



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abdelhamid Ibn Badis

جامعة عبد الحميد بن باديس

Mostaganem

مستغانم

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

كلية العلوم و علوم المهندس

Département d'Agronomie

قسم العلوم الزراعية

Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques

Option : Lutte biologique et intégrée contre les bioagresseurs des cultures

Thème

Lutte biologique contre les pucerons.

Interaction entre parasitoïde et prédateurs: Cas du parasitoïde

d'*Aphis gossypii* Glover (Hom : Aphididae) *Lysiphlebus fabarum*

Marshall (Hym: Braconidae : Aphidiinae) et de la cécidomyie

prédatrice *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Diptère : Cecidomyidae)

Présenté par :

Ouadah Fatiha

Devant le jury :

Président : M Berkani Abdellah

Professeur

Promoteur: Mme Guénaoui Yamina

Professeur

Examineur : Mr Bendahmane B. Seddik

Maître de conférences

Examineur : Mr Youcef Benkada Mokhtar

Maître de conférences

Invitée spécialiste : Mlle Boualem Malika

Maître assistante titulaire

Année universitaire 2008/2009

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier vivement ma directrice de mémoire le Professeur Guénaoui Yamina d'avoir accepté de diriger mon travail de recherche, pour sa patience, sa disponibilité, ses orientations et pour ses précieux conseils qu'elle m'a prodigués pour le développement de ce mémoire. Je tiens à souligner les efforts qu'elle met en œuvre pour assurer aux étudiants un soutien scientifique et matériel leur permettant de se former à la recherche et de réaliser leur travail dans de bonnes conditions.

Je remercie aussi le Professeur Berkani Abdellah de l'honneur qu'il me fait d'avoir accepté d'assumer la fonction de Président du jury, d'évaluer ce mémoire ainsi que pour ses remarques scientifiques précieuses.

Mes remerciements vont également à Messieurs Bendahmane Boubakeur Seddik et Youcef Benkada Mokhtar tous deux Maître de Conférences. Pour avoir accepté d'examiner mon travail. Melle Boualem Malika formée en entomologie aura un avis à donner, en qualité d'invitée.

Et pour finir, je remercie ma famille et mes amis de m'avoir soutenue et supporté, en particulier mon époux, mes parents, mes frères et soeurs et tous autres qui se reconnaîtront et qui ont su me soutenir pendant les moments difficiles que j'ai pu avoir et me faire profiter de leur bonne humeur.

Résumé

Ce travail constitue une contribution à l'étude des pucerons des cultures maraîchères et de leurs ennemis naturels dans le cadre d'une stratégie de lutte intégrée. Les espèces aphidiennes sont *Aphis gossypii* Glover et *Myzus persicae* Sulzer. Les entomophages sont d'une part le parasitoïde *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hymenoptera : Braconidae) et la cécidomyie *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Diptera : Cecidomyiidae). Le travail est subdivisé en deux parties :

-Une partie bibliographique qui fait la synthèse de la situation phytosanitaire des cultures protégées, de la biologie des auxiliaires et des moyens de lutte possibles.

-Une partie expérimentale qui évalue le potentiel biotique des deux espèces de pucerons (*A. gossypii* et *M. persicae*) élevées sur plants de poivron. Le parasitoïde *L. fabarum* élevé sur *A. gossypii* se développe en 10 jours à 26°C. Cet entomophage ne semble être perturbé par la présence de la cécidomyie prédatrice *A. aphidimyza* dans le même biotope. Nous avons également estimé la durée du cycle biologique de la cécidomyie qui est de 13,5 jours à 27 °C. Pour sa longévité, l'alimentation joue un rôle important. L'adulte vit 06 jours en présence de nourriture alors qu'il ne peut vivre que 02 jours en absence de tout apport nutritionnel. Pour ce qui est du choix entre les deux espèces de pucerons *A. aphidimyza* préfère *A. gossypii* en consommant en moyenne 66 pucerons durant sa phase larvaire.

Mots clés : lutte biologique, entomophages, parasitoïde, prédateur, *Aphis gossypii* , *Myzus persicae* , *Lysiphlebus fabarum*, *Aphidoletes aphidimyza* .

SOMMAIRE

Introduction générale	1
.....	
<u>Première partie : Partie bibliographique</u>	
<u>Chapitre I : La plante hôte : poivron</u>	
I.1 Introduction	2
.....	
I.2 Pratiques culturales	2
.....	
I.2.1 Les variétés	2
.....	
I.2.2 Le semis et la récolte	3
.....	
I.2.3 Le rendement	3
.....	
I.3 Données générales sur les superficies et productions des cultures protégées dans la wilaya de Mostaganem	3
.....	
I.4 Les problèmes phytosanitaire du poivron	3

.....	
I.4.1 Les maladies	4
.....	
I.4.2 Les ravageurs.....	7
Chapitre II : Généralités sur les pucerons des cultures	
II.1 Introduction	9
.....	
II.2 Le cycle biologique	11
.....	
II.3 L'appareil digestif des pucerons	11
.....	
II.4 Caractéristiques morphologiques des pucerons étudiés	12
.....	
II.4.1 Le puceron vert du pêcher <i>Myzus persicae</i> Sulzer 1776	12
.....	
II.4.2 Position systématique de <i>Myzus persicae</i>	14
.....	
II.4.3 <i>Aphis gossypii</i> (Glover 1877) appelé aussi puceron du coton	15
.....	
II.4.3.1 Position systématique d' <i>A. gossypii</i>	16
.....	
II.4.3.2 Les formes ailées	17
.....	
II.4.3.3 Les formes sexuées	18
.....	
II.5 Les dégâts des pucerons	18
.....	
II.6 La faune auxiliaire aphidiphage	18

.....	
II.6.1 Les prédateurs	19
.....	
II.6.1.1 Les Coléoptères	19
.....	
II.6.1.2 Les Névroptères	19
.....	
II.6.1.3 Les Diptères	20
.....	
II.6.1.3.1 Les Syrphes	20
.....	
II.6.1.3.2 Les Cécidomyies	20
.....	
II.6.2 Les parasitoïdes	20
.....	
II.6.3 Les champignons entomopathogènes	23
.....	

Chapitre III : Evolutions des moyens de lutte contre les pucerons des cultures protégées

III.1 La lutte chimique	24
.....	
III.2 La lutte agro technique	24
.....	
III.3 La protection biologique et intégrée	25
.....	

Chapitre IV Généralités sur *Aphidius matricariae*

IV.1 Description	26
.....	
IV.2 Position systématique d' <i>A.matricariae</i>	26
.....	
IV.3 Mode de reproduction et cycle biologique d' <i>A.matricariae</i>	26
.....	

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre I : Méthodes de production des trois niveaux trophiques : plante hôte /ravageur /auxiliaire

I.1 La plante hôte	29
.....	
I.2 Les ravageurs	29
.....	
I.3 Les auxiliaires	29
.....	
I.3.1 Les Hyménoptère parasitoïdes	29
.....	
I.3.2 La cécidomyie (<i>Aphidoletes aphidimyza</i> Rondani)	30
.....	

Chapitre II : Caractéristiques bioécologiques de *Myzus persicae*

II.1 Introduction	33
.....	
II.2 La durée de développement	33

.....	
II.2.1 Matériels et méthodes	33
.....	
II.2.2 Résultats et discussions	33
.....	
II.3 La fécondité de <i>M.persicae</i>	34
.....	
II.3.1 Matériels et méthodes	34
.....	
II.3.2 Résultats et discussions	35
.....	
II.4 Longévité de <i>M.persicae</i>	35
.....	
II.4.1 Matériels et méthodes	35
.....	
II.4.2 Résultat et discussion	35
.....	
II.5 Conclusion	35
.....	
Chapitre III : Caractéristiques bioécologiques de <i>Lysiphlebus fabarum</i> Marshall	
III.1 Introduction	36
.....	
III.2 Position systématique	36
.....	
III.3 Description de <i>Lysiphlebus fabarum</i>	36
.....	
III.4 Mode de reproduction et cycle biologique	39
.....	

III.5 Influence de l'alimentation sur la durée de vie de <i>Lysiphlebus fabarum</i>	41
.....	
III.5.1 Matériel et méthodes	41
.....	
III.5.2 Résultats et discussions	41
.....	
III.6 Durée de développement en jours de <i>Lysiphlebus fabarum</i>	41
.....	
III.6.1 Matériels et méthodes	41
.....	
III.6.2 Résultats et discussion	41
.....	
Chapitre IV : Caractéristiques bio-écologiques d'Aphidoletes <i>aphidimyza</i>	
IV.1 Introduction	43
.....	
IV.2 Position systématique	43
.....	
IV.3 Description et généralités sur la biologie	43
.....	
IV.4 Le cycle biologie	45
.....	
IV.5 Etude des potentialités prédatrices d' <i>Aphidoletes aphidimyza</i>	47
.....	
IV.5.1 La durée de développement embryonnaire	47
.....	
IV.5.1.1 Matériel et méthode	47
.....	

IV.5.1.2 Résultats et discussions	47
.....	
IV.5.2 La capacité prédatrice d' <i>Aphidoletes</i> en fonction des deux espèces de pucerons : <i>M.persicae</i> et <i>A. gossypii</i>	47
.....	
IV.5.2.1 Matériel et méthode	47
.....	
IV.5.2.2 Résultats et discussions	48
.....	
IV.5.3 La capacité prédatrice d' <i>Aphidoletes</i> en présence de pucerons sains et de pucerons parasités	49
.....	
IV.5.3.1 Matériel et méthode	49
.....	
IV.5.3.2 Résultats et discussions	50
.....	
IV.5.4 Le cycle biologique de la cécidomyie	50
.....	
IV.5.4.1 Matériel et méthode	50
.....	
IV.5.4.2 Résultats et discussions	50
.....	
IV.5.5 La longévité des adultes de la cécidomyie.....	50
.....	
IV.5.5.1 Matériel et méthode	50
.....	
IV.5.5.2 Résultats et discussions	50
.....	

Conclusion générale	52
.....	
Références bibliographiques	53
.....	
Annexe	59
.....	

Liste des tableaux

Tableau 1	Principales maladies cryptogamiques du poivron.....	05
Tableau 2	Principales maladies bactériennes du poivron.....	06
Tableau 3	Principales maladies virales du poivron.....	07
Tableau 4	Acariens et insectes sur le poivron.....	08
Tableau 5	Durée de développement (en jours) de <i>Myzus persicae</i> à T = 22 ± 2° C et Hr = 70 %.....	33
Tableau 6	Durée de développement (en jours) de <i>Lysiphlebus fabarum</i> sur son hôte <i>Aphis gossypii</i> à T = 26 ± 1° C et Hr = 70 %.....	42
Tableau 7	Durée d'incubation de la cécidomyie à T = 27 ± 1° C et Hr = 70 %.....	47
Tableau 8	La capacité prédatrice d' <i>Aphidoletes aphidimyza</i> en fonction de la densité de la proie à T = 27 ± 1° C et Hr = 70 %.....	48
Tableau 9	Prédation sur pucerons sains et parasités à T = 27 ± 1° C et Hr = 70 %.....	49
Tableau 10	La durée de développement d' <i>Aphidoletes aphidomyza</i> à T = 27 ± 1° C et Hr = 70 %.....	50

Tableau 11	Longévité (en jours) des adultes d' <i>Aphidoletes aphidomyza</i> avec et sans alimentation à $T = 27 \pm 1^\circ \text{C}$	51
-------------------	---	----

Liste des figures

Figure 1	Diagramme schématique de l'acquisition et la circulation du virus dans son vecteur (Sekkat, 2007).....	0 4
Figure 2	Le développement des stades larvaires des pucerons aptères ou ailés (Godin et Boivin, 2002).....	1 0
Figure 3	Morphologie d'un puceron ailé (Godin et Boivin, 2002).....	1 0
Figure 4	La chambre filtrante de sève des pucerons et excrétion de miellat (Adalia ,2004)	1 2
Figure 5	Caractères morphologiques de <i>Myzus persicae</i> Sulzer. A : forme aptère, B : tête, C : antenne de la forme aptère, D : cornicules, E : cauda, F : antenne de la forme ailée (Leclant, 1982).....	1 3
Figure 6	Clé d'identification des pucerons aptères de <i>Myzus persicae</i> (Godin et Boivin, 2002).....	1 4
Figure 7	Larve et adulte aptère d' <i>Aphis gossypii</i> (Sekkat, 2007).....	1 5

Figure 8	Clé d'identification des pucerons aptères d' <i>Aphis gossypii</i> (Godin et Boivin, 2002).....	1 6
Figure 9	L'adulte ailé d' <i>Aphis gossypii</i> (Sekkat, 2007).....	1 7
Figure 10	Insectes prédateurs de pucerons (Godin, Boivin, 2002).....	2 2
Figure 11	<i>Aphidius matricariae</i> , adulte parasitant un puceron (www.Biobest.org).....	2 7
Figure 12	Les momies sur une population d' <i>Aphis gossypii</i> (Sekkat, 2007).....	2 7
Figure 13	Le cycle biologique d' <i>Aphidius matricariae</i> (Sekkat, 2007).....	2 8
Figure 14	Evolution de la température et de l'hygrométrie du mois d'avril 2008 dans la salle expérimentale.....	3 1
Figure 15	Evolution de la température et de l'hygrométrie du mois de mai 2008 dans la salle expérimentale.....	3 1
Figure 16	Evolution de la température et de l'hygrométrie du mois de juin 2008 dans la salle expérimentale	3 2
Figure 17	Evolution de la température et de l'hygrométrie du mois de juillet 2008 dans la salle expérimentale.....	3 2
Figure 18	Fécondité journalière moyenne de <i>Myzus persicae</i> (à T = 22 ± 2°C et Hr = 70 %).....	3 4
Figure 19	A : larve, adultes aptères et adulte ailé <i>Aphis gossypii</i> , B : adultes aptères ,adulte ailé et les exuvies des mues d' <i>Aphis gossypii</i> , C : une momie sur <i>Aphis gossypii</i>	37
Figure 20	Propodeum de la femelle de <i>Lysiphlebus fabarum</i> (Tamanovic et al., 2003)	3 8
Figure 21	Nervation alaire de l'espèce <i>Lysiphlebus fabarum</i> (Tamanovic et al., 2003)	3 8
Figure 22	Stades larvaires de l'espèce <i>Lysiphlebus fabarum</i> (Tremblay, 1964).....	4 0
Figure 23	L'adulte d' <i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Ouadah.F, 2008)	4 4
Figure 24	Antenne du mâle (à gauche) et l'antenne de la femelle (à droite) d' <i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Ouadah, 2008)	4 5

Figure 25	Une larve d' <i>Aphidoletes aphidimyza</i> dans une population de pucerons (Ouadah, 2008)	4
	6
Figure 26	La pupe d' <i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Ouadah, 2008)	4
	6

Introduction générale

Les cultures maraîchères sous abris dans la wilaya de Mostaganem couvrent une superficie globale de 681,5 ha avec une production de 358620 qx dont le piment et le poivron confondus occupent une superficie de 235,5 ha avec une production de 88970 qx (DSA, 2007).

Les cultures sont régulièrement attaquées par plusieurs ravageurs dont les pucerons sont particulièrement redoutables du fait de leur grande polyphagie et de leur potentiel biotique élevé en conditions méditerranéennes (Guénaoui, 1988). A cet effet, la protection des cultures maraîchères sous abris doit considérablement évoluer par la mise au point et l'utilisation d'un ensemble de méthodes visant à développer une lutte biologique. Celle-ci doit être basée sur la production et l'emploi d'auxiliaires naturels afin de les insérer dans un programme de lutte intégrée.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail. Il pose le problème de l'efficacité des ennemis naturels contre les aphides.

Notre travail consiste à évaluer l'action prédatrice de la Cécidomyie : *Aphidoletes aphidimyza* sur deux espèces de pucerons (*Myzus persicae* et *Aphis gossypii*) élevées sur poivron (*Capsicum annum* L) et son interaction avec le parasitoïde *Lysiphlebus fabarum*.

Chapitre I. La plante hôte : le poivron

I.1 Introduction

Le poivron (*Capsicum annum L*) est une plante annuelle qui appartient à la famille des Solanacées (ACTA, 1980). Il est originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du sud. La culture du poivron s'est largement répandue en Europe et en Asie après la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb (Nuttall, 2008). Dans son milieu d'origine le poivron est une plante vivace (Elattir et Skiredj, 2002). D'ailleurs, dans le sud algérien, il est parfois conduit en bisannuel.

Le poivron a la chair douce; il est consommé aussi bien cru que cuit. Ses qualités nutritives et diététiques sont excellentes. Le fruit renferme 10 à 13 % de matière sèche, 04 à 06 % de sucres, 01,5 à 02 % de protéines et de grandes quantités de sels minéraux (Potasse) son principale intérêt est la teneur en vitamine C. Il semble qu'il contient 4 à 5 fois plus de vitamine C que le citron (Encarta, 2006; Elattir et Skiredj, 2002).

I.2 Pratiques culturales

Le poivron est une plante à jours longs. Il fatigue rapidement le sol et il est très exigeant en rotation des cultures car il permet une dissémination rapide de maladies ; c'est pourquoi, il n'est pas conseillé de le cultiver plusieurs années successives.

I.2.1 Les variétés

Les poivrons sont généralement classés selon leur forme :

- Les variétés américaines sont plus ou moins carrées, à trois ou quatre lobes et à chair épaisse ;
- Les variétés italiennes sont allongées et pointues, à chair plus mince.

A Mostaganem, les agriculteurs cultivent et apprécient les variétés suivantes :

- Pour le plein champ : Asgrow (quatre coins) et GSN semences (poivron doux d'Espagne).
- Sous serre : Pepper Magic et Majister.

I.2.2 Le semis et la récolte

Pour le cultiver en plein air, le semis s'effectue vers la mi-février et le repiquage en mars. La récolte manuelle s'échelonne du début de l'été jusqu'aux premières gelées.

Dans le cas des cultures sous abris, le semis a lieu en hiver (fin décembre-début janvier), le repiquage 15 à 20 jours plus tard et la récolte vers mi-avril. On peut pratiquer des cultures sous abri de façon tardive avec un semis en juillet pour une récolte en octobre; C'est le cas de la région de Mostaganem (Ouled Boughalem).

Les fruits sont récoltés au stade vert (avant maturité) pour les variétés consommées en frais ou mures pour l'usage industriel (poudre ou condiment conditionné en boîtes ou bocaux).

I.2.3 Le rendement

Les rendements varient beaucoup en fonction de la variété, de la région de production, du type de la culture et de son entretien. Selon Elattir et Skiredj (2002), le rendement peut atteindre 40 T pour la culture de plein champ et 80 T pour la culture sous serre, soit le double.

I.3 Données générales sur les superficies et productions des cultures protégées dans la wilaya de Mostaganem

Dans la wilaya de Mostaganem on cultive sous abri plastique plusieurs légumes solanacées (Tomate, Poivron, Piment, ...) dans les zones littorales et sub-littorales. Pour la campagne 2006-2007 les principales régions productrices du poivron ont été :

- Sirat avec une superficie de 43,5 ha et une production de 17400 qx
- El Haciane avec 37,5 ha et une production de 15000 qx
- Bouguirat avec 18 ha et une production de 7200 qx

I.4 Les problèmes phytosanitaire du poivron

Le poivron subit des attaques d'un grand nombre de ravageurs et de maladies, ce qui engendre des pertes considérables de rendement.

I.4.1 Les maladies

Le poivron est plus particulièrement sensible à *Phytophthora capsici*, au Stolbur, aux différents virus et au flétrissement bactérien (Tableaux 1, 2, et 3).

Selon Simon (1994), 40 % des maladies à virus transmises par les insectes, le sont par les pucerons. La transmission se fait lors des piqûres de prise de nourriture (Fig. 1). On distingue deux types de transmission :

- Selon un mode non persistant (localisé au niveau des stylets, le virus disparaît lorsque les insectes muent) ;
- Selon le type persistant, les particules sont ingérées avec la salive, passent de l'intestin dans l'hémolymphe, puis dans les glandes salivaires, où elles persistent même si l'insecte mue.

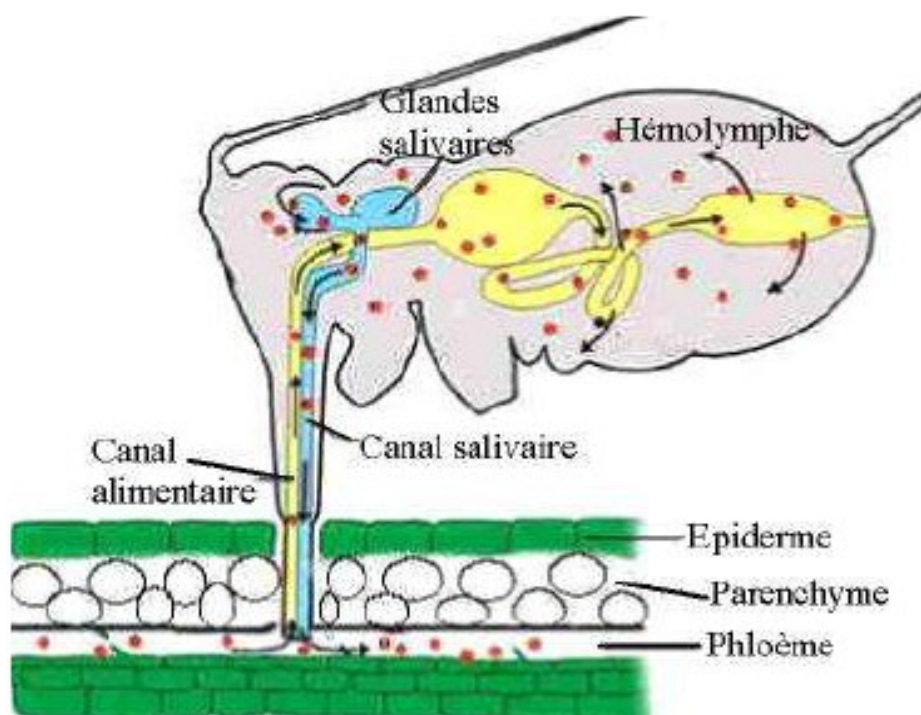


Figure 1. Diagramme schématisé de l'acquisition et la circulation du virus dans son vecteur le puceron (Sekkat, 2007)

Tableau 1. Principales maladies cryptogamiques du poivron

Agents responsables	Nature des dégâts	Importances	Références
Oïdium dû à <i>Leveillula taurica</i>	Le pathogène affaiblit les plantes et rend les feuilles infectées ondulantes et pendantes ; Des tâches blanches apparaissent à la face inférieure des vieilles feuilles.	La maladie est fréquente en été et en automne ; Elle se développe très rapidement lorsque les conditions sont favorables 50 à 70 % Hr et 20 à 30 °C.	Messiaem et Lafon, 1970 ; Elmhirst, 2006 ; Chabriere et Caudal, 2007)
Mildiou dû à <i>Phytophthora capsici</i>	Ce champignon est souvent observé en serre ; Il provoque la nécrose brune bien délimitée au collet ; Il s'ensuit un flétrissement brutal des plantes.	Ce pathogène est virulent sur les racines et la base des tiges du poivron quelque soit l'âge de la plante.	(ACTA ,1968 ; Clause jardin, 1997 ; Messiaem et Lafon, 1970 ; ACTA, 1990).
Pourriture fusarienne de la tige et des fruits dûe à <i>Fusarium solani</i>	Des lésions molles brun- foncés ou noires sur les tiges ; Le fruit mûrit de façon inégale ; Les racines deviennent ligneuses.	Cette maladie intervient au printemps et au début de l'automne.	(Elmhirst, 2006 ; Clause jardin, 1997).
Pourriture grise Dûe à	Elle provoque le dépérissement de la plante au dessus de cette tâche ;	Le pathogène possède beaucoup d'hôtes ; Il infecte les tissus	(Blancard, 1988 ; Elmhirst, 2006).

<i>Botrytis cinerea</i>	Les infections de la tige peuvent tuer la plante.	faibles ou sénescents ; Le fruit devient vieillissant (pourri) et reste invendable.	
La moisissure est due à <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Moisissure blanche	Il cause la fonte des semis avant ou après la levée ; Il provoque une lésion noire couverte d'un mycélium blanc, dense.	L'agent pathogène peut persister des années dans le sol ; Il s'attaque à la fois au collet, tige et au fruit.	(Elmhirst, 2006 ; Clause jardin, 1997).

Tableau 2. Principales maladies bactériennes du poivron

Agents responsables	Nature des dégâts	Importances	Références
Pourriture molle due à <i>Erwinia carotovora</i> .	Ces bactéries provoquent la pourriture molle des tiges et des fruits.	Les bactéries pénètrent par les stomates ou par les petites plaies provoquées par la taille ou par les piqûres d'insectes.	(Elmhirst, 2006)
Flétrissement bactérien dû à <i>Pseudomonas solanacearum</i>	Les symptômes sont un flétrissement irréversible, d'abord unilatéral puis généralisé avec brunissement des vaisseaux et des tissus contigus ; on observe un chancre ouvert sur les pétioles.	Cette bactérie est transmise par cicadelles (Homoptère : Cicadelidae).	(Messiaem et Lafon, 1970 ; ACTA ,1990)

Tableau 3. Principales maladies virales du poivron

Agents responsables	Nature des dégâts	Importances	Références
	Elle provoque le rabougrissement de la	Ces virus infectent	

La Mosaïque du tabac C'est le virus de la mosaïque du tabac ou TMV	plante et la réduction du rendement en fruits ainsi que la qualité de ces derniers : -On observe une nécrose le long des principales nervures foliaires ; - Un flétrissement suivi de défoliation ; -Les feuilles difformes présentent un motif en mosaïque et les fruits sont marbrés et d'aspect rude.	au moins 150 genres du règne végétal.	(Blancard, 1988 ; Elmhirst, 2006).
Le virus de la mosaïque de la tomate appelé TOMV	Les symptômes ressemblent à ceux de la mosaïque du tabac.	Ce virus est très proche du TMV	(Blancard, 1988 ; Elmhirst, 2006).
Stolbur : C'est un Mycoplasme appartenant au groupe des « Aster yellows »	Il provoque une chlorose généralisée suivi de défoliation et enfin la mort du plant.	La transmission est assurée par Cicadelles ou par greffage.	(Blancard, 1988 ; Messiem Lafon, 1970 ; ACTA, 1990)

I.4.2 Les ravageurs

Les pucerons constituent les déprédateurs les plus redoutables en cultures des poivrons en Algérie. Ce sont les espèces *A. gossypii* et *M. persicae* qui sont les plus rencontrées en serres comme en plein champ.

Les principaux ravageurs du poivron figurent dans le tableau 4.

Tableau 4. Acariens et insectes sur le poivron

Espèce responsable	Organes attaqués et symptômes	Références
Les acariens : -Le tétranyque à deux points (<i>Tetranychus urticae</i> Koch) - <i>L'Aculopslycopersici</i>	L'acarien provoque le blocage de la végétation ; Il montre de petites ponctuations jaunes sur les folioles ; On observe la présence de nombreuses toiles soyeuses lorsque les populations sont denses. Cet acarien provoque des plages luisantes sur tiges avec dessèchement et chute des folioles et des feuilles ; les fruits peuvent être liégeux et craquelés.	(Blancard, 1988 ; Chouinard, 1997).
Les Homoptères :	Les attaques très fortes de puceron	

<p><i>Aphis gossypii</i> et <i>Myzus persicae</i> Sont les principaux pucerons</p>	<p>provoquent un arrêt de croissance avec déformation et recroquevillement des feuilles ; la production de miellat permet le développement de la fumagine ; Ces espèces sont vectrices de virus CMV (virus de la mosaïque du concombre) et LMV (virus de la mosaïque de la laitue).</p>	<p>(Blancard, 1988 ; Chabriere et Caudal, 2007).</p>
<p>Les Thrips : (Ordre des Thysanoptères) <i>Frankliniella occidentalis</i> Ce thrips a été signalé en Europe en 1990 .En Algérie il n'a pas été étudié à ce jour (Guénaoui com.pers., 2008)</p>	<p>Les thrips provoquent des stries ou taches blanc argenté sur la feuille ou le fruit ; Sur jeunes pousses on observe des déformations sur feuilles.</p>	<p>(Elmhirst, 2006 ; Chabriere et Caudal, 2007).</p>

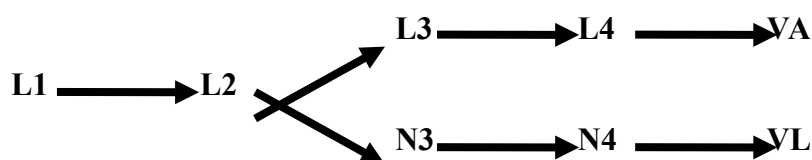
Chapitre II. Généralités sur les pucerons des cultures

II.1 Introduction

Les pucerons appartiennent à l'ordre des Hémiptères sous ordre des Homoptères et à la famille des Aphidoïdea (Leclant, 1970). Ils constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs (angiospermes) dont presque toutes les espèces sont hôtes d'aphides (Fraval, 2006 ; Simon, 1994 ; Sauvion, 1995).

Les pucerons ont une taille qui varie de 2 à 5 mm. Ils possèdent un corps de différentes formes et couleur. Leur développement passe par quatre stades de croissance successifs (Fig. 2) entre lesquelles, ils se débarrassent de leur exosquelette, c'est la mue.

Le développement d'un puceron peut être schématisé comme suit :



L1, L2, L3, L4 : larves du 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} stade de la forme aptère ;

N3, N4 : larves à ptérothèques du 3^{ème} et 4^{ème} stade larvaire de la forme ailée ;

VA : adulte virginipare aptère ; **VL** : adulte virginipare ailée (Sauvion, 1995).

La tête porte une paire d'yeux composés et une paire d'antennes longues et minces chez la plupart des aphides. Sur le thorax sont insérées trois paires de pattes et deux paires d'ailes pour les formes ptérygotes. L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure une paire de cornicules ou siphons qui permet la sécrétion de phéromones d'alarme qui règlent les relations entre les individus. Selon Rabasse

(1979) ; Dedryver (1981) ; Lambert (2007), le neuvième tergite abdominal se modifie en forme de queue distincte ou cauda (Fig. 3).

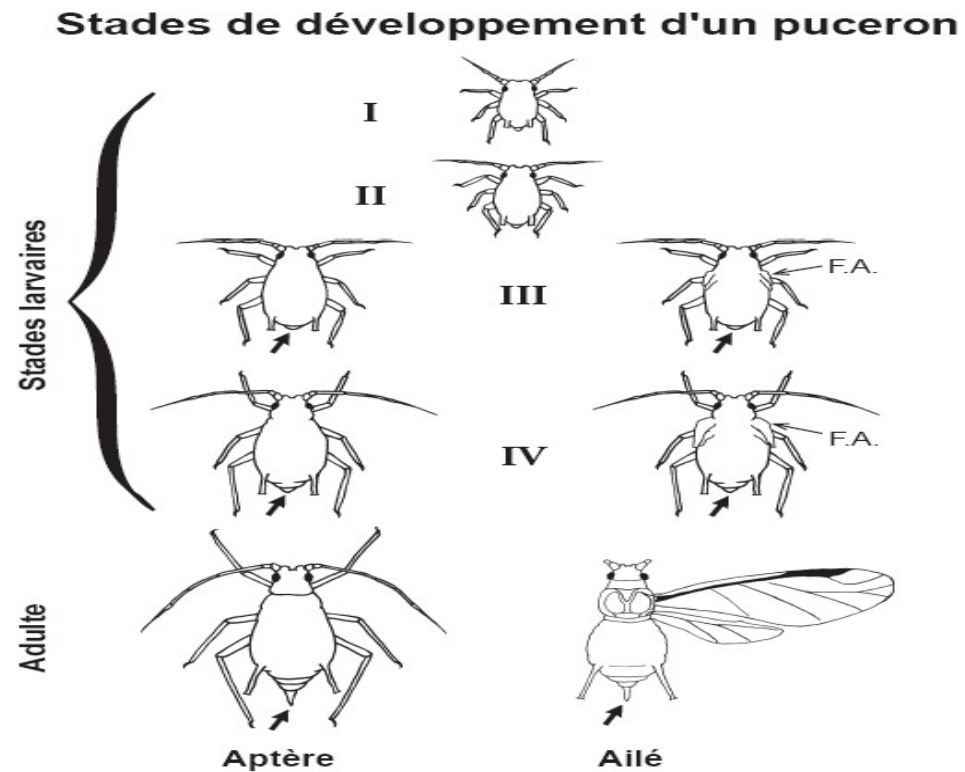


Figure 2. Le développement des stades larvaires des pucerons aptères ou ailés (Godin et Boivin, 2002)

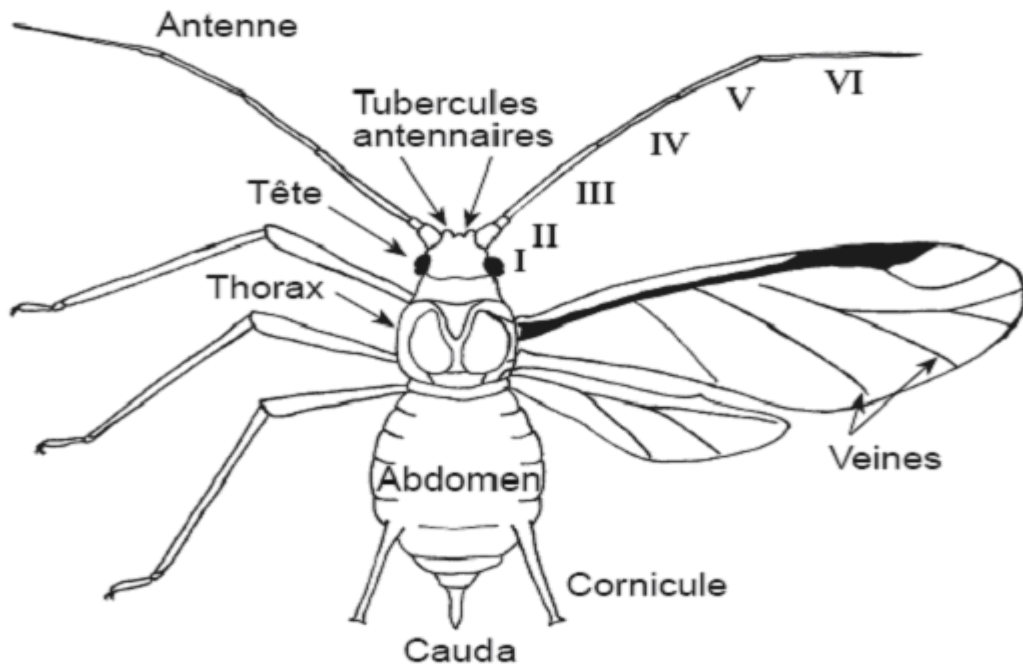


Figure 3. Morphologie d'un puceron ailé (Godin et Boivin, 2002)

II.2 Le cycle biologique

Les pucerons sont tous plurivoltins et ils ont, sauf exception, plus de deux générations par an. Le cycle évolutif de la plupart des pucerons est caractérisé par l'alternance entre une génération amphi sexuelle et une, ou généralement, plusieurs générations ne comportant que des femelles parthénogénétiques. C'est-à-dire une reproduction holocyclique où il y a obligatoirement présence d'une phase sexuée, et une autre anholocyclique qui concerne certains pucerons qui ont perdu totalement ou partiellement la possibilité de se reproduire par voie sexuée (Dedryver, 1981).

Selon Guénaoui (1988), *Aphis gossypii* a été décrite d'une part comme espèce holocyclique présentant une phase sexuée ayant pour hôtes primaire deux plantes différentes du genre *Hibiscus*, *Catalpa*, et d'autre part, comme espèce strictement anholocyclique à reproduction exclusivement parthénogénétique, comme cela semble être le cas dans nos régions littorales.

Dans les régions tropicales et sous le climat méditerranéen, les espèces d'aphides qui ont été introduites à partir de zones tempérées, se maintiennent d'une année à l'autre par anholocyclie, c'est le cas de *M.persicae* et de *Macrosiphum euphorbiae* (Dedryver, 1981). Les populations de puceron peuvent se multiplier par 10 ou 12 chaque semaine et survivre toute l'année en serre (ACTA, 1990 ; Fraval, 2006).

II.3 L'appareil digestif des pucerons

D'après Adalia (2004), l'appareil buccal piqueur suceur des pucerons transperce les tissus végétaux et ponctionne ainsi la sève pauvre en acides aminés et peu nutritif ; les pucerons ponctionnent plus de sève pour améliorer leur apport nutritif d'où un gros risque d'éclatement auquel les pucerons ont trouvé un dispositif anatomique pour filtrer la sève absorbée et rejeter aussitôt le liquide appauvri (Fig. 4).

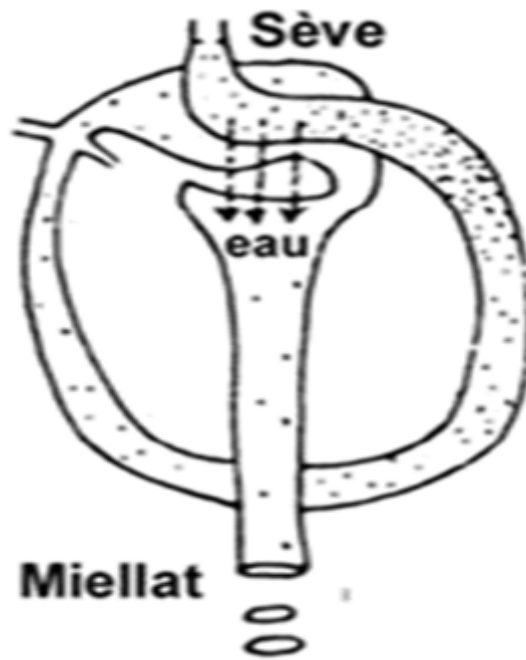


Figure 4. La chambre filtrante de sève des pucerons et excrétion de miellat (Adalia , 2004)

Toutes les espèces des pucerons vivent en symbiose avec une bactérie intracellulaire du genre *Buchnera* indispensable à leur survie car elle leur fournit des acides aminés essentiels car la sève phloémienne des plantes est déficiente en acides aminés et en vitamines (Fayard, 2008). Le glutamate serait le seul acide aminé fourni par l'insecte à ses bactéries symbiotiques qui servirait à la synthèse des acides aminés essentiels (Liadouze et Nardon, 1995).

II.4 Caractéristiques morphologiques des pucerons étudiés

II.4.1 Le puceron vert du pêcher *Myzus persicae* Sulzer (1776)

M. persicae est un petit puceron en forme de poire qui mesure de 1,2 à 2,6 mm ; sa couleur varie du vert pâle au jaune pâle en passant par le rougeâtre. L'adulte ailé est généralement plus grand que l'aptère .Il a des taches noires sur l'abdomen ; la tête et le thorax sont de couleur noire avec deux longues paires d'ailes translucides (Bijlmakers, 1995 ; Sekkat, 2007).

L'adulte aptère est plus petit avec une cauda assez courte par rapport à celles de l'ailé. Les antennes sont aussi longues que le corps et les cornicules sont verts et longs, renflées au milieu et rembrunies à l'extrémité (Fig.5). Les tubercules antennaires sont bien développés et convergents (Fig. 6). Ce puceron est très

polyphage , pouvant être nuisible sur les cultures sous abri (poivron, tomate, concombre, courgette, melon,...), sur des cultures horticoles (chrysanthème, *Pelargonium*,...). Le puceron vert du pêcher peut transmettre plus de 100 virus (Estorgues, 2005).

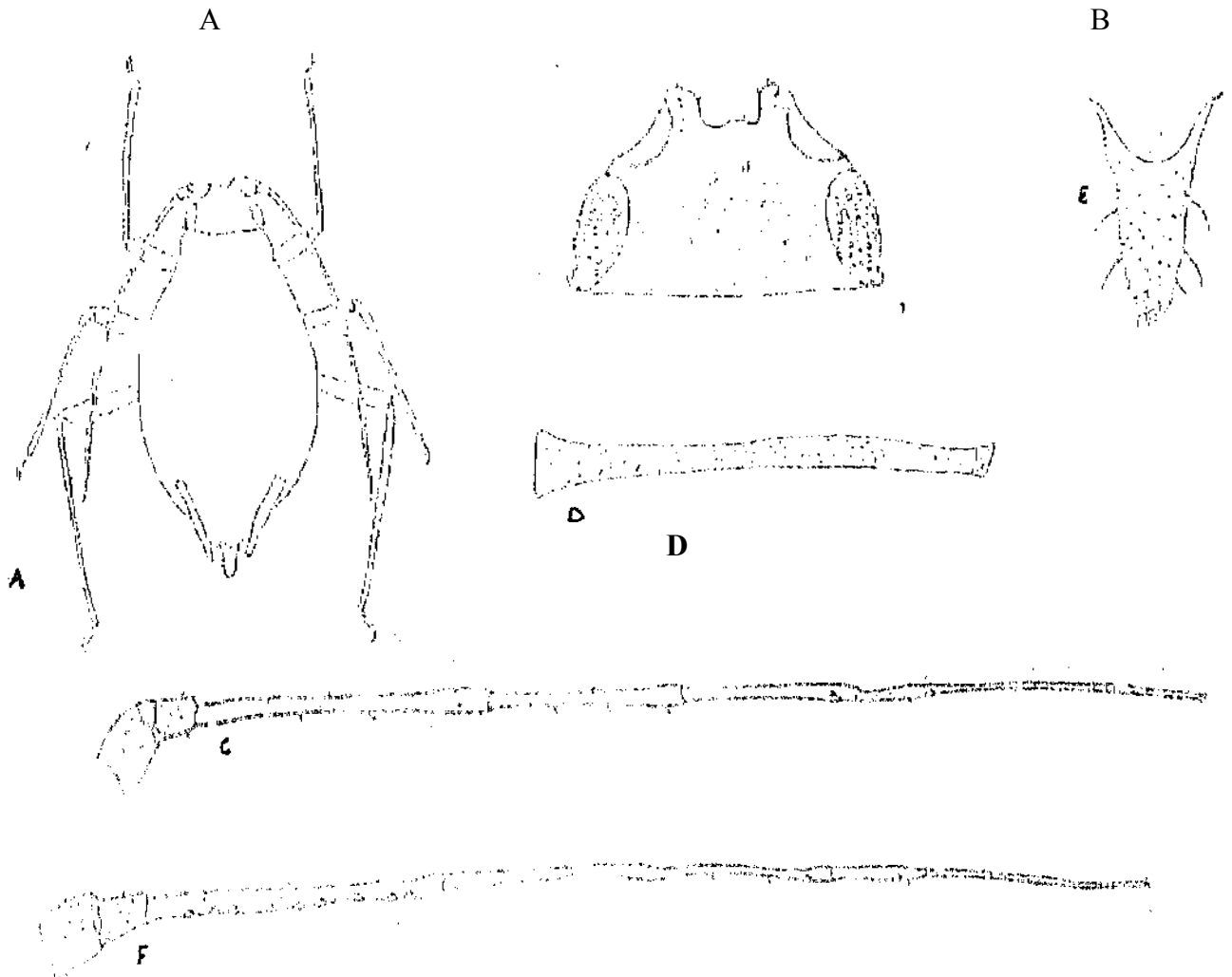


Figure 5. Caractères morphologiques de *Myzus persicae* Sulzer

A : forme aptère, B : tête, C : antenne de la forme aptère, D : cornicules, E : cauda, F : antenne de la forme ailée (Leclant, 1982).

Tub. ant. renflés
 Corps forme de poire
 Appendices pâles



Figure 6. Clé d'identification des pucerons aptères de *Myzus persicae* (Godin et Boivin, 2002)

II.4.2 Position systématique de *Myzus persicae*

La position systématique de l'espèce *M. persicae* (Blackman et Eastop, 1985 ; ACTA, 1990 ; Ben Halima et Ben Hamouda, 2005).est la suivante.

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous-embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Infra classe	Neoptera
Super ordre	Hemipteroidea
Ordre	Hemiptera
Sous ordre	Sternorrhyncha
Super famille	Aphidoidea
Famille	Aphididae
Genre	<i>Myzus</i> (Passerini, 1860)
Espèce	<i>Myzus persicae</i> Sulzer ,1776

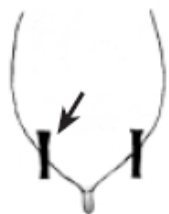
II.4.3 *Aphis gossypii* Glover (1877) appelé aussi puceron du coton

Ce puceron mesure 1,5 à 1,8 mm de long. Son corps est de forme ovoïde, sa coloration varie du jaune- clair au brun-foncé en prenant des couleurs intermédiaires (Fig.7) ; Les cornicules sont courtes et noires avec une petite cauda (queue) toujours plus pâles que les cornicules portant 5 à 7 soies. L'absence des tubercules frontaux et des antennes plus courtes que le corps (Fig. 8) (Patti, 1983 ; Leclant, 1999).



**Figure 7. Larves et adulte aptère d'*Aphis gossypii*
(Sekkat,2007)**

Corn. + foncées que cauda
Couleur corps variable



Tête plate

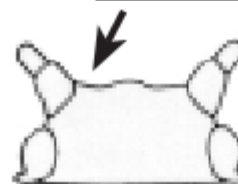


Figure 8. Clé d'identification des pucerons aptères d'*Aphis gossypii* (Godin et Boivin, 2002)

II.4.3.1 Position systématique d'*A. gossypii*

D'après Blackman et Eastop (1985), la position systématique d'*A. gossypii* peut être résumé comme suit :

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous-embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Ordre	Homoptera
Famille	Aphididae
Sous-famille	Aphidinae
Tribu	Aphidini
Genre	Aphis
Espèce	<i>A.gossypii</i> Glover.1877

II.4.3.2 Les formes ailées

Cette espèce produit beaucoup de formes ailées (Fig.9) en réponse aux changements des facteurs environnementaux tel que la réduction de la photopériode

ou les hautes températures ; on note que 40% de la population est de forme ailée lorsque la température s'élève et que la plante est sénescente (Guénaoui, 1988). Cette surpopulation classe l'espèce parmi les plus redoutables du fait du rôle qu'elle peut jouer dans la dissémination des maladies virales (Robert et Joëlle, 1976).



Figure 9. L'adulte ailé d'*Aphis gossypii* (Sekkat,2007)

II.4.3.3 Les formes sexuées

La formation des formes sexuées est en premier lieu sous la dépendance de la photopériode. Les sexupares apparaissent à l'automne lorsque la durée du jour commence à décroître ; en fait, c'est la durée de la période nocturne qui compte, les sexupares ne sont formés que si celle-ci dépasse douze heures (Lees, 1966).

II.5 Les dégâts des pucerons

Ces insectes piqueurs suceurs peuvent causer des dégâts indirects surtout par la transmission de particules virales « Virus du Concombre, Virus de la mosaïque de

la Laitue (LMV) et virus de la mosaïque du céleris». *M.persicae* est connue pour être l'espèce vectrice la plus importante, pouvant inoculer plus de 120 virus (Blackman et Eastop, 1985). Par contre *A. gossypii* est vecteur de plus de 50 virus (Kessing et Flmau, 2007).

- Les dégâts directs sont dus à la spoliation, irritation et la phototoxicité.
- Les pucerons prélèvent directement dans la sève phloémienne une partie des produits de la photosynthèse, dont les acides aminés essentiels à la plante. Ces prélèvements, lors d'infestations massives par les pucerons, peuvent provoquer un arrêt de la croissance de la plante (Miles, 1989) ;
- Les produits non assimilés ou transformés par l'insecte forment le miellat rejeté par l'anus sur la plante ; Les feuilles salies n'ont plus la même capacité de capter la lumière et la croissance de la plante est ralentie ;
- Les pucerons peuvent favoriser la prolifération de maladies fongiques, soit en transportant des spores (Huang et al, 1981), soit en occasionnant une plus forte capture de spores lorsque la plante devient gluante de miellat (Comeau, 1992) ;
- Le miellat constitue un milieu riche pour le développement de fumagine appelée *Cladosporium* qui noircit les feuilles et les fruits, rend ces derniers impropres à la commercialisation (Sauvion, 1995).

II.6 La faune auxiliaire aphidiphage

Les ravageurs des plantes sont détruits dans la nature par de nombreux organismes (insectes, arachnides et nématodes) ou les microorganismes (bactéries et champignons).

Selon leur mode d'alimentation on subdivise les arthropodes auxiliaires en deux grandes catégories : Les prédateurs et les parasitoïdes (Gantier, 1990 ; Berger, 2006).

II.6.1 Les prédateurs

Les prédateurs tuent leur proie pour se nourrir de leur contenu ; ils sont de taille supérieure à celle des proies. Parmi les prédateurs on trouve des groupes très différents appartenant à plusieurs ordres (Fig.10).

II.6.1.1 Les Coléoptères

Les coccinelles sont généralement prédatrices aussi bien à l'état adulte qu'à l'état larvaire, 06% des coccinelles seulement sont phytophages (Iperti ,1985). Le régime carnassier vorace chez les prédateurs joue un rôle important dans la limitation de la pullulation de leur hôte. Une larve âgée de la coccinelle à 7 points *Coccinella septempunctata* peut consommer 100 pucerons par jour et une *Hippodamia convergens*, consomme 50 à 60 pucerons par jour ; tandis qu'une petite coccinelle de *Scymnus* n'en dévore que 08 pucerons par jour (Chaubet, 1992 ; Berger, 2006 ; Ferguson, 2005). Ce prédateur supporte des températures assez basses à partir de 10 °C, ce qui permet de l'utiliser à l'intérieur comme à l'extérieur (Berger, 2006). En Algérie plusieurs espèces de coccinelles aphidiphages ont été recensées (Saharaoui et Gourreau, 2000).

II.6.1.2 Les Névroptères

Les adultes n'ont aucune activité prédatrice ; ce sont des insectes aux ailes très égales de couleurs bleues métallisées, ils se nourrissent de nectar et de miellat de puceron ou encore de pollen. Les trois stades larvaires des Chrysopes très actives de jour et de nuit percent la carapace de leurs proies et en sucent le contenu (Riba et Silvy, 1989 ; Ferguson, 2005).

Parfois elles interfèrent sur l'activité des parasitoïdes (Guénaoui, 1988,1990). Une larve peut consommer jusqu'à 500 pucerons au cours de sa vie (Simon et al, 1994).

Chrysoperla carnea : L'adulte est de couleur vert avec un corps fin et allongé ; il possède deux paires d'ailes transparentes. La femelle pond jusqu'à 20 œufs séparés ou groupés par jour en dessous de la feuille. La larve de couleur gris vert est peut dévorer jusqu'à 50 pucerons par jour ; elle se nourrit d'acarien, puceron, thrips et œufs de papillon. Mais semble avoir une préférence pour les pucerons. Il est difficile de maintenir une population de chrysopes au sein des serres car une fois les adultes formés quittent les serres.

II.6.1.3 Les Diptères

Au sein de cet ordre, existent des espèces prédatrices comme les Syrphes et les Cécidomyies ; ces larves sont des prédatrices et les adultes sont floricoles se nourrissent de nectar et pollen.

II.6.1.3.1 Les Syrphes

Est une mouche de 1 à 2 cm, l'abdomen jaune avec de larges lignes noires (semblable à une guêpe). La larve est un asticot de couleur variable selon l'espèce ; elle est très vorace et peut consommer en moyenne 400 à 700 pucerons durant les deux semaines que dure le stade larvaire

(Riba et Silvy, 1989 ; Simon, 1994).

II.6.1.3.2 Les cécidomyies

L'espèce la plus représentée est *Aphidoletes aphidimyza* Rondani s'attaquent à toutes les espèces de pucerons des légumes de serre (une soixantaine d'espèces de pucerons). L'adulte à une activité nocturne, ressemble à une mouchette de couleur noire. Les larves consomment en moyenne de 05 à 10 pucerons par jour, nombre pouvant atteindre 80 à 100 en laboratoire ; et provoque peu de réaction de défense par les pucerons, contrairement aux parasitoïdes (Ferguson, 2005; C.E.H.W, 2006). Cet auxiliaire est sensible aux températures basses et ne peut donc être utilisé que dans les cultures sous abris (Berger, 2006).

II.6.2 Les parasitoïdes

La plupart des parasitoïdes aphidiphages appartiennent à l'ordre des hyménoptères et à la famille des Braconidae. Les hyménoptères sont de très petites guêpes, de 02 à 03 mm de long dont les femelles portent un ovipositeur qui leur sert à insérer les œufs dans le corps de leur hôte (Riba et Silvy, 1989). La larve effectue la totalité de son développement aux dépens d'un seul individu hôte dont elle provoque la mort plus ou moins rapidement. Elle se tient soit à la surface (ectoparasite), soit à l'intérieur (endoparasite) du corps de l'insecte parasité. Le parasitoïde est de taille inférieure à celle de leur hôte. Ce qui les rend difficiles à voir sur le terrain. En revanche, ils laissent des traces repérables de leur activité parasitaire puceron

momifiée portant un orifice de sortie de l'endoparasite lorsqu'il y a émergence (Gantier, 1990 ; Chaubet, 1992).

Les Hyménoptères parasitoïdes de pucerons appartiennent à deux familles différentes :

- La famille des Braconidae (sous famille : Aphidiinae), comprend les genres : *Aphidius*, *Lysiphlebus*, *Praon*, qui sont les plus importants et les plus diversifiés.
- La famille des Aphelinidae est caractérisée par la couleur de la momie, d'une teinte noire très facile à distinguer (Chaubet, 1992).

Selon Célini (2001), les Hyménoptères sont des insectes haplo-diploïde : les mâles sont haploïdes car leurs cellules ne possèdent qu'un seul exemplaire (n) de chacun des chromosomes de l'espèce tandis que les femelles sont diploïdes, leurs cellules renfermant une paire ($2n$) de chaque chromosome. Après l'accouplement, la femelle stocke les spermatozoïdes du mâle dans un réservoir ou spermathèque, dont elle contrôle l'ouverture au moment de la ponte. La femelle accouplée choisit de féconder ou non son œuf selon la taille, la femelle pond généralement un œuf fécondé qui donnera une femelle. Si l'hôte est de petite taille, elle dépose un œuf non fécondé qui donnera un mâle par parthénogenèse arrhénotoque. Mais chez d'autres, les œufs non fécondés ne produisent que des descendants femelles (parthénogénèse télithoïque) ou une descendance composée de mâles et de femelles (parthénogénèse deutérotoïque).



(a)



(b)



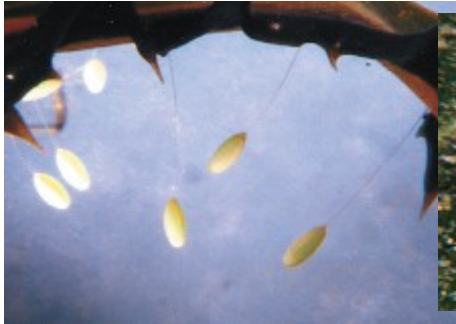
(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

Figure 10. Insectes prédateurs de pucerons (Godin, Boivin, 2002)

- (a) Oeufs de coccinelle.
- (b) Jeune larve de coccinelle.
- (c) Larve agée de coccinelle.
- (d) Pupa de coccinelle (stade de la métamorphose).
- (e) Larve de diptère prédateur (Syrphidae).
- (f) Oeufs de chrysope au bout de fils de soie.
- (g) Larve de chrysope.

II.6.3 Les champignons entomopathogènes

Ce sont les Entomophthorales qui sont comme des bio pesticides potentiels contre les pucerons

(Sauvion, 1995). Le mycélium pénètre à travers le tégument des pucerons et envahisse leur cavité générale ; après la mort de l'hôte, il y a sporulation et projection de conidies qui infectent d'autres individus. Dans ce cas, il est important que l'hygrométrie soit élevée (Riba et Silvy, 1989 ; Chaubet, 1992).

Chapitre III. Evolutions des moyens de lutte contre les pucerons des cultures protégées

III.1 La lutte chimique

L'accroissement de la productivité grâce aux méthodes de lutte contre les insectes est actuellement une préoccupation importante et vitale en agriculture. L'utilisation abusive d'insecticides chimiques ne fait pas seulement qu'entraîner l'apparition de phénomènes de résistance chez les insectes ravageurs, mais affecte aussi défavorablement les organismes bénéfiques comme les insectes pollinisateurs et les ennemis naturels des insectes (Trudel, 2005).

La pollution par les pesticides des productions végétales (légumes, fruits) a nécessité l'établissement de niveau de tolérance de résidus dans les produits alimentaires destinés à la consommation humaine, surtout dans les pays développés, après la prise de conscience des impacts environnementaux et l'inquiétude des consommateurs sur leur santé et leur volonté de s'alimenter à partir de produits plus sains. C'est dans ce contexte général, que les principales stratégies de protection biologique et intégrée des cultures sont appliquées (Ramade, 1982; ACTA, 1990).

III.2 La lutte agro technique

La lutte agrotechnique est composée de plusieurs pratiques pour préserver la culture de ses ennemis :

- Pratiquer une rotation appropriée, enfouir et détruire les résidus de cultures ;
- Eliminer les mauvaises herbes dans la serre ;
- Installer des moustiquaires sur les ouvrants des serres ;
- Examiner attentivement et régulièrement les plants dans la serre ;
- Eviter la culture d'autre légumes et plantes ornementales dans la serre et autour ;
- Inspecter soigneusement tout nouvel arrivage de plantes ou de boutures ;
- Ne jamais sous-estimer les premiers foyers qui peuvent rapidement s'étendre à toute la serre ;
- Placer des pièges à glu qui servent à capturer les pucerons ailés ;

- Contrôler les populations de fourmis, qui protègent les pucerons de leurs ennemis en échange de leur miellat sucré (Lambert, 2007) ;

- Appliquer avec modération des engrais azotés dont excès est un facteur d'exacerbation des populations des pucerons et d'acariens (Jourdeuil, 1979) ;

Une autre stratégie, est l'usage de plantes réservoirs (graminées), lesquelles permettent aux auxiliaires (guêpes) de se reproduire et d'être toujours présents en serre avant l'envahissement des pucerons (Elmhirst, 2006).

III.3 La protection biologique et intégrée

C'est un concept de la protection des cultures dont l'application fait intervenir un ensemble de méthodes de protection pour contrôler les ravageurs dont la base est constituée par l'introduction d'organismes vivants dans l'agrosystème semi clos des serres (Ridray, 2006).

A la protection biologique, sont associées diverses méthodes pour favoriser l'installation et l'efficacité des auxiliaires introduits ou pour compléter leur action. Ces méthodes font appel à des actions physiques, chimiques ou relatives au matériel végétal et à sa conduite. Leur efficacité partielle s'intègre au sein de la stratégie pour la rendre plus efficiente. Combiner au mieux ces mesures, pour atteindre un état d'équilibre ravageur / auxiliaire précoce et durable, sans compromettre les rendements financiers.

La protection biologique et intégrée doit aussi répondre à l'arrivée de nouveaux ravageurs, porteurs de risques associés, et de proposer des solutions valides (Ridray, 2006).

Chapitre IV. Généralités sur *Aphidius matricariae*

IV.1 Description

A. matricariae est un micro parasitoïde de 1,5 à 2,2 mm de longueur, ce parasitoïde parasite près d'une quarantaine d'espèces de pucerons. La femelle est relativement plus grosse que le mâle, son abdomen est de forme lancéolé, se termine par un ovipositeur (Fig. 11). La tête porte une paire d'yeux composés et trois ocelles. Le mâle à un abdomen arrondi ; ses antennes sont composés de 16 à 17 articles, la femelle en a 14 à 15 articles. *A. matricariae* a la capacité de repérer de nouvelles colonies de pucerons, même lorsque les populations de puceron sont faibles.

Ce parasitoïde peut être utilisé toute l'année dans les serres et à l'extérieur, il ne présente pas d'arrêt de développement (Biobest, 2008 ; Biconet, 2006 ; Mennas, 2002).

IV.2 Position systématique d'*A. matricariae*

La position systématique d'*A. matricariae* est la suivante (Tomanovic et al., 2003).

Ordre	Hymenoptera.
Famille	Aphidiidae
Sous famille	Aphidiinae
Tribu	Aphidiini
Genre	<i>Aphidius</i>
Espèce	<i>Aphidius matricariae</i> Haliday (1834)

IV.3 Mode de reproduction et cycle biologique d'*A. matricariae*

Les espèces de famille des Aphidiidae sont toutes endoparasites, c'est-à-dire que l'œuf est déposé à l'intérieur de l'hôte. La larve se nourrit de l'hémolymphe avant de détruire les organes de la victime (Leclant, 1970 ; Rabasse, 1984).

La femelle adulte pond l'œuf à l'intérieur de l'hôte, l'embryon entame son développement 24 heures plus tard ; 48 heures plus tard il évolue en larve. Au

deuxième stade larvaire, la segmentation de la tête et du corps est moins apparente. Ce n'est qu'au quatrième stade que les pièces buccales sont nettement différenciées, ainsi que les antennes.

La larve du dernier stade tisse un cocon soyeux à l'intérieur de la dépouille de l'hôte qu'on appelle momie (Fig. 12) et se nymphose durant une moyenne de 12 heures à une température de 20°C. La chrysalide constitue le dernier stade avant l'éclosion, l'adulte découpe à l'aide de ses mandibules un orifice circulaire au niveau des derniers tergites de son hôte et s'échappe (Kaakeh, 1981).

La femelle peut pondre 100 œufs et accomplit son cycle de vie (Fig. 13) en 10 jours à 25°C et 15 jours à 21°C (Mennas, 2002 ; Saâda, 2004).



Figure 11. *Aphidius matricariae*, adulte parasitant un puceron (www.Biobest.org)



Figure 12. Les momies sur une population d'*Aphis gossypii* (Sekkat, 2007)

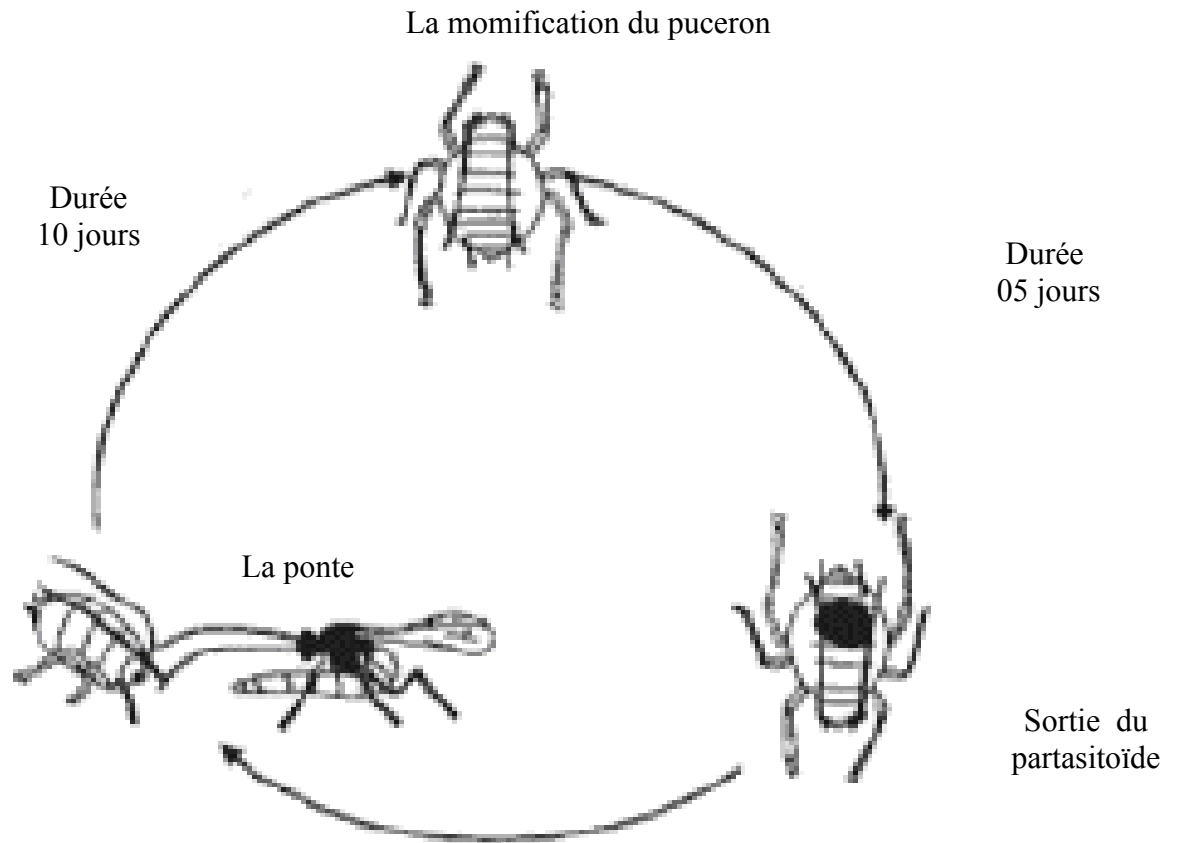


Figure 13. Le cycle biologique d'*Aphidius matricari* (Sekkat, 2007)

Chapitre I. Méthodes de production des trois niveaux trophiques: plante hôte /ravageur /auxiliaire

I.1 La plante hôte

La culture utilisée dans notre étude est le poivron (*Capsicum annum* L). Le cultivar utilisé est Safari F1. C'est une variété hybride de grande taille à feuilles d'un vert foncé et résistante aux maladies. Nous avons réalisé des semis et des repiquages échelonnés pour pouvoir obtenir de la végétation sur une longue durée. Les jeunes plants de 15cm de haut ont été repiqués dans un substrat constitué d'un mélange de terre et de terreau mis dans des pots en plastique de forme tronconique ayant 13,5 cm de diamètre à la base et 25cm de diamètre en haut. Pour les besoins de l'expérimentation plusieurs plants sont placés dans des cages transparentes de forme parallélépipédique (40cmx40cmx80cm) voir. Les expérimentations se sont déroulées dans la salle expérimentale dont l'éclairage est complété par une rampe de néons. Les enregistrements de la température et de l'hygrométrie (Fig. 14, 15, 16 et 17) sont réalisés une fois par jour (Annexes A, B, C, D).

I.2 Les ravageurs

Les deux espèces de pucerons étudiées sont *Myzus persicae* Sulzer et *Aphis gossypii* Glover. Les deux souches ont été prélevées au niveau de la serre de l'exploitation agricole rattachée à l'université située à Mazargan (Wilaya de Mostaganem). Un élevage a été reconstitué en salle expérimentale à partir de virginipares aptères (VA). Les plants de poivron indemnes sont infestés régulièrement par les pucerons sains et placés sous cage individuelle pour éviter le mélange d'espèces de pucerons.

I.3 Les auxiliaires

Nous avons testé deux types d'entomophages : deux hyménoptères parasitoïdes de pucerons et une mouche prédatrice.

I.3.1 Les Hyménoptères parasitoïdes

Dès le début de Mai 2008 nous avons récolté plusieurs momies d'*A. gossypii* sur poivron à l'intérieur de la serre. Des momies ont été récoltées également sur *Hibiscus* et sur la morelle noire (*Solanum nigrum*). Ces momies ont été mises en éclosoir individuel (gélule transparente en gélatine) pour une détermination ultérieure des adultes et multiplication de la souche de parasitoïde.

Chaque individu identifié a été placé dans un tube en verre et nourri avec un mélange d'eau et de miel. La majorité des espèces de parasitoïdes correspondait à l'espèce *Lysiphlebus fabarum*. *Aphidius matricariae* est minoritaire.

I.3.2 La cécidomyie (*Aphidoletes aphidimyza* Rondani)

Au même moment que l'apparition des momies sur culture en serre, nous avons constaté une présence importante de larves de la cécidomyie prédatrice (*A. aphidimyza*). Nous avons pratiqué un prélèvement hebdomadaire de plusieurs feuilles de poivron infestées de pucerons et contenant des larves du prédateur. Les échantillons ont été rapportés au laboratoire pour l'expérimentation.

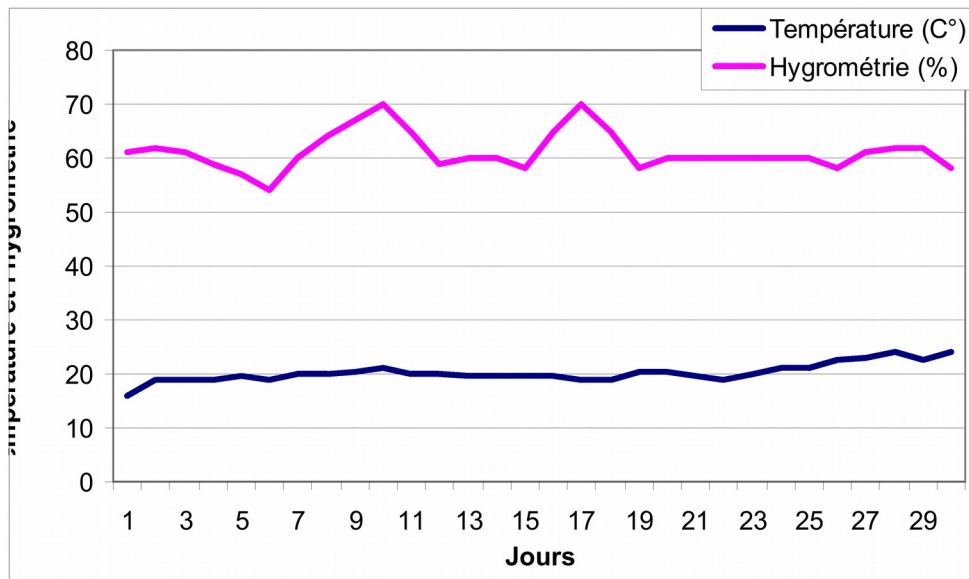


Figure 14. Evolution de la température et de l’hygrométrie du mois d’avril 2008 dans la salle expérimentale

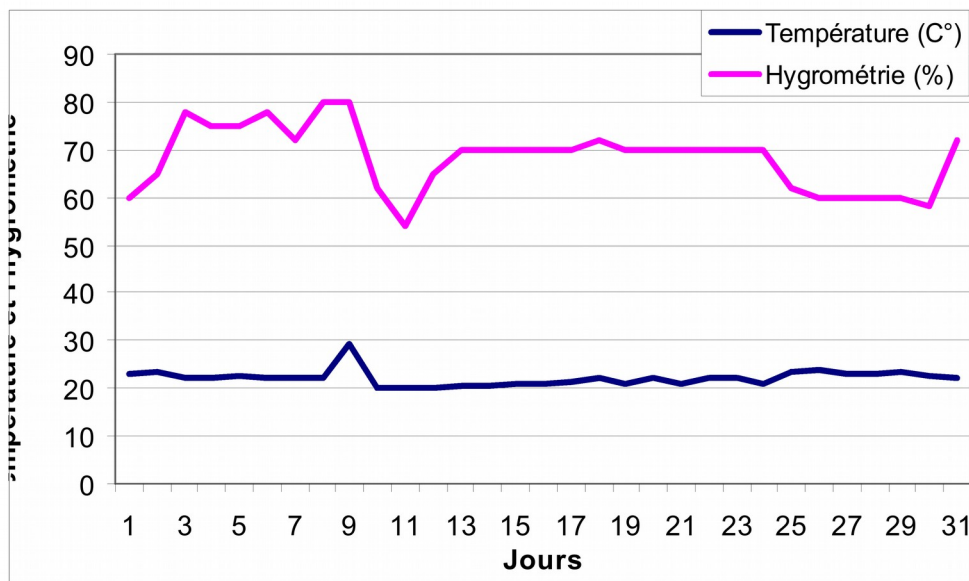


Figure 15. Evolution de la température et de l’hygrométrie du mois de mai 2008 dans la salle expérimentale

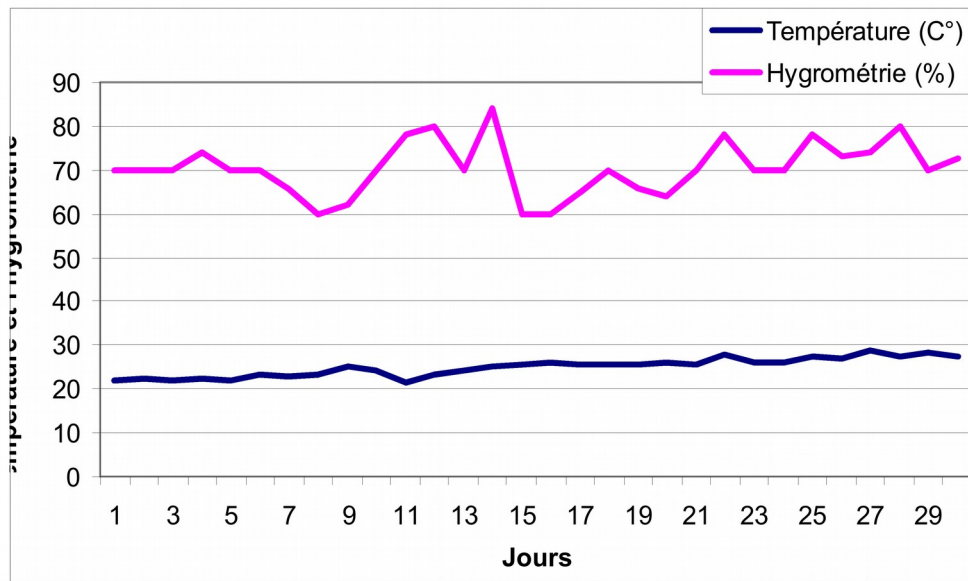


Figure 16. Evolution de la température et de l'hygrométrie du mois de juin 2008 dans la salle expérimentale

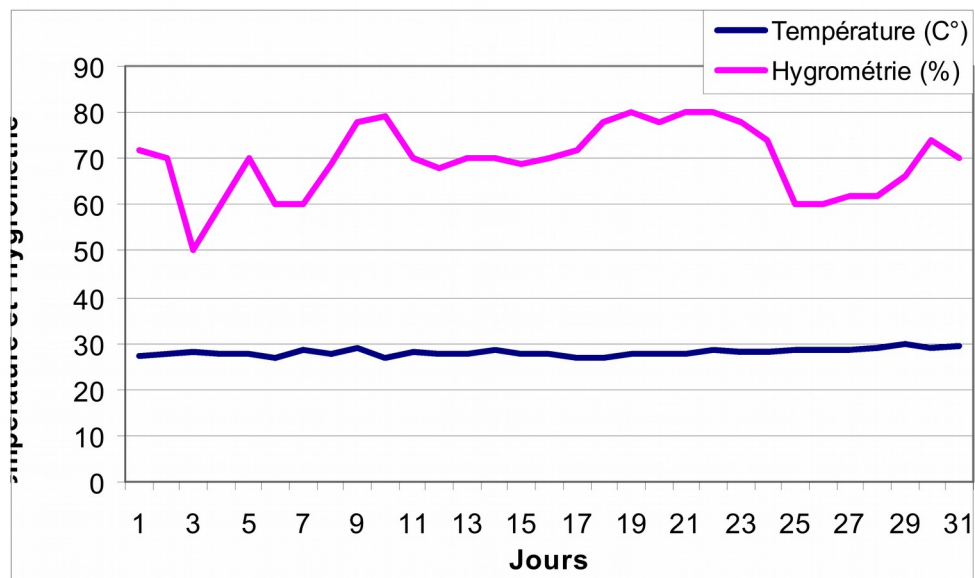


Figure 17. Evolution de la température et de l'hygrométrie du mois de juillet 2008 dans la salle expérimentale

Chapitre II. Caractéristiques bioécologiques de *Myzus persicae*

II.1 Introduction

Dans le but de mieux connaître le potentiel de *M. persicae* nous avons étudié les paramètres suivants : la durée de développement, la fécondité et la longévité.

II.2 La durée de développement

II.2.1 Matériels et méthodes

Les pucerons étudiés sont issus de virginipares aptères nourries sur disque de feuille de poivron fraîche. Le végétal est déposé sur un film d'eau dans une boîte de Pétri en plastique. Le support végétal est renouvelé en moyenne tous les deux jours pour assurer une alimentation convenable aux pucerons. Cette méthode est utilisée pour toutes les expérimentations.

II.2.2 Résultats et discussion

Les résultats sur la durée de durée de développement de *M. persicae* figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5. Durée de développement (en jours) de *Myzus persicae* à T = 22 ± 2° C et Hr = 70 %

Stades	Durée de développement (en jours)				Nombre de pucerons testés
	De la naissance au L2	De L2 à L3	De L3 à L4	De L4 à VA	
Moyenne et écart type	1,77 ± 0,53	1,55 ± 0,50	1,50 ± 0,55	1,47 ± 0,55	N = 36

A 22° C, la durée de développement de *M. persicae* sur poivron est de 06 jours. Dans les conditions expérimentales similaires mais à une hygrométrie légèrement supérieure. Lorsque la température diminue, la durée de développement augmente sensiblement.

Ainsi, Guerfi (2001) ; Mennas (2002) et Saâda (2004) ; ont obtenu une durée de développement chez *M. persicae* de 07 jours et demi à 20°C.

II.3 La fécondité de *Myzus persicae*

II.3.1 Matériels et méthodes

Les conditions expérimentales sont identiques à celles de la durée de développement du puceron ; les observations sont réalisées une fois par jour.

II.3.2 Résultats et discussions

La fécondité est de 47,54 ± 16,63 larves par VA en moyenne à 22 ± 2°C (Fig. 18). Ces chiffres sont inférieurs à ceux notés par Guerfi (2001) et Saada (2004) à des conditions expérimentales proches, soit 62 larves par VA.

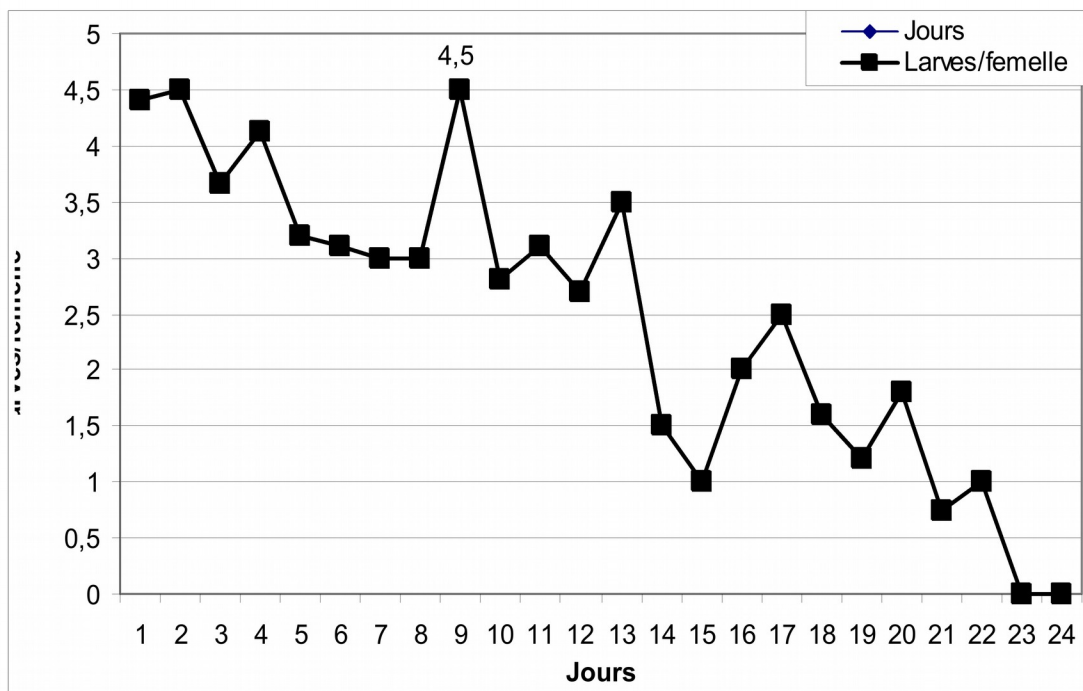


Figure 18. Fécondité journalière moyenne de *Myzus persicae* (à $T = 22 \pm 2^\circ\text{C}$ et $\text{Hr} = 70\%$)

II.4 Longévité de *Myzus persicae*

II.4.1 Matériels et méthodes

L'essai a été effectué dans les mêmes conditions que les expérimentations précédentes. Les observations sont notées une fois par jour. Les VA utilisées dans cette étude proviennent de l'essai de l'estimation de la fécondité.

II.4.2 Résultat et discussion

La longévité est de $28 \pm 2,19$ jours en moyenne à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ pour un nombre de virginipares aptères égale à 20. Le même résultat a été obtenu par Mennas (2002) à des conditions expérimentales proches.

II.5 Conclusion

Au cours de l'expérimentation nous avons remarqué que *M. persicae* apparaît précocement en serre mais il disparaît dès que les températures augmentent, contrairement à *A. gossypii* qui domine jusqu'à la fin du mois de juillet.

Généralement, les températures supérieures à 30° C sont défavorables à la survie des pucerons.

Chapitre II. Caractéristiques bioécologiques de *Myzus persicae*

II.1 Introduction

Dans le but de mieux connaître le potentiel de *M. persicae* nous avons étudié les paramètres suivants : la durée de développement, la fécondité et la longévité.

II.2 La durée de développement

II.2.1 Matériels et méthodes

Les pucerons étudiés sont issus de virginipares aptères nourries sur disque de feuille de poivron fraîche. Le végétal est déposé sur un film d'eau dans une boîte de Pétri en plastique. Le support végétal est renouvelé en moyenne tous les deux jours pour assurer une alimentation convenable aux pucerons. Cette méthode est utilisée pour toutes les expérimentations.

II.2.2 Résultats et discussion

Les résultats sur la durée de durée de développement de *M. persicae* figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5. Durée de développement (en jours) de *Myzus persicae* à $T = 22 \pm 2^\circ \text{C}$ et $\text{Hr} = 70 \%$

Stades	Durée de développement (en jours)				Nombre de pucerons testés
	De la naissance au L2	De L2 à L3	De L3 à L4	De L4 à VA	
Moyenne et écart type	$1,77 \pm 0,53$	$1,55 \pm 0,50$	$1,50 \pm 0,55$	$1,47 \pm 0,55$	N = 36

A 22°C , la durée de développement de *M. persicae* sur poivron est de 06 jours. Dans les conditions expérimentales similaires mais à une hygrométrie légèrement supérieure. Lorsque la température diminue, la durée de développement augmente sensiblement.

Ainsi, Guerfi (2001) ; Mennas (2002) et Saâda (2004) ; ont obtenu une durée de développement chez *M. persicae* de 07 jours et demi à 20°C .

II.3 La fécondité de *Myzus persicae*

II.3.1 Matériels et méthodes

Les conditions expérimentales sont identiques à celles de la durée de développement du puceron ; les observations sont réalisées une fois par jour.

II.3.2 Résultats et discussions

La fécondité est de $47,54 \pm 16,63$ larves par VA en moyenne à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ (Fig. 18). Ces chiffres sont inférieurs à ceux notés par Guerfi (2001) et Saada (2004) à des conditions expérimentales proches, soit 62 larves par VA.

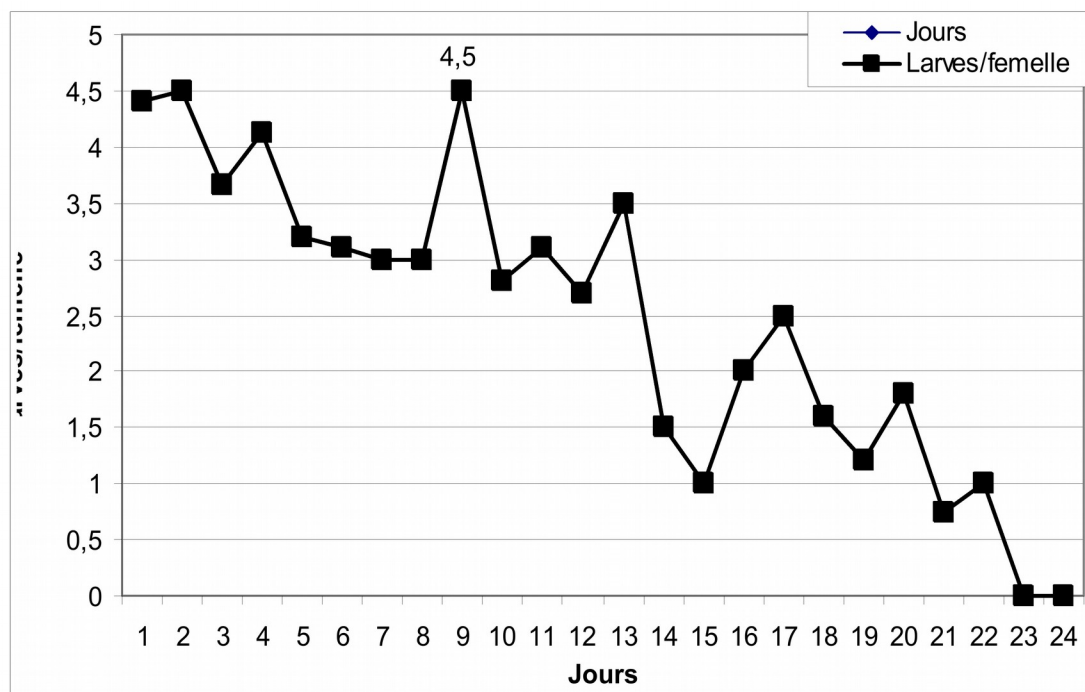


Figure 18. Fécondité journalière moyenne de *Myzus persicae* (à $T = 22 \pm 2^\circ\text{C}$ et $Hr = 70\%$)

II.4 Longévité de *Myzus persicae*

II.4.1 Matériels et méthodes

L'essai a été effectué dans les mêmes conditions que les expérimentations précédentes. Les observations sont notées une fois par jour. Les VA utilisées dans cette étude proviennent de l'essai de l'estimation de la fécondité.

II.4.2 Résultat et discussion

La longévité est de $28 \pm 2,19$ jours en moyenne à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ pour un nombre de virginipares aptères égale à 20. Le même résultat a été obtenu par Mennas (2002) à des conditions expérimentales proches.

II.5 Conclusion

Au cours de l'expérimentation nous avons remarqué que *M. persicae* apparaît précocement en serre mais il disparaît dès que les températures augmentent, contrairement à *A. gossypii* qui domine jusqu'à la fin du mois de juillet. Généralement, les températures supérieures à 30° C sont défavorables à la survie des pucerons.

Chapitre III. Caractéristiques bioécologiques de *Lysiphlebus fabarum* Marshall

III.1 Introduction

Parmi les ennemis naturels d'*Aphis gossypii*, le parasitoïde *L. fabarum* joue un rôle important dans la limitation des populations d'*A. gossypii* (Fig. 19) de la culture de poivron sous serre.

III.2 Position systématique

Ordre	Hymenoptera
Famille	Braconidae
Sous famille	Aphidiinae
Tribu	Aphidiini
Genre	<i>Lysiphlebus</i>
Espèce	<i>L. fabarum</i>

III.3 Description de *Lysiphlebus fabarum*

L. fabarum est un hyménoptère parasitoïde de 3 à 4 mm de long caractérisé par une nervation claire (Fig. 21). Le corps est subdivisé en trois parties.

- 1- La tête porte deux yeux saillants et une paire d'antennes composées de 12 à 13 articles pubescentes caractérisant la femelle.
- 2- Le thorax est constitué de trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax.
- 3- L'abdomen a une forme lancéolée ; son premier segment appelé propodeum (Fig. 20) est l'un des critères de la classification tout comme les ailes chez les Braconidae (Fig.21). Il se termine chez la femelle par un ovipositeur, légèrement incliné vers l'avant. L'extrémité abdominale se montre plus arrondie chez le mâle, ce qui permet de différencier entre les deux sexes. En général la taille du mâle est plus petite que la femelle (Belshaw et quicke, 2003).



A



B



C

Figure 19. A : larve, adultes aptères et adulte ailé *Aphis gossypii*, B : adultes aptères , adulte ailé et les exuvies des mues d' *Aphis gossypii*, C : une momie sur *Aphis gossypii*

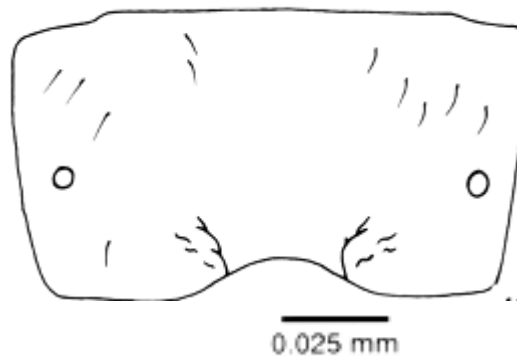


Figure 20. Propodeum de la femelle de *Lysiphlebus fabarum* (Tamanovic et al., 2003)

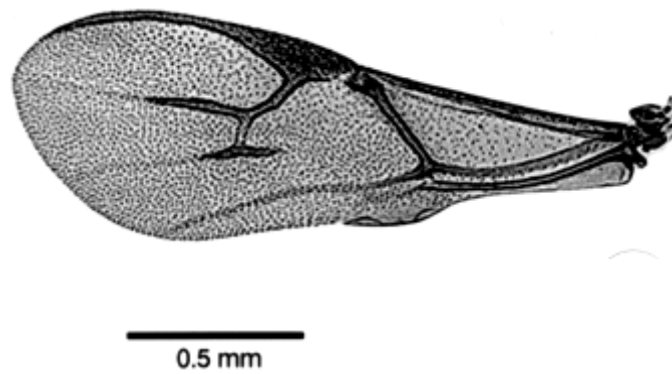


Figure 21. Nervation alaire de l'espèce *Lysiphlebus fabarum* (Tamanovic et al., 2003)

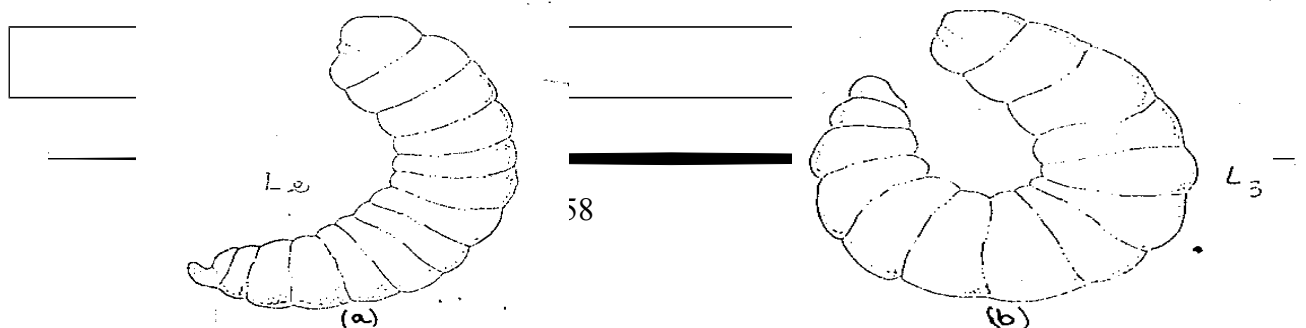
III.4 Mode de reproduction et cycle biologique

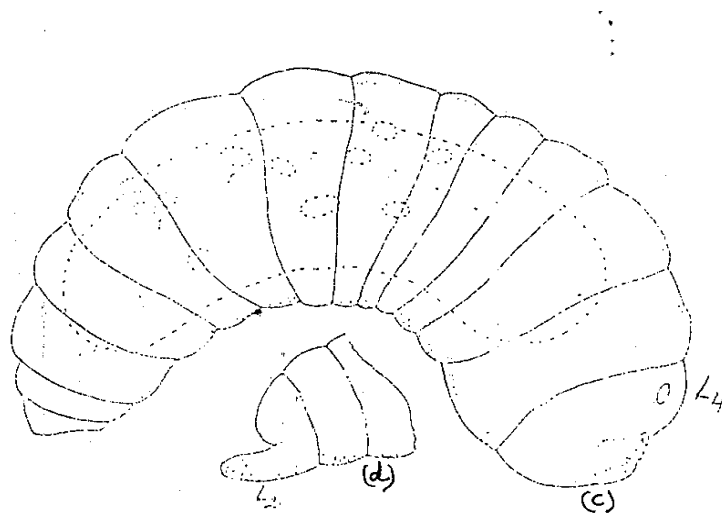
La souche algérienne du parasitoïde *L. fabarum* se reproduit exclusivement par parthénogenèse thélytoque. Il y a apparition exceptionnelle des mâles lorsque les

températures sont supérieures à 30°C, ce cas n'est observé que chez *L. fabarum* (Stary, 1966 ; Rosen, 1967; Carver, 1984 ; Guénaoui et Mahiout ,1994). Comme toutes les espèces du genre, la femelle a une posture de ponte caractéristique. Elle recourbe son abdomen entre ses pattes et insert sont ovipositeur à l'intérieur du corps de son hôte. Généralement une piqûre est toujours suivie de ponte.

L'œuf devient turgescent et subi une période d'incubation qui varie en fonction de la température. La larve de premier stade commence à se nourrir de l'hémolymphe de son hôte, elle passe par quatre stades successifs (Fig.22) (Tremblay, 1964). Au terme du dernier stade larvaire, le corps du puceron est entièrement dévoré ; la larve tisse alors un cocon soyeux qui recouvre la peau du puceron et se nymphose. Le parasitoïde découpe à l'aide de ses mandibules un opercule rond, situé en général entre les cornicules.

Il faut noter que chez le genre *Lysiphlebus*, la piqûre de ponte dure deux fois plus longtemps que celle du genre *Aphidius* qui est en général d'une seconde (Creach, 1988 et Mahi, 2002). Belshaw et Quicke (2003) ont montré que le système cytogénétique chez des femelles asexuées de ces espèce relève d'une automixie à fusion centrale .Ce système offre la possibilité d'échanges sexuels et de recombinaisons occasionnels sans entraîner un accroissement de la ploïdie tout en maintenant une certaine hétérozygotie. Aucune évidence de symbiose bactérienne avec *Wolbachia* n'a été démontrée à ce jour (Guénaoui com. pers., 2008).





(a) 2 ème stade larvaire (L2)

(b) 3 ème stade larvaire (L3)

(c) 4 ème stade larvaire (L4)

(d) Particule de l'extrémité abdominale de (L2)

Figure 22. Stades larvaires de *Lysiphlebus fabarum* (Tremblay, 1964)

III.5 Influence de l'alimentation sur la durée de vie de *Lysiphlebus fabarum*

En dehors de la température, l'alimentation est un facteur important dans la durée de vie des adultes. Les femelles trouvent une nourriture importante dans le miellat des pucerons et en butinant sur les fleurs.

III.5.1 Matériel et méthodes

Dés le début de Mai 2008, nous avons récolté plusieurs momies et obtenu exclusivement des adultes femelles. Ces derniers ont été introduits dans des petits tubes en verre sans aucune alimentation.

III.5.2 Résultats et discussions

Les adultes privés d'alimentation ne peuvent pas vivre plus que 03 jours au maximum ($2,85 \pm 0,36$) par contre selon (Mahi ; 2002) les parasitoïdes alimentés au miel et d'eau ont une longévité de 10 jours à 21° C. Cela indique l'importance de l'alimentation des adultes au cours des expérimentations pour le maintien des parasitoïdes et prédateurs. Selon Guénaoui (1988) la longévité des femelles est nettement améliorée lorsque celles-ci trouvent dans leur environnement une source alimentaire de qualité comme le miellat des pucerons ou le nectar des fleurs.

III.6 Durée de développement en jours de *Lysiphlebus fabarum*

III.6.1 Matériels et méthodes

Les pucerons sont soumis à une seule piqûre du parasitoïde. Ils sont ensuite déposés délicatement sur un disque végétal dans une boîte de Pétri contenant de la gélose. Une observation sous binoculaire par jour a permis de suivre l'évolution de l'hôte et de noter le début de la momification, ainsi que la date de l'émergence du parasitoïde.

III.6.2 Résultats et discussion

Le tableau 6 montre que la première phase qui va de la ponte à la momification dure 07 jours en moyenne, la dernière phase de son développement est moins long, soit 03 jour en moyenne. La durée globale du cycle de *L. fabarum* est de 10 jours à $26 \pm 1^\circ\text{C}$. Mahi (2002) a enregistré une durée de 13 jours à 21°C.

Ce résultat est conforme à celui obtenu par Maddi (1993) ; il a enregistré avec la même espèce une durée de 10 jours à des températures supérieures à 25°C. On constate que le développement est plus court lorsque la température atteinte 25°C. Pour cette température le succès parasitaire est beaucoup moins important. Nous savons que dans les conditions thermiques élevées, le parasitoïde atteint une mortalité élevée.

Tableau 6. Durée de développement (en jours) de *Lysiphlebus fabarum* sur son hôte *Aphis gossypii* à T = 26 ± 1°C et Hr = 70 %.

Nombre de pucerons infestés	Piqûre- momification	Momification- émergence	Nombre de parasitoïdes émergés
N = 30	6,86 ± 1,43	3,43 ± 0,92	N = 29

Chapitre IV. Caractéristiques bio-écologiques d'*Aphidoletes aphidimyza* Rondani (1847)

IV.1 Introduction

A. aphidimyza s'attaque à une soixantaine d'espèces de pucerons. Elle pond ses œufs dans les colonies denses; on retrouve ces larves dans les vergers à partir de la fin du printemps. C'est une cécidomyie qu'on retrouve spontanément en Europe, en Amérique du Nord et en Asie (Carter, 2003).

IV.2 Position systématique

La position systématique d'*A. aphidimyza* (Skuhrava et al., 2005) est la suivante :

Classe	Insecta
Ordre	Diptera
Famille	Cecidomyiidae
Genre	<i>Aphidoletes</i>
Espèce	<i>A. aphidimyza</i> Rondani

IV.3 Description et généralités sur la biologie

L'adulte mesure 2 à 3mm de long et se caractérise par de longues pattes et un corps fin (Fig. 23). On peut distinguer les mâles des femelles grâce à la structure des antennes. Les mâles ont de longues antennes poilues courbées vers l'arrière tandis que les antennes de la femelle sont plus courtes et plus épaisses (Fig. 24) (Weeden et al., 2002 ; Zhang et Yang, 2007).

L'adulte d'*Aphidoletes* nourri au miellat de pucerons peut vivre en moyenne 7 à 10 jours. La sex-ratio est d'environ 40 mâles pour cent femelles.

L'œuf mesure 0,1 à 0,3 mm. Il est de forme ovale et de couleur rouge orangé (Weeden et al., 2002). Il y a trois stades larvaires ; au début, la larve est orange transparente mesurant 0,3 mm de long mais elle change suivant la nourriture de l'orange, au rouge, au brune ou au gris; à

son dernier stade elle atteint 2 à 3 mm de long (Rincon, 2006 ; C.E.H.W, 2006).

Une larve a besoin de 05 pucerons au moins pour accomplir son développement, mais elle en tue plus que nécessaire en cas d'abondance. La larve injecte une toxine qui paralyse le puceron pour aspirer l'hémolymphe. La cécidomyie consomme au minimum 70 espèces différentes de pucerons (Biobest, 2008). La prédation est optimale pour des températures comprises entre 19° et 28°C et une humidité relative comprise entre 70 et 90 % (C.E.H.W, 2006). La cécidomyie sait distinguer le plant infesté de puceron de celui qui est indemne; contrairement aux attaques des parasitoïdes qui dérangent les pucerons par la production des phéromones d'alarme, la cécidomyie passe inaperçue vu son comportement furtif; elle préfère les colonies denses pour pondre ses œufs à proximité de sa nourriture. Le nombre d'œufs pondus est proportionnel à la dimension de la colonie de pucerons (Ferguson, 2005).



Figure 23. L'adulte d'*Aphidoletes aphidimyza* (Ouadah.F, 2008)

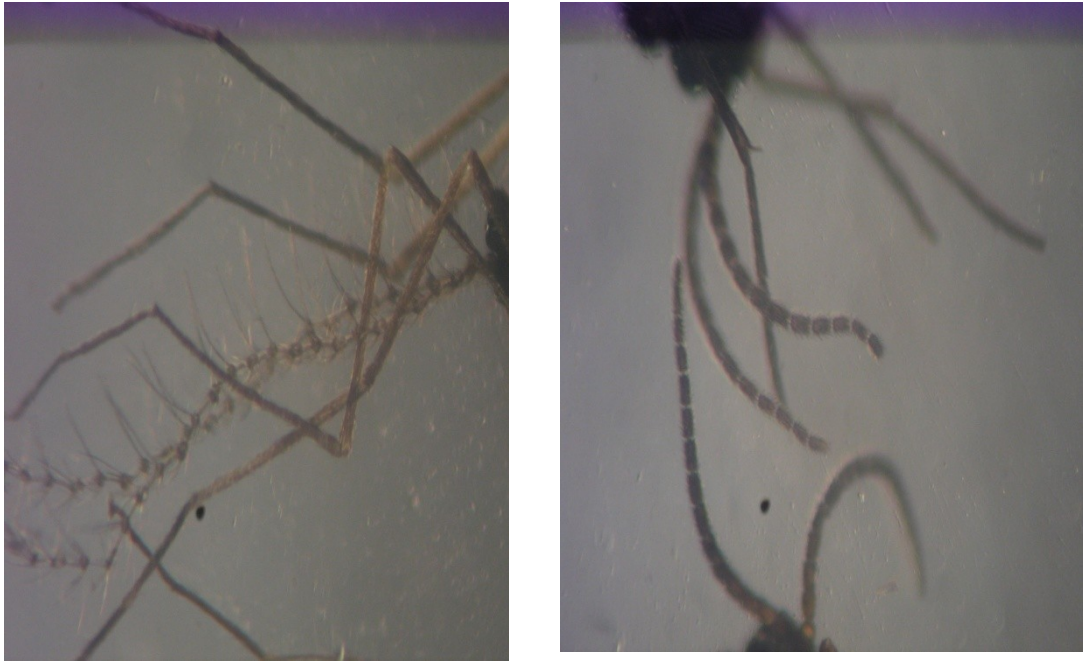


Figure 24. L'antenne du mâle (à gauche) et l'antenne de la femelle (à droite) d'*Aphidoletes aphidimyza* (Ouadah, 2008)

IV.4 Le cycle biologique

L'accouplement se fait soit après le coucher soit avant le lever du soleil ; la femelle pond 150 à 200 œufs ; après 2 à 3 jours d'incubation les larves éclosent et commencent à vider les pucerons (Fig. 25). Les larves consomment en moyenne de 5 à 10 pucerons par jour, nombre pouvant atteindre jusqu'au 80 à 100 au laboratoire. Après 7 à 10 jours (à 21°C), le troisième stade larvaire se laisse tomber dans le sol humide pour se transformer en pupes (Fig. 26) à une profondeur de 1 à 2 cm, celle-ci forme un cocon marron et ovale couvert de grains de sables, de mues de pucerons et de matière organique. L'adulte émerge 14 à 21 jours plus tard. La cécidomyie termine son cycle de vie en 24 jours à une température de 21°C (Ferguson, 2005 ; Rincon, 2006).



Figure 25. Une larve d'*Aphidoletes aphidimyza* dans une population de pucerons



Figure 2. La pupe d'*Aphidoletes aphidimyza* (Ouadah,2008)

IV.5 Etude des potentialités prédatrices d'*Aphidoletes aphidimyza*

Les premières observations en serre de la présence d'*Aphidoletes* ont débuté au mi mai 2008. Des prélèvements de feuilles de poivrons infestées par les pucerons et contenant des larves de la prédatrice ont été rapportées au laboratoire pour estimer la durée de développement de la prédatrice.

IV.5.1 La durée de développement embryonnaire

IV.5.1.1 Matériel et méthode

Les œufs présents sur les feuilles prélevées en serre sont prélevés et placés individuellement sur des rondelles de feuilles de poivron et dans des boîtes de Pétri sur un papier absorbant humide. Les observations sont réalisées une fois par jour sous binoculaire.

IV.5.1.2 Résultats et discussion

La durée moyenne d'incubation d'*Aphidoletes* est de 2 jours à une température de 27°C et une hygrométrie égale à 70 % (Tableau 7). Ceci est conforme au résultat de Mahi (2002). Par contre Rincon (2006) a trouvé 2 à 3 jours à 21°C. Cette différence est dûe probablement à la différence de température

Tableau 7. Durée d'incubation de la cécidomyie à $T = 27 \pm 1^\circ \text{C}$ et $\text{Hr} = 70 \%$.

Nombres d'œufs	Nombres d'œufs éclos	Durée d'incubation (en jour)
4	4	2 ± 0

IV.5.2 La capacité prédatrice d'*Aphidoletes* en fonction des deux espèces de pucerons : *Myzus persicae* et *Aphis gossypii*

IV.5.2.1 Matériel et méthode

Nous avons offert dès le premier stade larvaire de la cécidomyie le choix entre les deux espèces. Parallèlement, nous avons testé l'effet de la densité de populations aphidiennes sur la capacité prédatrice d'*Aphidoletes*.

Pour suivre le développement larvaire d'*Aphidoletes* sur les deux espèces de proie *M. persicae* et *A. gossypii*. Nous avons choisi trois lots de différentes densités

(10, 20 et 50 pucerons) pour chaque espèce aphidienne. Nous avons suivi individuellement sous binoculaire la consommation d'*Aphidoletes* du premier stade au dernier stade (3^{ème}) consommateur. Les observations sous binoculaire sont réalisées une fois par jour.

Tous les résultats de notre recherche sont analysés avec le test de Fisher.

IV.5.2.2 Résultats et discussion

Les résultats obtenus (Tableau 8) montrent clairement qu'*Aphidoletes* préfère l'espèce de puceron *A. gossypii* car elle consomme une moyenne de 66 pucerons pendant la phase larvaire, alors qu'elle ne prédate que 35 pucerons de *M. persicae*. Cette différence est hautement significative

(F = 23,55).

Dans le cas du puceron *M. persicae* lorsqu'on offre à la cécidomyie un lot de 10 pucerons à la fois, la consommation est seulement de 04 pucerons. La larve qui refuse de se nourrir finit par mourir au 2^{ème} stade larvaire. Dans le cas où le lot contient 20 pucerons, la consommation atteint 30 pucerons en moyenne. Lorsque le lot contient 50 pucerons la consommation est légèrement supérieure soit 35 pucerons.

Pour *A. gossypii*, quelque soit la densité (10,20 ou 50 individus par lot) la consommation varie entre 58 et 66 pucerons pour la totalité de la phase larvaire. La capacité prédatrice d'*A. aphidimiza* réside dans sa capacité à éliminer ses proies. Visiblement, elle en tue plus que sa capacité d'ingestion.

Tableau 8. La capacité prédatrice d'*Aphidoletes aphidimiza* en fonction de la densité de la proie à

T = 27± 1° C et Hr = 70 %

Nombre de pucerons par lot	Répétitions	<i>Myzus persicae</i>	<i>Aphis gossypii</i>
		Pucerons prédatés Moyenne ± écart type	Pucerons prédatés Moyenne ± écart type
10	05	04,20 ± 2,86	58,40 ± 9,07
20	05	30,20 ± 3,49	59,80 ± 6,83
50	05	34,60 ± 13,96	66,00 ± 3,81
Capacité moyenne	/	23,67 ± 16,29	61,40 ± 7,26

IV.5.3 La capacité prédatrice d'*Aphidoletes* en présence de pucerons sains et de pucerons parasités

IV.5.3.1 Matériels et méthodes

En se basant sur les capacités de recherche des larves d'*Aphidoletes*, nous avons voulu tester sa capacité de discrimination entre les pucerons sains et les pucerons parasités. Pour déterminer si la prédatrice pouvait interférer sur l'action du parasitisme, nous avons réalisé des expérimentations en offrant un choix à la cécidomyie entre trois lots :

- 1- Un lot de pucerons sains (100 individus) ;
- 2- Un lot de pucerons exposés à la piqûre d'un parasitoïde *L. fabarum* (100 individus);
- 3- Un lot mélangé de pucerons sains (50 individus) et de pucerons parasités (50 individus).

Chaque lot est exposé à la prédation des larves de la Cécidomyie ; les observations sont réalisées une fois par jour sous binoculaire.

IV.5.2.2 Résultats et discussion

Les résultats (Tableau 9) montrent que ce prédateur préfère se nourrir de pucerons sains, soit une moyenne de 55 pucerons. Dans le lot mélangé la consommation est de 42 pucerons. Le reste des pucerons parasités ont évolué en momies. Le test montre que la différence est hautement significative

($F = 70,70$).

A. aphidimyza est généralement utilisé en complément d'action du parasitoïde *Aphidius colemani* pour renforcer l'action de lutte biologique en serres. On peut penser que la cécidomyie n'interfère pas sur l'action du parasitoïde.

Tableau 9. Prédation sur pucerons sains et parasités à $T = 27 \pm 1^\circ \text{C}$ et $\text{Hr} = 70 \%$

Nombre de pucerons par lot	Répétitions	Etat des pucerons		
		Sains	Parasités	En mélange

Nombre de pucerons prédatés (moyenne et écart type)	100	05	54,60 ± 11,72	0	41,80 ± 5,97
--	-----	----	---------------	---	--------------

IV.5.4 Le cycle biologique de la cécidomyie

IV.5.4.1 Matériels et méthodes

Nous avons suivi individuellement tous les stades de développement (de l'œuf à la sortie de l'adulte) dans les boîtes de Pétri contenant un papier absorbant ; les observations sont réalisées sous binoculaire une fois par jour. Nous avons réalisé l'expérimentation à 27° C.

IV.5.4.2 Résultats et discussion

A 27°C, la durée du cycle biologique est de 13,5 jours (Tableau 10). Rincon (2006), indique 21 jours à 21°C, ce qui montre que le rôle de la température est important.

Tableau 10. La durée de développement d'*Aphidoletes aphidomyza* à T = 27± 1° C et Hr = 70 %

Durée de développement (en jours)					
Incubation d'œufs	Stade (L1)	Stade (L2)	Stade (L3)	Stade nymphal	Durée du cycle de vie
2 ± 0 N=04	2,1 ± 0,3 N=11	2,33 ± 0,47 N=10	2,66 ± 0,47 N=10	6,5 ± 1 N=08	13,59

IV.5.5 La longévité des adultes de la cécidomyie

IV.5.5.1 Matériels et méthodes

L'alimentation joue un rôle, important dans la longévité des adultes. Dès leur émergence, les adultes sont introduits, dans des tubes à essai, une partie (10 individus) est alimentée avec un mélange de miel et d'eau et l'autre partie (06 individus) reste sans nourriture.

IV.5.5.2 Résultats et discussion

La longévité est de 6,2 jours à 27°C (Tableau 11), lorsque les adultes sont nourris avec un mélange de miel eau. En absence de nourriture, la durée de vie des adultes ne dépasse pas 02 jours. Le test montre une différence hautement significative ($F = 441$). Des adultes ont une meilleure capacité de ponte et de prédation lorsqu'ils sont nourris avec du miel et de l'eau.

Tableau 11. Longévité (en jours) des adultes d'*Aphidoletes aphidomyza* avec et sans alimentation à $T=27 \pm 1^\circ C$

Nombre d'adulte (mâles et femelles)	Durée en jours (Moyenne et écart type)	
	Mélange (miel + eau)	Absence de nourriture
10	06,2 ± 0,45	02,0 ± 0,00

Conclusion générale

Notre travail a porté sur quelques aspects biologiques de la cécidomyie prédatrice aphidiphage *Aphidoletes aphidimyza* élevée sur deux espèces de puceron *Aphis gossypii* et *Myzus persicae*. Nous avons estimé le cycle biologique de la cécidomyie à une température moyenne de 27°C. Ainsi, *A. aphidimyza* accomplit son cycle en 13,5 jours, soit moins de deux semaines. Celle-ci a une préférence marquée pour l'espèce *A. gossypii* avec une consommation moyenne de 66 pucerons contre 35 pucerons pour *M. persicae*. Ce nombre est valable pour la totalité du cycle larvaire.

Pour *A. gossypii* la densité n'a pas d'effet sur la capacité prédatrice totale de la cécidomyie. En effet, quelque soit le lot (10,20 ou 50 pucerons) la consommation est comprise entre 58 et 66 pucerons.

Il a été également remarqué que les larves de cette mouche détruisent plus de pucerons qu'elles en consomment, ce qui fait son efficacité.

A. aphidimyza consomme les pucerons sains et laisse les pucerons parasités. Elle est donc capable de discriminer entre les deux situations. Ce facteur est très

important dans le cas d'une lutte biologique utilisant une combinaison de parasitoïdes et de prédateurs comme cela est le cas dans la réalité.

Les adultes d' *A.aphidimyza* ont une longévité moyenne de 6 jours à 27°C lorsqu'ils sont nourris. Cela prouve l'importance de l'alimentation des adultes pour maintenir leur activité de ponte le plus longtemps possible.

Annexes

Annexe A. Relevés de températures (C°) et de l'hygrométrie (%) en salle expérimentale (Avril 2008)

Jours	Température	Hygrométrie
01	16	61
02	19	62
03	19	61
04	19	59
05	19,5	57
06	19	54
07	20	60
08	20	64
09	20,5	67
10	21,2	70
11	20	65
12	20	59
13	19,5	60
14	19,5	60
15	19,5	58
16	19,5	65
17	19	70
18	19	65
19	20,5	58
20	20,5	60
21	19,5	60
22	19	60

23	20	60
24	21	60
25	21	60
26	22,5	58
27	23	61
28	24	62
29	22,5	62
30	24	58

Annexe B. Relevés de températures (C°) et de l'hygrométrie (%) en salle expérimentale (Mai 2008)

Jours	Température	Hygrométrie
01	23	60
02	23,5	65
03	22	78
04	22	75
05	22,5	75
06	22	78
07	22	72
08	22	80
09	29,5	80
10	20	62
11	20	54
12	20	65
13	20,5	70
14	20,5	70
15	21	70
16	21	70
17	21,5	70
18	22	72
19	21	70
20	22	70
21	21	70
22	22	70

23	22	70
24	21	70
25	23,5	62
26	24	60
27	23	60
28	23	60
29	23,5	60
30	22,5	58
31	22	72

Annexe C. Relevés de températures (C°) et de l'hygrométrie (%) en salle expérimentale (Juin 2008)

Jours	Température	Hygrométrie
01	22	70
02	22,5	70
03	22	70
04	22,5	74
05	22	70
06	23,5	70
07	23	66
08	23,5	60
09	25	62
10	24	70
11	21,5	78
12	23,5	80
13	24	70
14	25	84
15	25,5	60
16	26	60
17	25,5	65
18	25,5	70
19	25,5	66
20	26	64

21	25,5	70
22	28	78
23	26	70
24	26	70
25	27,5	78
26	27	73
27	29	74
28	27,2	80
29	28,5	70
30	27,2	72,5

Annexe D. Relevés de températures (C°) et de l'hygrométrie (%) en salle expérimentale (Juillet 2008)

Jours	Température	Hygrométrie
01	27,2	72
02	27,5	70
03	28	50
04	27,5	60
05	27,5	70
06	27	60
07	28,5	60
08	27,5	69
09	29	78
10	27	79
11	28	70
12	27,5	68
13	27,5	70
14	28,5	70
15	27,5	69
16	27,5	70
17	27	72
18	27	78

19	27,5	80
20	27,5	78
21	27,5	80
22	28,5	80
23	28	78
24	28	47
25	28,5	60
26	28,5	60
27	28,5	62
28	29	62
29	30	66
30	29	74
31	29,5	70

Annexe E. Exemples d'antagonistes utilisables pour lutter contre des pucerons (Sauvion, 1995).

Antagonistes	Mode d'activités	Pucerons visés
Insectes parasitoïdes		
Hyménoptères aphidiides		
<i>Aphidius matricariae</i>	Endoparasitoïde solitaire	<i>Myzus persicae</i>
<i>Dioeretella rapae</i>		
<i>Ephredrus cerasicola</i>		
<i>Praon sp</i>		
Prédateurs polyphagies		

Coléoptères coccinellides et autres <i>Adalia bipunctata</i> Cosmopolite de l'hémisphère Nord	- -	<i>M. persicae</i> et autres pucerons des serres
<i>Coccinella septempunctata</i>	-	<i>M. persicae</i>
<i>Coccinella undecimpunctata</i> Introduit d'Europe en Amérique	-	<i>M. persicae</i> et autres pucerons des serres
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> Indigène	-	<i>M. persicae</i> et autres pucerons des serres
<i>Semiadalia undecimpunctata</i> Exotique d'Europe	-	<i>M. persicae</i> et autres pucerons des serres
Diptères	-	<i>M. persicae, A. fabae, A. gossypii, Aphis pomi, M. euphorbiae</i>
<i>Aphidoletes aphidimyza</i> Cecidomyiide cosmopolite	-	
Neuroptères f. chrysopidae		
<i>Chrysopa carnea</i>	-	<i>M. persicae, M. euphorbiae, M. rosae, A. gossypii, Aphis nerii</i>
<i>C. septempunctata</i>	-	
Champignons		
Hyphomycètes		
<i>Fusarium lecanii</i>	Libération de toxines ; Mycose mortelle	<i>M. persicae</i> et autres pucerons des serres
Zygomycètes (entomophtorales)		
<i>Conidiobolus obscurus</i>	Mycose mortelle	<i>M. persicae</i> et autres pucerons des serres
<i>Erynia neoaphidis</i>	Mycose mortelle	Pucerons des serres

Annexe F. Espèces de coccinelles recensées en Algérie et leur régime alimentaire (Saharaoui et Gourreau, 2000).

Sous Famille	Tribus	Genres et espèces	Régimes alimentaires
Chilochorinae	Platynaspini	<i>Platynaspis luteorubra</i> (Goeze), 1777	Aphidiphage
	Chilochorini	<i>Exochomus nigripennis</i> (Erichson), 1843.	Aphidiphage
		<i>Pullus subvillosus</i> (Goeze) , 1777.	A

Scymninae	Scymnini	<p><i>Scymnus apetzi</i> (Mulsant), 1846.</p> <p><i>Scymnus bivulnerus</i> (Capra et Fursch) , 1967.</p> <p><i>Scymnus interruptus</i> (Goeze), 1777.</p> <p><i>Scymnus rufipes</i> Fabricius</p> <p><i>Scymnus levaillanti</i> (Mulsant), 1850.</p> <p><i>Scymnus pallipediformis</i> (Gunther),1958.</p>	p h i d i p h a g e
Hyperespidinae	Hyperaspini	<p><i>Hyperaspis marmottani</i> (Capra), 1929.</p> <p><i>Hyperaspis algerica</i> (Crotch), 1874.</p>	Aphidiphage
Coccinellinae	Hippodamini	<p><i>Hippodamia tredecimpunctata</i> (Linné), 1758.</p> <p><i>Hippodamia (Semiadalia) undecimnotata</i> (Shneider) , 1792.</p> <p><i>Hippodamia (Adonia) variegata</i> (Goeze) , 1777.</p>	Aphidiphage
	Coccinellini	<p><i>Adalia bipunctata</i> (Linné), 1758.</p> <p><i>Adalia decimpunctata</i> (Linné), 1758.</p> <p><i>Calvia (Anasocalvia) quatuordecimguttata</i> (Linné), 1758.</p> <p><i>Coccinella algerica</i> (Kovar), 1977.</p> <p><i>Coccinella (Neococcinella) undecimpunctata</i> (Linné), 1758.</p> <p><i>Myrrha octodecimpunctata</i> (Linné), 1758.</p> <p><i>Oenopia dublieri</i> (Mulsant), 1846.</p> <p><i>Oenopia lyncea</i> (Olivier), 1808.</p> <p><i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (Linné), 1758.</p>	A p h i d i p h a g e

Annexe G. Données générales sur les superficies et productions des cultures protégées dans la wilaya de Mostaganem (Campagne, 2006-2007; DSA Mostaganem, 2008).

Communes Et fermes pilotes	Tomate		piment		Poivron		Concombre		Aubergine		Haricot vert		courgette	
	Sup	prod	Sup	prod	Sup	prod	Su p	prod	Sup	prod	Sup	prod	Sup	prod
Achaacha	65	46900	-	-	3	350	2	1000	-	-	1	280	-	-
Khadra	60	43600	-	-	2	700	1	700	-	-	1	280	-	-
Nekmaria	2	700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O/boughalem	75	53800	-	-	9	3850	2	2100	-	-	1	280	-	-
S/ Total	202	145000	-	-	14	4900	5	3800	-	-	3	840	-	-
Sidi lakhdar	15	13200	-	-	05	800	6	3000	2	1000	2	270	-	-
Tazgait	1.66	1100	-	-	1.66	265	-	-	-	-	-	-	-	-
S/ Total	16.66	14300	-	-	6.66	1065	6	3000	2	1000	2	270	-	-
Sidi ali	3	1500	-	-	2	400	2	800	-	-	-	-	-	-
S/ Total	3	1500	-	-	2	400	2	800	-	-	-	-	-	-
Hadjadj	3	2500	-	-	1	500	1	600	-	-	1	500	-	-
B.A Ramdan	0.5	1100	-	-	0.5	350	1.48	300	-	-	-	-	-	-
S/ Total	3.5	3600	-	-	1.5	850	2.48	900	-	-	1	500	-	-
Kheir eddine	1	450	-	-	0.5	175	-	-	-	-	-	-	-	-
Sayada	1	450	-	-	0.5	175	0.5	500	-	-	0.5	170	-	-
S/ Total	2	900	-	-	1	350	0.5	500	-	-	0.5	170	-	-
Ain tadles	0.56	336	0.16	67	1	500	0.44	418	-	-	1.5	320	-	-
Oued el kheir	1.52	324	0.08	38	0.4	200	0.08	32	-	-	-	-	-	-
Sour	0.16	260	-	-	0.08	48	-	-	-	-	-	-	-	-
Sidi Belattar	0.6	580	-	-	1.51	224	-	-	-	-	-	-	-	-
S/ Total	2.84	1500	0.24	105	2.99	972	0.52	450	-	-	1.5	320	-	-
Mesra	3	2100	5	1500	7	2800	-	-	-	-	-	-	10	2600
Asidi cherif	3	2200	1	300	6	2400	-	-	-	-	-	-	5	1900
Touhria	3	1300	5	1600	8	3200	-	-	-	-	-	-	5	1500
Mansoura	2	700	1	300	2	823	1	600	-	-	-	-	5	1600
S/ Total	11	6300	12	3700	23	9223	1	600	-	-	-	-	25	7600
Bouguirat	7	4500	1.76	375	18	7200	-	-	-	-	-	-	10	3500
Sirat	17	8400	3	900	43.5	17400	-	-	5	2000	-	-	20	7000
Souafli	5	2700	0.5	195	12.5	5000	-	-	-	-	-	-	2	700
Saf Saf	4	2200	0.5	150	11.5	4600	-	-	-	-	-	-	2	700
S/ Total	33	17800	5.76	1620	85.5	34200	-	-	5	2000	-	-	34	11900
Hmameche	5	2450	2	523	9.85	3940	1	700	-	-	-	-	-	-
Mazagran	5.5	2450	1.5	375	3	1200	1.5	1050	-	-	-	-	-	-
Stidia	0.5	250	0.5	147	1.5	600	-	-	-	-	-	-	-	-
S/ Total	11	5150	4	1045	14.35	5740	2.5	1750	-	-	-	-	-	-
Ain Nuissy	8	4500	3	1200	6	2400	1	1200	5	3500	2	200	-	-
Elhaciane	16	9500	1	400	37.5	15000	-	-	7	4900	-	-	4	1500
Farnaka	10	6500	3	1000	12	4800	1 ⁸¹	1200	3	2100	-	-	10	3000
S/ Total	34	196000	7	2600	55.5	222002	2	2400	15	10500	2	200	14	4500
TOTAL	310	215000	20	2270	206.5	70000	20	11000	20	12500	10	2200	70	21000

Annexe H. Résultats du test Fisher.

- Capacité prédatrice sur gossypii

	D 10	D 20	D 50
1	69	61	64
2	61	50	66
3	60	61	61
4	58	58	71
5	44	69	68

Moyenne 61,40

Ecart 7,25849256

(N=15 , DDL=14 ,F observé=1,71) Non significative

- Préférence de prédation entre myzus et gossypii

	Gossypii	myzus
1	64	48
2	66	31
3	61	18
4	71	50
5	68	26

Moyennes 66,00 34,60

Ecart 3,81 13,96

(N=10 , DDL=9 , F observé=23,55) Hautement significative

- Capacité de prédation sur pucerons sains, parasités et mélangés

	Mélange	Puceron parasité	Puceron sain
1	33	0	71
2	43	0	56
3	48	0	38
4	39	0	55
5	46	0	53

41,8 0 54,6

5,97 0,00 11,72

(N=15 , DDL=14, F observé=70,70) Hautement significative

- L'effet de l'alimentation sur longévité d'A aphidimyza

	Sans nourriture	Avec nourriture
1	2	6
2	2	6
3	2	6
4	2	6
5	2	7

Moyennes	2	6,2
Ecart	0,00	0,45

(N=10 , DDL=9, F observé=441) Hautement significative

Références bibliographiques

- ACTA, 1968.** Le piment à gros fruit : le poivron. Institut national de vulgarisation pour les fruits, légumes et champignons. pp 69.
- ACTA, 1980.** Guide pratique de défense des cultures 3eme édition réalisée par l'Acta, sous la direction de Bailly R. Edition le arrousel et Acta. 13.
- ACTA, 1990.** Guide pratique de défense des cultures : 4eme édition réalisée par l'Acta, sous la direction de Bailly R. Edition le carrousel et Acta. P : 19-21.
- ACTA, 2003.** *Aphidius* Nees parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) in Serbia and Montenegro. Tritrophic Associations and Key Entomologica-Serbica, (1/2) :15-39.
- Adalia A, 2004.** Les pucerons. Edit. Asbi ADALIA-Monsieur Philippe MARC Dossier technique n° 2, 6 p.
- Belshaw R et Quicke D.L.J, 2003.** The cytogenetics of thelytoky in a predominantly asexual parasitoid wasp with covert sex Genome. Volume 46, Number 1: 170-173.
- Ben Halima K .M et Ben Hamouda M.H, 2005.** A propos des pucerons des arbres fruitiers de Tunisie. Notes fauniques de Gembloux (58) : 11-16.
- Berger C, 2006.** Lutter contre les pucerons. Plantes du Sud.htm. p : 1-7.
<http://www.plantesdusud>.
- Biconet, 2006.** Insectes bénéfiques et organismes. Index Fly Control.
www.biconet.com
- Bio Best, 2008.** Produits Contrôle biologique: auxiliaries. *Aphidoletes*-System. La peur des pucerons ! Fiche technique.4 p. www.biobest.
- Bijlmakers H., 1995.** Piment Ravageurs et Maladies. Piment (*Capsicum annum* L.)
<http://tchad.ipm-info.org/guide/piment.htm> 3/05/2008
- Blackman D, R. L. et Eastop, V. F, 1985.** Aphids on the world's crops: An identification guide. John Wiley y Sons (Eds.), New York, 466 p.
- Blancard D, 1988.** Maladies de la tomate. Observer –identifier –lutter. Edition espagnole, INRA. 211 p.
- Carver M, 1984.** The potential host ranges in Australia of some *Acyrtosiphon kondoi* (Homoptera: *Aphididea*) and *Aphelinus asychis* (Hym: Chalcidoidea) and other parasites and host. Bull. Ent.73p.

- C.E.H.W ,2006.** Le centre d'essais horticole de Wallomie. Chemin des serres, 14. Protection Biologique Intégrée. www.walhorti.com
- Célini L, 2001.** Le puceron du cotonnier *Aphis gossypii* (Glover) et son parasite *Aphelinus gossypii*. Timberlake en République centrafricaine. 2ème partie. N° 123, 03p.
- Chabrière C et Caudal T, 2007.** Poivron Protection phytosanitaire. Situations actuelles et perspectives APREL - Ctifl. 10 p.
- Chaubet B, 1992.** Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs : cas des aphidiphages in « Cellule environnement ». Lutte biologique, INRA N° 18 : 17-22.
- Chouinard G, 1997.** Manuel de l'observateur : pommier. Ed. Ministère de l'agriculture des pêcheries et de l'Alimentation. Québec,170 p.
- Clause jardin, 1997.** Le traité pratique de jardinage. Guide 31^{ème} édition. Edit. Copedit Clause Jardin, 314 p.
- Comeau A, 1992.** La résistance aux pucerons : aspects théoriques et pratiques in la lutte biologique. Boucherville (Canada) : Ed° Gaëtan Morin. p : 433-449.
- Creach V, 1988.** Rapport bibliographique. Quelques aspects du comportement du genre *Aphidius* (Hymenoptera : *Aphidiidae*) DEA biologie et agronomie, 125 p.
- Dedryver C. A ,1981.** Qu'est ce qu'un puceron ? « Les pucerons des cultures » . Journée d'études et d'informations. Paris 2,3, p : 9-19.
- Bijlmakers H., 1995.** Piment (*Capsicum annum* L).Ravageurs et Maladies. <http://tchad.ipm-info.org/guide/piment.htm> 3/05/2008
- D.S.A, 2008.** Données statistiques de la direction des services agricoles de la wilaya de Mostaganem (Campagne 2006-2007), 2 p.
- Elattir H, Skiredj A et Elfadi A, 2002.** Le poivron-piment. Plante et importance de la culture au Maroc. Bulletin mensuel de liaison et d'information du PNTTA. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, 3 p.
- Elmhirst.J, 2006.** Profil de la culture du poivron de serre au Canada. Elmhirst Diagnostics and Research Abbotsford (Colombie-Britannique) Canada. V (4), 50 p.
- Encarta, 2006.** « Pucerons. » Microsoft Encarta 2006[CD], Microsoft Corporation.
- Estorgues V, 2005.** Maladies et ravageurs des légumes de plein champ en Bretagne. Chambre d'Agriculture du Ministère. Brochure éditée par le comité de développement des agriculteurs de la zone légumière. L'Iroise imprimeur, 140 p.

- Fayard J.M, 2008.** Bioinformatique des puces analyse transcriptomique de *Buchnera*, bactérie endosymbiotique des pucerons, INRA. <http://www.insa.lyon>
- Ferguson G., 2005.** Facteurs à considérer dans l'usage d'agents de lutte biologique contre les pucerons. IN « Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales » Imprimeur de la Reine pour l'Ontario,4 p.
- Fraval A., 2006.** Les pucerons. 1^{ère} partie, Insectes. N° 141 (2) : 3-8.
- Gantier M, 1990.** Les cultures fruitières. Tome I , Edit. Lavoisier, p : 381-400.
- Godin C et Boivin G, 2002.** Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec. Agriculture et agroalimentaire Canada. AAC-CRDH/prisme, (31) : 04-30.
- Guénaoui, Y., 1988.** Lutte intégrée en cultures protégées : contribution à l'étude des interactions entre *Aphis gossypii* Glover (Hom : Aphididae) et son endoparasite *Aphidius colemani* (Hym :Aphidiidae). Essai de lutte biologique sur concombre. Thèse Docteur Ingénieur ENSA, Rennes.
- Guénaoui Y et Aït chaabane A , 1991 :** Les pucerons cultures sous abris, un sérieux problème en Algérie. Allasio Italy. 29 Sep-20 Oct 1991/ « Working group integrated control in protected crops under Mediterranean climate » WPRS Bulletin 1991/XI/VS.
- Guénaoui Y. et Mahiout R., 1993.** The role of thelytokous strain of *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hymenoptera: Aphidiidae) in the population control of cotton aphid *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) in north Algeria. *Aphidophaga* 5. IOBC Symposium 6-10 septembre 1993, Antibes, France. 62.
- Guénaoui Y., Mahiout R., Boualem. M. et Kerachi R., 1994.** Recherches de moyens biologiques pour lutter contre *Aphis gossypii* GLOVER (HOM : APHIDIIDAE) en cultures protégées. Première évaluation de l'action parasitaire d'une souche thélytoque de *Lysiphlebus fabarum* MARSHALL (HYM : APHIDIIDAE) d'origine algérienne sur son hôte *Aphis gossypii*. Bull. OILB/SROP 17 (5) : 165-169.
- Guerfi Z, 2001.** Lutte biologique contre les pucerons des cultures maraîchères sous abris. Contribution à l'étude des potentialités d'un entomophage parasitoïde *Aphidius colemani* Viereck (Hym : *Aphidiidae*) pour lutter contre le puceron *Myzus persicae* Sulzer (Hom : *Aphididae*) en culture de poivron. Mémoire d'ingénieur d'Etat, INFSA Mostaganem, 48 p.
- Huang H. C, Harper A. M., Kokko E. G. et Howard R. G, 1981.** Aphis transmission of *Verticillium albo-atrum* to alfalfa. Can. J. Plant Pathol. Vol. 5 : 141-147.

- HYPP Zoologie, 2002.** *Mysus persicae* (Sulzer). Description, biologie cycle de vie, dégâts, Noms communs, 2 p.
- HYPP Zoologie, 2002.** Puceron du coton *Aphis gossypii*, 2 p.
- Iperti G, 1985.** Ecobiologie des coccinelles aphidiphages : les migrations. Impacts de la structure des paysages agricoles sur la protection des cultures, Poznan, les Colloques de l'INRA, N° 36, Paris. p : 100-107.
- Jourdheuil P, 1979.** Insectes contre insectes. La recherche n° 96. Vol.10 : 4-12.
- Kaakeh H. N, 1981.** Etude des facteurs déterminant la spécificité parasitaire d'*Aphidius matricariae* Haliday (Hym :Aphidiidae) analyse de ses potentialités comme agent biologique contre les aphides (Hom :Aphididae).
- Kessing L. J. M et Flmau R, 2007.** *Aphis gossypii* (Glover). Connaissance des cultures Master. Honolulu, Hawaii JMDiez , 4 p.
- Lambert. L, 2007.** Les pucerons : des bêtes de sève. Bulletin d'information : Cultures en serres Edit. Michel Lacroix et Cindy Ouellet, RAP. N° 02-12, 8 p.
- Leclant F, 1970.** Les aphides et la lutte intégrée en vergers. B.T.I.M.S.ARBO. N° 249 : 260-274.
- Leclant F, 1982.** Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification I. Grandes cultures Acta-Ed : INRA :26-27.
- Leclant F, 1999.** Les pucerons des cultures des plantes cultivées. Clefs d'identification II. Cultures maraîchères. Acta-Ed : INRA, 97p.
- Lees A. D, 1966.** The control of polymorphism in aphids. In « Beatment J.M.L., Trehern J.E. and Wiggles Worth.V.B». Editors advances in insect physiology N° 3 382 p.
- Liadouze I et Nardon P, 1995.** Etude du métabolisme azoté chez *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera :Aphididae), rôle des bactéries symbiotiques Nitrogen metabolism in the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera :Aphididae), influence of symbiotic bacteria.Thèse nouveau Doctorat. Institut national des Sciences Appliquées de Lyon, Villeurbanne, France. (N° : 95 ISAL 0067). www.CAT-INIST.htm..28/02/2008.
- Maddi D, 1993.** Vers une lutte intégrée en serre « Lutte contre les pucerons des cultures Recherche des hyménoptères parasites d'*Aphis gossypii* Glover (Hom : *Aphididae*)- Mise en évidence des capacités parasitaires de *Lysiphlebus fabarum* Marshall. (Hym : *Aphidiidae*) sur son hôte *Aphis gossypii* Glover (Hom : Aphididae). Mémoire d'ingénieur d'Etat, INFSA Mostaganem, 59 p.

- Mahi A, 2002.** Essai d'utilisation de *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hym : Aphidiidae) sur *Aphis gossypii* Glover (Hom: Aphididae). Mémoire d'ingénieur d'Etat, INFSA Mostaganem, 50 p.
- Mennas K, 2002.** Lutte biologique contre les pucerons des cultures maraîchères sous abris : Cas du couple *Myzus persicae* Sulzer (Hom:Aphididae) et *Aphidius matricariae* (Hym : Aphidiidae). Mémoire d'ingénieur d'Etat, INFSA Mostaganem, 40p.
- Messiaem C.M et Lafon R , 1970 .**Les maladies des plantes maraîchères 2eme édition Institut National de la Recherche Agronomique. Marcel Bon 70-Vesoul. Edit. INRA p : 89-117.
- Miles P. W, 1989.** The responses of plants to the feeding of Aphidoidea : principles in Aphids, their biology, natural enemies and control. Amsterdam : A. K. Minks & P. Harrewijn, Ed° Elsevier. Vol. 2 C, p : 1-22.
- Nuttall V.W, 2008.** Poivron. L'encyclopédie canadienne, fondation historique du Canada. www.thecanadianencyclopedia.com
- Rabasse J.M, 1979 .** Implantation d'*Aphidius matricariae* Haliday dans les populations de *Myzus persicae* Sulzer sous serre. In Bull.Int « faune et flore auxiliaire en agriculture » Paris.
- Rabasse J.M, 1984.** Potentialités des hyménoptères parasites pour la lutte contre les pucerons en serre in « Faune et Flore auxiliaire en Agriculture » Paris. A.C.T.A, 267 p.
- Ramade F, 1982.** Eléments d'écologie. Ecologie appliquée. Action de l'homme sur la biosphère. Mc Graw-Hill , Imprimerie Luis-Jean. Publication scientifique et littéraire, p: 197-189.
- Riba G et Silvy C, 1989.** Combattre les ravageurs des cultures. INRA. Station de Recherche de Lutte Biologique la Minière Edit. INRA. 230 p.
- Ridray G, 2006.** Situation de la protection intégrée des cultures légumières sous serres et abris dans l'arc Méditerranéen français. INRA Alénia, 13 p.
- Rincon-Vitova, 2006.** *Aphidoletes aphidimyza*, aphid predatory midge by applied BioNomies. Insectaries, Inc. p 3.
- Robert Y, Joelle P J, 1976.** Activité saisonnière de vol des pucerons (Hom: Aphididae) dans l'ouest de la France. Résultat de neuf années de piégeage. Ann.Soc. (NS) 12 (4) : 671-690.
- Rosen D, 1967.** The hymenopterous parasites and hyperparasites of aphids on *Citrus* in Israel. Ann. SOC. Am. N° 60 : 394-399.

- Saâda K., 2004.** Lutte contre les pucerons. Valorisation des entomophages autochtones. Utiliser les hyménoptères aphidiphages : Dans quelles conditions et pour quel objectif ? Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en agronomie, option protection des végétaux. Université de Mostaganem. 56 p.
- Saharaoui L et Gourreau J.M, 2000.** Les coccinelles d'Algérie: Inventaire et Régime alimentaire (Coleoptera : Coccinellidae). Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie. Revue semestrielle N°6.
- 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 présentée devant l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon Pour obtenir le grade de docteur, p : 3-19.
- Sekkat A, 2007.** Les pucerons des Agrumes au Maroc. Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement. ENA 18décembre 2007.
- Simon H, 1994.** Agriculture d'aujourd'hui sciences techniques et application. La protection des cultures. Lavoisier Londres Tec et Doc, New YORK. P : 21-22.
- Skuhrava M, Bayram S, Cam H , Tezcan S et Can P, 2005.** Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Turkey. Türk. Entomol. derg. 29 (1): 17-34.
- Stary P, 1966.** Aphid parasites of Tsechoslovakia-W. Junk, the Hague, p: 242-246.
- Tomanovic Z, Kavallieratos N, Athanassiou C.G et Stanisavljevic L.Z, 2003.** A review of the West Palaearctic aphidiines (Hymenoptera :Braconidae : Aphidiinae) parasitic on *Uroleucon*. spp., with the description of a new species. Ann. Soc. Entomol. Fr. 39 (4) :343-353.
- Tremblay E, 1964.** Ricerche sugli imenotteri parassiti. L. Studio morfobio - logico su *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hym : Aphidiidae). Boll. Ent .Agr. « Filipe Silvestri » N° 22 : 1-12.
- Trudel R, 2005.** Protéine de l'ail, *Allium sativum*, au service de la lutte contre des insectes piqueurs suceurs (Homoptera). Phytoprotection. Volume 86 n°2. www.erudit.org/revue/phyto
- Weeden C R, Shelton A M, et Hoffmann M. P, 2002.** *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera : Cecidomyiidae) Biological Control: A Guide to Naturel Enemies in North America, 4 p.
- Wikipédia.** Ebauche insecte. Hémiptère(nom scientifique).Aphididae. Un article de Wikipédia, l'encyclopédie libre. <http://fr.wikipedia.org>

Zhang J et Yang M.F, 2007. Scanning electron microscopy of antennae of *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). *Zoological Research*, 29 (1) : 108-112.