 IV 2013	15 X 2013	1 XI 2013	15 XI 2013	15 III 2014	1 VI 2014	15 X 2014	1 XI 2014	15 XI 2014
	piège 1	15	28	12	24	26	12	24	4	22
piège 2	16	34	24	22	17	16	23	6	28	48
piège 3	17	36	32	23	13	10	34	7	40	43
piège 4	19	39	23	15	24	11	34	6	37	41
piège 5	12	20	25	22	26	13	26	11	38	28
piège 6	15	14	26	24	32	13	12	4	36	27
piège 7	12	15	24	13	30	12	42	7	35	29
piège 8	13	12	23	16	12	17	23	5	27	37
piège 9	14	16	15	22	13	15	34	9	28	24
piège 10	13	16	18	13	11	11	26	7	20	25
Totaux	146	230	153	194	204	130	278	66	311	324
Nbre moyen	14,60	23,0	15,30	19,40	20,40	13,0	27,80	6,60	31,10	32,40

Tableau 17 - Effectifs des populations des ailés de *Myzus persicae* sous traitements avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (50g/l) sur tomate, variété "zahra", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra

Dates Tomate, zahra	15 III 2014	1 IV 2014	15 X 2014	1 XI 2014	15 XI 2014	15 III 2015	1 VI 2015	15 X 2015	1 XI 2015	15 XI 2015
piège 1	06	10	08	14	11	0	10	0	10	30
piège 2	10	11	11	12	12	3	11	0	24	34
piège 3	13	12	09	13	08	0	10	0	10	23
piège 4	09	14	11	12	06	10	11	0	11	10
piège 5	08	12	12	13	10	2	07	1	10	10
piège 6	10	13	13	14	6	3	11	1	11	09
piège 7	07	13	13	08	11	2	12	3	10	11
piège 8	10	12	13	06	10	0	08	0	11	12
piège 9	09	11	11	11	07	3	14	4	10	08
piège 10	12	10	10	12	06	0	11	1	12	11
Totaux	94	105	111	115	87	23	105	10	119	158
Nbre moyen	09,40	10,50	11,10	11,50	08,70	2,30	10,50	1,0	11,90	15,80

Tableau 18 - Effectifs des populations des ailés de *Myzus persicae* sous traitements avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (50g/l) sur piment, variété "corne de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra

Dates Piment,	15 III 2013	1 IV 2013	15 X 2013	1 XI 2013	15 XI 2013	15 III 2014	1 VI 2014	15 X 2014	1 XI 2014	15 XI 2014
	piège 1	10	20	07	20	12	03	11	0	12
piège 2	14	31	16	21	11	04	12	2	12	14
piège 3	14	30	21	24	07	02	13	4	18	24
piège 4	13	31	13	10	18	10	15	2	20	23
piège 5	10	15	18	13	13	03	18	09	18	18
piège 6	13	10	17	14	14	02	05	11	19	17
piège 7	11	11	20	10	11	11	23	2	13	20
piège 8	12	10	14	12	05	13	11	3	17	17
piège 9	10	12	11	04	07	11	23	4	20	14
piège 10	09	08	10	02	04	08	11	2	10	15
Totaux	116	178	147	130	101	67	142	39	197	174
Nbre moyen	11,60	17,80	14,70	13	10,10	6,70	14,20	3,90	19,70	17,40

Tableau 19 - Effectifs des populations des ailés de *Myzus persicae* sous traitements avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (100g/l) sur tomate, variété "zahra", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra.

Dates Tomate, zahra	15 III 2013	1 IV 2013	15 X 2013	1 XI 2013	15 XI 2013	15 III 2014	1 VI 2014	15 X 2014	1 XI 2014	15 XI 2014
piège 1	02	0	0	4	1	0	0	0	0	0
piège 2	05	0	0	2	2	0	1	0	3	3
piège 3	03	0	0	1	8	0	1	0	0	3
piège 4	04	0	1	2	0	0	1	0	1	0
piège 5	03	11	2	0	0	2	0	1	0	0
piège 6	05	2	3	4	6	1	1	1	1	0
piège 7	04	3	0	0	1	2	2	0	0	1
piège 8	0	2	0	0	0	0	8	0	0	2
piège 9	0	11	1	1	7	1	1	1	0	0
piège 10	0	0	0	1	0	0	1	1	2	1
Totaux	26	29	07	15	25	06	16	04	07	10
Nbre moyen	2,60	2,90	0,70	1,50	2,50	0,60	1,60	0,40	0,70	1,0

Tableau 20 - Effectifs des populations des ailés de *Myzus persicae* sous traitements avec de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* (100g/l) sur piment, variété "corne de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Biskra.

Dates Piment,	15 III 2013	1 IV 2013	15 X 2013	1 XI 2013	15 XI 2013	15 III 2014	1 VI 2014	15 X 2014	1 XI 2014	15 XI 2014
	piège 1	0	0	0	0	2	0	1	0	2
piège 2	4	1	6	1	0	0	1	0	1	1
piège 3	1	0	1	2	0	0	3	0	1	2
piège 4	1	1	1	0	1	0	1	2	0	2
piège 5	0	5	1	3	3	0	1	0	1	1
piège 6	3	0	7	1	1	02	5	1	1	1
piège 7	1	1	0	0	1	1	3	0	1	2
piège 8	2	0	3	2	0	3	1	3	1	1
piège 9	0	2	1	0	0	1	2	0	0	1
piège 10	0	7	2	04	0	0	1	2	0	1
Totaux	12	17	22	13	08	07	19	08	08	13
Nbre moyen	1,20	1,70	2,20	1,30	0,80	0,70	1,90	0,80	0,80	1,30

Tableau 21 - Effectifs des populations des larves *d'Aleurodes* sur piment, variété "corne de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Mzeraa.

Dates Tomate, zahra	15 III 2014	1 IV 2014	15 X 2014	1 XI 2014	15 XI 2014	15 III 2015	1 VI 2015	15 X 2015	1 XI 2015	15 XI 2015
piège 1	08	08	5	17	13	2	13	3	12	42
piège 2	09	11	12	18	14	4	14	0	62	55
piège 3	10	11	10	19	12	2	13	0	13	43
piège 4	07	14	12	16	10	11	15	0	15	20
piège 5	11	12	14	17	12	5	15	1	11	20
piège 6	10	13	14	19	7	3	18	2	13	22
piège 7	06	15	12	10	15	4	21	4	12	19
piège 8	11	14	13	11	13	2	22	0	14	14
piège 9	11	11	08	15	12	3	22	5	12	12
piège 10	10	10	07	16	10	4	13	1	16	16
Totaux	123	154	143	108	118	40	166	16	180	263
Nbre moyen	12,30	15,40	14,30	10,80	11,80	4	16,60	1,60	18	26,30

Tableau 22 - Effectifs des populations des ailés d'*Aleurodes* sur la variété de piment "corne de gazelle", plantée sous serre en 2013/2014 dans la région de Mzeraa.

Dates Piment,	15 III 2013	1 IV 2013	15 X 2013	1 XI 2013	15 XI 2013	15 III 2014	1 VI 2014	15 X 2014	1 XI 2014	15 XI 2014
	piège 1	15	28	12	24	26	12	24	4	22
piège 2	16	34	24	22	17	16	23	6	28	48
piège 3	17	36	32	23	13	10	34	7	40	43
piège 4	19	39	23	15	24	11	34	6	37	41
piège 5	12	20	25	22	26	13	26	11	38	28
piège 6	15	14	26	24	32	13	12	4	36	27
piège 7	12	15	24	13	30	12	42	7	35	29
piège 8	13	12	23	16	12	17	23	5	27	37
piège 9	14	16	15	22	13	15	34	9	28	24
piège 10	13	16	18	13	11	11	26	7	20	25
Totaux	146	230	153	194	204	130	278	66	311	324
Nbre moyen	14,60	23,0	15,30	19,40	20,40	13,0	27,80	6,60	31,10	32,40

Tableau 23 - Effectif des larves de *Myzus persicae* en fonction de cultures plantées sous serre, tomate, variété "zahra" et piment, variété "corne de gazelle", durant la période d'échantillonnage, en 2013/2014 dans la région de Biskra.

Dates Culture	15 III 2013	1 IV 2013	15 X 2013	1 XI 2013	15 XI 2013	15 III 2014	01 IV 2014	15/X/2014	1/XI/2014	15/XI/2014
Tomate, "zahra"	14	08	20	42	13	5	12	20	33	34
	18	12	33	32	14	3	12	10	43	34
	16	14	34	34	12	2	13	15	33	33
	15	12	35	32	14	5	14	17	35	32
	11	15	29	33	14	4	12	25	30	32
	13	16	32	33	13	3	12	16	30	42
	11	14	33	32	12	1	13	25	20	36
	13	15	34	34	13	1	12	11	30	32
	13	11	32	32	12	5	11	21	12	33
Totaux	124	117	282	304	117	29	111	160	266	308
Piment, "corne de gazelle"	12	12	12	24	13	3	4	12	10	13
	15	12	12	23	15	5	6	13	14	4
	15	13	12	23	13	2	4	12	13	4
	16	12	13	23	14	3	6	13	15	13
	13	12	14	24	13	4	2	13	0	3
	12	13	12	24	14	4	2	13	0	12
	13	14	14	23	13	2	3	11	0	2
	10	3	13	23	14	2	1	12	0	13
	09	12	14	22	13	2	2	11	0	4
Totaux	115	103	116	209	122	27	30	110	52	68

Tableau 24 – Effectifs des adultes ailés de *Bemisia tabaci* capturés durant la période d'échantillonnage (2013/2014), au niveau de la serre témoin et après lâchers d'*Encarsia formosa*, au niveau de la région de Mzeraa.

Dates D'échantillonnages 2013/2014	Evolution normale des populations adultes de <i>Bemisia tabaci</i>	Evolution des populations adultes de <i>B. tabaci</i> après lâcher d'<i>E. formosa</i>
01/10/2013	18	17
08/10/2013	17	18
15/10/2013	20	19
23/10/2013	22	9
31/10/2013	16	7
08/11/2013	13	7
15/11/2013	14	8
23/11/2013	18	11
30/11/2013	14	2
08/12/2013	4	12
15/12/2013	11	7
23/12/2013	9	9
31/12/2013	9	4
08/01/2014	6	9
15/01/2014	6	6
23/01/2014	9	7
31/01/2014	8	12
08/02/2014	16	13
15/02/2014	10	7
23/02/2014	5	6
28/02/2014	15	8
08/03/2014	27	19
15/03/2014	32	3
23/03/2014	32	10
30/03/2014	25	4
08/04/2014	20	3

Tableau 25 -Evolution du taux de parasitisme des larves et des pupes de Bemisia tabaci par Encarsia formosa (parasitoïde, Hyménoptère) durant le cycle végétatif.

Date	Taux de parasitisme en %	T°C moy.	Hum. % moy.
15/10/2013	2,4	24	30,2
01/11/2013	8,4	21,9	31
15/11/2013	25,1	14	29
01/12/2013	41,23	10,7	34,5
01/01/2014	31,25	9,3	33,5
01/02/2014	2,7	11,2	31
15/02/2014	4	24,55	32
01/03/2014	33,79	26,1	30,2
15/03/2014	77,27	26,9	34
01/04/2014	45,14	30	31,7
15/04/2014	28,12	35	27
30/04/2014	9,6	39	25

Tableau 26 - Evolution des populations de larves d'aleurodes.

Date	Total populations	Non parasitées	Parasitées	Vide parasitées	Tot parasité	T°C moy	H % moy
01/10/2013	1	0	0	0	0	21,9	29,2
08/10/2013	5	4	1	0	1	21,6	30,9
15/10/2013	14	6	7	1	8	24	30,2
22/10/2013	14	7	7	0	7	23,4	31
01/11/2013	11	6	5	0	5	21,9	31
08/11/2013	5	4	1	0	1	22	30
15/11/2013	3	1	2	0	2	14	29
22/11/2013	4	1	2	1	3	13,11	30
01/12/2013	3	1	1	1	2	10,7	34,5
01/01/2014	0	0	0	0	0	9,3	33,5
01/02/2014	4	1	2	1	3	11,2	31
15/02/2014	4	2	2	0	2	24,55	32
22/02/2014	8	5	2	1	3	25,15	31
01/03/2014	11	7	2	2	4	26,1	30,2
08/03/2014	15	9	4	2	6	26,35	33,5
15/03/2014	21	4	14	3	17	26,9	34
22/03/2014	15	5	8	2	10	30,01	31,4
01/04/2014	5	2	2	1	3	30	31,7
15/04/2014	10	8	2	0	2	35	27
30/04/2014	12	11	1	0	1	39	25

Tableau 27 - Evolution des nombres moyens d'œufs sur feuilles.

Date	Témoin	Après lâchers	T°C moy	H % moy
01/10/2013	3	4	21,9	29,2
08/10/2013	5	6	21,6	30,9
15/10/2013	20	14	24	30,2
22/10/2013	24	22	23,4	31
01/11/2013	22	20	21,9	31
08/11/2013	25	6	22	30
15/11/2013	18	7	14	29
22/11/2013	9	4	13,11	30
01/12/2013	4	1	10,7	34,5
01/01/2014	3	0	9,3	33,5
01/02/2014	8	6	11,2	31
15/02/2014	23	16	24,55	32
22/02/2014	26	17	25,15	31
01/03/2014	44	42	26,1	30,2
08/03/2014	43	41	26,35	33,5
15/03/2014	44	28	26,9	34
22/03/2014	41	11	30,01	31,4
01/04/2014	46	14	30	31,7
15/04/2014	47	19	35	27
30/04/2014	49	23	39	25

Tableau 28 - Nombre d'œufs de *B. tabaci*, sur piment témoin et après lâcher d'*E. formosa* en fonction des facteurs climatiques (Température T°C et Humidité en %), au niveau de la serre, Mzeraa.

Date d'échantillonnage	Nbre d'œufs témoin	Nbre d'œufs après lâcher	T°C	H%
15/02/2014	20	21	24,5	32
17/02/2014	50	49	22,6	35,9
23/02/2014	23	25	25	36,2
25/02/2014	33	27	24,4	37
27/02/2014	22	20	23,9	33
01/03/2014	27	15	24	32
03/03/2014	25	10	24	34
05/03/2014	34	11	20,11	40
07/03/2014	27	13	20,7	34
09/03/2014	25	12	19,3	37,5
11/03/2014	23	13	19,2	33
13/03/2014	12	10	25,5	34
15/03/2014	33	11	26,5	33
17/03/2014	34	15	26	33,2
19/03/2014	32	10	27,4	36,5
21/03/2014	40	12	26,5	35
23/03/2014	43	13	29,5	35,4
25/03/2014	55	15	28,5	36,7
27/03/2014	50	6	29,6	37
29/03/2014	44	5	27,7	36

Résumé

La culture de la tomate et piment sous serre occupe une place importante dans le secteur maraîcher au niveau de la wilaya de Biskra. En effet, la pullulation de certains ravageurs comme la mouche blanche et le puceron vert du pêcher causent des dégâts très importants sur ces cultures en réduisant leur production. Une étude de la dynamique des populations du puceron vert du pêcher, *Myzus persicae*, a été effectuée sur cultures sous serre notamment la tomate variété "Zahra" et piment variété "Corne de gazelle"; au niveau de la station de Biskra. Le traitement à base d'extraits aqueux de *Ruta graveolens* à 50g/l et 100g/l effectué sur les deux espèces montrent une réduction des populations de *Myzus persicae* de 74,5% et 72,3%. Le taux de parasitisme des œufs et larves de la mouche blanche, *Bemisia tabaci* (Homoptera ; Aleyrodidae) après lâcher d'un parasitoïde *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera : Aphelinidae) est de 77.27%. Cette technique biologique offre une alternative prometteuse pour les agriculteurs de la région, dans des conditions climatiques défavorables.

Mots clés : Aleurode, lutte biologique, protection, intégrée, piment, Biskra.

Abstract

Tomato crops and chili pepper under the conditions of greenhouses are presented as the most important economically agricultural in Biskra Wilaya (Arid Region in the Southeastern Algeria), which is considered as a pole in the field of agriculture under the greenhouses. However, the spread of some pests, such as whitefly and the green peach aphid, is causing significant damage to these crops by reducing their production.

An experiment was conducted in 2013/2014 season to study and to evaluate the monitoring of population dynamics of green peach aphid (*Myzus persicae*). The study was carried out on greenhouse crops including tomato variety "Zahra" and chili pepper variety "Horn of gazelle". The treatments based on aqueous extracts of *Ruta graveolens* at 50 g/l and 100 g/l were carried out on both species. A reduction in the level of populations of *Myzus persicae* on tomato and chillipepper was observed at a concentration of 100 g/l with 74.5% and 72.3%, respectively. To evaluate the feasibility and effectiveness of integrated biological control of whitefly (whitefly of greenhouse crops), *Bemisia tabaci* (Gennadius), (Homoptera, Aleyrodidae), by using *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of whitefly larvae, on a variety 'Horn of gazelle' of chili pepper under the conditions of greenhouses. The rate of parasitism of whitefly larvae by *E. Formosa* reached to 77.27%. This biological control offers a promising alternative to both scientists and producers in these arid climatic conditions of this region.

Key words: Whitefly, biological control, protection, integrated, chili pepper, Biskra.

المخلص

تعد زراعة الطماطم والفلفل الحار تحت ظروف البيوت المحمية من أهم التخصصات الزراعية ذات الأهمية الاقتصادية الكبرى التي تزخر بهما ولاية بسكرة التي تعتبر قطب اقتصادي كبير في مجال الزراعات تحت البيوت المحمية، حيث تقع هذه الولاية إلى الجنوب الشرقي من الجزائر العاصمة وتعتبر من المناطق الجافة. حيث ان بعض الآفات الزراعية مثل مجتمعات الذبابة البيضاء والمن الأخضر لشجرة الخوخ تؤدي الى احداث اضرار كبيرة في محاصيل هذين الزراعتين المحميتين مما يؤدي الى انخفاض كبير في مردودها.

تمت على مستوى محطة بسكرة، دراسة ومتابعة لديناميكية مجتمعات حشرة المن الأخضر للوخ *Myzus persicae* (Sulzer)، وهذا على مستوى الزراعات المحمية للطماطم صنف "زهرة" وزراعة الفلفل الحار صنف "قرن غزال"؛ وتم اختبار محاليل مائية مستخلصة من نباتي السذاب شديد الرائحة (*Ruta graveolens*)؛ حيث تم تطبيق نوعين من التركيز لكل نبتة (50 غ/ل و 100 غ/ل)، حيث تم تسجيل انخفاض لمستوى الآفة على الصنفين بنسبة 74.5% و 72.3% على التوالي. نسبة التطفل على بيوض ويرقات الذبابة البيضاء (*Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera ;) باستخدام الطفيلي (*Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera: Aphelinidae) في الزراعات الفلفل الحار، صنف "قرن غزال" وصلت إلى 77.27%. لهذا يمكن القول بان هذه الطرق المدروسة في مكافحة البيولوجية المتكاملة تفتح للباحثين والمنتجين على حد السواء آفاق واعدة.

الكلمات الدالة: الذبابة البيضاء، المقاومة الحيوية، حماية، متكاملة، فلفل حار، بسكرة.