

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

HADDADI Bilal

Pour l'obtention du diplôme de

Master en AGRONOMIE

Spécialité : Protection des cultures

THÈME

**Etude bioécologique des aphides du poivron sous serres et
leurs ennemis naturels à Mazagran (Mostaganem)**

Soutenue publiquement le : 10/07/2019

DEVANT LE JURY :

Président	Dr BOUALEM Malika	M.C.A	Univ. de Mostaganem
Encadreur	Dr GHELAMALLAH Amine	M.C.A	Univ. de Mostaganem
Co-encadreur	Dr ARBAOUI Mohamed	M.C.B	Univ. de Mostaganem
Examineur	ALLILI Abdelkarim	M.A.A	E.S.A.M

Thème réalisé à l'atelier agricole de et laboratoire d'entomologie de l'université

Année universitaire : 2018/2019



Remerciements

Tous d'abord, nous remercions ALLAH de nous avoir donné la santé, le courage et la patience, et de nous avoir mis sur les chemins de savoir.

Merci à mes familles notamment mes parents, Sans vous, rien n'aurait possible, merci de votre soutien moral et de votre amour ...

Nous adressons le grand remerciement à notre encadreur Mr GHELAMALLAH A. qui nous a proposé le thème de ce mémoire, pour sa disponibilité, ses conseils, la confiance qu'il nous a accordé et ses directives du début à la fin de ce travail, et nous remercions à notre Co-encadreur Mr Arbaoui M. nous avoir encadré avec un grand cœur, pour sa disponibilité, pour les précieux conseils constructifs.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements pour notre grands et respectueux, pour son aide, son soutien, sa disponibilité et sa gentillesse.

Nous tenons également à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance, tout particulièrement : M^{elle} BOUALEM M. pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Nous remercions vivement Mr ALLILI A. d'avoir bien accepté d'examiner ce travail.

Nos sincères remerciements vont à Mr BENABDELMOUMEN Dj. pour toute l'aide qu'il nous a apporté pour la partie traitement statistique.

Sincères remerciements à techniciens de laboratoire de recherche protection des cultures et les techniciens de l'atelier agricole de Mazagran.

Finalement, je remercie tout particulièrement les personnes avec lesquelles j'ai étroitement collabore et qui m'ont fait part de leurs connaissances et de leur savoir-faire durant mes études scolaire et universitaire et tous les enseignants de protection des cultures.



Dédicaces

Je dédie ce travail à ma chère mère et mon cher père pour leurs soutien matériel et moral, leurs encouragements, leur sacrifice et leur compréhension.

À mon frère et mes sœurs qui leurs souhaitent plus de succès dans leurs vies et leurs souhaitent bonheur et longévité.

À mes amis Issam, Marouane et Djamel qui m'ont aidé dans ce travail avec leurs idées et leurs efforts ainsi qu'à mes amis Abdelouahad, Nail, Oussama, Khir Eddine, Mohammed.

En fin de compte, je souhaite une vie meilleure et un avenir radieux à tous mes vrais amis que j'ai connus au cours de ma carrière universitaire et que je connais de ma vie.

HADDADI Bilal

Résumé

Résumé

Les pucerons sont des petits insectes phytophages, ils causent des dégâts considérables chez les cultures protégées. Chez la culture du poivron, les espèces *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* sont le plus dominantes. Notre l'étude s'intéresse à la dynamique des populations de ces deux espèces et l'utilisation d'insectes prédateurs pour lutter contre le puceron. Les résultats obtenus montrent une abondance relative maximale de 986 individus à la date de 5 mai sous la température moyenne de 35°C chez *Aphis gossypii* et d'un maximum de 562 individus pour *Myzus persicae* à la même date. Cependant, les colonies des aphides sont très importantes dans la serre, par contre, le nombre dès que les prédateurs (les coccinelles, les syrphes et les cécidomyies) est faible. L'abondance relative chez les prédateurs est de 60, 127 et 190 respectivement par les coccinelles, syrphes et les cécidomyies. Par ailleurs, un taux de prédation élevé est signalé chez les coccinelles par rapport aux cécidomyies et syrphes. Aussi, nous avons constaté que le 1^{er} et le 2^{ème} stade larvaire des pucerons sont très sensible à la prédation avec des taux importants de l'ordre de 210 à 189 pour les coccinelles, de 106 à 97 pour les syrphes et enfin, entre 59 et 65 pour les cécidomyies.

Mots clés : *Aphis gossypii*, Cécidomyies, Coccinelles, Dynamique des populations, *Myzus persicae*, Poivron, Syrphes.

Abstract

Abstract

Aphids are small phytophagous insects, they cause considerable damage to protected crops. In pepper cultivation, the species *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* are the most dominant. Our study focuses on the population dynamics of these two species and the use of predatory insects to control the aphid. The results obtained show a maximum relative abundance of 986 individuals as of May 5, under the average temperature of 35°C in *Aphis gossypii* and a maximum of 562 individuals for *Myzus persicae* at the same date. However, colonies of aphids are very important in the greenhouse, on the other side, the number as soon as predators (ladybugs, hoverflies and midges) is low. The relative abundance in predators is 60, 127 and 190 respectively by ladybugs, hoverflies and gall midges. In addition, a high predation rate is reported in ladybirds compared to midges and hoverflies. Also, we found that 1st and 2nd larval stages of aphids are very sensitive to predation with high rates of the order of 210 to 189 for ladybugs, 106 to 97 for hoverflies and finally, between 59 and 65 for gall midges.

Key words : *Aphis gossypii*, midges, ladybugs, population dynamics, *Myzus persicae*, pepper, hoverflies.

المُلخَص

المن هي حشرات نباتية صغيرة، تسبب أضراراً كبيرة للمحاصيل المحمية. نجد في زراعة الفلفل، النوعين *Aphis gossypii* و *Myzus persicae* هما الأكثر شيوعاً. تركّز دراستنا على الديناميات السكانية لهذين النوعين واستخدام الحشرات المفترسة للسيطرة على المن. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها وجود وفرة نسبية قصوى قدرها 986 فرداً ابتداءً من 5 ماي، تحت متوسط درجة الحرارة 35 درجة مئوية في *Aphis gossypii* و بعد أقصى 562 فرداً لـ *Myzus persicae* في نفس التاريخ. ومع ذلك، فإن مستعمرات الأفيد مهمة جداً في البيوت الزجاجية، عكس عدد الحشرات المفترسة (les coccinelles, les syrphes et les cécidomyies) يكون منخفض. الوفرة النسبية في الحشرات المفترسة هي 60، 127 و 190 على التوالي من قبل les coccinelles، les syrphes و les cécidomyies. بالإضافة إلى ذلك، تم الإبلاغ عن ارتفاع معدل الافتراض في les coccinelles مقارنة بـ les cécidomyies و les syrphes. أيضاً، وجدنا أن المراحل الأولى والثانية من يرقات المن حساسة للغاية للافتراض حيث ترتفع معدلاتها من 210 إلى 189 لـ les coccinelles، ومن 106 إلى 97 لـ les syrphes، وأخيراً، بين 59 و 65 لـ les cécidomyies.

الكلمات المفتاحية : *Aphis gossypii*، *coccinelles*، *cécidomyies*، ديناميكيات السكان، *Myzus persicae*، فلفل، *syrphes*.

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Partie bibliographique : Chapitre 01

Tableau 1 – Principaux pays producteurs de poivron dans le monde (tonnes) (FAO, 2016)	3.
Tableau 2 – Superficie et production maraichère dans le bassin méditerranéen (FAO, 2015)	4.
Tableau 3 – Importance des superficies et des rendements du poivron sous serre en Algérie (2003-2013) (FAO, 2015)	4.
Tableau 4 – Evolution des superficies et production du poivron sous serre dans la région de Mostaganem (DSA, 2019)	5.
Tableau 5 – Différents maladies cryptogamiques du poivron	12.
Tableau 6 – Principales maladies bactériennes du poivron	13.
Tableau 7 – Principales maladies virales du poivron	14.

Partie bibliographique : Chapitre 02

Tableau 8 – Les principales espèces de puceron en maraichage	20.
---	------------

Partie bibliographique : Chapitre 03

Tableau 09 – Les produits utilisés contre les pucerons (Index produits phytosanitaire 2015)	30.
---	------------

Liste des tableaux

Partie expérimentale : Chapitre 01

Tableau 10 – Caractéristique du matériel végétal	39.
---	------------

Partie expérimentale : Chapitre 02

Tableau 11 – Le moyen et l'écart type de l'infestation et de puceron dans chaque étage foliaire	55.
Tableau 12 – Cycle de vie de coccinelle sous une température de $21 \pm 2,5$ C°	58.
Tableau 13 – Le nombre de pucerons prédatés par les coccinelles	60.
Tableau 14 – Cycle de vie de syrphe sous une température de $21 \pm 2,5$ C°	62.
Tableau 15 – Nombre de pucerons prédatés par les syrphes	64.
Tableau 16 – Cycle de vie de cécidomyie sous une température de $21 \pm 2,5$ C°	66.
Tableau 17 – Nombre de pucerons prédatés par les cécidomyies	68.

Liste des figures

Liste des figures

Partie bibliographique : Chapitre 01

Figure 1 : Feuille, fleur, fruit et tige d'un poivron (Originale, 2019) 7.

Figure 2 : Cycle biologique de poivron et le stade plus sensible (Originale, 2019) 9.

Partie bibliographique : Chapitre 02

Figure 3 : Les formes de puceron (aptère et ailé). (Deyrever, 1981) 17.

Figure 4 : Représentation d'un cycle annuel de puceron (Celini, 2001) 19.

Figure 5 : La forme ailée d'*Aphis gossypii* (P.M Choate, 2018) 23.

Figure 6 : La forme aptère d'*Aphis gossypii* (Hill, 1987) 23.

Figure 7 : Colonie d'*Aphis gossypii* sur feuille du poivron (Originale, 2019) 23.

Figure 8 : La forme aptère de *Myzus persicae* (J. Poorani, 2007) 25.

Figure 9 : La forme ailée de *Myzus persicae* (Scott Bauer, 2007)..... 25.

Figure 10 : Colonie de *Myzus persicae* sur feuille de poivron (INRA, 2019)..... 25.

Figure 11 : Prise illustrant des dégâts occasionnés par les pucerons sur plante du poivron sous serre (Originale, 2019)..... 28.

Partie expérimentale : Chapitre 01

Figure 12 : Ferme expérimentale de l'université de Mostaganem (Mazagran) (Google Earth, 2019) 37.

Figure 13 : Pante de poivron (Originale, 2019) 38.

Liste des figures

Figure 14 : L'alignement des plants de poivron sous serre (Originale 2019)	40.
Figure 15 : Le puceron noir de poivron (<i>Aphis gossypii</i>) (Originale, 2019)	41.
Figure 16 : Le puceron Vert du pêcher (<i>Myzus persicae</i>) (Originale, 2019)	41.
Figure 17 : Les adultes et les larves de coccinelles (Originale, 2019)	42.
Figure 18 : Les larves des syrphes et une adulte (Originale, 2019)	42.
Figure 19 : larve de cécidomyie (Original, 2019)	43.
Figure 20 : L'échantillonnage des feuilles contaminer par les pucerons selon les étages foliaires (Originale, 2019)	44.
Figure 21 : Essai expérimental dans laboratoire (Originale, 2019)	45.

Partie expérimentale : Chapitre 02

Figure 22 : Taux d'infestation d' <i>Aphis gossypii</i> en fonction de la date d'échantillonnage	48.
Figure 23 : La température relevée dans la serre pendant la période d'échantillonnage	48.
Figure 24 : L'humidité relevée dans la serre pendant la période d'échantillonnage	49.
Figure 25 : Abondance relative des populations d' <i>Aphis gossypii</i> selon les étages foliaires	50.
Figure 26 : Evolution des différents stades larvaires d' <i>Aphis gossypii</i>	51.
Figure 27 : Taux d'infestation de <i>Myzus persicae</i>	52.
Figure 28 : La température relevée dans la serre pendant la période d'échantillonnage	52.
Figure 29 : L'humidité relevée dans la serre pendant la période d'échantillonnage	53.
Figure 30 : Abondance relative des populations des <i>Myzus persicae</i> selon les étages foliaires	54.
Figure 31 : Evolution des différents stades larvaires de <i>Myzus persicae</i>	55.

Liste des figures

Figure 32 : Taux d'infestation de puceron (les deux espèces) dans chaque étage foliaire.....	56.
Figure 33 : Nombre de puceron (les deux espèces) dans chaque étage foliaire	56.
Figure 34 : Abondance relative de différentes espèces prédatrices de pucerons	57.
Figure 35 : La température relevée dans laboratoire pendant la période d'étude	58.
Figure 36 : Les étapes du développement de coccinelle de l'œuf à l'adulte (Originale, 2019)	59.
Figure 37 : Nombre de pucerons prédatés par les coccinelles selon la durée du stade concerné	60.
Figure 38 : Nombre de puceron éliminé par les larves des coccinelles selon les stades larvaires (moyenne de 3 coccinelles)	61.
Figure 39 : Efficacité de la coccinelle selon le stade larvaire du puceron	61.
Figure 40 : Sensibilité du puceron à la coccinelle selon le stade larvaire	62.
Figure 41 : Étapes du développement de syrphe de l'œuf à l'adulte (Originale, 2019)	63.
Figure 42 : Nombre de pucerons prédatés par les syrphes selon le stade larvaire	64.
Figure 43 : Nombre de pucerons éliminés par les larves de syrphe selon la durée de chaque stade (moyenne de 5 syrphes)	65.
Figure 44 : Efficacité du syrphe selon le stade larvaire du puceron	65.
Figure 45 : Sensibilité du puceron au syrphe selon le stade larvaire	66.
Figure 46 : Étapes du développement de cécidomyie de l'œuf à l'adulte (Originale, 2019)	67.
Figure 47 : Nombre de pucerons prédatés par les cécidomyies dans la durée de chaque stade	68.
Figure 48 : Nombre de pucerons éliminés par les larves de cécidomyie selon dans durée le stade larvaire (moyenne de 5 cécidomyies)	69.

Liste des figures

Figure 49 : Efficacité du syrphe selon le stade larvaire du puceron	69.
Figure 50 : Sensibilité du puceron au syrphe selon le stade larvaire	70.

Liste des abréviations

Liste des abréviations

% : Pourcentage.

F A O : Food and Agriculture Organisation.

Ha : Hectare.

T : Tonne.

Qx : Quintaux.

D S A : Direction des Services Agricoles.

C° : Degrée Celsius.

Mm : Millimètre.

M : Mètre.

Cm : Centimètre.

Kg : kilogramme.

N : Azote.

P : Phosphore.

K : Potassium.

L1, L2, L3 et L4 : Larves du 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} stade de puceron et prédateurs (coccinelle, cécidomyie et syrphe).

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

المخلص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1.

1^{ère} Partie : Partie bibliographique

CHAPITRE 01 : Données bibliographiques sur la plante hôte : Poivron (*Capsicum annum*)

1. Origine et répartition dans le monde	3.
2. Importance économique de la culture du poivron	3.
2.1. Dans le monde	3.
2.2. En Algérie	4.
2.3. A Mostaganem	5.
3. Systématique du poivron	6.
4. Caractères morphologiques du poivron	6.
4.1. L'appareil végétatif	6.
4.1.1. Système racinaire	6.
4.1.2. La tige	6.
4.1.3. Les feuilles	6.
4.2. L'appareil reproducteur	7.
4.2.1. Les fleurs	7.
4.2.2. Les semences	7.
4.2.3. Les fruits	7.
5. Caractères physiologiques et botanique du poivron	8.
6. Stades phénologiques	8.

Table des matières

7. Les exigences climatiques et édaphiques du poivron	9.
7.1. La température	9.
7.2. La lumière	9.
7.3. L'humidité	10.
7.4. Le sol	10.
7.5. Le pH	10.
7.6. Les besoins en eau	10.
7.7. La fertilisation	11.
8. Les variétés	11.
9. La situation phytosanitaire du poivron	11.
9.1. Mauvaises herbes	11.
9.2. Les maladies cryptogamiques	12.
9.3. Les maladies bactériennes	13.
9.4. Les maladies virales	14.
9.5. Les ravageurs du poivron	15.
9.5.1. Les acariens	15.
9.5.2. Les nématodes	15.
9.5.3. Les insectes	15.
✓ Les thrips	15.
✓ Les aleurodes	16.
✓ Les pucerons	16.
<u>CHAPITRE 02 : Données bibliographiques sur les pucerons (les aphides)</u>	
1. Généralités sur les pucerons	17.
2. Systématique	17.
3. Caractéristiques morphologiques des aphides	17.
3.1. Biologie	18.
4. Cycle de vie	19.
5. Les principales espèces en maraichage	20.
6. Origine des infestations	21.
a. Du plant lui-même	21.
b. Des résidus de récolte	21.
c. Du vol de dissémination	21.
7. L'espèce <i>Aphis gossypii</i> Glover	21.

Table des matières

7.1. Description	21.
7.2. Position systématique	22.
7.3. Caractéristiques morphologiques	22.
7.4. Biologie d' <i>Aphis gossypii</i>	23.
8. L'espèce <i>Myzus persicae</i> Sulzer	24.
8.1. Description	24.
8.2. Position systématique	24.
8.3. Caractères morphologiques	24.
8.4. Biologie de <i>Myzus persicae</i>	25.
9. Les dégâts causés par les aphides	26.
a. Les dégâts directs	26.
b. Les dégâts indirects	26.
b.1. Miellat et fumagine	26.
b.2. Transmission des virus phytopathogènes	26.
10. Puceron de coton (<i>Aphis gossypii</i> lover)	28.
11. Puceron vert du pêcher (<i>Myzus persicae</i> Sulzer)	28.
<u>CHAPITRE 03 : Données bibliographiques sur les méthodes de lutte en serriculture</u>	
1. Les méthodes de lutte contre les pucerons	29.
1.1. Lutte préventive	29.
1.2. Lutte chimique	29.
1.3. Lutte intégrée	30.
1.4. Lutte biologique	31.
1.4.1. Les prédateurs	31.
➤ Les coléoptères	31.
✓ Les coccinelles (<i>Coccinellidae</i>)	31.
➤ Les dermoptères (Forficules)	32.
➤ Les diptères	32.
✓ Les syrphes (<i>Syrphidae</i>)	32.
✓ Les cécidomyies (<i>Cecidomyidae</i>)	33.
➤ Les Hétéroptères (Punaises)	33.
✓ Les anthocorides (<i>Anthocoridae</i>)	33.
✓ Les mirides (<i>Miridae</i>)	33.
✓ Les nabides (<i>Nabidae</i>)	34.

Table des matières

➤ Les Névroptères (chrysopes et hémérobes)	34.
➤ Thysanoptères (Thrips)	34.
➤ Arachnides prédateurs	34.
✓ Les acariens	34.
1.4.2. Les parasitoïdes de puceron	35.
➤ Les hyménoptères	35.
➤ Les diptères	35.
1.4.3. Les micro-organismes	36.
➤ Les champignons	36.
➤ Les nématodes	36.
➤ Les bactéries	36.
➤ Les virus	36.
<u>2^{ème} Partie : Partie expérimentale</u>	
<u>CHAPITRE 01 : Matériel et Méthodes</u>	
1. Objectif du travail	37.
2. Site expérimental	37.
3. Caractéristiques du sol de la zone d'étude	38.
4. Matériel et méthode d'étude	38.
a. Matériel végétal	38.
➤ La culture du poivron	39.
b. Matériel animal	40.
b.1. <i>Aphis gossypii</i>	40.
b.2. <i>Myzus persicae</i>	41.
b.3. Les ennemies naturelles des aphides	42.
➤ Les coccinelles	42.
➤ Les syrphes	42.
➤ Les cécidomyies	43.
5. Méthode d'étude	43.
a. Échantillonnage	43.
b. La prédation	44.
6. Dénombrement	46.
Formules de calcul utilisées	46.
1) Taux d'infestation	46.

Table des matières

2) Taux de prédation	46.
3) Traitement statistique	46.
<u>CHAPITRE 02 : Résultats et discussion</u>	
Résultats	47.
1. Évolution des populations d' <i>Aphis gossypii</i> et <i>Myzus persicae</i>	47.
1.1. Évolution globale des colonies d' <i>Aphis gossypii</i>	47.
1.2. Évolution d' <i>Aphis gossypii</i> par étage foliaire	49.
1.3. Évolution des différents stades larvaires d' <i>Aphis gossypii</i>	50.
1.4. Évolution globale des colonies de <i>Myzus persicae</i>	51.
1.5. Evolution de <i>Myzus persicae</i> par étage foliaire	53.
1.6. Evolution des différents stades larvaires de <i>Myzus persicae</i>	54.
2. Taux d'infestation	55.
3. Abondance relative de la faune prédatrice des populations aphidiennes	57.
4. Etude bioécologique des prédateurs et taux de prédation	58.
4.1. Cycle biologique de la coccinelle	58.
4.2. Taux de prédation des coccinelles	59.
4.3. Efficacité de la coccinelle selon le stade larvaire du puceron	61.
4.4. Sensibilité du puceron à la coccinelle selon le stade larvaire	62.
4.5. Cycle biologique de syrphes	62.
4.6. Taux de prédation des syrphes	63.
4.7. Stade efficace des syrphes	65.
4.8. Stades sensibles du puceron vis-à-vis des syrphes	66.
4.9. Cycle biologique de cécidomyie	66.
4.10. Taux de prédation des cécidomyies	67.
4.11. Stades efficaces de cécidomyie	69.
4.12. Stade sensible de puceron vis-à-vis les cécidomyies	70.
Discussion	71.
1. Abondance relative des aphides	71.
2. Activité de la faune prédatrice	71.
Conclusion	72.
Conclusion générale	73.
Annexes	
Références bibliographiques	

Introduction générale

Introduction générale

Introduction

En Algérie, la production du poivron occupe une place importante en raison de leur intérêt économique et social, car elle représente une source économique et d'offre d'emplois pour le marché national. La culture du poivron est régulièrement attaquée par plusieurs ravageurs dont les pucerons figurent au premier plan ; parmi ces ravageurs *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* qui constituent un problème majeur.

Les aphides sont considérés actuellement parmi les insectes les plus nuisibles et les plus dommageables, car, ils provoquent d'importants dégâts en ponctionnant la sève des plantes et en leurs transmettant des maladies virales. Environ 4000 espèces sont inventoriées à travers le monde, dont 250 sont inféodées aux cultures (Fraval, 2006). Cet auteur ajoute, que ces pucerons vivent aux dépens des Conifères, des Composées, des Rosacées, le plus part sont inféodées à une seule espèce végétale mais certains sont polyphagies.

En tant que ravageurs, ces pucerons montrent une grande résistance à l'égard des différentes molécules chimiques utilisées actuellement dans le cadre de la protection phytosanitaire des cultures (Fraval, 2006). Pour cette raison et depuis des années, la lutte biologique a connu un grand essor à travers le monde et plusieurs lâchers à base d'organismes vivants sont effectués.

Par ailleurs, certains organismes auxiliaires exercent leur action bénéfique à des niveaux de densité faible ou très faible, alors que d'autres, au contraire, agissent à des niveaux de densité élevée. En raison du souci de s'assurer de la spécificité d'action des organismes auxiliaires utilisés en lutte biologique, la préférence est généralement accordée aux espèces dites spécialistes par rapport aux espèces généralistes.

La lutte contre ces pucerons est plus facilement réalisable par l'application de produits insecticides de synthèse qui peuvent limiter leurs populations à un seuil tolérable (Lopez et al., 2012). Ce moyen de lutte peut entraîner plusieurs effets néfastes tels que la réduction des ennemis naturels, l'apparition de souches résistantes chez les ravageurs, etc. C'est le cas d'*Aphis gossypii* qui développe une résistance contre un nombre important de matières actives (Wang et al., 2007). Cependant, de nombreuses études orientées vers la lutte biologique visent à exploiter et valoriser l'action de nombreux ennemis naturels. Cette méthode suppose la connaissance parfaite de la biologie du ravageur en question et celle de ses ennemis naturels (Estevez et al., 2000).

Le développement de la recherche scientifique a amené les traitements phytosanitaires à une utilisation plus raisonnée et moins coûteuse. Ainsi, l'application de la lutte biologique représente pour le monde rural, un événement écologique sans précédent. Cette méthode de

Introduction générale

lutte et son utilisation des potentialités de certains auxiliaires qu'ils soient prédateurs ou parasitoïdes, est devenu un moyen très efficace contre les pucerons.

L'intérêt croissant pour des mesures de lutte biologique par conservation souligne le besoin d'étudier la diversité et la phénologie des populations d'insectes auxiliaires aphidiphages (Ghelamallah, 2016). A ce titre, plusieurs familles d'insectes prédateurs et parasitoïdes peuvent contrôler les populations de pucerons, principalement les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae), les syrphes (Diptera : Syrphidae), les chrysopes (Neuroptera : Chrysopidae) et les micro-hyménoptères appartenant à la famille des Braconidae et des Aphelinidae (Lyon, 1983 ; Boivin, 2001 ; Lopes et *al.*, 2012). Ces derniers limitent les populations de pucerons (Laamari et *al.*, 2011).

Notre travail expérimental se résume en une étude bioécologique de la faune auxiliaire des aphides du poivron sous serre. Pour cela, nous nous intéressons au suivi du stade larvaire le plus sensible des deux espèces de pucerons *Aphis gossypii* et *Myzus persicae*, aussi, nous suivons la lutte contre les ravageurs du puceron, spécifiquement la lutte biologique qui vise à utiliser de nombreux prédateurs (les coccinelles, les syrphes et les cécidomyies).

Partie bibliographique

CHAPITRE 01 :

***Données bibliographiques sur la
plante hôte :***

Poivron (*Capsicum annum*)

1. Origine et répartition dans le monde

Le poivron (*Capsicum annum L.*) est originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du sud, elle a un peu plus d'un siècle abordé et conquis tous les continents dans leurs parties tropical sous tempérées chaudes (Pochard *et al.*, 1992).

Il est cultivé dans toutes les régions tropicales du monde, ainsi que dans les régions tempérées chaudes (Polese et Devaux, 2007)

2. Importance économique de la culture du poivron

2.1. Dans le monde

Tableau 1 – Principaux pays producteurs de poivron dans le monde (tonnes) (FAO, 2016).

N°	Pays	Production (Tonnes)	Rendement	Etat de rendement
01	Chine	17 435 000	2,32 kg/m ²	Faible
02	Mexique	2 737 000	1,61 kg/m ²	Faible
03	Turquie	2 457 820	2,76 kg/m ²	Faible
04	Indonésie	1 961 000	0,75 kg/m ²	Faible
05	Espagne	1 082 690	6,07 kg/m ²	Faible

La production mondiale de poivron a passé, pour la première fois de l'histoire, la barre des 34 millions de tonnes cultivées.

C'est la toute première fois de l'histoire que la production mondiale de poivrons dépasse les 34 millions de tonnes ! Selon les données de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO, 2016), le record de production mondial de poivron a été atteint en 2016 avec 34 497 460 T. Ce chiffre est 3,66% plus haut par rapport à l'année dernière et 25,78% supérieur à celui d'il y a 10 ans. Au total, dans le monde, 1 938 788 ha sont consacrés à cette culture ce qui induit un rendement de 1,78 kg/m².

Les Pays-Bas sont les producteurs les plus performants avec un rendement moyen de 27,76 kg/m² contre 6,07 kg/m² pour l'Espagne, qui a le 2e meilleur rendement, et 4,28 kg/m² pour le Maroc qui est en 6e position en matière de rendement.

Tableau 2 – Superficie et production maraîchère dans le bassin méditerranéen (FAO, 2015).

N°	Pays	Superficie (Ha)	Production (T)
01	Turquie	1117618	28280809
02	Egypte	753942	19590963
03	Italie	509557	13049171
04	Espagne	336400	12701300
05	Algérie	334129	6788809
06	France	235209	5235330
07	Maroc	190370	5633314
08	Tunisie	137260	3338393
09	Grèce	90089	3287627
10	Libye	68109	993648
11	Palestine occupé	67913	1779990
12	Liban	34434	993330
13	Palestine	12955	572971
14	Chypre	2913	101733

2.2. En Algérie

Tableau 3 – Importance des superficies et des rendements du poivron sous serre en Algérie (2003-2013) (FAO, 2015).

Année	Surface (Ha)	Production (Qx)	Rendement (Tonnes/Ha)
2003	17900	208232.00	116330.73
2004	18534	265307	143146.11
2005	20730	248614	119929.57
2006	21131	275888	130560.79
2007	20663	268055	129727.05
2008	20403	280397	137429.30
2009	21417	318949	148923.29
2010	21688	380412	175402.07
2011	21272	384267	180644.51
2012	22605	426566	188704.27
2013	22388	482471	215504.29

2.3. A Mostaganem

Tableau 4 – Evolution des superficies et production du poivron sous serre dans la région de Mostaganem (DSA, 2019).

Année	Poivron	
	Superficie (Ha)	Production (Qx)
2010	1353	200467
2011	1329	244110
2012	1354	253540
2013	1548	323548
2014	1192	379297
2015	1460	387584
2016	1267	441335
2017	1310	528580
2018	973	392770

Dans la wilaya de Mostaganem, la culture du poivron a connu un développement intensif (Ghelamallah, 2009). Entre 2010 et 2018, la superficie couverte en serre a connu une évolution sensible en passant de 1353 ha en 2010 à 1548 ha en 2013. Par contre, nous notons une réduction de sa superficie durant l'année 2014 où elle a enregistré 1192 ha. Entre 2010 et 2018, la région a connu une augmentation sensible des superficies cultivées et tomate et poivron. Ceci est dû à l'implantation de nombreux agriculteurs venus des régions de Chlef et de Tipaza pour exploiter les zones du littoral conçues pour la production de la tomate-primeur (Ghelamallah, 2009).

3. Systématique du poivron

- **Règne :** *Plantae* ;
- **Division :** *agnoliophyta* ;
- **Classe :** *Magnoliopsida* ;
- **Ordre :** *Solanales* ;
- **Famille :** *Slanaceae* ;
- **Genre :** *Capsicum* ;
- **Espèce :** *Capsicum annum* ; Linnaean (1753).

4. Caractères morphologiques du poivron

4.1. L'appareil végétatif

4.1.1. Système racinaire

Le système racinaire est pivotant. Les racines robustes ont tendance à se développer latéralement dans un rayon de 0.30 à 0.50 cm. La tige se lignifie progressivement favorisant à un mode de développement semi pérenne allant au-delà de deux ans (Chaux et Foury, 1994).

4.1.2. La tige

Elle est ligneuse à la base et herbacée en haut, suivant les variétés et les conditions de culture, la croissance peut être déterminée ou indéterminée (Bonal, 1981).

4.1.3. Les feuilles

Les feuilles ont une forme ovoïde de couleur verte, portant très souvent à leur base de poils fins. Ce caractère est fortement lié à la variété. Il existe une corrélation entre la taille des fruits et celle des feuilles. Ainsi les variétés à gros fruits portent normalement de grandes feuilles, longues, alors que celles à petit fruit se distinguent par des feuilles petites et étroites (Kolev, 1976).

4.2. L'appareil reproducteur

4.2.1. Les fleurs

Blanchâtres, penchants ou dressées, elles sont situées à l'aisselle des feuilles, tandis que les pétales et les sépales sont soudés à la base. Soudées. La grandeur de la fleur est l'un des critères de distinction des variétés (Laumonier, 1979).

4.2.2. Les semences

Elles sont réniformes, plates, à tégument lisse et de couleur jaune pâle. D'après Belletti et Quagliotti, (1988), leur taille est jugée variable en fonction des conditions dans lesquelles elles mûrissent ; l'environnement général de la plante-mère, la position de la baie sur celle-ci, leur nombre par fruits, le moment de la récolte et celui de leur extraction du fruit. Un gramme compte environ entre 140 et 150 graines (Chaux et Foury, 1994). Les graines se classent pour leur longévité dans les semences microbiotiques. Leur viabilité, c'est-à-dire leur faculté germinative peut être préservée à 50% pendant 3 ans, lorsqu'elles sont maintenues dans des conditions de faible humidité et de température et à l'abri de la lumière (Ashworth, 1991).

4.2.3. Les fruits

Les fruits sont sous forme de baies dont la forme, couleur, et grosseur change avec la maturation et suivant les variétés (Kolev, 1976).

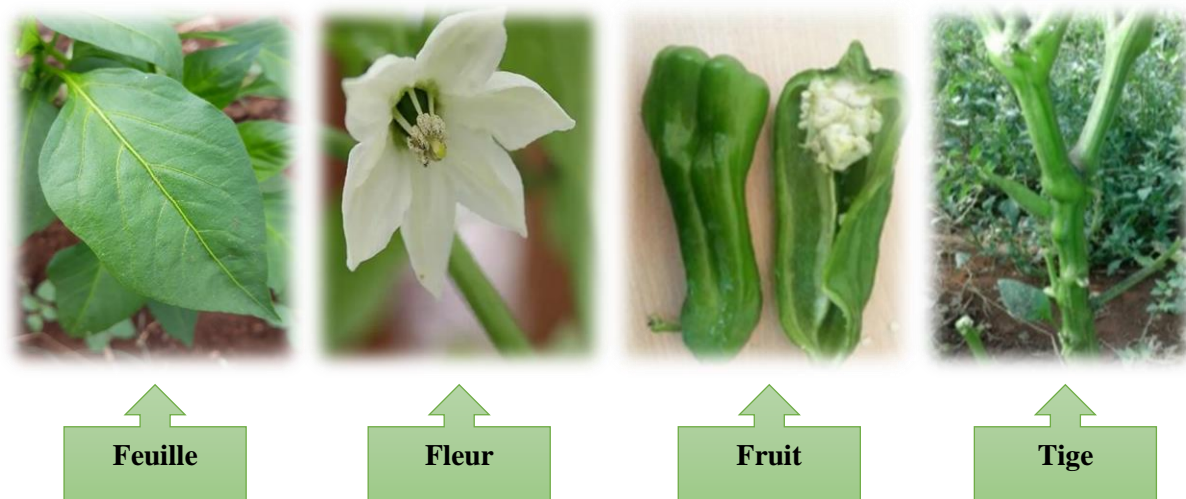


Figure 1 : Feuille, fleur, fruit et tige d'un poivron (Originale, 2019).

5. Caractères physiologiques et botanique du poivron

L'espèce du poivron « *Capsicum annum* L. » est une solanée de type annuel. Le cycle végétatif dépend des variétés, des températures aux différents stades végétatifs (germination, floraison, et maturation), de la durée de jour, et de l'intensité lumineuse (Kolev, 1976).

6. Stades phénologiques

Le cycle végétatif du poivron suit plusieurs stades végétatifs qui sont :

Stade 0 : Levée

Stade 1 : Les cotylédones sont étalés

Stade 2 : Deux feuilles étalées sur la tige principale

Stade 3 : Davantage de feuilles étalées sur tige

Stade 4 : Début floraison

Stade 5 : Floraison

Stade 6 : Développement du fruit.

Grace a la durée de vie de poivron et notre suivi dans la serre nous avons remarqué que la première de croissance période la plus sensible aux maladies, ainsi que les ravageurs, permis se ravageur le puceron, parce que les feuilles de la plante sont sensibles aux déférents facteurs pathogènes (Kolev, 1976).

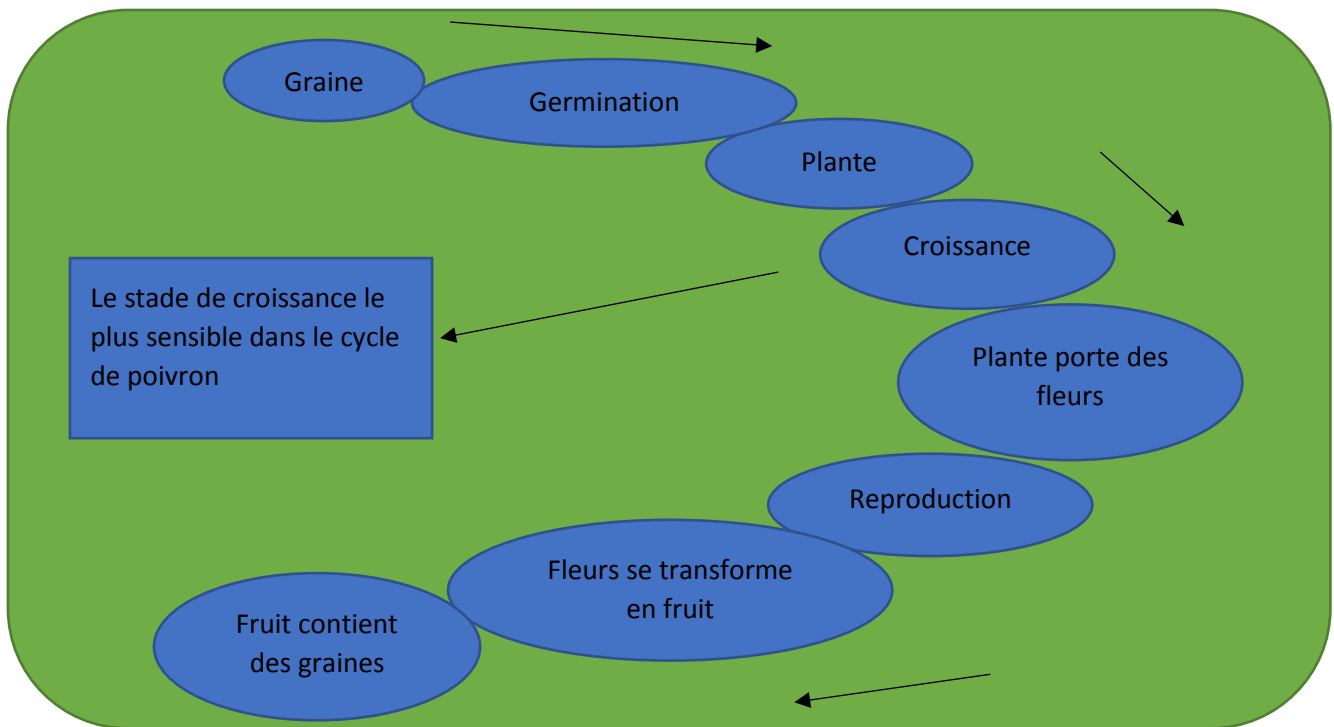


Figure 2 : Cycle biologique de poivron et le stade plus sensible (Originale, 2019).

7. Les exigences climatiques et édaphiques du poivron

7.1. La température

Le poivron est l'une des plantes maraichères les plus exigeantes en températures, mais moins exigeante en ensoleillement que la tomate (Skiredj et *al.*, 2005). Une température journalière moyenne de 24 °C assure un développement convenable ; pendant la nuit, la température doit être aux environs de 16 à 18 °C. En dessous de 15 °C la végétation est perturbée, et en dessous de 10 °C elle est arrêtée (Chaux, 1976). Les températures supérieures à 35 °C réduisent la fructification et la photosynthèse (Skiredj et *al.*, 2005).

7.2. La lumière

Selon Pochard (1982), les exigences du poivron en lumière sont très grandes pendant toute la végétation, car l'induction florale semble dépendante en partie d'un bon éclairage.

7.3. L'humidité

La culture du poivron se pratique de préférence dans les régions subhumides et humides. L'humidité de l'air doit être comprise entre 60% et 70%, une humidité faible même de courte durée, entraîne une couleur excessive des fleurs, et des accidents physiologiques sur le fruit (Pochard, 1983). Aussi, il est exigeant en humidité du sol, celle-ci doit être se suite entre 80% et 85% pour de bons rendements (Elattir et Skiredj, 2009). D'après les mêmes auteurs, le développement des fruits ne s'effectue pas en présence d'une humidité basse et d'une température élevée.

7.4. Le sol

Le poivron demande des sols profonds et humides (Laumonier, 1979), il s'adapte assez bien à une large gamme de sol, seulement, qu'ils soient bien drainés. D'autres comme Williams et *al.*, (1991) estiment que l'espèce *Capsicum annum* peut avoir une bonne croissance dans les plaines sableuses. Par ailleurs, la culture du poivron fatigue rapidement le sol, elle est très exigeante en rotation de culture, il faut souligner que le cycle de plantation est d'environ 3 mois pour le poivron et 6 mois pour le piment (Halli et Skaggs, 2008).

7.5. Le pH

Le poivron redoute l'acidité du sol, car il demande un pH se situant entre 6,5 et 7 (Wong et Lin, 2000).

7.6. Les besoins en eau

Les besoins en eau du poivron se situent aux environs 600 et 800 mm pour le cycle entier. Par ailleurs, il faut mettre à la disponibilité de la culture la quantité d'eau nécessaire à ses besoins en temps opportun, car, toute insuffisance provoque un stress hydrique, qui donne des résultats graves dans la production, puisque la faculté restauratrice des racines du poivron est faible (Skiredj et *al.*, 2005).

7.7. La fertilisation

La fumure de fond recommandé pour la plupart des sols moyens est :

Fumier décomposé : 40-50 T/ha ; N : 100 Kg/ha sous forme de sulfate d'ammoniaque ou d'urée ; P : 150 Kg/ha sous forme de super – triple 45% ; K : 120 – 150 Kg/ha sous forme de sulfate de potasse ou de KCI sauf en cas de forte salinité de sol.

Selon Skiredj et al., (2005), le poivron donne de bons résultats en présence d'un fumier bien décomposé, en plus, il demande de grandes quantités de fumure minérale et organique. La fertilisation minérale est fractionnée en trois apports. Le premier apport pendant le stade végétatif, le deuxième apport pendant la floraison et enfin, le troisième apport à la fructification.

8. Les variétés

Les poivrons sont généralement classés en deux types selon leur forme :

- Les variétés américaines sont plus ou moins carrées, à trois ou quatre lobes et à chaire épaisse ; Les variétés italiennes sont allongées et pointues, plus mince. À Mostaganem, les agriculteurs cultivent et apprécient les variétés suivantes :
 - ✓ Pour le plein champ : Asgrew (quatre coins) et poivron doux d'Espagne ;
 - ✓ Sous serre : Magister Hybride F1.

9. La situation phytosanitaire du poivron

Le poivron est cultivé dans de nombreux pays du monde et sous divers climats, il subit des attaques d'un grand nombre de ravageurs et de maladies, ainsi que la concurrence des mauvaises herbes, ce qui engendre des pertes considérables de rendement.

9.1. Mauvaises herbes

La lutte contre les mauvaises herbes entraîne des dépenses pour l'achat des produits chimiques et de machines et exige beaucoup d'heures de travail supplémentaires pour le sarclage (Clarence, 1958).

Des méthodes combinées utilisant des produits chimiques avec des pratiques culturales peuvent limiter les problèmes causés par les mauvaises herbes.

Le sol est habité de façon permanente par de nombreux organismes. Il existe aussi une microflore.

9.2. Les maladies cryptogamiques

Le sol est habité de façon permanente par de nombreux organismes. Il existe aussi une microflore. Pour les cultures maraichères, on rencontre plusieurs types de champignons responsables de maladies cryptogamiques (Tableau 5).

Pour les cultures maraichères, on rencontre plusieurs types de champignons responsables de maladies cryptogamiques (Tableau 5).

Tableau 5 – Différents maladies cryptogamiques du poivron.

Maladies	Agent responsable	Nature des dégâts
Mildiou	<i>Phytophthora capsici</i>	Nécrose brune bien délimitée au niveau du collet. Flétrissement brutal des plantes.
Oïdium	<i>Liveilla taurica</i>	Taches jaunâtres sur les feuilles ponctuellement nécrotiques, parfois couverts d'un feutrage blanc.
Alternariose	<i>Alternaria solani</i>	Tâches noires de Taille variable, plus ou moins arrondies, bien délimitées, taches ovales sur tige.
Fusariose	<i>Fusarium oxysporum</i>	Flétrissement accompagné d'un jaunissement souvent unilatéral des feuilles pouvant se généraliser suivi du dessèchement complet de la plante et de la mort de celle-ci.
Verticilliose	<i>Veerticilium sp.</i>	Flétrissement accompagne d'un jaunissement d'abord unilatéral suivi d'un dessèchement des feuilles de la base.
Pourriture grise	<i>Botrytis cineria</i>	Chancre brun, bien délimité, souvent à plusieurs centimètres au-dessus du niveau du sol. Tâches avec moisissure gris sur les feuilles et fruits. Flétrissement de la plante.
Anthracnose	<i>Colletotrichum Atramentarium</i>	Tâches déprimées Circulaires sur fruits, le centre de ces taches noircit légèrement.

9.3. Les maladies bactériennes

Tableau 6 – Principales maladies bactériennes du poivron.

Maladies	Agent responsable	Nature des dégâts
Flétrissement Bactérien	<i>Ralstonia solanacearum</i> (<i>Pseudomonas solanacearum</i>)	Flétrissement irréversible d'abord unilatéral puis généralisé, brunissement des vaisseaux et des tissus contigus, chancres ouverts sur les pétioles.
Gale bactérienne	<i>Xanthomonas visicatoria</i>	Apparition de petites taches noires sur les sépales, ces taches sur fruits s'élargissent et prennent une apparence ligneuse et un contour festonné.
Le chancre Bactérien	<i>Corynebacterium michiganense</i>	Flétrissement accompagné de chancres longitudinaux sur tige et pétioles noircissement des vaisseaux puis de la moelle.
Pourriture molle	<i>Erwinia carotovora</i>	Pourriture molle des tiges et des fruits.
Stolbur	Un organisme de type Mycoplasme et parfois de phyloïdie.	Jaunisse généralisée, dépérissement, chute des feuilles, parfois chute des fruits et flétrissement.

9.4. Les maladies virales

Selon Simon (1994), 40% des maladies à virus sont transmises par les insectes, dont le groupe le plus redoutable est celui des pucerons. La transmission se fait lors des piqûres de prise de nourriture, on distingue deux types de transmission :

- Un mode non persistant, localisé au niveau des styles, le virus disparaît lors que les insectes muent.
- Mode persistant, les particules sont ingérées avec la salive, passant de l'intestin dans l'hémolymphe, puis dans les glandes salivaires, ou elles persistent même si l'insecte mue.

Tableau 7 – Principales maladies virales du poivron.

Maladies	Agent responsable	Nature des dégâts
Mosaïque du Concombre	Virus de la Mosaïque du concombre (CMV)	Mosaïque en taches annulaires, en arabesque et marbrure.
Mosaïque de la Luzerne	Virus de la Mosaïque de la Luzerne (AIMV)	Il provoque des symptômes nécrotiques mort de certains bourgeons suivis de la production d'un nouveau feuillage présentant une forte mosaïque blanche et jaune.
Mosaïque de la Pomme de terre	Virus Y de la pomme de terre (PVY)	Mosaïque vert brillant avec parfois nécroses des nervures.
Mosaïque du flétrissement de la fève	Virus de flétrissement de fève (BBWY)	Mosaïque jaune avec nécrose sur jeunes pousses.
Mosaïque du Tabac	Virus de la Mosaïque du tabac (TMV)	Mosaïque verte ou blanche, parfois associée à un aspect filiforme des feuilles.

9.5. Les ravageurs du poivron

La culture du poivron est soumise à des attaques régulières des ravageurs (acariens et nématodes) et d'insectes (thrips, aleurodes et pucerons).

9.5.1. Les acariens

Les acariens font partie des Arachnides comme les araignées. Ces arthropodes n'ont jamais d'ailes contrairement aux insectes, leur corps est plus ou moins divisé en 2 parties (le céphalothorax et l'abdomen) et sont caractérisés par la possession de 4 paires de pattes. On distingue trois grands groupes d'acariens ravageurs : les tétranyques, les tarsonèmes et les phytoptes. Ces dernières provoquant un jaunissement et le dessèchement des feuilles. Les principales espèces d'acariens dont *Tetranychus urticae* et *Tetranychus cinnabarinus* montrent de petites lésions mouchetées, jaunes ou blanches (ACTA, 1999 ; Naika *et al.*, 2005).

9.5.2. Les nématodes

Les nématodes sont des vers ronds microscopiques qui vivent dans le sol. Ils se nourrissent et se multiplient sur les racines des plantes (Bélaïr, 2003). Les nématodes des racines noueuses présentent un problème important. Ils provoquent des galles (des tumeurs cancéreuses) sur les racines des plantes. Les symptômes apparents de l'infestation par les nématodes sont la chlorose, le retard de croissance, le flétrissement, la sénescence précoce et la chute de rendements (Csizinszky *et al.*, 2005).

9.5.3. Les insectes**✓ Les thrips**

Parmi les principales espèces rencontrées sur poivron nous pouvons citer l'espèce *Frankliniella occidentalis*. Les symptômes se résument par des feuilles de couleur argentée ou nacré, la décoloration commence par les nervures principales puis s'étend à tout le limbe. Il peut causer la cicatrisation et la déformation de fruits ; ainsi que la transmission du virus TSWV (*Tomato Spotted Wilt Virus*) (Chabrière et Caudal., 2007).

✓ Les aleurodes

La succion de la sève par les larves et les adultes des aleurodes entraîne des dégâts directs se traduisant par une diminution de la vigueur des plants attaqués. Les aleurodes injectent une salive durant le processus de nutrition qui contient des enzymes et des toxines, ce qui perturbe les processus physiologiques des plantes. Ces perturbations peuvent être à l'origine d'une maturité précoce et d'une coloration régulière des fruits de tomate ou de poivron. Selon la plante hôte, des symptômes variant d'une simple chlorose, jaunisse des feuilles et des séchement, allant jusqu'à la déformation des fruits peuvent être observés (Chabrière et *al.*, 2005).

✓ Les pucerons

Myzus persicae et *Aphis gossypii*, ces deux espèces sont de bons vecteurs de virus. Les très fortes attaques provoquent un arrêt de croissance avec déformation et recroquevillement des feuilles, la production de miellat permet le développement du champignon de la fumagine (Zalom et *al.*, 2007).

Parmi tous ces ravageurs, le puceron est considéré comme le plus à craindre dans la culture du poivron, ce ravageur fait l'objet de ce présent travail.

CHAPITRE 02 :

Données bibliographiques sur les pucerons (les aphides)

1. Généralités sur les pucerons

Les aphides ou les pucerons sont des insectes exclusivement phytophages. Ils appartiennent à l'ordre des *Homoptères* au sous ordre des *Sternorrhynches* qui compte également dans leurs rangs près de 4700 espèces de pucerons ont été décrites dans le monde (Turpeau et *al.*, 2011).

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 (Ronzon, 2006).

2. Systématique

- **Règne :** *Animalia*
- **Embranchement :** *Arthropode*
- **Classe :** *Insectes*
- **Super famille :** *Aphididae*
- **Famille :** *Aphididae*

3. Caractéristiques morphologiques des aphides

Les pucerons sont des insectes aux tégument mous de petite taille, mesurant entre 2 à 4 mm avec un corps ovale un peu aplati (Tanya, 2002). Ce dernier est partagé en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax, et l'abdomen).

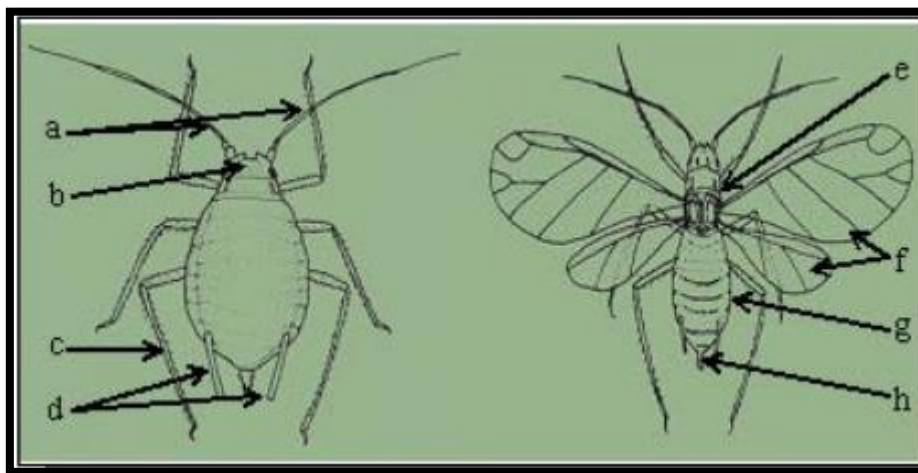


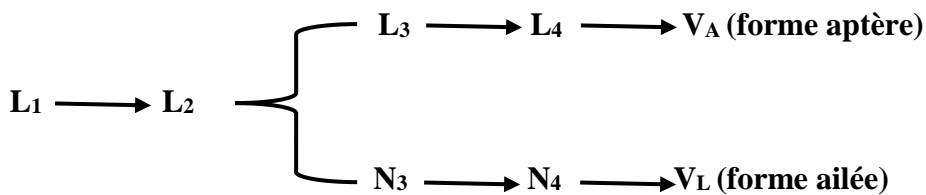
Figure 3 : Les formes de puceron (aptère et ailé). (Deyrever, 1981).

a : Les antennes ; **b :** La tête ; **c :** Patte ; **d :** Les cornicules ; **e :** Thorax ; **f :** Les ailes ; **g :** L'abdomen ; **h :** Cauda.

3.1. Biologie

Les pucerons sont hémimétaboles, les œufs sont minuscules à peu près sphériques. Habituellement gris foncé ou noir, mesurent environ 0,5 à 1 mm de long et sont pondus en groupe ou isolément selon les espèces (Sutherland, 2006). Les différents stades larvaires ressemblent aux adultes aptères mais de petite taille et certains caractères sont parfois moins prononcés (Fredon, 2008).

On peut schématiser le développement larvaire d'un puceron comme ci-dessous :



Le passage des pucerons par ces stades successifs en se débarrassant de l'exosquelette (Phénomène de mue) est dû à la cuticule rigide qui inhibe la croissance progressive (Dedryver, 1982).

L₁ : 1^{er} stade larvaire.

L₂ : 2^{ème} stade larvaire.

L₃ : 3^{ème} stade larvaire.

N₃ : 3^{ème} stade nymphale.

L₄ : 4^{ème} stade larvaire.

N₄ : 4^{ème} stade nymphale.

V_A : Virginipare aptère.

V_L : Virginipare ailée.

4. Cycle de vie

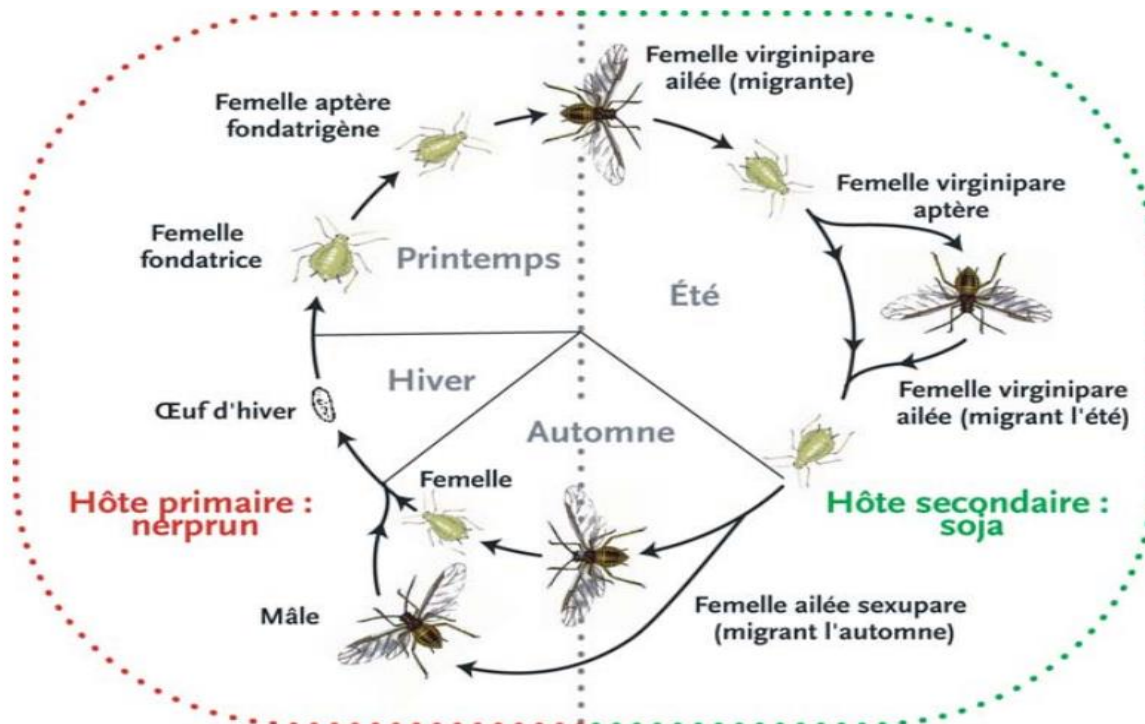


Figure 4 : Représentation d'un cycle annuel de puceron (Celini, 2001).

Le puceron est un insecte à métamorphose incomplète, la larve est semblable à l'adulte, mais de plus petite taille. Leur développement passe par quatre stades de croissance successifs entre les quelles, ils se débarrassent de leur exosquelette, c'est la mue (Rabasse, 1979).

La plupart des espèces de puceron sont plurivoltines présentant plus de deux générations par an (Leclant, 1999). Au cours de ces générations, il y a une alternance entre une génération comportant des mâles et des femelles fécondables (générations, amphi sexuelle), montrant une reproduction holocyclique ou il y a obligatoirement présence d'une phase sexuée et plusieurs générations ne comportant que des femelles parthénogénétiques, anholocyclique qui concerne certains pucerons qui ont perdu totalement ou partiellement la possibilité de se reproduire par voie sexuée (Dedryver, 1981).

Les femelles fécondées sont toujours ovipares et les femelles parthénogénétiques, sont vivipares et les descendants ressemblent aux adultes et sont capables de se déplacer et de s'alimenter aussi tôt nés (Rabasse, 1979). Les populations de puceron peuvent se multiplier par 10 ou 12 chaque semaine et survivre toute l'année en serre (Fraval, 2006).

5. Les principales espèces en maraichage

Ils sont particulièrement redoutables du fait de la diversité des espèces rencontrés, de leur grande polyphagie et de l'importance de leur potentiel biotique qui est particulièrement élevé dans des conditions méditerranéennes (Guenaoui, 1988).

Tableau 8 – Les principales espèces de puceron en maraichage.

Espèce de puceron (nom commun)	Cultures hôtes
<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Puceron de l'euphorbe)	Solanacées (tomate, poivron, aubergine ...) et cucurbitacées (courgette)
<i>Macrosiphum rosae</i> (Puceron vert du rosier)	Tomate poivron, aubergine
<i>Myzus persicae</i> (Puceron vert du pêche)	Poivron, aubergine, salade, courgette
<i>Myzus nicotianae</i> (Puceron du tabac)	Poivron
<i>Aulacorthum solani</i> (Puceron de pomme de terre)	Tomate, poivron, aubergine, concombre, pomme de terre
<i>Aphis gossypii</i> (Puceron de coton)	Concombre, melon, aubergine, poivron, courgette
<i>Aphis fabae</i> (Puceron noir de fève)	Haricot, pomme de terre, carotte
<i>Nasonovia ribisnigri</i> (Puceron de la laitue)	Salade
<i>Brevicoryne brassicae</i> (Puceron cendré du chou)	Chou

6. Origine des infestations

Les aphides peuvent être d'origines très diverses et provenir (Rabasse, 1982)

- a. **Du plant lui-même :** Les plantes provenant des serres de production spécialisée sont souvent sujettes aux insecticides.
- b. **Des résidus de récolte :** Ils peuvent permettre aux pucerons de se maintenir dans la serre. La pratique utilisée par certains serristes, qui consiste à planter une autre culture avant même la fin de la précédente peut être une source de contamination précoce.
- c. **Du vol de dissémination :** les formes ailées qui pénètrent par les ouvertures en provenance des serres voisines et des mauvaises herbes constituent un autre mode de contamination. Quel que soit leur origine d'introduction, les pucerons forment des foyers primaires qui s'étendent très rapidement. Si le démarrage des pullulations n'est pas stoppé, les cultures subissent de gros dommages. En absence de toute intervention, c'est parfois la récolte toute entière qui est anéantie.

7. L'espèce *Aphis gossypii* Glover

7.1. Description

Aphis gossypii (Sternorrhyncha, Aphididae) est un puceron cosmopolite, très polyphage (il se nourrit sur 912 espèces de plantes appartenant à 116 familles Inaizumi, 1980). Il s'attaque à de très nombreuses plantes spontanées ou ornementales mais il a une préférence pour les Cucurbitacées (melon, concombre, courgette), les Malvacées (cotonnier, Hibiscus) et les Rutacées (Citrus), *Aphis gossypii* est une des espèces de pucerons les plus répandues à travers le monde. On la trouve sur tous les continents, avec une préférence pour les climats chauds (zones tropicales, subtropicales et tempérées). Le développement de cette espèce dans les régions plus froides, comme l'Europe du nord, se limite essentiellement aux serres (Blackman et Eastop, 1985).

Dans ces régions, on ne sait pas comment ce puceron passe l'hiver (Van Steenis, 1992). On suppose qu'il survit aux mauvaises conditions hivernales sur une plante relais grâce à une quiescence qui ralentit sa reproduction.

7.2. Position systématique

- **Règne :** *Animalia*
- **Embranchement :** *Arthropode*
- **Classe :** *Insectes*
- **Ordre :** *Homoptera*
- **Super famille :** *Aphididae*
- **Famille :** *Aphididae*
- **Genre :** *Aphis*
- **Espèce :** *Aphis gossypii* (Glover, 1877)

7.3. Caractéristiques morphologiques

Aphis gossypii mesure entre 1,5 à 1,8 mm de longueur. Son corps est de forme ovoïde, sa coloration varie du jaune claire et foncé en prenant intermédiaires ; les cornicules sont courtes et noir avec une petite cauda toujours plus pale que les cornicules (Sekkat, 2007).

7.4. Biologie d'*Aphis gossypii*

Aphis gossypii a été considérée d'une part comme une espèce holocyclique présentant strictement anholocyclique à reproduction exclusivement parthogéno-génétique, le développement et la reproduction d'*Aphis gossypii* dépendent des températures allant de 20 à 30 °C (Rondon et *al.*, 2005).



Figure 5 : La forme ailée d'*Aphis gossypii* (P.M. Choate, 2018).



Figure 6 : La forme aptère d'*Aphis gossypii* (Hill, 1987).



Figure 7 : Colonie d'*Aphis gossypii* sur feuille du poivron (Originale, 2019).

8. L'espèce *Myzus persicae* Sulzer

8.1. Description

Le puceron vert de pêcher (*Myzus persicae*) est l'un des plus dangereux à l'échelle mondiale à cause de leur aptitude à transmettre tous les types de virus (Sullivan, 2008) ; il est extrêmement polyphage et se localise sur les faces inférieures des feuilles (Robert, 1992).

8.2. Position systématique

- **Règne :** *Animalia*
- **Embranchement :** *Arthropode*
- **Classe :** *Insectes*
- **Ordre :** *Homoptera*
- **Super famille :** *Aphididae*
- **Famille :** *Aphididae*
- **Genre :** *Myzus*
- **Espèce :** *Myzus persicae* (Sulzer, 1776).

8.3. Caractères morphologiques

Le puceron vert de pêcher (*Myzus persicae*) est un petit puceron ovale avec des tubercules frontaux. Il mesure de 1,2 à 2,6 mm. Sa couleur est du vert blanc au vert, et est parfois rouge. Les antennes arrivent jusqu'aux cornicules, qui sont de longueur moyenne.

Le pêcher est son hôte primaire, mais l'espèce attaque un grand nombre de végétaux, comme les cultures légumières sous serre (poivron, tomate, concombre, laitue, aubergine ...), les cultures horticoles (chrysanthème, pélargonium), et des cultures de plein terre (pomme de terre, betterave, chou, tabac ...). Sur les agrumes on le rencontre régulièrement mais ses colonies sont peu denses.

Myzus persicae s'attaque surtout aux feuilles et aux bouquets floraux. Les jeunes pousses sont les plus touchées et souvent dispersées sur l'ensemble de l'arbre. Cette espèce se produit pendant toute l'année et passe par plusieurs générations qui se chevauchent. Sur les agrumes on rencontre uniquement les femelles aptères et ailées et les larves. Les autres formes se développent sur d'autres. C'est pour cela que les attaques sur les agrumes se manifestent un peu tardivement. Deux périodes de pollution plus marquées sont observées ; la première, plus importante se situe au printemps et début d'été (mai, juin), la seconde en automne.

8.4. Biologie de *Myzus persicae*

Myzus persicae peut avoir de deux cycles différents, le cycle peut être holocyclique. Diocique, alternant entre des hôtes primaires du genre *prunus* et des hôtes secondaires herbacées, ou anholocyclique sur les hôtes secondaires lorsque l'hôte primaire est absent ou lorsque le climat ne permet pas aux pucerons de survivre sur l'hôte primaire.

Les pucerons se maintiennent tous l'hiver sous forme d'adulte parthénogénétique (Capinera, 2008).



Figure 8 : La forme aptère de *Myzus persicae* (J. Poorani, 2007).



Figure 9 : La forme ailée de *Myzus persicae* (Scott Bauer, 2007).



Figure 10 : Colonie de *Myzus persicae* sur feuille de poivron (INRA,2019).

9. Les dégâts causés par les aphides

Les pucerons sont des parasites majeurs des végétaux dans le monde, avec des conséquences économiques négatives sur l'agriculture, les forêts et l'horticultures (Fournier, 2010). Ils peuvent causer de graves pertes aux plantes cultivées (Qubbaj et *al.*, 2004). D'après Christelle (2007) et Eaton (2009), les pertes que causent les pucerons sont de deux types :

a. Les dégâts directs

D'après Harmel et *al.*, (2008), c'est le prélèvement et l'absorption de la sève des plantes. Les piqûres alimentaires sont également irritatives et toxiques pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par la déformation des feuilles ou des fruits et donc une perte de rendement (Christelle, 2007).

b. Les dégâts indirects

Les dégâts indirects des pucerons sont essentiellement de deux ordres qui sont :

b.1. Miellat et fumagine

Les produits non assimilés de la digestion de la sève, riches en sucre, sont éjectés sur la plante sous forme de miellat. Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante soit directement en bouchant les stomates, soit indirectement en favorisant le développement de champignons saprophytes. Ceux-ci provoquent des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne ou souillent les parties consommables (fruits par exemple) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation (Giordanengo et *al.*, 2010).

b.2. Transmission des virus phytopathogènes

En se déplaçant d'une plante à une autre, les pucerons créent des contacts indirects entre les végétaux distants et immobiles (Brault, et *al.*, 2010). Cette caractéristique a été efficacement exploitée par les virus des plantes, incapables de se déplacer d'un hôte à un autre de façon autonome. Ainsi, de très nombreuses espèces virales utilisent l'action itinérante des pucerons pour se propager et se maintenir dans l'environnement.

D'après Raccach et Fereres (2009), il existe plusieurs milliers d'associations différentes faisant intervenir une espèce de puceron, un virus et une plante. Chaque espèce de virus ou de puceron possède en effet une gamme de plantes hôtes plus ou moins étendue, ne respectant pas forcément les barrières définies par les familles botaniques. Ainsi, un même virus peut être transmis par plusieurs espèces vectrices (le virus Y de la pomme de terre, PVY, peut être

transmis par plus de 70 espèces de puceron), chacun pouvant transmettre plusieurs virus (le puceron vert du pêcher est capable de transmettre plus de 20 espèces virales différentes). En bref, les paramètres qui permettront à une maladie virale de se développer sont très variables et dépendent, entre autres, de la gamme de plantes hôtes de virus, du nombre de ses espèces vectrices, et des relations qui peuvent s'établir, ou non, entre ces plantes et ces insectes.

D'après Harmel et *al.*, (2008), les pucerons sont susceptibles de causer jusqu'à 20% de pertes en rendement dans le Nord de la France. En effet, le puceron possède en effet une gamme de plantes hôtes plus ou moins étendue, ne respectant pas forcément les barrières définies par les familles botaniques. Ainsi, un même virus peut être transmis par plusieurs espèces vectrices (le virus Y de la pomme de terre, PVY, peut être transmis par plus de 70 espèces de puceron), chacune pouvant transmettre plusieurs virus (le puceron vert du pêcher est capable de transmettre plus de 20 espèces virales différentes).

En résumé, les paramètres qui permettront à une maladie virale de se développer sont très variables et dépendent, entre autres, de la gamme de plantes hôtes de virus, du nombre de ses espèces vectrices, et des relations qui peuvent s'établir, ou non, entre ces plantes et ces insectes. D'après Harmel et *al.*, (2008), les pucerons sont susceptibles de causer jusqu'à 20% de pertes en rendement dans le Nord de la France. L'acquisition du virus par son vecteur lors d'un repas sur une plante infectée s'effectue en une période pouvant durer quelques minutes à quelques heures. La variabilité de cette mesure dépend vraisemblablement de la répartition du virus dans la plante hôte et par conséquent, du temps nécessaire aux vecteurs pour atteindre lors du repas, les tissus infectés. Il existe une phase de latence, après le repas d'acquisition, durant laquelle le vecteur n'est pas infectant pour la plante. Ce phénomène correspond au temps nécessaire au virus pour s'accumuler sous forme infectieuse dans les glandes salivaires et donc dans la salive (Brault et *al.*, 2010). Bien évidemment, puisque le virus se multiplie dans l'insecte durant son transfert, la durée de cette phase de latence est proportionnelle à la durée du cycle de multiplication virale.



Figure 11 : Prise illustrant des dégâts occasionnés par les pucerons sur plante du poivron sous serre (Originale, 2019).

10. Puceron de coton (*Aphis gossypii* lover)

Cette espèce de puceron est retrouvée sur un très grand nombre d'espèces de plantes hôtes dont un certain nombre de plantes cultivées d'importance économique majeure telles que le cotonnier, différentes Cucurbitacées (melon, concombre, courgette ...), Solanacées (pomme de terre, aubergine, piment, poivron) ou encore les agrumes (citronnier, clémentinier, mandarinier) (Deguine and Leclant 1997). Ce puceron est un ravageur majeur occasionnant des dégâts directs par la ponction de sève qui affaiblit la plante, et des dégâts indirects par la vection des virus phytopathogènes et le développement de miellat qui favorise le développement de champignons phytopathogènes.

11. Puceron vert du pêcher (*Myzus persicae* Sulzer)

C'est un ravageur de grande importance à l'échelle mondiale, qui cause de grandes pertes économiques en privant la plante d'une partie de la sève produite, en excréant du miellat qui sert de substrat à des moisissures ou en transmettant des virus pathogènes (Richard et Boivin, 1994). Il suit un cycle anholocyclique (complètement parthénogénétique) lorsqu'il survit dans les serres ou un endroit protégé (Gillespie et *al.*, 2002).

CHAPITRE 03 :

***Données bibliographiques sur les
méthodes de lutte en serriculture***

1. Les méthodes de lutte contre les pucerons

Des stratégies de gestion intégrée des ravageurs doivent être utilisées pour offrir une protection maximum aux récoltes en protégeant l'environnement et en optimisant les coûts. Ceci peut être obtenu en suivant de bonnes pratiques agricoles qui ont pour but la production des récoltes saines en utilisant une gestion appropriée de la culture, des mesures préventives pour éviter les attaques des ravageurs et des maladies, et en utilisant de façon rationnelle les produits de protection des plantes en fonction des besoins, en offrant aux agents des contrôles naturels, la possibilité de maintenir les ravageurs en dessous de niveaux dommageables. Les principes de contrôle de ravageurs et de maladies (Annon, 1996).

1.1. Lutte préventive

Elles se basent sur les différentes pratiques culturales et l'entretien de la culture car l'enfouissement pendant l'hiver des plantes ayant reçu des œufs d'hiver ainsi que la destruction par hersages et sarclages des plantes sauvages susceptibles d'héberger des espèces nuisibles aux plantes cultivés au début du printemps (Lambert, 2005).

1.2. Lutte chimique

Lutte chimique apparaît encore aujourd'hui comme le moyen le plus efficace pour l'agriculture, est le plus rentable pour les industries phytosanitaires dans le contrôle des organismes nuisibles (Abou, 2012). Cependant, les infestations de puceron sont généralement contrôlées à l'aide d'insecticides de synthèse tels que les Néonicotinoïdes et pyréthrinoïdes des synthèses (Harmel et *al.*, 2010).

Par ailleurs, les traitements à base de pirimicarbe, isolane, Diméthoate, Méthomyle sont efficaces sur les pucerons (Elattir et *al.*, 2003).

Les différents produits chimiques utilisés contre les pucerons sont énumérés dans le tableau suivant :

Tableau 9 – Les produits utilisés contre les pucerons (Index produits phytosanitaire 2015).

Nom commercial	Matière active	Concentrations	Formulation	Déprédateurs	Cultures	Dose d'utilisation
Abactine 1,8	Abamectine	18 G/L	EC	Thrips	Cultures maraichère	50 ml/hl
Aceplan 20 SP	Acétamipride	20%	SP	Pucerons	Agrumes	10 – 12,5 ml/hl
Advance	Abamectine	18 G/L	EC	Psylle	Arboriculture	50 ml/hl
Actara 25 WG	Thlamethoxam	25%	WG	Pucerons	Cultures légumières	400 g/ha
Agromec 1,8	Abamectine	18 G/L	EC	Acariens	Cucurbitacées	50 ml/hl
Brik 10	Tau-Fluvalinate	10%	EW	Pucerons	Agrumes	25 – 125 ml/hl
Cetan	Acétamipride	200 G/L	SP	Pucerons	Cultures légumières	10 – 12 g/hl
Cétam 20% SL	Acétamipride	20%	SL	Pucerons	Poivron	20 – 25 ml/hl
Delfos	Chlorpyrifos	48%	EC	Pucerons	Cultures légumières	150 ml/hl
BRIK 10 TAU - E	FLUVALINAT	10%	EW	Acariens	Cultures maraichères	20 – 50 ml/hl
CALYPSO	THIACLOPRIDE	480 G/L	SC	Carpocapse	Arboriculture	0,25 L/Ha

1.3. Lutte intégrée

La lutte intégrée est définie comme étant une lutte contre les organismes nuisibles qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois économique, écologique et toxicologique, en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant le seuil de tolérance. La lutte intégrée englobe toutes les techniques et mesures capables d'interrompre le cycle de vie des insectes au cours de l'une ou l'autre de ses phases (Harrewijin, 1989).

La lutte intégrée consiste dans l'emploi combiné et raisonné de toutes les méthodes (culturelle, chimique et biologique) pouvant exercer une action régulatrice sur les divers ravageurs d'une culture, de façon à maintenir à un niveau assez bas leurs populations, pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables (Corbaz, 1990).

Selon Breitenmoser et Baur (2013), la protection ou la lutte intégrée en agriculture a notamment pour but de minimiser les effets secondaires négatifs des produits phytosanitaires sur la faune auxiliaire. Elle privilégie l'emploi d'insecticides ménageant cette faune qui joue un rôle important dans la régulation des ravageurs (Breitenmoser et Baur, 2013).

La lutte intégrée est l'option la plus viable dans le contrôle du puceron. Dans cette perspective avec l'optique d'une synergie des effets de différentes techniques détaillées auparavant, des chercheurs ont envisagé de combiner l'application d'insecticides sélectifs vis-à-vis des ennemis naturels des aphides (par ex : Spinosad), avec l'utilisation de parasitoïdes résistants à certains insecticides et d'entomopathogènes, associant des traitements à base de biopesticides (Wang et *al.*, 2005).

1.4. Lutte biologique

La lutte biologique est l'utilisation des organismes vivants (insectes, bactéries, nématodes...) ou de leurs dérivés pour contrôler les populations nuisibles et empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés aux cultures.

1.4.1. Les prédateurs

Le stade prédateur est souvent le stade larvaire, l'adulte peut soit avoir le même régime alimentaire que la larve (il est aussi prédateur), soit être polliniphage, nectariphage, ou encore se nourrir de miellat (produit par les pucerons) (Baudry, 2000).

➤ Les coléoptères

Les Coléoptères ont des ailes antérieures rigides (élytres) qui protègent les ailes postérieures membraneuses. Parmi les Coléoptères auxiliaires on distingue plusieurs familles :

✓ Les coccinelles (*Coccinellidae*)

Ce sont des coléoptères dont les élytres couvrent la totalité de l'abdomen, et dont le corps très bombé est hémisphérique ou ovale. Les espèces les plus petites (généralement noires) sont acariphage (se nourrissent d'acariens), ou coccidiphage (se nourrissent de cochenilles), les autres sont aphidiphages pour l'essentiel. Ces derniers se nourrissent de pucerons de façon non

spécifique, à tous les stades de leurs développements (stade larvaire et adulte). En Algérie, il a été recensé quarante-cinq espèces de coccinelles à travers plusieurs régions du pays, dont les aphidiphages représentent la part la plus importante à savoir vingt-quatre espèces (Sahraoui et Gourreau, 2000).

➤ **Les dermoptères (Forficules)**

Les forficules communément appelés perce-oreilles sont des insectes aux ailes antérieures rigides et dont le corps allongé est terminé par des pinces. Ils mesurent en moyenne 1,5 cm, et sont de couleur brune. Ils peuvent parfois se nourrir de pucerons dans des cultures se développent au ras du sol.

➤ **Les diptères**

Les diptères sont des insectes aux ailes membraneuses (non coriaces), dont une seule paire est visible (la 2^{ème} paire est réduite et transformée en balanciers). Cet ordre rassemble à une faune très diversifiée parmi laquelle il existe un certain nombre d'auxiliaire.

L'appareil buccal peut être piqueur ou suceur sous forme de trompe. Les diptères ont une métamorphose complète (œuf, larve, puppe, adulte).

Les deux familles dont les larves sont prédatrices de pucerons sont :

✓ **Les syrphes (*Syrphidae*)**

Les syrphes sont des Diptères de 8 à 15 mm selon les espèces, dont les larves apodes mesurent 1 à 2 cm. Les adultes sont souvent confondus avec des Hyménoptères, notamment des guêpes, du fait de leur mimétisme de couleur (abdomen jaune et noir) et de forme avec celles-ci. Ces mouches sont caractérisées pour certaines par un stade larvaire aphidiphage non spécifique. Certaines espèces peuvent se nourrir de près de 40 espèces de proies différentes, comme c'est le cas pour *Episyrphus balteatus*, espèce répandue dans nos régions. L'adulte est polliniphage et nectariphage et pond ses œufs à proximité de colonies de pucerons. Une larve peut manger 250 à 400 pucerons en deux semaines. Il y a une à cinq générations par an selon les espèces. Les syrphes sont présents pendant une grande partie de l'année dans les cultures.

Leur taille (jusqu'à 1,5 cm), leur vol stationnaire, et leur couleur, permettent de les détecter aisément, tout comme la présence de pupes et de méconium (unique déjection de la larve) dans les cultures. Leur présence dans une colonie aboutit de façon générale à la

destruction de celle-ci. Leur action est précoce au printemps et leur apparition favorisée par la présence de plantes à floraison précoce dans l'environnement de la parcelle (Pintureau, 2009).

✓ **Les cécidomyies (*Cecidomyiidae*)**

Les adultes se nourrissent de pollen, leur corps est fin. Ce sont de petites mouches de 2,5 mm, dont la larve est efficace en été et à l'automne. Elles sont rouges et assez difficiles à voir, leur développement larvaire est de 3 à 6 jours. Une larve du genre *Aphidoletes* peut consommer de 7 à 20 pucerons par jour (Ronzon, 2006).

➤ **Les Hétéroptères (Punaises)**

Les punaises sont des insectes dont les ailes ne sont que partiellement coriaces, et dont le corps est de forme allongée à ovale. Elles mesurent en général moins de 2 cm, les larves rassemblent beaucoup aux adultes mais sont dépourvues d'ailes, on distingue plusieurs familles de punaises (Henry 2009, Slater 1978, Henry & Froeschner 1988 et Brooks & Kelton 1967).

✓ **Les anthocorides (*Anthocoridae*)**

La tête des anthocorides fait un angle avec le corps, et porte des ocelles. Ces punaises ont un corps aplati, allongé ou ovale, de 5 mm de long en moyenne, de couleur brune ou noire tachetée. L'adulte et la larve sont polyphages (thrips, psylles, acariens, pucerons, etc.). Dans cette famille, on distingue principalement deux genres d'auxiliaires : le genre *Orius*spp, mesurant moins de 3 mm, et le genre *Anthocoris*spp. Qui regroupe des punaises de plus de 3 mm. Ces espèces, actives en été, au régime polyphage, sont présentes sur de nombreuses cultures (Henry, 2009).

✓ **Les mirides (*Miridae*)**

Ce sont des punaises filiformes de quelques millimètres dont l'axe de la tête fait un angle avec le corps, et ne possède pas d'ocelle. Les mirides sont très fréquentes sur les plantes herbacées. Certaines espèces sont phytophages, mais d'autres sont des prédateurs polyphages très efficaces. C'est le cas de *Macrolophus caliginosus*, prédateur aux stades larvaires et adulte d'aleurodes, de pucerons, d'acariens et qui se nourrit par fois d'œufs de Lépidoptères (Henry, 2009).

✓ Les nabides (*Nabidae*)

Ces punaises dont l'axe de la tête est dans le prolongement de celui du corps, sont prédatrices à tous les stades de leur développement. Leur corps svelte de 5 à 12 mm, est généralement de couleur brun jaunâtre à brun roux. Elles sont polyphages (pucerons, acariens, larves de mirides phytophages et actives en été) (Harris, 1928).

➤ Les Névroptères (chrysopes et hémérobès)

Ces insectes ont des ailes membraneuses très nervurées qui forment au repos, un toit sur l'animal (elles ne se superposent pas). Les chrysopes sont de couleur verte, les hémérobès sont bruns. Leurs larves sont des prédateurs au corps trapu et portant de puissantes mandibules en forme de croissant, leur mobilité en fait de redoutables prédateurs de pucerons, les œufs de couleur blanche sont pondus au bout d'un frêle pédicelle fixé au végétal, l'adulte de chrysope mesure environ 2 cm et possède des yeux dorés. Principalement aphidiphages, les larves peuvent aussi, en l'absence de pucerons, s'attaquer à des acariens ou à des œufs et jeunes larves de lépidoptères, très efficaces en été, les chrysopes consomment une trentaine de pucerons par jours (jusqu'à 500 au cours du cycle de croissance larvaire) (Ronzon, 2006).

➤ Thysanoptères (Thrips)

Les thrips sont des insectes de très petite taille (moins de 2 mm), de forme allongée et cylindrique, caractérisés par des ailes plumeuses. Certaines espèces sont des ravageurs difficiles à combattre, notamment en culture sous abri, mais d'autres ont la propriété de se nourrir de larves de thrips phytophages, de larves de pucerons et de cicadelles, ou encore d'œufs d'acariens tétranyques (Chabrière et Caudal, 2007).

➤ Arachnides prédateurs**✓ Les acariens**

Sont des arachnides comme les araignées, de nombreuses espèces d'acariens sont phytophages, et ravageurs des cultures, mais d'autres sont prédatrices et sont utilisées comme auxiliaire. Elles sont peu voraces, mais ceci peut être compensé par leur nombre et leurs reproductions rapides. *Phytoseiulus persimilis* est ainsi efficace contre les acariens phytophages et *Amblyseius cucumeris* contre les thrips en culture sous abri (Ronzon, 2006 citée par Abou, 2013).

1.4.2. Les parasitoïdes de puceron

Ce terme a été introduit par Reuter (1913), pour désigner des insectes qui insèrent leurs œufs dans le corps de leur proie ou la larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort (Robert, 2010). La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (Reboulet, 1999).

Les parasitoïdes se développent généralement sur un seul hôte, souvent à l'intérieur de celui-ci et le tuent une fois leur développement larvaire achevé (Riba et Silvy, 1989). Les parasitoïdes du puceron sont tous des Hyménoptères endoparasitoïdes solitaires (Leclant, 1970, Rabasse, 1983). Ils appartiennent à deux familles différentes : Les Aphididae et les Aphelinidae.

➤ Les hyménoptères

Les hyménoptères parasitoïdes constituent un groupe très vaste et très diversifié, qui compte près de 200 000 espèces décrites (Hassel et Waage, 1984). Ces parasitoïdes jouent un rôle très important dans la régulation des populations de leurs hôte, puisqu'ils représentent 82% des auxiliaires utilisés avec succès en lutte biologique (Van Lenteren, 1983).

Les hyménoptères ont quatre ailes transparentes, leurs pièces buccales sont de type broyeur ou de lécheur avec des mandibules toujours fonctionnelles. Ils ont une métamorphose complète, de nombreuses espèces sont carnivores à l'état larvaire et nectarivores à l'état adulte (Villemant, 2006).

Ils sont inféodés à un quelque hôte : ils sont donc très spécifiques, une spécificité d'hôte élevée, une durée de génération courte, une bonne synchronisation phénologique avec son hôte et enfin une fertilité élevée lui confèrent une efficacité potentielle intéressante en lutte biologique (Freuler et *al.*, 2001) citée par (Abou, 2013).

➤ Les diptères

Principalement les tachinaires qui sont des mouches parasitoïdes. Il existe de nombreuses espèces avec différents modes de ponte, chez certains, les œufs sont déposés sur le feuillage et ingérés par l'hôte (Maameri, 2013).

Chez d'autre, la ponte a lieu sur l'hôte directement à l'intérieur de ce dernier. Enfin, il existe des espèces qui pondent sur le sol. Après éclosion, les larves de très petite taille devront rechercher un hôte (ex : chenille) par leurs propres moyens (Vincent et Codere, 1992).

1.4.3. Les micro-organismes**➤ Les champignons**

Les champignons entomopathogènes ont des effets visibles et identifiables sur les ravageurs infestés. Ils provoquent en effet des mycoses blanches, grises ou brunes sur leur hôte. Ces champignons nécessitent généralement un climat doux et humide pour se développer et limitent particulièrement bien les infestations de pucerons. Ainsi, *Beauveriaspp*, s'attaque entre autres aux diptères, les espèces du genre *Entomophthora* s'attaquent aux pucerons, *Verticillium lecanii* prend pour cible les aleurodes et les pucerons (Maameri, 2013).

➤ Les nématodes

En plus des auxiliaires dont la présence ou les effets sont directement visibles, il existe des auxiliaires (invertébrés ou micro-organismes) dont la présence n'est pas détectable mais dont l'action peut être néanmoins efficace. Il s'agit de nématodes (vers microscopique) dont certains naturellement présents dans le sol, sont parasites des larves de coléoptères et de lépidoptères. *Steinernemafeltiae* est produit commercialiser à cet effet (Baudry, 2000).

➤ Les bactéries

La plus connue et la plus utilisée est *Bacillus thuringiensis*, dont plusieurs souches spécifiques sont efficaces contre différentes espèces de lépidoptères (Chinery, 1988).

➤ Les virus

Des virus spécifiques eux aussi, dont le Virus de la polyédrose nucléaire utilisable pour lutter contre les chenilles de Noctuelle du chou, sont disponibles dans le commerce (J. Cadou et G. Soubrier, 1974).

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

1. Objectif du travail

Le travail expérimental résume en une étude bioécologique de la faune auxiliaire des aphides du poivron sous serre et sensibilité de larve des deux espèces de pucerons *Aphis gossypii* et *Myzus persicae*, en même temps voir la lutte contre les ravageurs du puceron, spécifiquement la lutte biologique qui vise à utiliser de nombreux ennemis naturels comme les coccinelles, les syrphes et les cécidomyies.

2. Site expérimental

Le site retenu pour notre étude est situé entre la commune de Mostaganem au nord, Mazagran à l'ouest, Hassi Mamèche au sud et Douar Djedid à l'est. Cette zone est caractérisée par un climat semi-aride avec une hygrométrie comprise entre 60 et 70% pendant la période estivale, les températures moyennes oscillent entre 25 et 30°C en été et de 6 à 13°C pendant l'hiver.



Figure 12 : Ferme expérimentale de l'université de Mostaganem (Mazagran) (Google Earth, 2019).

3. Caractéristiques du sol de la zone d'étude

Les caractéristiques du sol du site expérimental sont comme suit Toudert (1991) :

- ✓ Une proportion de sable élevé ;
- ✓ Un pH alcalin voisin de 8.5 ;
- ✓ Une teneur plus ou moins faible en matière organique ;
- ✓ Pas de problème de salinité.

L'étude est réalisée dans des cages sous serre, au niveau de la ferme expérimentale de l'Université de Mostaganem.

4. Matériel et méthode d'étude

a. Matériel végétal

La variété utilisée est Magister correspond à une variété hybride F1, c'est une variété très plastique à bon rendement, elle est caractérisée par une tige haute, vigoureuse, avec de grande feuille de couleur vert foncé, les fruits sont de forme allongée avec une taille de 8 à 9 cm de largeur et de 20 à 22 cm de longueur.



Figure 13 : Fruits de poivron sur pied (Originale, 2019).

Tableau 10 – Caractéristique du matériel végétal.

Les feuilles	Une forme ovoïde de couleur verte avec une longueur de 07 à 12 cm et couverte par des poils.
La tige	Elle est ligneuse à la base et herbacée avec longueur de 50 à 75 cm.
Le système racinaire	Le système racinaire est pivotant et peut atteindre 7 à 80 cm. Le développement horizontal des racines.
Les fleurs	Blanchâtres, pendante sous-dressées avec de largeur 2 à 3 cm.
Les fruits	La couleur est verte avec une forme allongée avec une taille de 8 à 9 cm de largeur et de 20 à 22 cm de long.
Les maladies et ravageurs	La mouche mineuse, Les aleurodes, mouches blanches, Les acariens, Thrips, puceron la mosaïque du tabac (T.M.V), nécroses, L'oïdium.

C'est une variété à bon rendement, elle est très appréciée dans la région, enfin, elle est cultivée en serre ou en plein champs.

➤ **La culture du poivron**

La plantation a eu lieu le 11/12/2018, dans une serre en plastique de 50 m longueur, 8 m de largeur et 5 m de hauteur. Avec 290 plants sur 6 lignes.



Figure 14 : Le dispositif expérimental (Originale, 2019).

b. Matériel animal

Pour cette étude, nous avons retenu deux ravageurs aphides, il s'agit des espèces *Aphis gossypii* et *Myzus persicae*. Ces deux espèces sont reconnues comme deux espèces les plus abondantes et fréquentes sur les cultures maraichères sous serres dans la région de Mostaganem, essentiellement sur la culture du poivron.

b.1. *Aphis gossypii*

Le choix d'*Aphis gossypii* est fait en fonction de l'importance de la dominance et de la fréquence sur la culture étudiée.

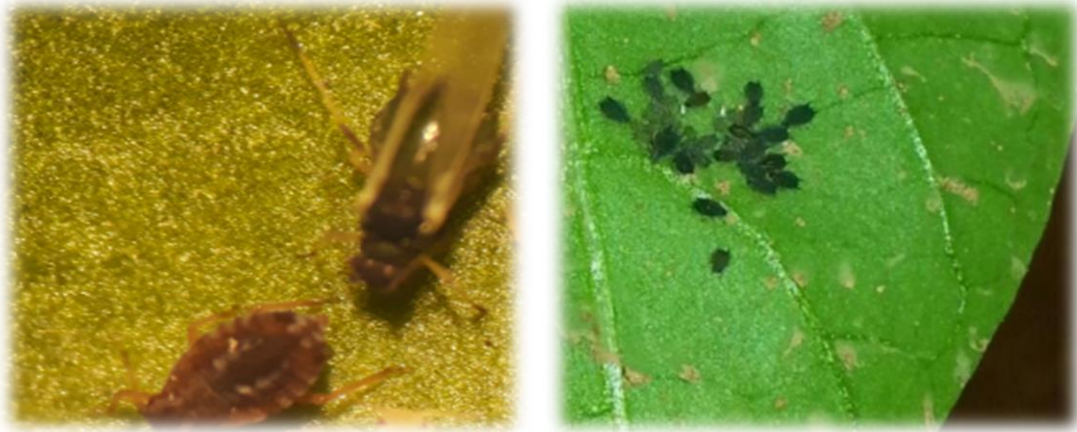


Figure 15 : Puceron noir de poivron (*Aphis gossypii*) (Originale, 2019).

b.2. *Myzus persicae*

La deuxième espèce retenue pour l'étude sur la culture du poivron est celle de *Myzus persicae*. Cette espèce est aussi reconnue comme l'espèce aphidien la plus importante et la plus dominante chez la culture du poivron. Cette espèce est connue par sa survie dans des milieux protégés, elle suit un cycle anholocyclique (complètement parthénogénétique).



Figure 16 : Puceron Vert du pêcher (*Myzus persicae*) (Originale, 2019).

b.3. Les ennemis naturels des aphides

➤ Les coccinelles

Les coccinelles sont des insectes de petites tailles, très bombées et de forme circulaire. Les couleurs sont vives et les dessins très variables, 65% sont aphidiphage.



Figure 17 : Adultes et les larves de coccinelles (Originale, 2019).

➤ Les syrphes

Les syrphes, de l'ordre des diptères « mouche », sont de précieux auxiliaires : selon les espèces, leurs larves sont aphidiphages (se nourrissent de pucerons). Les adultes se nourrissent de pollen et de nectar. Leur corps est souvent rayé de jaune et noir, ressemblant à des petites guêpes. Les syrphes se reconnaissent facilement à leur vol stationnaire et rapide.



Figure 18 : Larves des syrphes et une adulte (Originale, 2019).

➤ **Les cécidomyies**

Les adultes chez ces deux espèces se nourrissent de pollen. Leur corps est fin. Ce sont de petites mouches de 2.5 mm. La larve est efficace en été et à l'automne. Elles sont rouges et assez difficiles à voir. Son développement larvaire est de 7 à 10 jours.



Figure 19 : Larve de cécidomyie (Originale, 2019).

5. Méthode d'étude

a. Échantillonnage

L'échantillonnage s'est basé sur trois feuilles de chaque étage foliaire du bas, du milieu et de la hauteur par plant de poivron. Notre étude est portée sur 100 plants de poivron, ce qui donne un nombre total de 300 feuilles.

Nous précisons que les relevés sont effectués chaque semaine à partir du mois de février jusqu'au mois de mai, dont on a adopté la méthode du dénombrement direct des individus de pucerons trouvés 300 feuilles dans 100 plants sur les trois étages foliaires (sommet, milieu et bas).

Le calcul du nombre de puceron s'est porté sur chaque stade larvaire (L1, L2, L3, L4 et adulte) sur les trois étages foliaires.

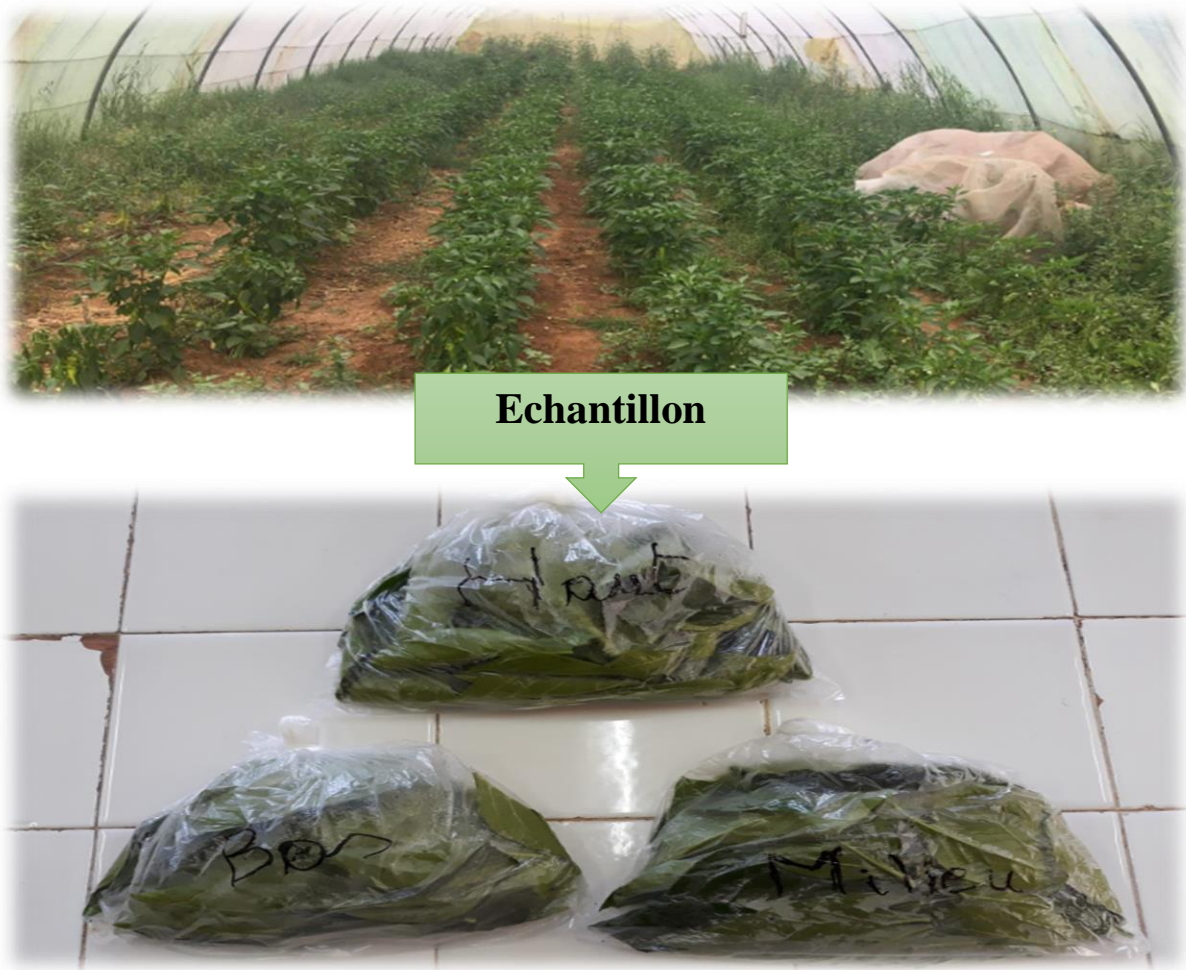


Figure 20 : Échantillonnage des feuilles contaminer par les pucerons selon les étages foliaires (Originale, 2019).

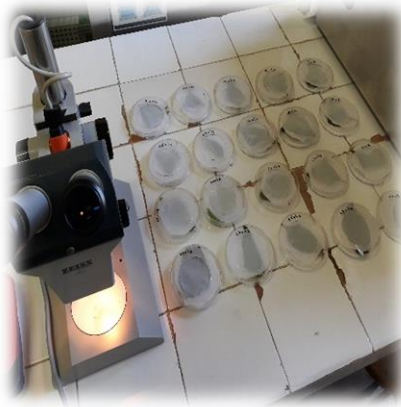
b. La prédation

Dans une boîte de pétri, 20 individus de chaque stade larvaire de puceron et adulte sont mises, puis, un seul prédateur (coccinelle, syrpe, cécidomyie) est installé par boîte, suivit d'une deuxième expérience, où différents stades larvaires et adulte de prédateur sont mélangés avec différents stades larvaires et adulte du puceron, pour enfin suivre le cycle biologique de ce dernier.

Le nombre de larve de pucerons affecté par le prédateur est calculé, une fois le nombre de pucerons éliminé totalement dans la boîte, 20 autre pucerons de chaque stade sont ajoutés. Cette opération est renouvelée jusqu'à la mort du prédateur.



Boite de pétri



La loupe d'observation
et les boites de pétri



Aphis gossypii ailée et
exuvie



Larves de coccinelles



Nymphe de coccinelle



Larve de syrphe

Figure 21 : Essai expérimental au laboratoire (Originale, 2019).

6. Dénombrement

Formules de calcul utilisées

1) Taux d'infestation

$$Ti = (\text{Nombre de feuilles infestées} / \sum \text{des feuilles échantillonnées}) \times 100$$

2) Taux de prédation

$$Tpr = (\text{Nombre d'individus prédatés} / \sum \text{des individus dénombrés}) \times 100$$

3) Traitement statistique

Les résultats obtenus sont traités statistiquement par le logiciel STATBOX 6 et une comparaison des moyennes est performée au test de Newman et Keuls et seuil de 5%.

Résultats et discussion

Résultats

1. Évolution des populations d'*Aphis gossypii* et *Myzus persicae*

L'analyse de la dynamique des populations est un élément essentiel de l'étude bioécologique d'un ravageur ; elle permet d'évaluer les principales caractéristiques de ses populations et de donner un aperçu sur leur évolution en fonction de son hôte et de son complexe d'ennemis naturels.

L'étude de la dynamique des populations des deux aphides (*Aphis gossypii* et *Myzus persicae*) s'est déroulée de février 2019 au 12 mai 2019. Ceci en prenant en considération le taux d'infestation naturel de ces prédateurs en fonction des facteurs abiotiques (température et humidité). Les observations sont faites chaque semaine pour le dénombrement des différents stades larvaires de chaque espèce et pour chaque étage foliaire, l'enregistrement hebdomadaire de la température et l'humidité est également réalisé.

1.1. Évolution globale des colonies d'*Aphis gossypii*

Au début de l'échantillonnage, la population d'*Aphis gossypii* est présente en faibles densités aux environs de 200 pucerons sous une température de 29°C et humidité de 44% à la date de 31 mars 2019 (Figure 22). Du 31 mars au 5 mai, nous notons une augmentation du nombre de pucerons, le chiffre dépasse les 980 sous une température de 35°C et une humidité de 71%. Cette évolution diminue progressivement pour arriver à 378 pucerons au 26 mai sous une température de 37°C et une humidité de 54%.

A la fin de l'échantillonnage, ce nombre s'est diminué avec la fluctuation de la température et de l'humidité.

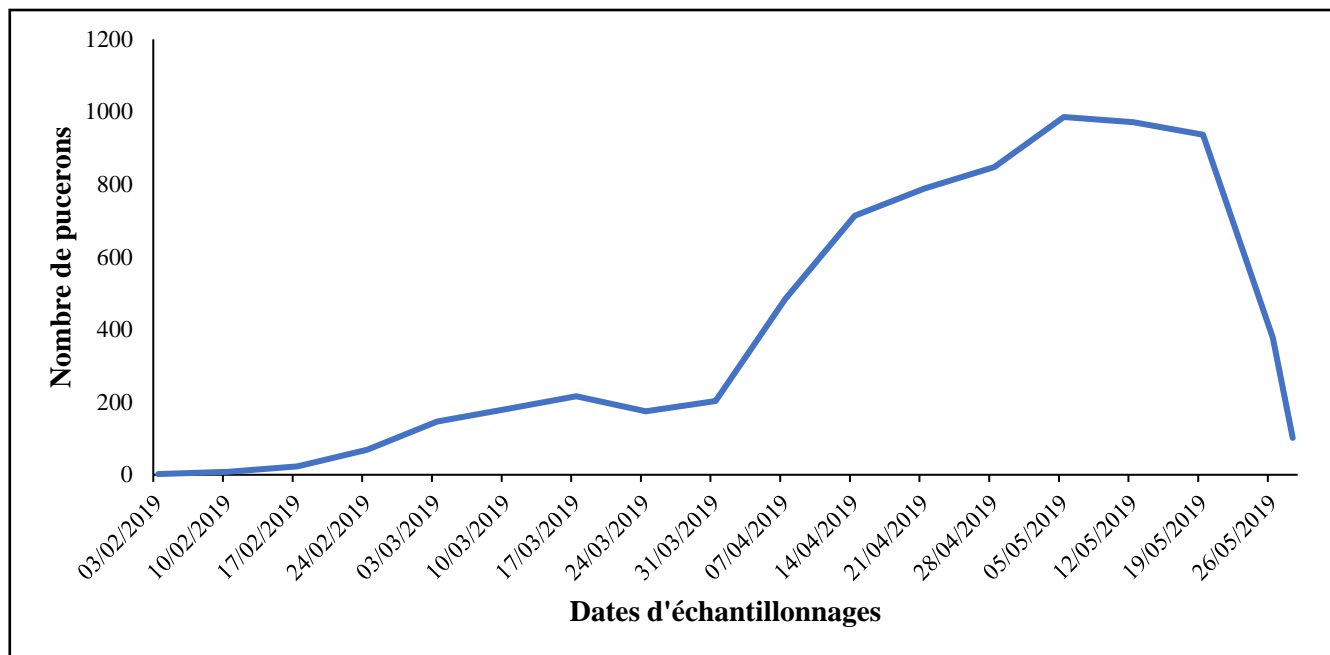


Figure 22 : Taux d'infestation d'*Aphis gossypii* en fonction de la date d'échantillonnage.

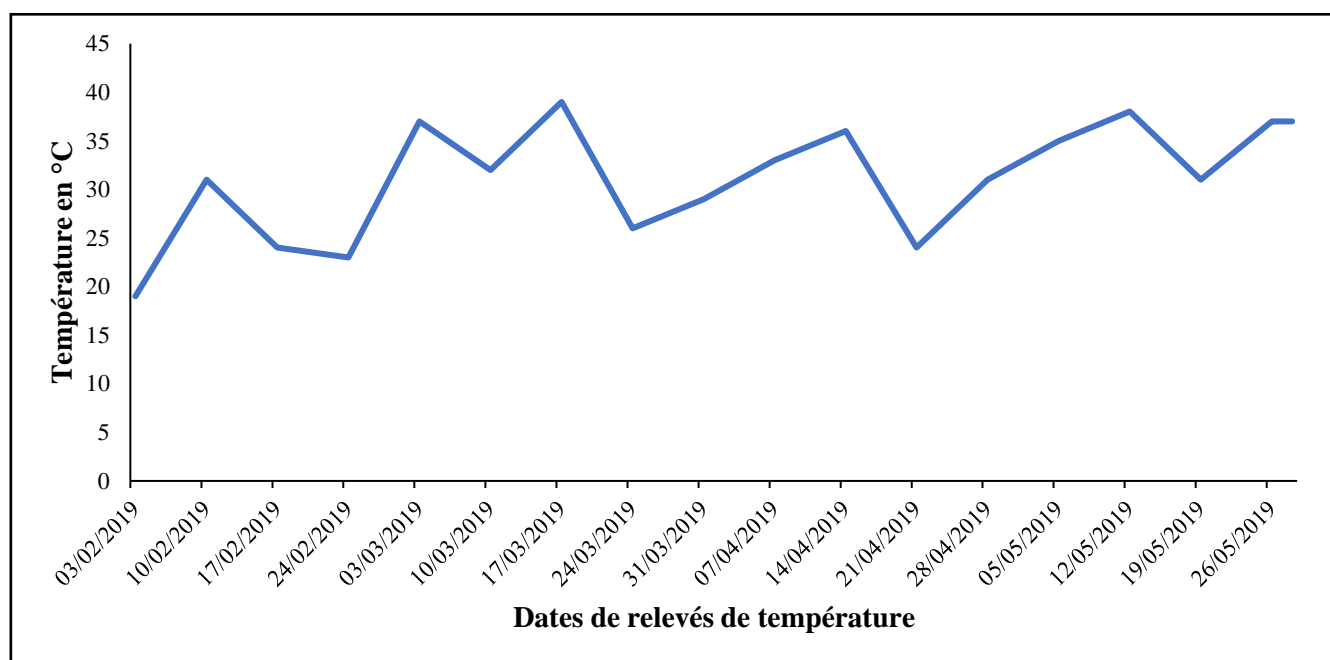


Figure 23 : Température relevée dans la serre pendant la période d'échantillonnage.

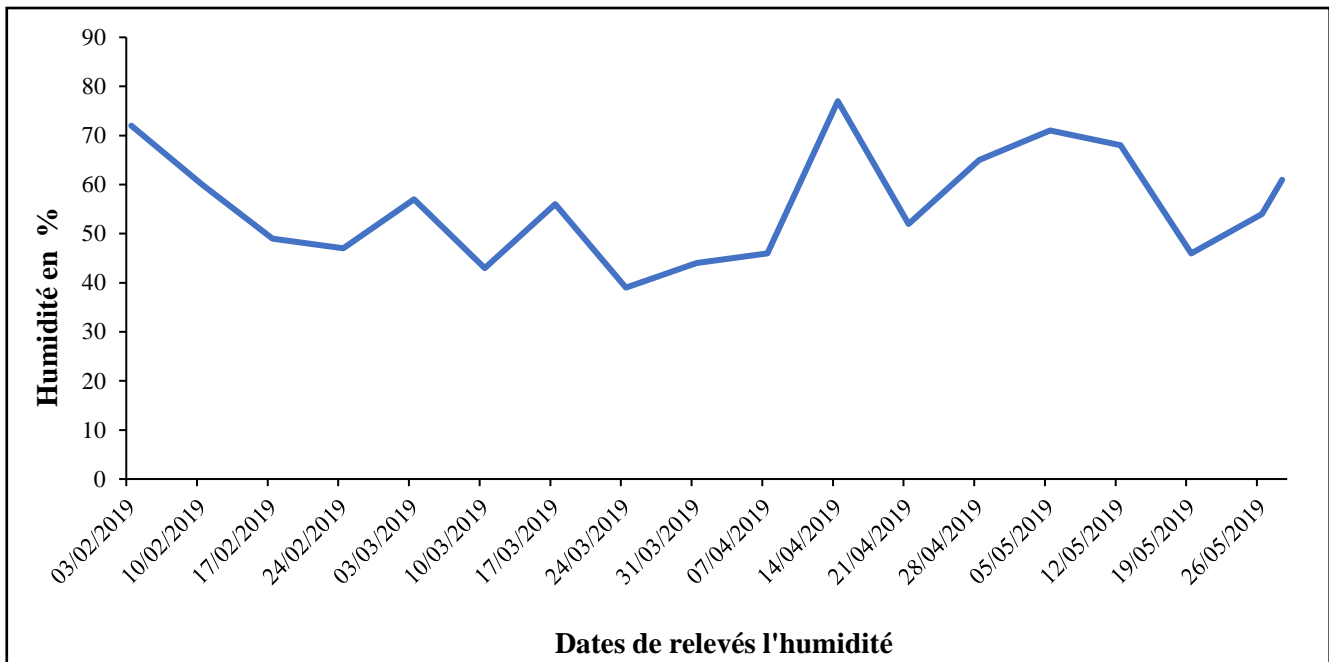


Figure 24 : Humidité relevée dans la serre pendant la période d'échantillonnage.

1.2. Évolution d'*Aphis gossypii* par étage foliaire

L'abondance relative d'*Aphis gossypii* enregistrée pour les différents étages foliaires, elle marque une forte attirance vers les feuilles basales, nous avons enregistré le plus faible effectif à l'étage supérieur avec 2 pucerons au premier échantillonnage sous la température de 19 °C et une humidité de 72 %. Deuxième échantillonnage révèle le nombre de 4 individus sur les deux étages supérieurs et celui du milieu, en revanche, 0 individus à l'étage du bas. Cependant, l'effectif le plus important est celui de l'étage du milieu qui enregistre une abondance de 491 à la date du 28 avril (Figure 25). Par ailleurs, l'étage du bas enregistre des niveaux d'infestation importants sur toute la période d'échantillonnage, avec un optimum de 379 pucerons au 12 avril. Une diminution de l'infestation est enregistrée à la fin de l'échantillonnage.

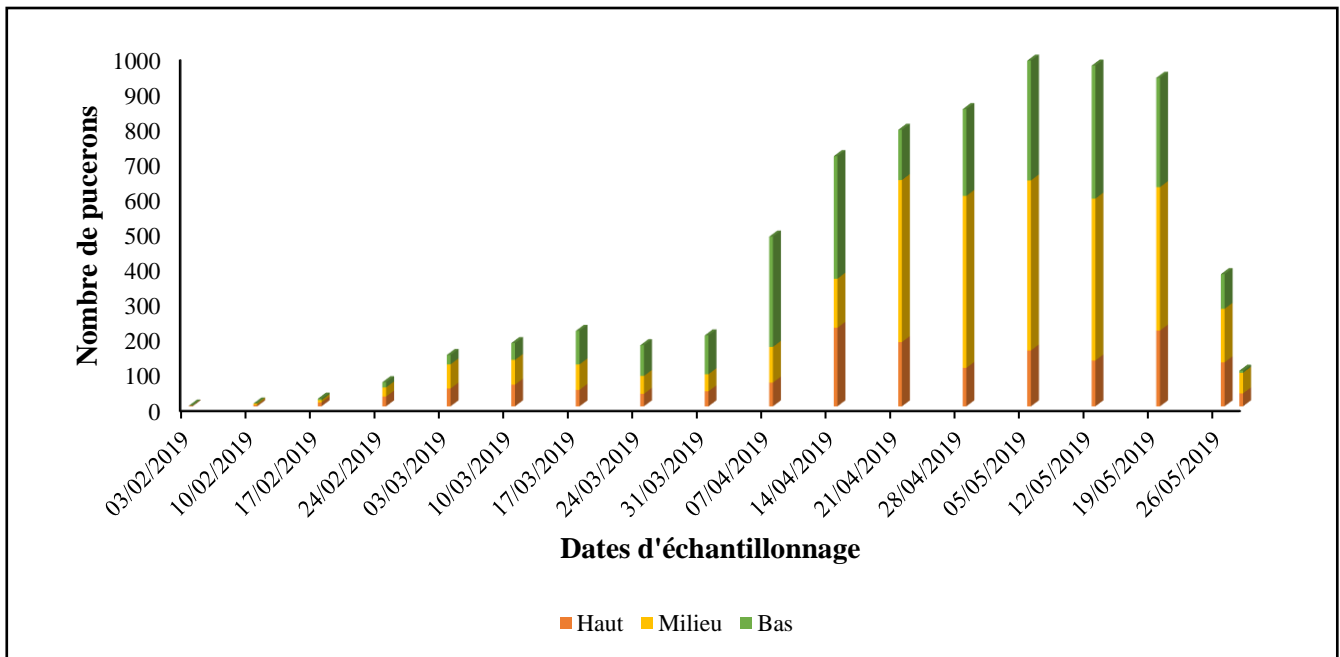


Figure 25 : Abondance relative des populations d’*Aphis gossypii* selon les étages foliaires.

1.3. Évolution des différents stades larvaires d’*Aphis gossypii*

Aphis gossypii est capable de se disperser à la fois à l’échelle locale par le march, mais aussi à une échelle beaucoup plus large par le vol. Lors de l’étude de la dynamique des population d’*Aphis gossypii*, nous avons observé une évolution presque identique pour les premiers stades et pour le stade adulte, ce dernier était le plus faible.

Cependant, la figure 26 enregistre au premier stade larvaire (L1) un seuil minimal de 3 individus au début de l’échantillonnage et un maximum de 233 individus à la date du 19 mai. Cette évolution continue aux trois stades larvaires (L2, L3 et L4) avec une similitude aux dates de 17 et 24 février, et une augmentation aux stades L4 au 3 mars, alors que cette augmentation évolue au 7 et 14 avril pour tous les stades larvaires. A la fin de l’échantillonnage, une chute remarquable est observée dans le nombre des individus dans tous les stades larvaires d’*Aphis gossypii*.

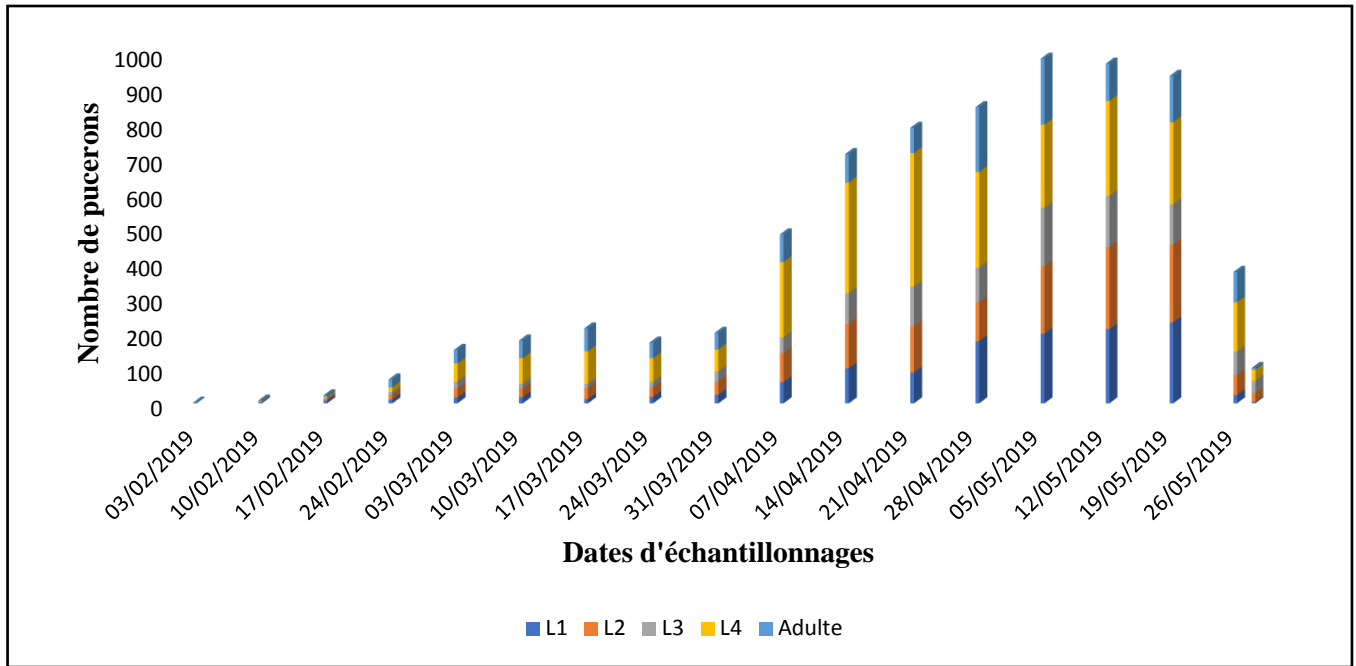


Figure 26 : Évolution des différents stades larvaires d’*Aphis gossypii*.

1.4. Évolution globale des colonies de *Myzus persicae*

Au début de l’échantillonnage, la population de *Myzus persicae* est présente en faibles densité avec 41 pucerons sous une température de 37 °C et une humidité de 57 % à la date de 3 mars (Figure 27). A la date de 17 mars, un record du nombre des pucerons avec 145, puis, ce chiffre diminue pour atteindre 132 à la date 24 mars. Après le 21 avril, le nombre de pucerons s’élève à 396 pucerons, puis il dépasse le 560. Un maximum de 562 est atteint à la date de 5 mai sous une température de 35°C et une humidité de 71%. Après cette date, le nombre de pucerons diminue progressivement jusqu’à la fin de l’échantillonnage selon la variation de température et d’humidité.

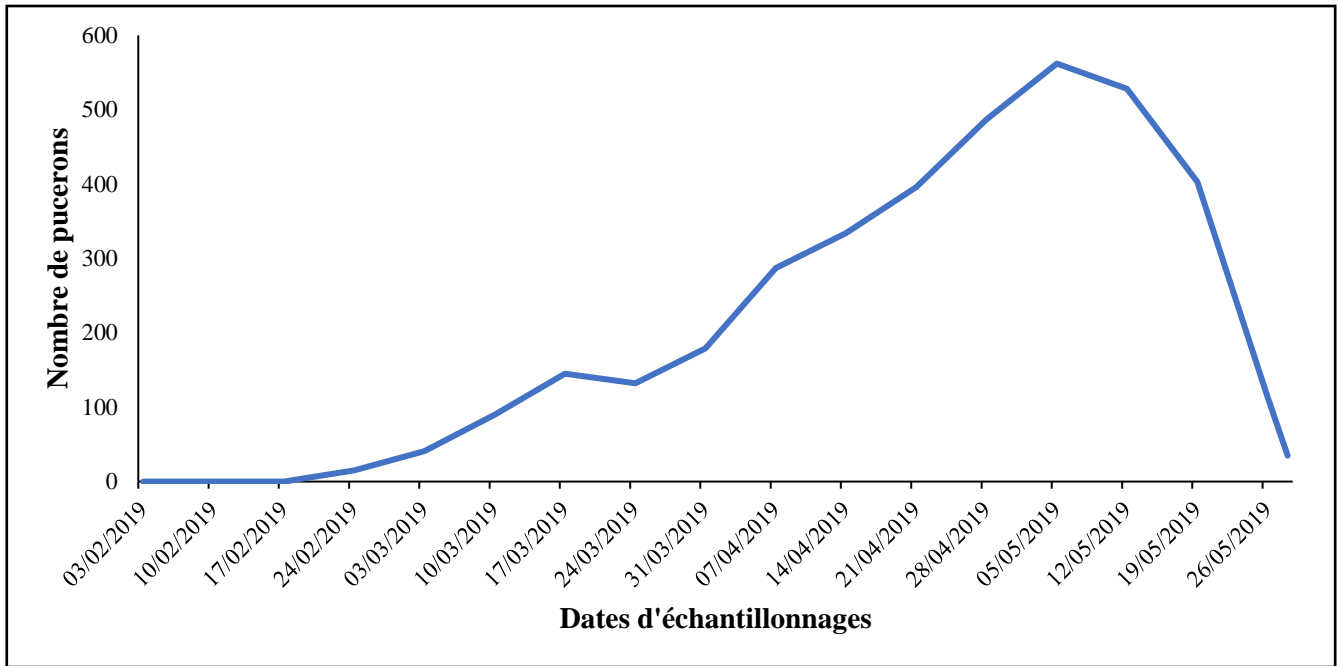


Figure 27 : Taux d'infestation de *Myzus persicae*.

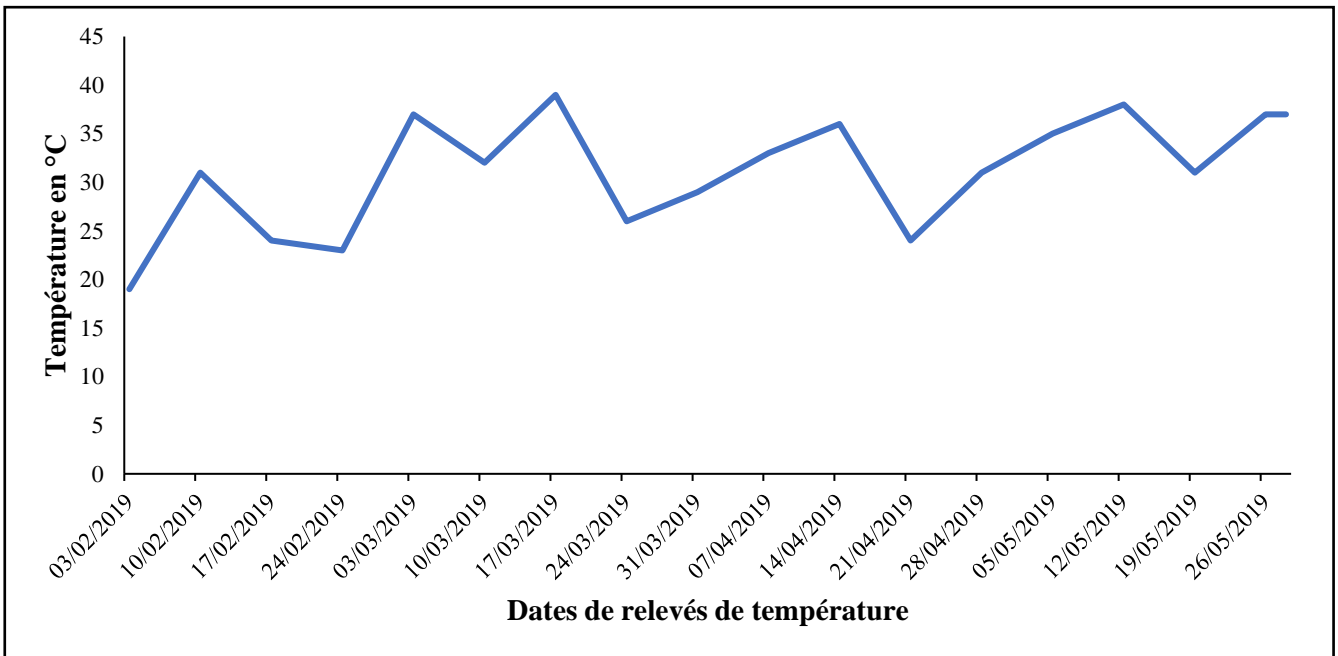


Figure 28 : Température relevée dans la serre pendant la période d'échantillonnage.

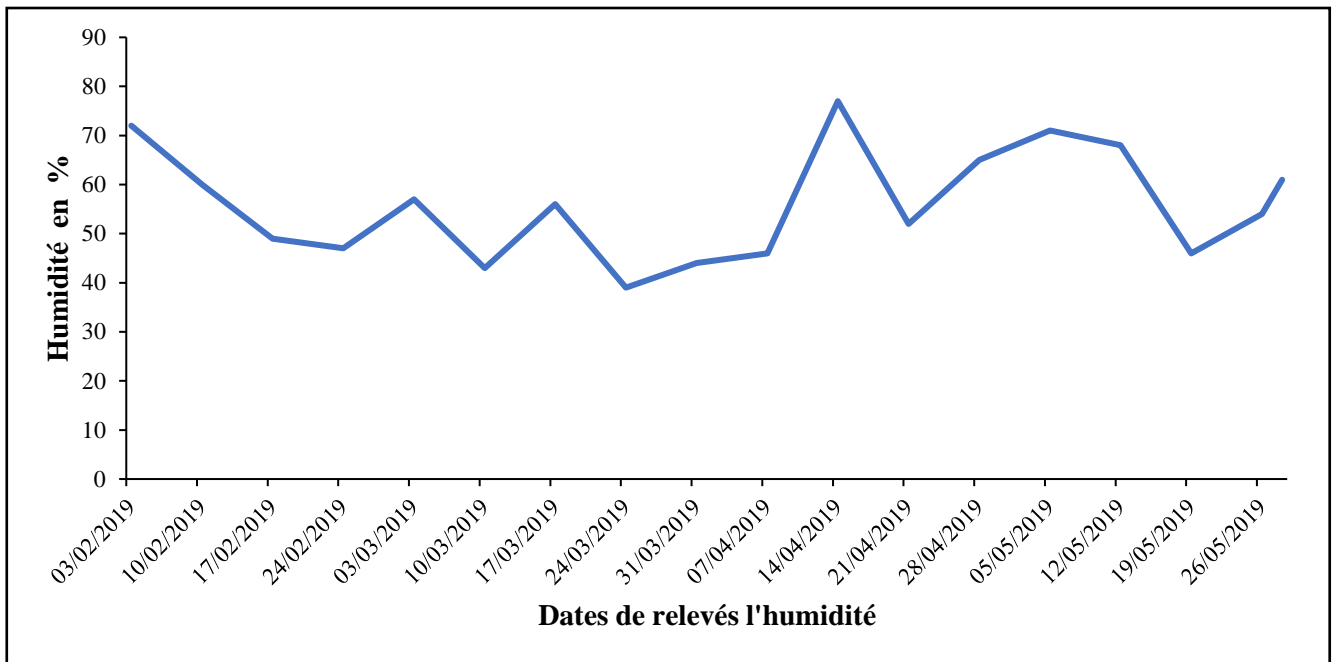


Figure 29 : Humidité relevée dans la serre pendant la période d'échantillonnage.

1.5. Evolution de *Myzus persicae* par étage foliaire

Les dégâts causés par les pucerons enregistrés sont faibles, l'apparition de ces dégâts est très en retard. Les résultats enregistrés montrent que les étages infectés sont ceux du haut et du milieu (Figure 30). Un effectif de 346 individus est évalué à la date du 5 mai comme une valeur optimal sur l'étage haut et 196 individus à la date 5 mai aussi comme la plus grand valeur sur l'étage milieu. Par contre, l'effectif signalé à l'étage bas est très faible avec une valeur de 29 individus à la date 12 mai. Nous signalons une diminution de l'infestation à la fin de l'échantillonnage.

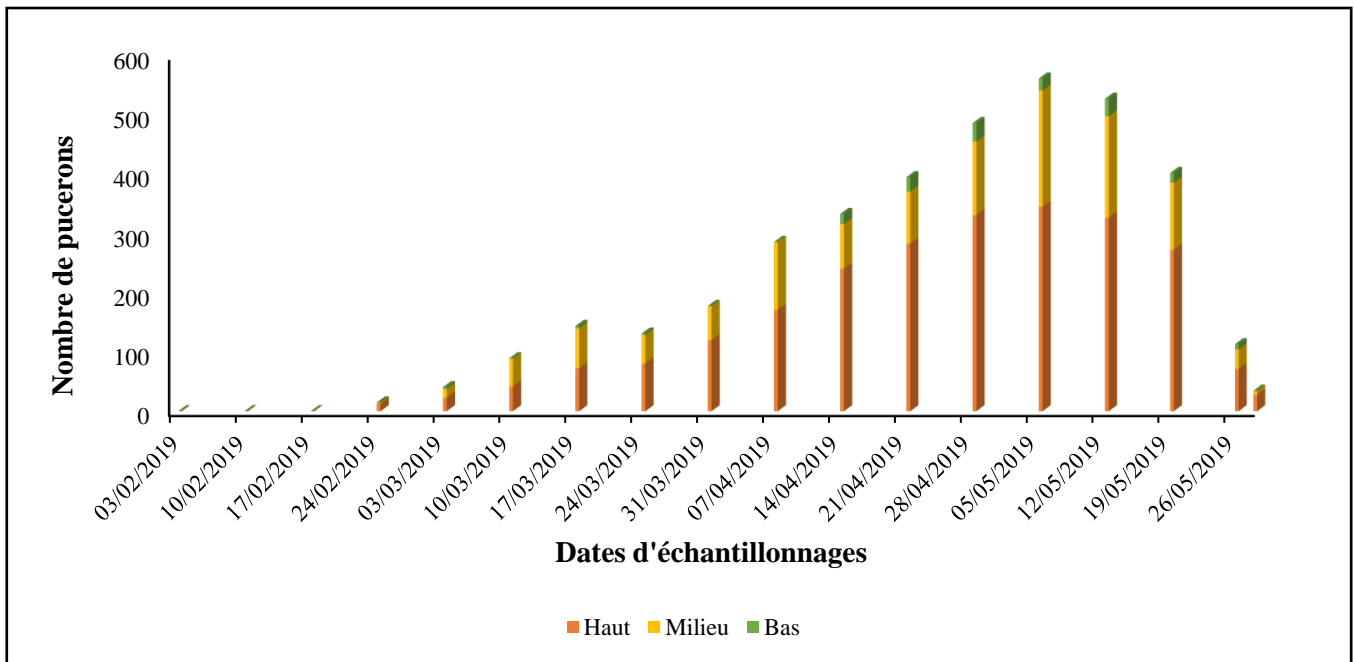


Figure 30 : Abondance relative des populations des *Myzus persicae* selon les étages foliaires.

1.6. Evolution des différents stades larvaires de *Myzus persicae*

Au cours des prélèvements, une évolution progressive dans les densités de *Myzus persicae* en fonction de la température est ressentie (figure 31), les abondances enregistrées ont fait ressortir l'importance des dernier stades par rapport à l'ensemble effectifs. En effet, le stade (L4) est le plus abondant sur toute la période d'étude avec une abondance variant de 18 individu à la date de 3 mars et un maximum de 158 individu à la date du 12 mai, suivi par le stade adulte, cependant, les stades L2, L1 et L3 sont semblables durant la période d'échantillonnage.

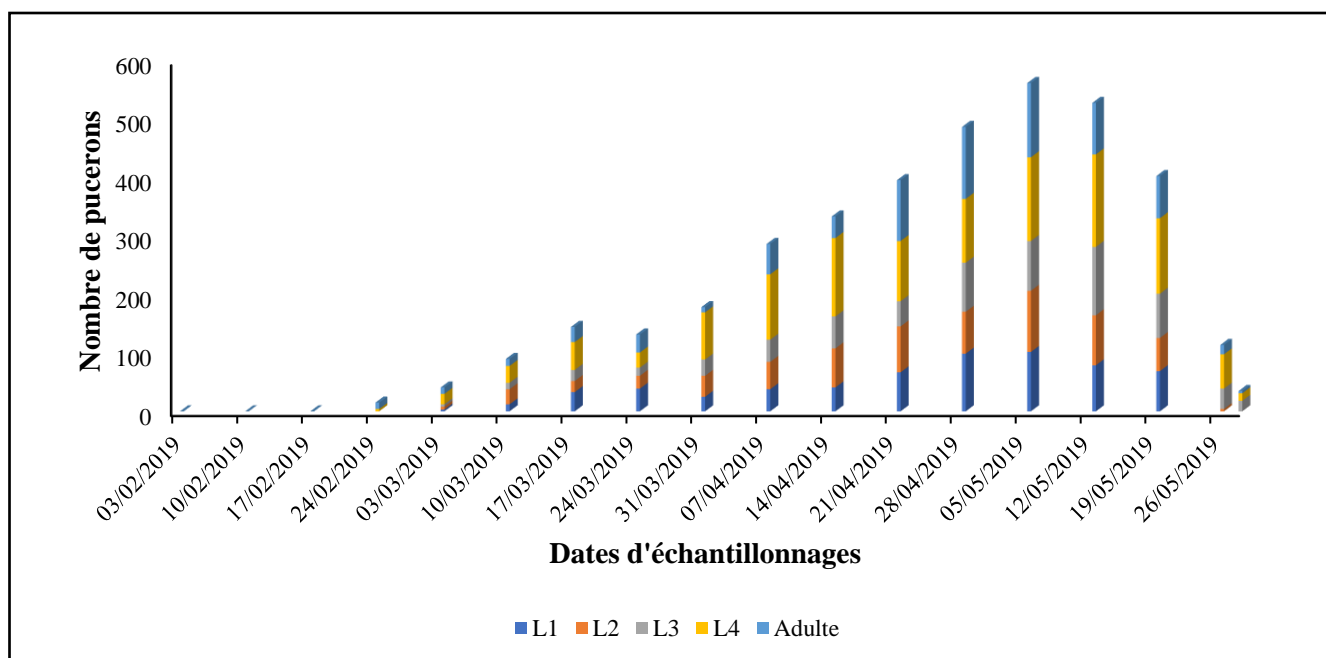


Figure 31 : Évolution des différents stades larvaires de *Myzus persicae*.

2. Taux d’infestation

À travers le tableau 11 et les figures 32 et 33, nous observons une infestation qui se propage dans toutes les étages foliaires, cette infestation augmente avec l’augmentation du nombre de puceron. Aussi, nous remarquons que les deux étages foliaires supérieures et du milieu sont étroitement liées dans le contenu de l’infestation par les pucerons ; en revanche, l’étage bas est moins infesté par les pucerons que les deux autres étages.

Ce constat, nous amène à dire que les pucerons sont présents dans les étages foliaires de la plante, et, ils sont en abondance dans les deux étages (haut et milieu).

Tableau 11 – La moyenne et l’écart type de l’infestation et de puceron dans chaque étage foliaire.

	Etage foliaire		
	Haut	Milieu	Bas
Infestation	17 ± 12,9 a	17,72 ± 15,62 a	11,05 ± 10,26 a
Puceron	220,72 ± 193,64 a	237,5 ± 242,29 a	151,88 ± 148 b

a : Hautement significatif. **b** : Significatif.

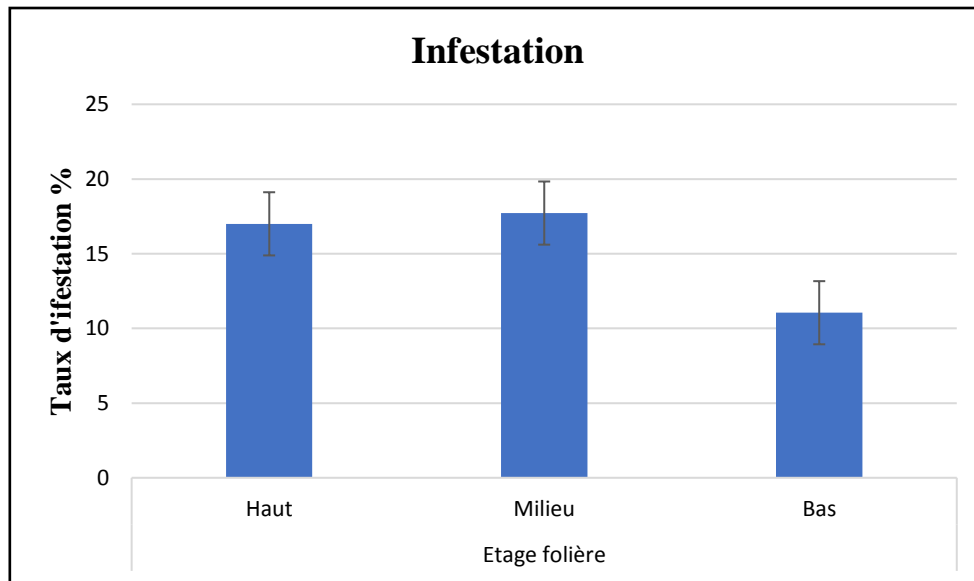


Figure 32 : Taux d'infestation de puceron (les deux espèces) dans chaque étage foliaire.

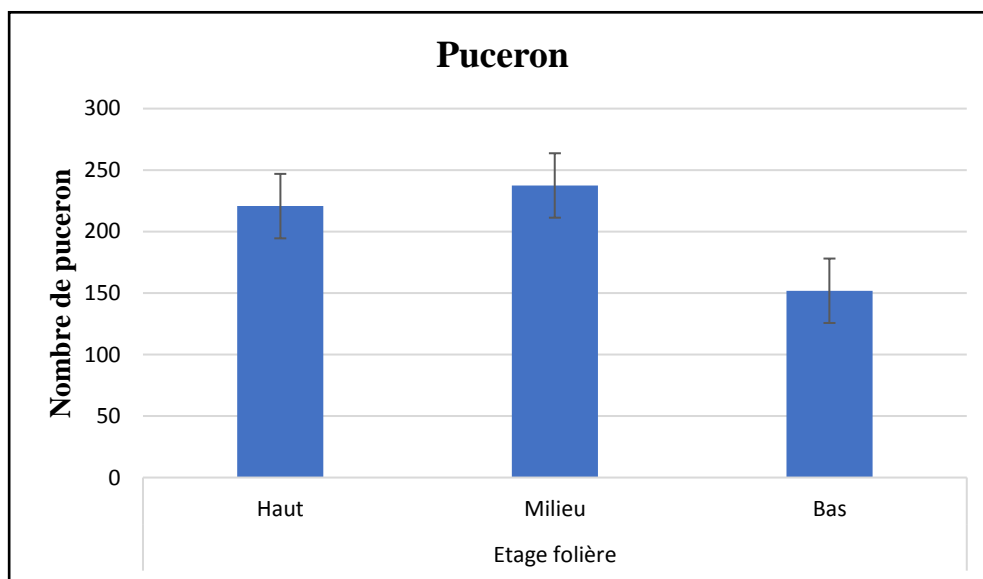


Figure 33 : Nombre de puceron (les deux espèces) dans chaque étage foliaire.

L'étude statistique révèle que l'abondance d'infestation par les pucerons recensés est fortement influencée par les conditions climatiques.

3. Abondance relative de la faune prédatrice des populations aphidiennes

Lors de notre expérimentation, nous avons remarqué la présence de quelques prédateurs de pucerons, ce dernier est pris en considération pour l'étude de l'efficacité de la prédation dans le conditionnement des populations de pucerons.

À l'échantillonnage, nous avons constaté une présence majoritaire des cécidomyies à partir de fin-mars pour atteindre le nombre maximal de 54 à la date du 19 mai sous la température de 35°C et une humidité de 71% avec une diminution remarquable à la date du 26 mai sous la température de 31°C et une humidité de 46%. Puis, suivent les syrphes et les coccinelles en dernier (Figure 34).

Par ailleurs, l'activité des prédateurs est trop faible par rapport aux nombre de pucerons, car, cette activité n'a pas eu une grande influence dans la régulation des colonies des pucerons. En outre, les coccinelles sont apparus comme premier prédateur à la date du 17 mars, suivi par les cécidomyies à la date du 31 mars, et les syrphes à la date 21 avril. Il faut signaler que le nombre de cécidomyie est plus grand que le nombre des syrphes et des coccinelles (Figure 34).

L'étude statistique révèle que les prédateurs sont important ou significatif et l'abondance des prédateurs recensés est fortement influencée par les conditions climatiques.

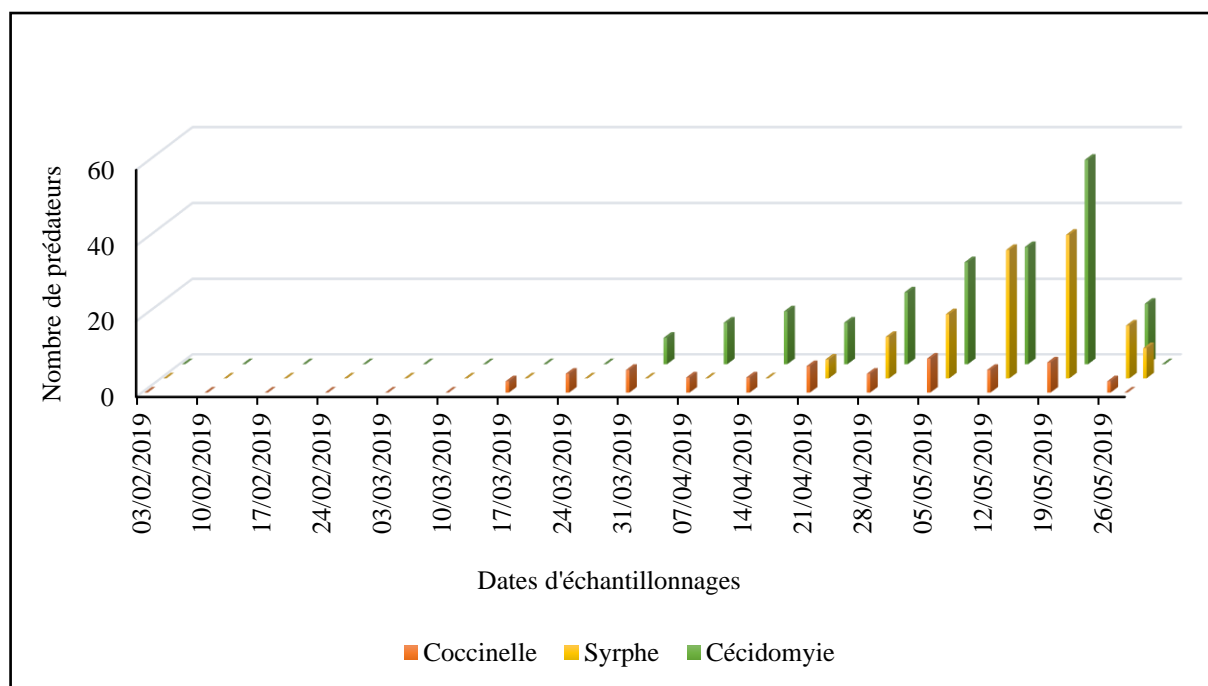


Figure 34 : Abondance relative des différentes espèces prédatrices de pucerons.

4. Etude bioécologique des prédateurs et taux de prédation

4.1. Cycle biologique de la coccinelle

Le tableau 12 montre que la durée de développement des stades larvaires de coccinelle est presque identique dans les mêmes conditions climatiques. Sinon, la durée des stades (L1) et (L2) est de 4 jours, cette durée est de de 5 jours pour les stades (L3) et (L4). Enfin, elle est de 7 jours au stade nymphale. Généralement, le développement des coccinelles (œuf-stade adulte) est de 29 jours.

Tableau 12 – Cycle de vie des coccinelles sous la température de 21±2,5 C°.

Coccinelle	Œuf	L1	L2	L3	L4	Nymphe	Cycle complet
Durée (Jours)	4	4	4	5	5	7	29

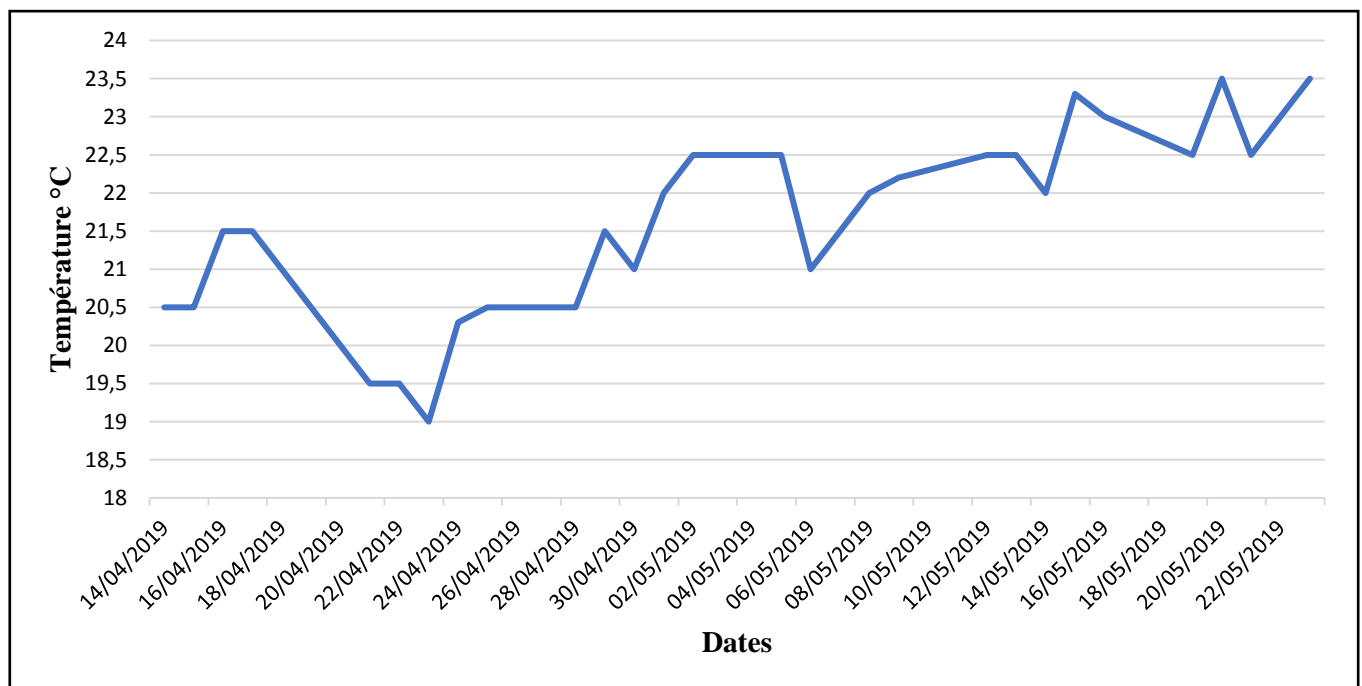


Figure 35 : La température relevée dans laboratoire pendant la période d'étude.

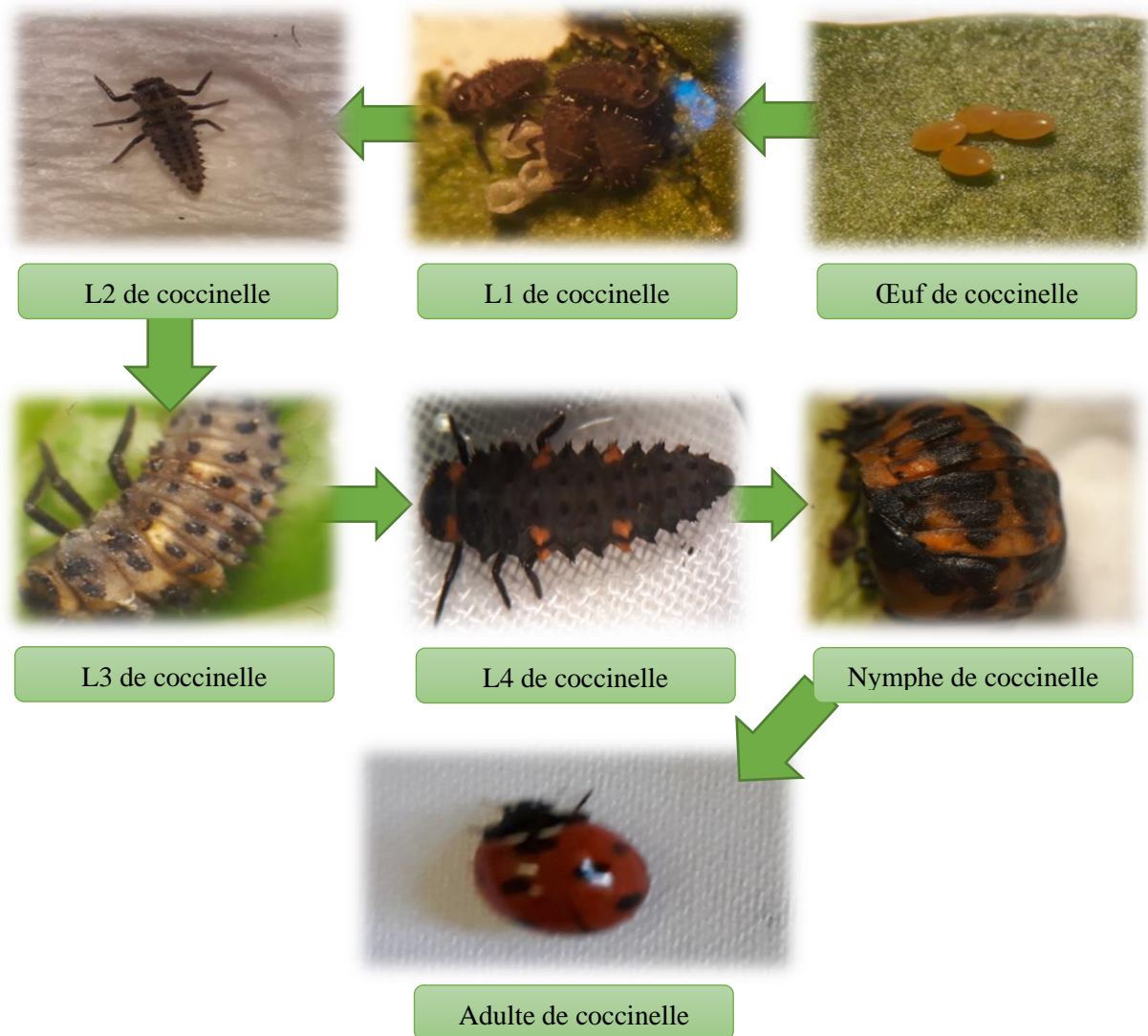


Figure 36 : Les étapes du développement de coccinelle de l'œuf à l'adulte (Originale, 2019).

4.2. Taux de prédation des coccinelles

L'élevage des trois coccinelles dans chaque stade se nourrissent de pucerons. Le tableau et la courbe suivants illustrent les résultats de l'élevage de trois coccinelles et le nombre de pucerons prédatés.

Tableau 13 – Le nombre de pucerons prédatés par les coccinelles.

		Coccinelle (3 individus de chaque stade)				
		L1	L2	L3	L4	Adulte
Puceron	L1	80	116	120	179	133
	L2	72	92	120	165	116
	L3	64	90	111	168	127
	L4	57	103	113	163	117
	Adulte	57	108	120	175	146

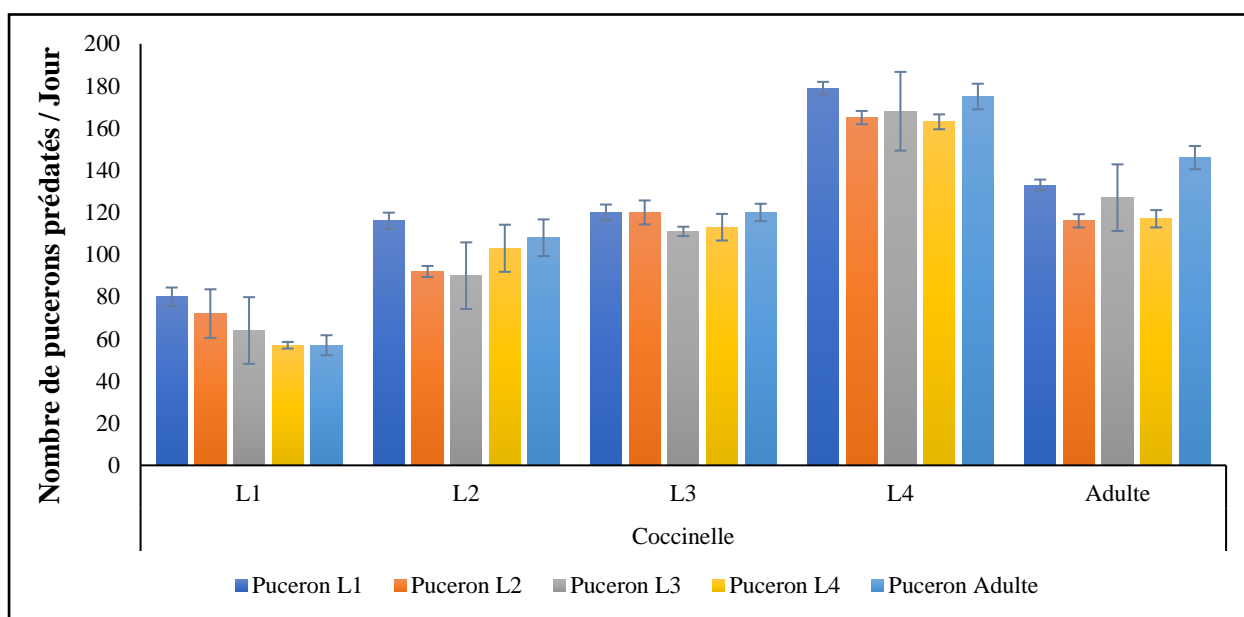


Figure 37 : Nombre de pucerons prédatés par les coccinelles selon la durée du stade concerné.

Les résultats enregistrés affichent une moyenne de longévité chez la coccinelle de 29 jours, pendant cette période elle consomme environ 971 pucerons (Figure 38).

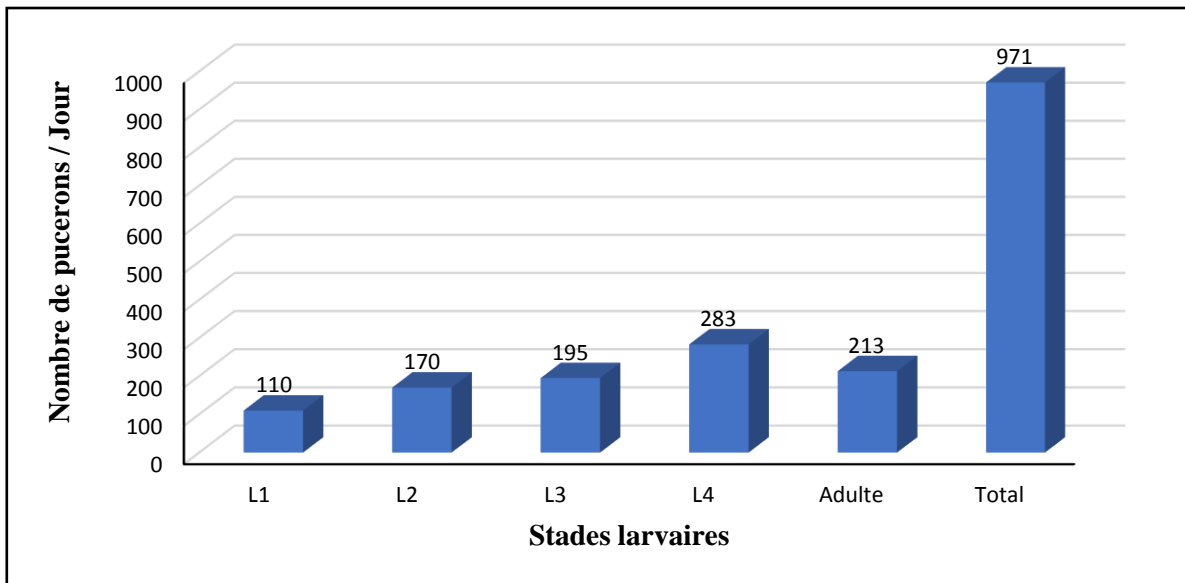


Figure 38 : Nombre de puceron éliminé par les larves des coccinelles selon les stades larvaires (moyenne de 3 coccinelles).

4.3. Efficacité de la coccinelle selon le stade larvaire du puceron

Les résultats enregistrés en figure 39, montrent que le 4^{ème} stade larvaire de la coccinelle affecte le plus grand nombre de pucerons et ceci pendant ses différents stades larvaires. Au 4^{ème} stade larvaire, la coccinelle détruit un nombre de puceron qui avoisine 60, 58, 56, 55 et 54 respectivement en L1, Adulte, L3, L2 et L4. Ces observations révèlent que le stade larvaire 4 est le plus vulnérable, en revanche, le 1^{er} stade larvaire de la coccinelle affecte moins de pucerons sur les différents stades larvaires du puceron.

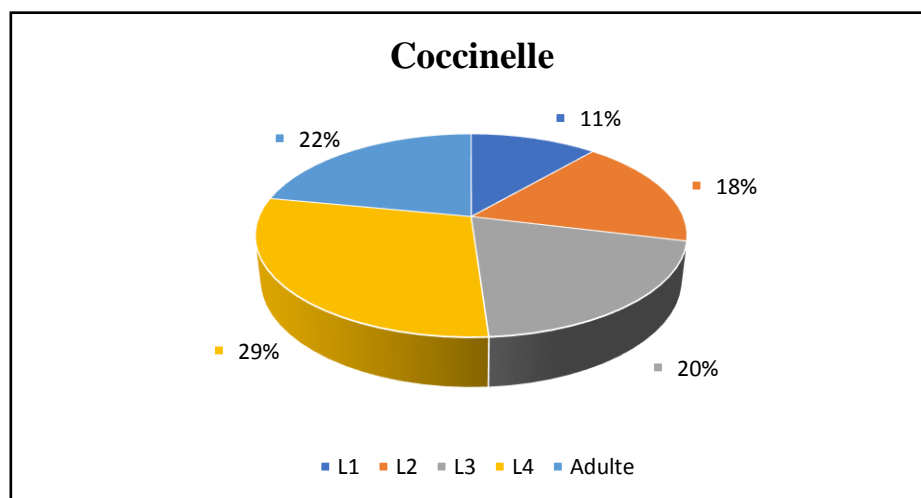


Figure 39 : Efficacité de la coccinelle selon le stade larvaire du puceron.

4.4. Sensibilité du puceron à la coccinelle selon le stade larvaire

Les observations de la sensibilité du puceron à la coccinelle varient d'un stade larvaire à un autre (Figure 40). Les résultats enregistrés donnent un nombre d'individus morts autour de 210, 202, 189, 186 et 184 respectivement aux stades larvaires de puceron L1, Adulte, L2, L3 et L4.

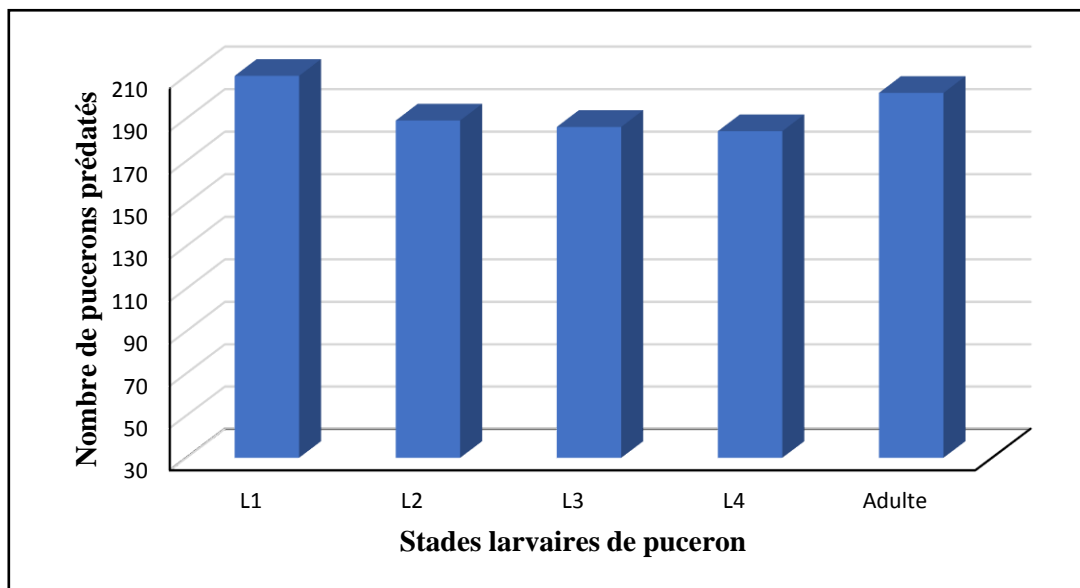


Figure 40 : Sensibilité du puceron à la coccinelle selon le stade larvaire.

4.5. Cycle biologique de syrphe

Les résultats obtenus du cycle biologique des syrphes montrent que la durée de développement de stade larvaire de syrphe est différente selon le stade larvaire (Tableau 14). Dans les mêmes conditions climatiques, le stade le plus long est le L3 puis le stade L2, et enfin, le L1 respectivement s'affichent après 8, 5 et 3 jours. Alors que le développement du cycle complet des syrphes de l'œuf au stade pupe est de 33 jours.

Tableau 14 – Cycle de vie de syrphe sous une température de 21±2,5 C°.

Syrphe	Oeuf	L1	L2	L3	Pupe	Adulte	Cycle complet
Durée (Jours)	5	3,4	5,2	8	11	/	32,6

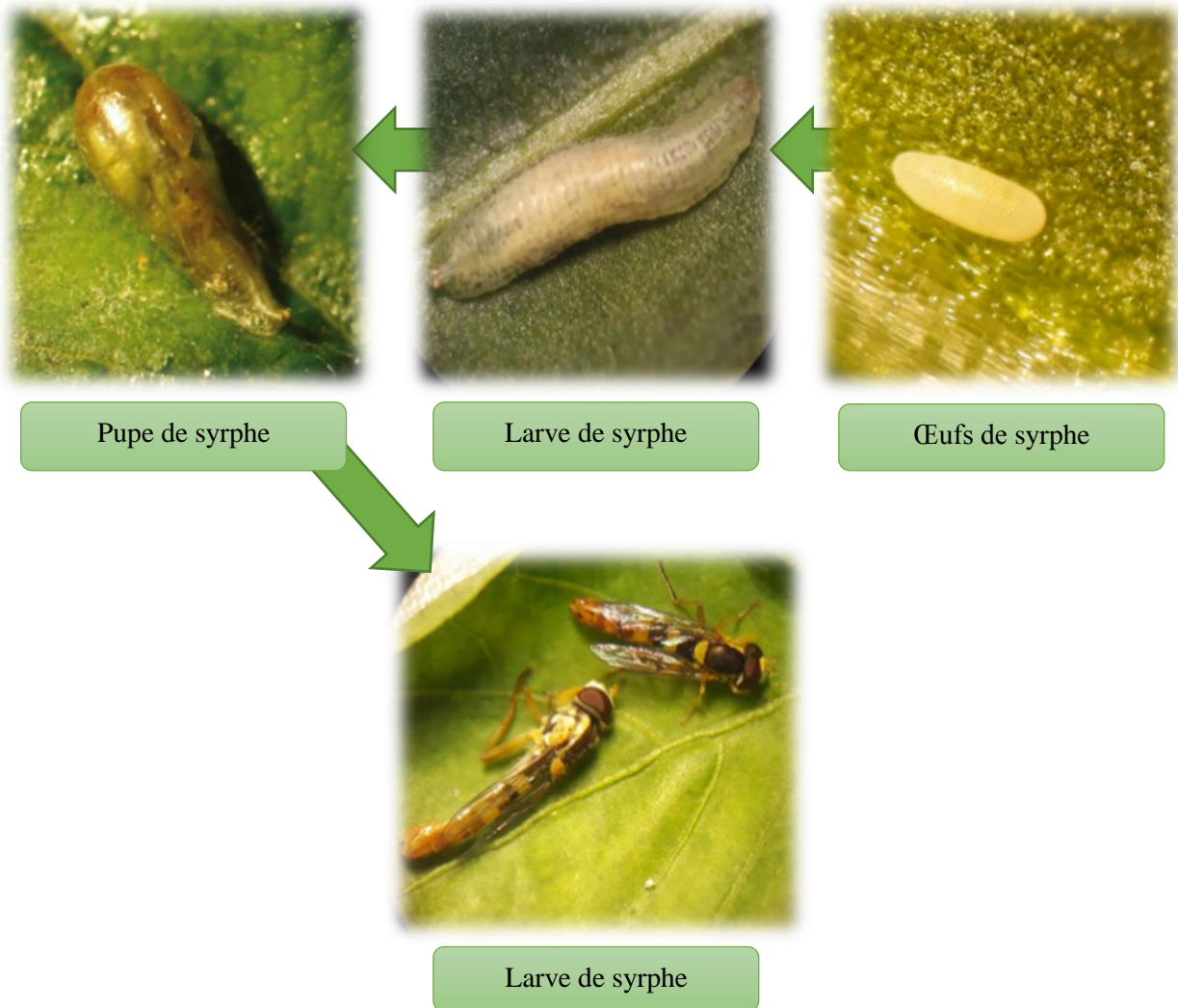


Figure 41 : Étapes du développement de syrpe de l'œuf à l'adulte (Originale, 2019).

4.6. Taux de prédation des syrphes

A travers tous les stades larvaires, les cinq se nourrissent de pucerons, sauf pour le stade adulte. Le tableau 15 et la figure 42 illustrent les résultats de l'élevage de cinq syrphes et le nombre de pucerons prédatés.

Tableau 15 – Nombre de pucerons prédatés par les syrphes.

		Syrphe (5 individus de chaque stade)			
		L1	L2	L3	Adulte
Puceron	L1	79	99	144	0
	L2	62	90	145	0
	L3	67	87	179	0
	L4	71	76	138	0
	Adulte	5	34	48	0

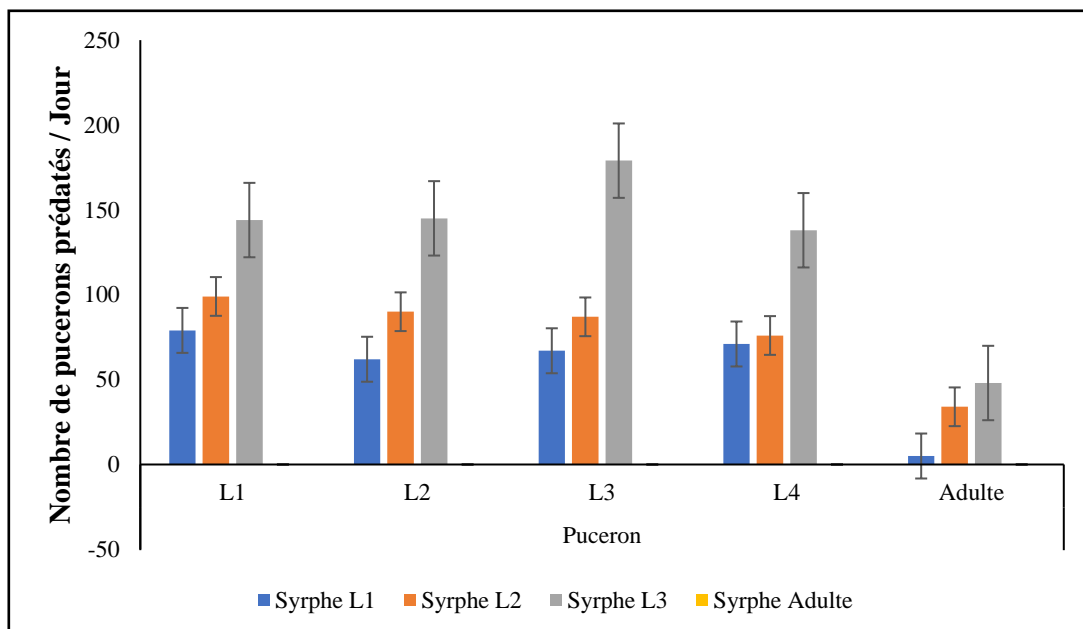


Figure 42 : Nombre de pucerons prédatés par les syrphes selon le stade larvaire.

La moyenne de longévité de syrphe est presque de 33 jours, pendant cette période les syrphes consomment environ 265 pucerons (Figure 43).

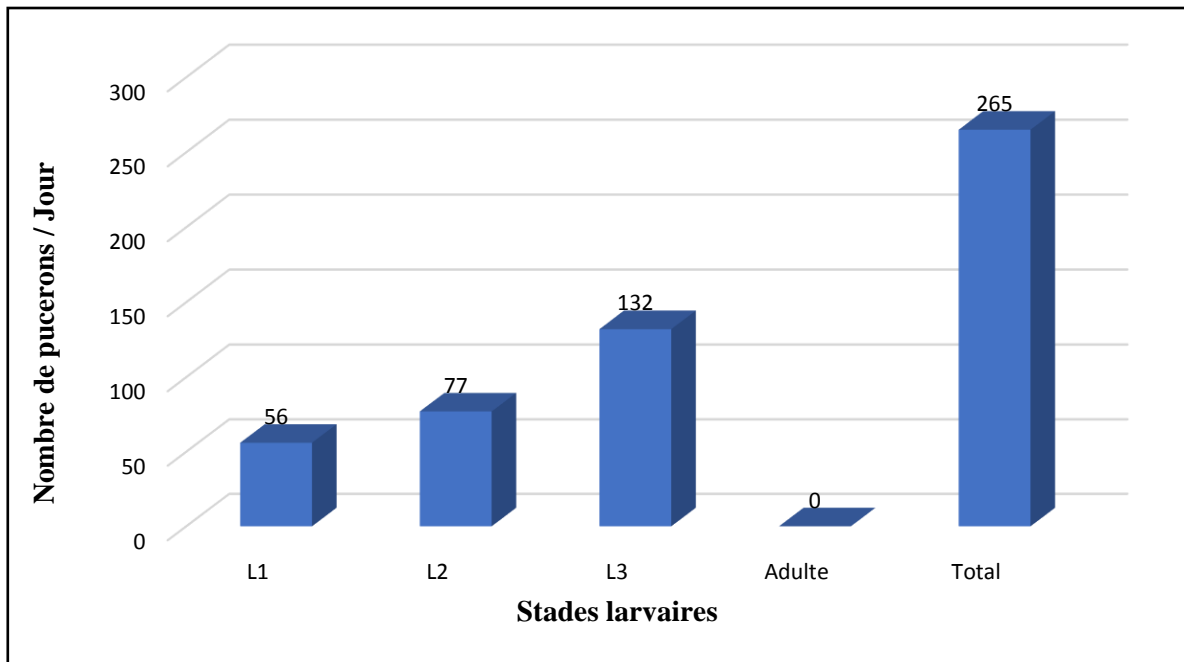


Figure 43 : Nombre de pucerons éliminés par les larves de syrphes selon la durée de chaque stade (moyenne de 5 syrphes).

4.7. Stade efficace des syrphes

La figure 44 montre une efficacité du syrphes qui varie selon le stade larvaire du puceron. Ainsi, le stade le plus efficace est le stade L3 avec 50%, puis, vient L2 pour 29%, et enfin, L1 avec un pourcentage de 21%.

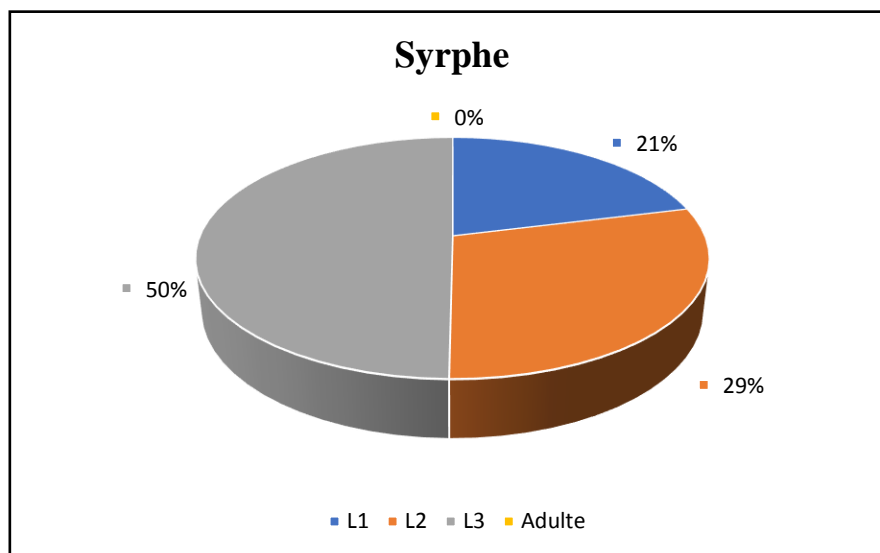


Figure 44 : Efficacité du syrphes selon le stade larvaire du puceron.

4.8. Stades sensibles du puceron vis-à-vis des syrphes

La figure 45 exprime une évolution du taux de mortalité des pucerons sous la prédation des syrphes qui affiche un chiffre de 65 en L1, 59 en L2, 66 en L3, et 57 au stade L4. Ces observations indiquent que le taux de mortalité des pucerons devient très faible au stade adulte, puisqu'il enregistre un nombre de 18 individus.

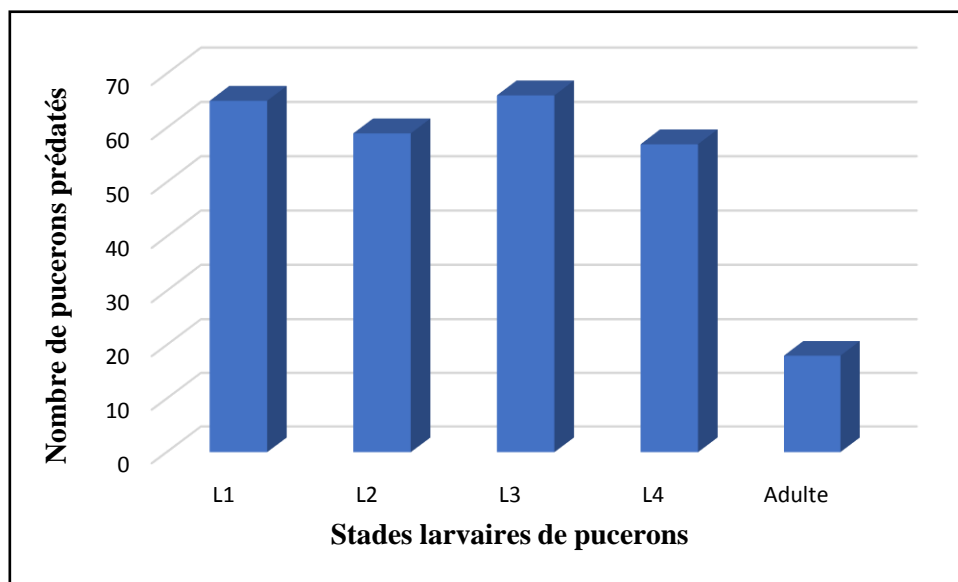


Figure 45 : Sensibilité du puceron au syrphé selon le stade larvaire.

4.9. Cycle biologique de cécidomyie

La durée de développement de stade larvaire de cécidomyie est différente selon le stade larvaire (Tableau 16). Dans les mêmes conditions climatiques, le stade le plus long est L3 qui dure 4 jours, suivit du stade L2 avec 3 jours, et enfin, le stade L1 près de 2 jours, alors que, le développement du cycle complet du syrphé de l'œuf au stade pupes est de 21 jours.

Tableau 16 – Cycle de vie de cécidomyie sous une température de 21±2,5 C°.

Cécidomyie	Oeuf	L1	L2	L3	Pupes	Adulte	Cycle complet
Durée (Jours)	2,8	1,6	3	3,8	9,2	/	20,4

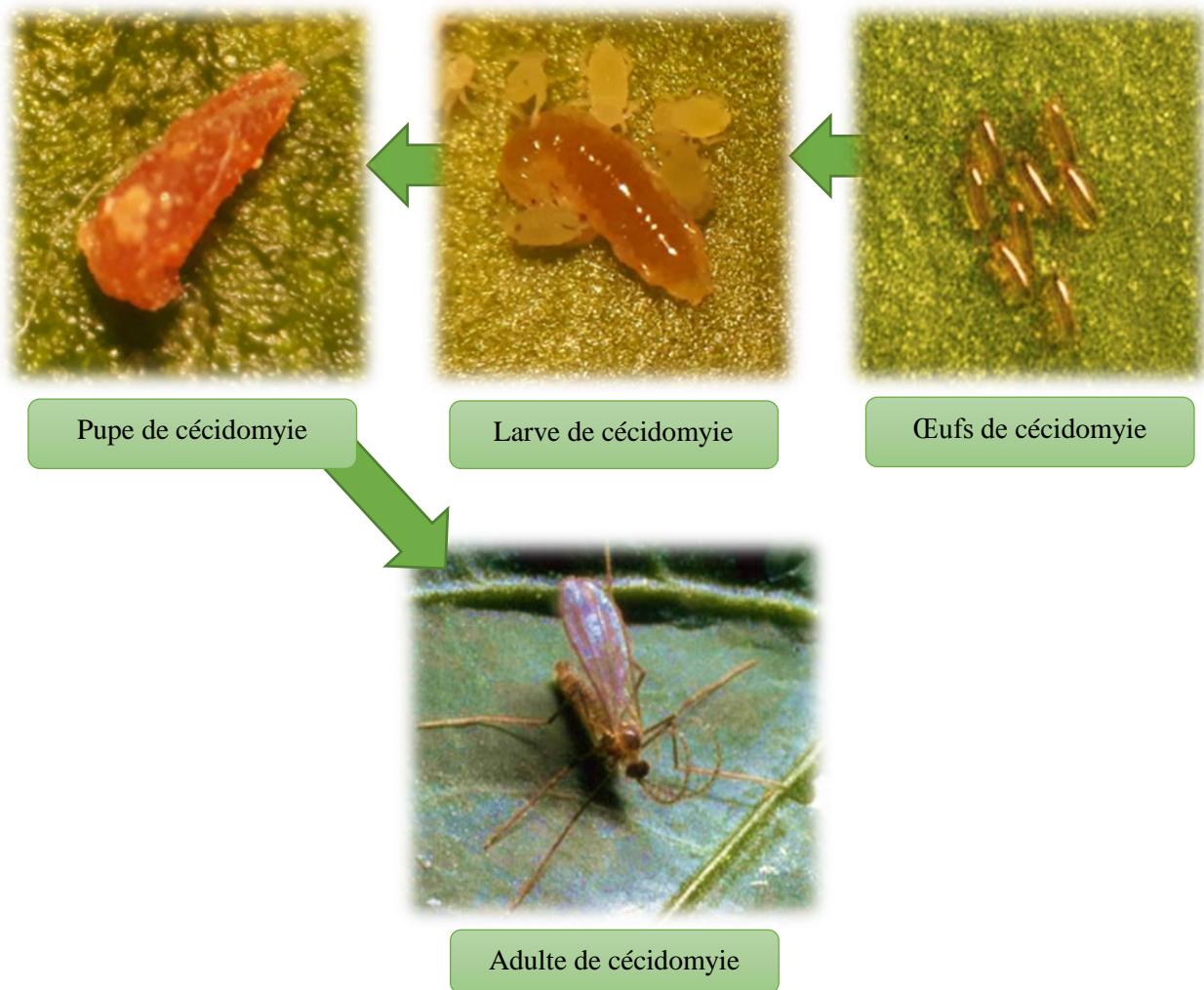


Figure 46 : Étapes du développement de cécidomyie de l'œuf à l'adulte (Originale, 2019).

4.10. Taux de prédation des cécidomyies

À travers cette expérience, nous observons que tous les stades de cécidomyie se nourrissent de pucerons à l'exception au stade adulte.

Le tableau 17 et la figure 47 illustrent les résultats de l'élevage de cinq cécidomyies et le nombre de pucerons prédatés.

Tableau 17 – Nombre de pucerons prédatés par les cécidomyies.

		Cécidomyie (5 individus de chaque stade)			
		L1	L2	L3	Adulte
Puceron	L1	63	177	291	0
	L2	30	172	285	0
	L3	16	144	236	0
	L4	5	115	219	0
	Adulte	0	56	168	0

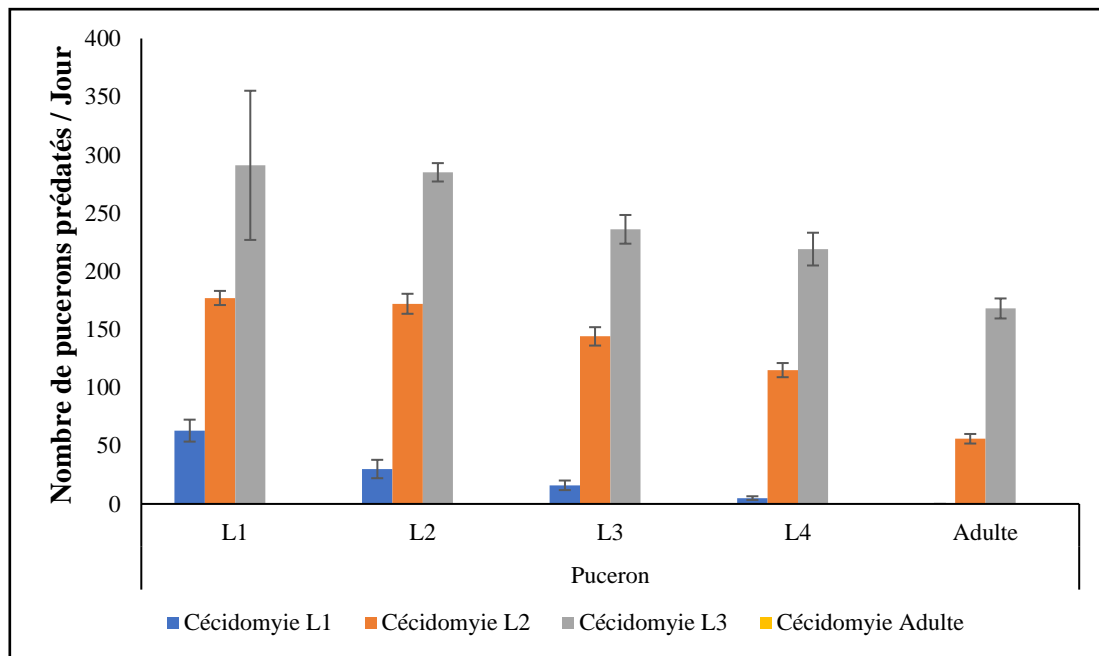


Figure 47 : Nombre de pucerons prédatés par les cécidomyies dans la durée de chaque stade.

Durant presque 20 jours, qui représente la moyenne de longévité des cécidomyies, ils consomment environ 400 pucerons (Figure 48).

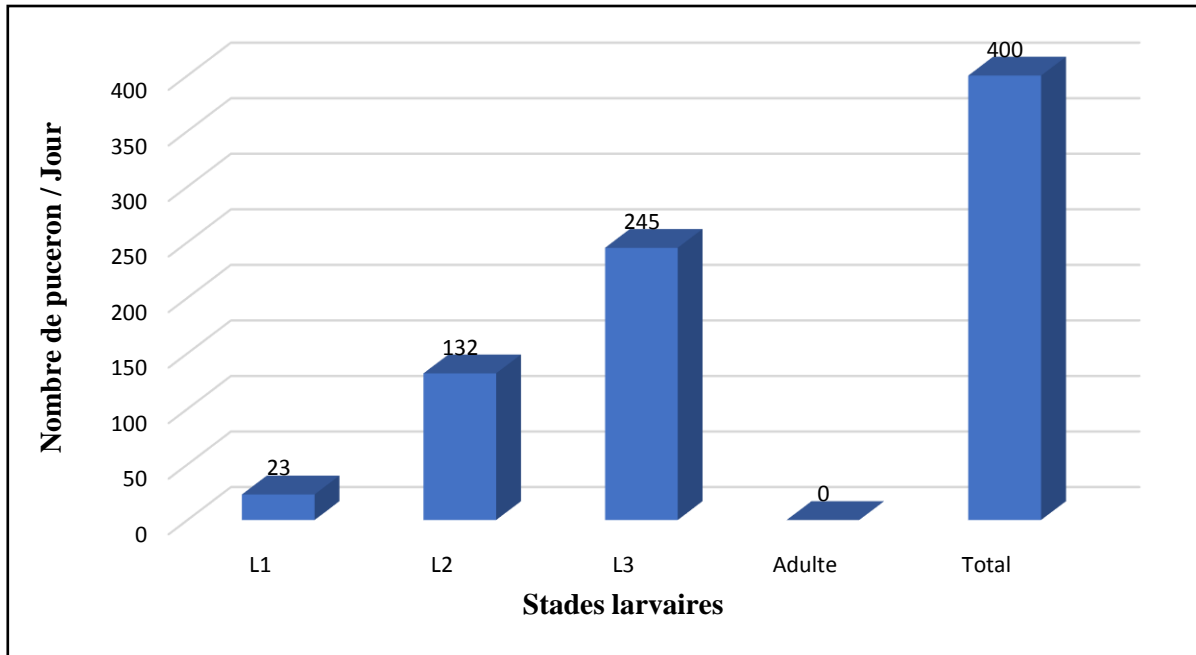


Figure 48 : Nombre de pucerons éliminés par les larves de cécidomyie selon dans durée le stade larvaire (moyenne de 5 cécidomyies).

4.11. Stades efficaces de cécidomyie

La figure 49 montre une efficacité de la cécidomyie, cependant, cette efficacité varie selon le stade larvaire du puceron. Ainsi, le stade le plus efficace est le stade L3 avec 61%, puis, le stade L2 pour 33%, et enfin, le stade L1 avec un pourcentage de 6.

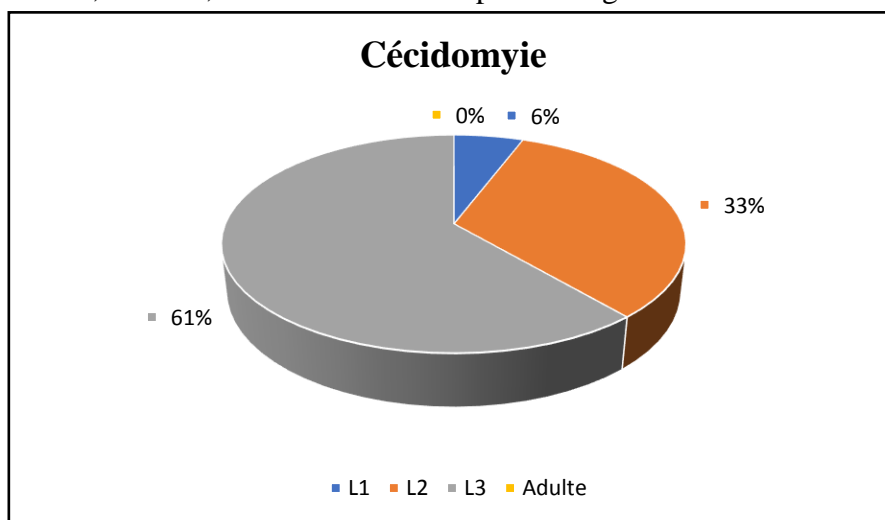


Figure 49 : Efficacité du syrphe selon le stade larvaire du puceron.

4.12. Stade sensible de puceron vis-à-vis les cécidomyies

La figure 50 exprime une évolution du taux de mortalité des pucerons sous la prédation des cécidomyies avec un nombre de 106 en L1, 97 en L2, 79 en L3, et 73 au stade L4. Nous remarquons aussi, que le taux de mortalité des pucerons devient faible au stade adulte pour donner 45 individus.

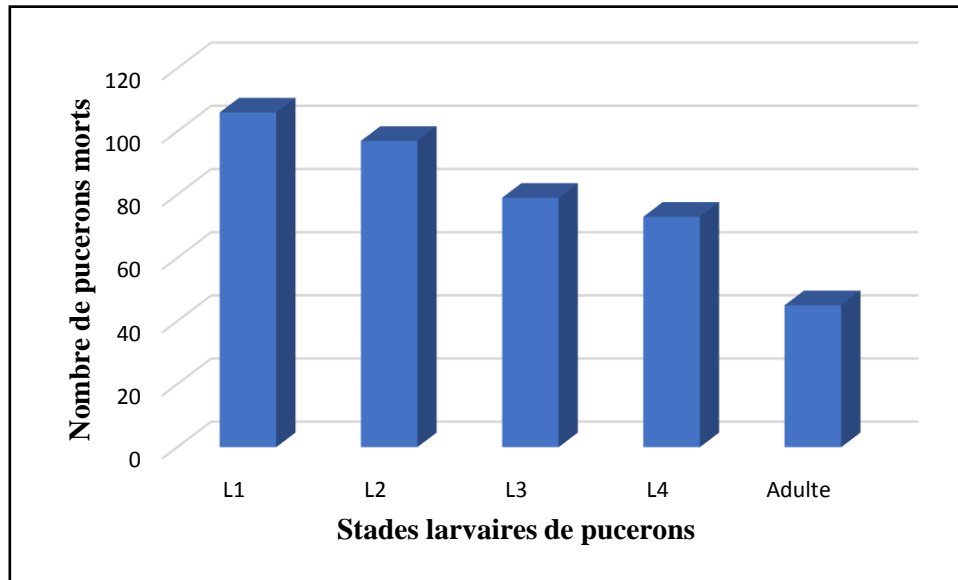


Figure 50 : Sensibilité du puceron au syrpe selon le stade larvaire.

Discussion

1. Abondance relative des aphides

En général, les pucerons se développent et parviennent à maturité en l'espace de 7 à 10 jours après la naissance. En serre, le développement est plus rapide, jusqu'à 5 jours selon la température, l'humidité et la plante-hôte. Ainsi, il faut entre 8 et 10 jours pour effectuer l'intégralité d'un cycle. Un adulte peut vivre en moyenne entre 50 à 60 jours (Maameri, 2013). Les pucerons sont également plurivoltines et peuvent donc avoir jusqu'à 20 générations par an.

Ces déprédateurs peuvent avoir entre 10 et 12 générations par an selon les conditions climatiques (Fraval, 2006). En moyenne, il faut une dizaine de jours à 20°C pour compléter une génération (Mircea Bejan, 2007). Les générations sexuées apparaissent en automne, et les générations parthénogénétiques au printemps et en été (Bouhroua, 1987). Les pucerons du printemps se multiplient pour quelques générations par parthénogenèse, lorsque la température est supérieure à 18°C sur le pêcher (Sauge et *al.*, 1998).

La vitesse de développement des pucerons et leur fécondité dépendent de la température. Une femelle de puceron a besoin en moyenne de 120°C (soit dix jours à 12°C, par exemple, ou bien six jours à 20°C). La température peut influencer aussi le nombre des ailés produits et leur capacité à s'envoler et favorise leur mobilité (Bakroune, 2012).

Ces pucerons *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* fait partie des insectes ayant le potentiel biotique le plus élevé, notamment grâce à une fécondité élevée, une faible mortalité des stades pré-imaginaux et un temps de génération court. En plus, l'apparition précoce des pucerons sous serre dépendent des conditions climatiques, ce qui cause des dégâts considérables (Bouhroua, 1991). Ce qui confirme nos résultats, puisque, l'infection de puceron se propage dans toutes les étages foliaires de la plante de poivron.

2. Activité de la faune prédatrice

La faune auxiliaire constitue l'un des principaux facteurs de limitation des bio-agresseurs. Bakroune (2012) signale que les coccinelles sont les premières à s'installer dans la serre de poivron vers mi-mars, elles exploitent les premières populations des pucerons *Myzus persicae*. Auparavant, Halima-Kamel (2010) indique que les coccinelles ont un rôle régulateur, sur les ravageurs, plus important que les syrphes et les cécidomyies. Nos résultats indiquent que pendant la période de prédatons, les coccinelles attaquent les pucerons avec un nombre important qui avoisine les 971.

L'une des utilisations les plus connues de lutte biologique est celle des coccinelles contre les pucerons. Par exemple, contre le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae* Sulzer) sur des plants de pomme de terre, deux espèces de coccinelles (*Coleomegilla maculata* DeGeer et *Coccinella septempunctata* Linnaeus) ont réussi à réduire les populations de 85 % (Obrycki et al., 2009).

Saharaoui et Gourreau (2000), rapportent que la plus parts des coccinelles se reproduisent entre le mois de mai et le mois de juillet dans le Nord Algérien. Au Sud, elles se multiplient un peu plus tôt, vers le début du printemps, pour certaines espèces en février. D'après nos résultats, les coccinelles sont les plus actives, puisqu'elles apparaissent précocement et leur longévité est importante de 29 jours. Cet état de fait limite leur efficacité dans la lutte biologique comme signalent Kindlman et al. (2007).

L'action des coccinelles aphidiphages sur la dynamique des populations de pucerons peut donc être considérée comme limitée sur le long terme (Lopez et al., 2012). Ainsi, nous avons pu constater que le stade larvaire le plus efficace est L4, presque 283 pucerons sont attaqués durant leur durée par rapport aux autres stades.

Par ailleurs, l'activité des syrphes est faible par rapport l'infestation des colonies de pucerons dans la culture avec l'apparition très en retard des syrphes. Comme le précise (Bakroune 2012) sur le syrphe comme étant une espèce qui arrive en troisième position avec un décalage d'un mois. Par contre, les cécidomyies se multiplient d'une façon progressive durant le mois d'avril. Ces insectes s'attaquent à une soixantaine, voire à 70 espèces de pucerons évoluant sur diverses plantes-hôtes. Les femelles pondent leurs œufs dans les colonies denses. En 2009, Ouadah observe les larves de pucerons dans les vergers à partir de la fin du printemps. Selon le même auteur, une larve a besoin de 5 pucerons, au moins, pour accomplir son développement ; mais elles en tuent plus que nécessaire, en cas d'abondance.

Dans notre cas, la compétition interspécifique ne s'est pas manifestée, car, l'activité des syrphes et cécidomyie étant faible, malgré la forte présence de coccinelles dans tous les stades, selon Ghelamallah (2016) ceci revient à leur rôle dans la régulation des populations de pucerons n'a pas été escompté dans la serre de poivrons.

Les résultats ainsi obtenus indiquent que ce sont les coccinelles qui dominent, parmi la faune aphidiphage, au sein des populations aphidiennes sur le poivron sous serre. La présence des syrphes et des cécidomyies est faible, ce qui explique leur action négligeable par rapport aux coccinelles, spécialement sur les syrphes.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Les ravageurs sont plus que jamais préoccupants pour de nombreuses cultures. Ils affectent aussi bien les cultures maraichères que les grandes cultures, les vergers ou les cultures florales. Les observations réalisées lors de notre étude basée sur la dynamique de deux espèces de pucerons (*Myzus persicae* Sulzer et *Aphis gossypii*) sur la culture de poivron, ainsi que l'inventaire de leur prédateur. Nous avons pu dénicher les constatations suivantes :

La colonie d'*Aphis gossypii* est apparue vers le début du mois de février avec une abondance relative importante pour atteindre un maximum d'individus avec l'élévation de la température. En revanche, *Myzus persicae* est apparu avec des chiffres moins importants qu'*Aphis*. Cependant, les colonies des aphides ont atteint des chiffres importants dans la serre, en outre, les prédateurs (coccinelles, syrphes et les cécidomyies) sont apparus avec de nombres variés dans tous les dates d'échantillonnages.

L'entame d'une lutte biologique efficace, nécessite la présence des prédateurs, ainsi à l'avenir, nous préconisons l'élevage *in vivo* des espèces prédatrices, afin de mieux comprendre l'influence des conditions climatiques sur la population, permettant aussi, de mieux maîtriser les facteurs de régulation des populations des pucerons.

Les conditions abiotiques du milieu en l'occurrence la température a permis d'estimer la longévité des adultes.

A l'avenir, la lutte contre les pucerons nécessite l'élaboration d'un programme de lutte biologique adéquate qui s'appuie sur une stratégie de défense écologique et durable et cela par l'utilisation des insectes auxiliaires. Ainsi, il est très important de poursuivre cette étude (la dynamique des populations des aphides et de leurs ennemis naturels) pour mieux comprendre d'avantage l'influence des facteurs abiotiques et biotiques sur leurs populations.

Annexes

Annexes

Annexe 01 : Les températures enregistrées dans la serre durant la période d'étude

Dates d'échantillonnages	Température °C	Humidité %
03/02/2019	19	72
10/02/2019	31	60
17/02/2019	24	49
24/02/2019	23	47
03/03/2019	37	57
10/03/2019	32	43
17/03/2019	39	56
24/03/2019	26	39
31/03/2019	29	44
07/04/2019	33	46
14/04/2019	36	77
21/04/2019	24	52
28/04/2019	31	65
05/05/2019	35	71
12/05/2019	38	68
19/05/2019	31	46
26/05/2019	37	54
28/05/2019	37	61

Annexe 02 : Nombre des échantillons et nombre de feuilles infestées

Dates	Haut		Milieu		Bas	
	Nb de feuille	Feuille infesté	Nb de feuille	Feuille infesté	Nb de feuille	Feuille infesté
03/02/2019	100	1	100	0	100	0
10/02/2019	100	1	100	2	100	0
17/02/2019	100	2	100	2	100	2
24/02/2019	100	5	100	3	100	2
03/03/2019	100	7	100	6	100	2
10/03/2019	100	11	100	12	100	3
17/03/2019	100	12	100	15	100	6
24/03/2019	100	10	100	10	100	8
31/03/2019	100	14	100	9	100	9
07/04/2019	100	19	100	16	100	21
14/04/2019	100	31	100	16	100	24
21/04/2019	100	34	100	39	100	16
28/04/2019	100	31	100	43	100	22

Annexes

05/05/2019	100	38	100	47	100	25
12/05/2019	100	32	100	40	100	29
19/05/2019	100	33	100	34	100	23
26/05/2019	100	19	100	17	100	6
28/05/2019	100	6	100	8	100	1

Annexe 03 : Abondance relative totale des pucerons d'*Aphis gossypii*

Dates	Total	Température °C
03/02/2019	2	19
10/02/2019	8	31
17/02/2019	23	24
24/02/2019	69	23
03/03/2019	147	37
10/03/2019	181	32
17/03/2019	216	39
24/03/2019	175	26
31/03/2019	203	29
07/04/2019	485	33
14/04/2019	714	36
21/04/2019	789	24
28/04/2019	848	31
05/05/2019	986	35
12/05/2019	972	38
19/05/2019	937	31
26/05/2019	378	37
28/05/2019	102	37

Annexes

Annexe 04 : Abondance relative total des pucerons de *Myzus persicae*

Dates	Total	Température °C
03/02/2019	0	19
10/02/2019	0	31
17/02/2019	0	24
24/02/2019	15	23
03/03/2019	41	37
10/03/2019	90	32
17/03/2019	145	39
24/03/2019	132	26
31/03/2019	179	29
07/04/2019	287	33
14/04/2019	334	36
21/04/2019	396	24
28/04/2019	487	31
05/05/2019	562	35
12/05/2019	528	38
19/05/2019	403	31
26/05/2019	114	37
28/05/2019	35	37

Annexe 05 : Nombre totale de pucerons (les deux espèces *Aphis gossypii* et *Myzus persicae*) pendant l'échantillonnage

Dates	Haut	Milieu	Bas	Température °C
03/02/2019	2	0	0	19
10/02/2019	4	4	0	31
17/02/2019	11	7	4	24
24/02/2019	41	28	15	23
03/03/2019	74	84	30	37
10/03/2019	104	119	48	32
17/03/2019	120	141	100	39
24/03/2019	117	100	90	26
31/03/2019	164	107	111	29
07/04/2019	240	217	315	33
14/04/2019	467	215	366	36
21/04/2019	468	550	167	24
28/04/2019	442	615	278	31
05/05/2019	506	681	361	35

Annexes

12/05/2019	459	633	408	38
19/05/2019	491	522	327	31
26/05/2019	198	186	108	37
28/05/2019	65	66	6	37

Annexe 06 : Distribution de nombre total de puceron d'*Aphis gossypii* selon les étages foliaires

Dates	Haut	Milieu	Bas	Température °C
03/02/2019	2	0	0	19
10/02/2019	4	4	0	31
17/02/2019	11	7	4	24
24/02/2019	28	26	15	23
03/03/2019	51	69	27	37
10/03/2019	62	71	48	32
17/03/2019	47	73	96	39
24/03/2019	36	51	88	26
31/03/2019	43	49	111	29
07/04/2019	68	102	315	33
14/04/2019	225	140	349	36
21/04/2019	184	462	143	24
28/04/2019	110	491	247	31
05/05/2019	160	485	341	35
12/05/2019	131	462	379	38
19/05/2019	217	409	311	31
26/05/2019	126	153	99	37
28/05/2019	37	59	6	37

Annexe 07 : Distribution de nombre total de pucerons de *Myzus persicae* selon le l'étage foliaire

Dates	Haut	Milieu	Bas	Température °C
03/02/2019	0	0	0	19
10/02/2019	0	0	0	31
17/02/2019	0	0	0	24
24/02/2019	13	2	0	23
03/03/2019	23	15	3	37
10/03/2019	42	48	0	32
17/03/2019	73	68	4	39
24/03/2019	81	49	2	26

Annexes

31/03/2019	121	58	0	29
07/04/2019	172	115	0	33
14/04/2019	242	75	17	36
21/04/2019	284	88	24	24
28/04/2019	332	124	31	31
05/05/2019	346	196	20	35
12/05/2019	328	171	29	38
19/05/2019	274	113	16	31
26/05/2019	72	33	9	37
28/05/2019	28	7	0	37

Annexe 08 : Abondance relative des populations d'*Aphis gossypii* selon le stade larvaire

Dates	L1	L2	L3	L4	Adulte
03/02/2019	0	0	0	0	2
10/02/2019	3	2	0	1	2
17/02/2019	8	5	3	3	4
24/02/2019	11	14	8	13	23
03/03/2019	17	26	20	52	39
10/03/2019	18	25	13	74	51
17/03/2019	12	32	12	94	66
24/03/2019	19	27	16	68	45
31/03/2019	25	38	29	63	48
07/04/2019	61	84	45	216	79
14/04/2019	101	128	88	316	81
21/04/2019	89	133	114	381	72
28/04/2019	179	113	98	273	185
05/05/2019	201	193	167	237	188
12/05/2019	214	235	146	271	106
19/05/2019	233	223	115	234	132
26/05/2019	24	58	67	142	87
28/05/2019	4	26	35	32	5

Annexes

Annexe 09 : Abondance relative des populations de *Myzus persicae* selon le stade larvaire

Dates	L1	L2	L3	L4	Adulte
03/02/2019	0	0	0	0	0
10/02/2019	0	0	0	0	0
17/02/2019	0	0	0	0	0
24/02/2019	0	0	0	4	11
03/03/2019	3	5	4	18	11
10/03/2019	12	26	11	29	12
17/03/2019	33	19	19	48	26
24/03/2019	39	22	14	26	31
31/03/2019	25	36	28	81	9
07/04/2019	38	47	38	112	52
14/04/2019	41	67	55	134	37
21/04/2019	67	79	43	103	104
28/04/2019	99	72	84	109	123
05/05/2019	102	105	85	143	127
12/05/2019	79	86	117	158	88
19/05/2019	69	57	76	129	72
26/05/2019	0	4	35	59	16
28/05/2019	0	0	18	13	4

Annexe 10 : Abondance relative de différentes espèces prédatrices de pucerons

Dates	Coccinelle	Syrphe	Cécidomyie
03/02/2019	0	0	0
10/02/2019	0	0	0
17/02/2019	0	0	0
24/02/2019	0	0	0
03/03/2019	0	0	0
10/03/2019	0	0	0
17/03/2019	3	0	0
24/03/2019	5	0	0
31/03/2019	6	0	7
07/04/2019	4	0	11
14/04/2019	4	0	14
21/04/2019	7	5	11
28/04/2019	5	11	19
05/05/2019	9	17	27

Annexes

12/05/2019	6	34	31
19/05/2019	8	38	54
26/05/2019	3	14	16
28/05/2019	0	8	0

Annexe 11 : Le nombre de pucerons éliminés par les larves de coccinelle pour chaque stade (moyenne de 3 coccinelles)

Stades	L1	L2	L3	L4	Adulte	Total
Le nombre	110	170	195	283	213	971

Annexe 12 : Le nombre de pucerons éliminés par les larves de cécidomyie pour chaque stade (moyenne de 5 cécidomyies)

Stades	L1	L2	L3	Adulte	Total
Le nombre	23	132	245	0	400

Annexe 13 : Nombre de pucerons éliminés par les larves de syrphes pour chaque stade (moyenne de 5 syrphes)

Stades	L1	L2	L3	Adulte	Total
Le nombre	56	77	132	0	265

Annexes

Annexe 14 : Les températures enregistrées in vivo durant la période d'étude

Dates	Température
14/04/2019	20,5
15/04/2019	20,5
16/04/2019	21,5
17/04/2019	21,5
18/04/2019	21
21/04/2019	19,5
22/04/2019	19,5
23/04/2019	19
24/04/2019	20,3
25/04/2019	20,5
28/04/2019	20,5
29/04/2019	21,5
30/04/2019	21
01/05/2019	22
02/05/2019	22,5
05/05/2019	22,5
06/05/2019	21
07/05/2019	21,5
08/05/2019	22
09/05/2019	22,2
12/05/2019	22,5
13/05/2019	22,5
14/05/2019	22
15/05/2019	23,3
16/05/2019	23
19/05/2019	22,5
20/05/2019	23,5
21/05/2019	22,5
22/05/2019	23
23/05/2019	23,5
26/05/2019	22,5
27/05/2019	23

Annexes

Annexe 15 : Durée de cycle de vie de coccinelle (œuf jusqu'à adulte) et le nombre de pucerons éliminés par le prédateur (moyenne de 3 coccinelles)

Nombre de jours	Puceron		L1	L2	L3	L4	Adulte	Total
	Coccinelle							
4 jours	Œufs	L'éclosion après 4 jour						
4 jours	1 ^{er} stade	27	24	21	19	19	110	
4 jours	2 ^{ème} stade	39	33	30	34	36	170	
5 jours	3 ^{ème} stade	40	40	37	38	40	195	
5 jours	4 ^{ème} stade	60	55	56	54	58	283	
7 jours	Nymphes	L'adulte émergent après 7 jour						
5 jours	Adulte	44	39	42	39	49	213	
Total		210	189	186	184	202	971	

Annexe 16 : Durée de cycle de vie de cécidomyie (œuf jusqu'à adulte) et le nombre de pucerons éliminés par le prédateur (moyenne de 5 cécidomyies)

Nombre de jours	Puceron		L1	L2	L3	L4	Adulte	Total
	Cécidomyie							
2,8 jours	Œufs	L'éclosion après 3 jour						
1,6 jours	1 ^{er} stade	13	6	3	1	0	23	
3 jours	2 ^{ème} stade	35	34	29	23	11	132	
3,8 jours	3 ^{ème} stade	58	57	47	49	34	245	
9,2 jours	Pupe	L'adulte émergent après 9 jour						
/	Adulte	0	0	0	0	0	0	
Total		106	97	79	73	45	400	

Annexes

Annexe 17 : Durée de cycle de vie de syrphes (œuf jusqu'à adulte) et le nombre de pucerons éliminés par le prédateur (moyenne de 5 syrphes)

Nombre de jours	Puceron		L1	L2	L3	L4	Adulte	Total
	Syrphe							
5 jours	Œufs	L'éclosion après 5 jour						
3,4 jours	1 ^{er} stade	16	12	13	14	1	56	
5,2 jours	2 ^{ème} stade	20	18	17	15	7	77	
8 jours	3 ^{ème} stade	29	29	36	28	10	132	
11 jours	Pupe	L'adulte émerge après 11 jour						
/	Adulte	0	0	0	0	0	0	
Total		65	59	66	57	18	265	

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abbou A., 2012 : étude de complexe parasitaire de *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera : Aphididae) sur le poivron sous serre.

ACTA.,1999 : Guide pratique de défense des cultures. 576 p.

Annon., (1996) : Chillies. Horticultural Crops Development Authority. Export Crop Bulletin : No 10.

Bakroune. N.E, 2012 : Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux (02) stations : ElOutaya et Ain Naga (Biskra) sur piment et poivron (Solanacées) sous abris – plastique. Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de magister en sciences agronomiques Option : Agriculture et environnement en régions arides. Université Mohamed Kheider Biskra, Algérie, 97 pages.

Baudry O., Bourgerie C., Guyot G., Rieux R., 2000 : Haies composites – réservoirs d'auxiliaires. Ed.Hortipratic, 166 p.

Ben Halima. K. M., 2010 : Les ennemis naturels de *Coccinellaalgerica* Kovàr dans la région du Sahel en Tunisie. *Entomologie faunistique – FaunisticEntomology* 62 (3), 97-101.

Berke, T. G., Black, L. L., Morris, R.A., Talekar, N. S. And Wang, J. F. (2003) : Suggested cultural practices for sweet pepper. AVRDC pub # 99-497R.

Bélaïr G., 2003 : Essai de contrôle des nématodes par l'utilisation du millet perlé comme engrais vert, AGRI-VISION. 2002-2003.

Boualem M, Maameri E, Abbou A, Ghelamallah A, 2014 : Etude bioécologique de deux pucerons *Myzus persicae* et *Aphis gossypii* et leurs ennemis naturels sur poivron sous serre. 10eme Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture - 21.22 et 23 octobre 2014 – Montpellier.

Boualem M. et Cherfaoui K., 2011 : Etude bioécologique de deux espèces de pucerons ; *Myzus persicae* et *Aphis spiraeicola* avec l'inventaire de leur complexe parasitaire dans la région de Mostaganem (Algérie).

Blackman D.R.L. Et Eastop V.F., 1985 : Aphids on the world's crops : An identification guide. New York, 466 p.

Références bibliographiques

Brault. V., Uzest. M., Monsion. B., Jacquot. E., & Blanc. S., 2010 : Aphids as transport devices for plant viruses Les pucerons, un moyen de transport des virus de plante. C. R. Biologies 333 pp. 525-531.

Capinera J L, 2008 : Encyclopedia of entomology. 4444 p.

Chabrière C., Caudal Y.T. et Schoen L., 2005 : Bemisia tabaci (Gennadius) dans le sud de la France en culture légumière sous abris. Situation actuelle de la protection intégrée et études réalisées. Rencontre végétale 17 et 18 novembre 2005. 54 p.

Chabrière C, Caudal Y T, 2007 : Bemisia tabaci (Gennadius) dans le sud de la France en culture légumière sous abris. Situation actuelle de la protection intégrée et études réalisées. Rencontre végétale 17 et 18 Novembre 2007. 54p.

Chaux C et Foury C, 1994 : Productions légumière. Tome 3. Légumineuses potagères – Légumes Fruits. Coll. (AGRICULTURE D’AUJOURD’HUI : Sciences, Techniques, Applications) Tec & Doc. Lavoisier, Paris, France. 563p.

Chinery M., 1986 : Insectes de France et d’Europe occidentale. Ed. Arthaud, 320 p.

Christelle. L., 2007 : Dynamique d’un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde Lysiphlebus testaceipes en serre de melons. Thèse Doctorat., Agro Paris Tech, Paris, p 43-44.

Clarence F. A., 1958 : Les mauvaises herbes du Canada. 45 p.

Csizinszky A.A., Schutester D.J., Jones J.B. et Van Lenteren J.C., 2005 : Tomatoes: Edited by Ep. Heuvelink. Crop production science in horticulture (13) : CABI Publishing is a division of CAB International. 235 p.

Deguine J P, & Leclant F, 1997 : *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera, Aphididae). *Les déprédateurs du cotonnier en Afrique tropicale et dans le reste du monde*. Ed. Cent. Inter. Rech. Agro. Dév. (C.I.R.A.D), n°11, Paris.

Deyrever C A, 1981 : Qu’est qu’un puceron « les pucerons des cultures » Journée d’étude et d’information Paris 2. 3. Et 4 Mars 1981, 9-19pp.

Références bibliographiques

Dedryver C A, 1982 : *Qu'est-ce qu'un puceron ? Journ. D'info et d'étude « : les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. Bourd, Paris. Pp 9-20.*

DSA, 2019 : Données statistiques de la direction des services agricoles de Mostaganem.

Eaton. A., 2009 : Aphids. University of New Hampshire (UNH)., Cooperative Extension Entomology Specialist.

Elattir H., Skidedj A., Alfadl A., 2003 : Fiche technique V : La tomate, l'aubergine, le poivron et gambo. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA N°100. Ministère de l'agriculture et de développement rural. Royaume du Maroc. 10 p.

Elattir H, Skidedj A, Alfadl A, 2009 : Fiche technique V : La tomate, L'aubergine, le poivron, et gambo. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA N°100. Ministère de l'agriculture et de développement rural. Royaume du Maroc. 10p.

Estevez et al., 2000 : Contribution de l'écologie du paysage à la diversification des agroécosystèmes à des fins de phytoprotection 81.

Evalyne turpeau., Aitlghil, Charles., AntoineDedryver., BernardChaubet et Maurice Fredon., 2008 : fiche technique sur les pucerons, France.

FAO, 2015 : Foods and Agriculturals Oeganisation, Statistique agricole.

FAO, 2016 : Foods and Agriculturals Oeganisation, Statistique agricole.

Ferron P., 1999 : Protection intégrée des cultures : évolution du concept et de son application. INRA, D19, 19-28.

Fraval, 2006 : Les pucerons – 2ème partie, Insectes N° 142, Office pour les insectes et leur environnement, France, 3ème trimestre 2006 : 27-30, site web :

www.inra.fr/opieinsectes/pdf/i142fraval3.pdf.

Fredon, 2008 : Fiche technique sur les pucerons, France.

Ghelamallah, 2016 : Etude des pucerons des cultures maraîchères et leurs complexes parasitaires dans la région de Mostaganem (Nord-Ouest Algérien). Thèse de Doctorat, spécialité : protection des végétaux, Université de Tlemcen, 156 pages.

Références bibliographiques

Giordanengo. P., Brunissen. L., Rusterucci. C., Vincent. C., Bel. A. V., Dinant. S., Girousse. C., Faucher. M., & Bonnemain. J. L., 2010 : Compatible plant-aphid interactions : How aphids manipulate plant responses. *C. R. Biologies* 333 : 516–523.

Godin C & Boivin G, 2002 : Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec.

Google Earth, 2019 : <http://www.google.fr/intl/fr/earth/index.html>. Date de consultation le 9/02/2019.

Guenaoui, 1988 : Lutte intégrée en culture protégées : contribution à l'étude des interactions entre *Aphis gossypii* Glover (Hom : Aphididae) et son endoparasite *Aphidius colemani* Viereck (Hym : Aphidiidae). Essai de lutte biologique sur concombre. Thèse Docteur- Ingénieur en science agronomique. ENSA, Rennes. 1 p.

Hall T Y, Skaggs R K, 2008 : New Mexico's Chilies pepper industry: Chile Types and product sourcing. New Mexico Chile task force report 8p.

Harmel. N., Francis. F., Haubruge. E., & Giordanengo. P., 2008 : Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. *Cahiers Agricultures* vol. 17, n°, pp.395-398.

Harris, 1928 : La longueur des punaises.

Harrewijn P, 1989 : Integrated control of potato aphids in aphids, their biology, natural enemies and control Amsterdam : A.K. Minks ET P. Harrewijn, Ed° Elsevier, 1989. Vol 2C, 279 - 284p.

Hassel M P et Waage J K, 1984 : Host parasitoïde population interactions. *Annu. Rev. Entomol.*, (29) : 89-114.

Henry 2009, Slater 1978, Henry & Froeschner 1988 et Brooks & Kelton 1967 : Les Hémiptères de Québec – punaises.

Hill, 1987 : https://influentialpoints.com/Gallery/Aphis_gossypii_melon_or_cotton_aphid.htm

Hullé M., Turpeau-Aitighil E., Robert Y. Et Monnet Y., 1999 : Les pucerons des plantes In : Bernard H., journées d'études et d'informations. Les pucerons des cultures Paris- 2, 3 et 4 Mars. Ed. ACTA, 350 biologique, p 19-88. Gaétan Morin Ed, Boucherville.

Références bibliographiques

Hulle M, Turpeau, Ait Ighil E, Robert Y & Monet Y, 1999 : *Les pucerons des plantes maraichères*. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris.

INRA, 2019 : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/16425/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Characteristiques-du-ravageur-et-de-ses-degats>.

J. Cadou et G. Soubrier, 1974 : UTILISATION D'UNE POLYEDROSE NUCLÉAIRE DANS LA LUTTE CONTRE *Heliothis armigera* (Hb.) (*Lep. Noct.*) EN CULTURE COTONNIÈRE AU TCHAD.

J. Poorani, 2007 : Site : aphid.aphidnet.org/credits.php #Poorani

Kolev N., 1976 : Les cultures maraichères en Algérie : Légumes, Fruits, Edj. BAILLIÈRE. Paris. V.I : 207p.

Lambert L, 2005 : Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.

Laumonier R, 1979 : Les cultures légumières et maraichères, tome III. 3ème édition. Collection (Encyclopédie Agricole) Editions J-B. Baillière, Paris, France, 276p.

Leclant F, 1970 : Les aphides et la lutte intégrée en vergers, B.T.I.M.S. ARBO.N°249 : 260-274p.

Lecoq H., 1996 : Les besoins trophiques et thermiques des larves de la coccinelle *Harmonia axyidis* Pallas. Agronomie, le Courrier de l'Environnement de l'INRA. 5, 5, 417-421.

Lopes T., Bosquée E., Lozano D.P., Chen J. L., Dengfa C., Yong L., FangQiang Z., Haubruge E., Bragard C. & Francis F., 2011 : Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraichères dans l'est de la Chine. Entomologie faunistique – Faunistic Entomology 2012 (2011) 64 (3), 63-71.

Naika S., De Jeude J.V.L., De Goffau M., Hilmi M., Van Dam B. et Florijin A., 2005 : La culture de la tomate. Production transformation et commercialisation ; publié par Agromisa. Foudation. 104 p.

Obrycki et al., 2009 : *Coleomegilla maculata* DeGeer et *Coccinella septempunctata* Linnaeus.

Références bibliographiques

Ouadah F., 2009 : Lutte biologique contre les pucerons : Interaction entre parasitoïde et prédateurs : Cas du parasitoïde d'*Aphisgossypii* Glover (Hom : Aphididae) *Lysiphlebusfabarum* Marshall (Hym: Braconida).

P.M Choate, 2018 : http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/aphid/melon_aphid.htm.

Pintureau B., (2009) : coord., La lutte biologique, Application aux arthropodes ravageurs et aux adventices, Ellipses.

Pochard E, Palloix A, Daubeze M, 1992 : Le piment. 420p.

Polese J-M. et Devaux S., 2007 : Plante aromatique et condimentaire, flore de France. 100-102p.

Qubbaj. T., Reineke. A., & Zebitz. C. P. W., 2004 : Molecular interactions between rosy apple aphids, *Dysaphisplantaginea*, and resistant and susceptible cultivars of its primary host *Malusdomestica*. University of Hohenheim, Institute of Phytomedicine, Germany. pp.145-152.

Rabasse J M, 1976 : Pucerons en cultures protégées, les problèmes posés et les moyens de les contrôler en lutte intégrée. *Phytoma – Défense des cultures*, (234) : 13-18.

Racah B & Fereres A, 2009 : Plant Virus Transmission by Insects. *Encyclopedia of Life Sciences*, John Wiley and Sons, Ltd. www.els.net.

Reboulet J N, 1999 : Les auxiliaires entomophages – reconnaissance, méthodes d'observation, intérêt agronomique. Ed. ACTA. 136 p.

Riba G et Silvy C, 1989 : Combattre les ravageurs des cultures. Enjeu et perspective. INRA. Station de recherche de lutte biologique la minière. 230 p.

Riba et Silvy, 1989 : Combattre les ravageurs des cultures. Enjeu et perspective. INRA. Station de recherche de lutte biologique la minière. 230 p.

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 (1967-1975) *Ann. Soc. Ent. FR(NS)* 12 (04) .1979, 671-690pp. **Robert Y, & Choppin, 1977** : Premières observations sur le rôle de la température au moment de la transmission de l'enroulement par *Aulacorthum solani* Kltb, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas et *Myzus persicae* Sulzer. *Potato Research*, vol. 14 : 154-157.

Références bibliographiques

Robert Y, - Rabasse.J.M- Rouse, J ; 1974 : facteurs épidémiques intervenant dans la transmission des viroses par les pucerons I, T, P, Brochure 142 Maladies et parasites animaux de la pomme de terre. Pp 16-25.

Robert Y, 1977 : *Recherché sur la biologie des pucerons en Bretagne, application à l'étude épidémiologique des viroses de la pomme de terre.* Thèse Doctorat. Sci., Rennes, 242 p.

Robert Y., 1981b : Puceron noir sur artichaut, mise au point biologique sur problème lié au groupe *Aphis fabae*, conséquence agronomique. Journée d'étude et d'information, ACTA. Paris : 275 p.

Robert Y, 2010 : Fluctuation et dynamique de la population des pucerons. Jour. D'étude et d'info : Les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. A.C.T.A, Paris, pp 21-35.

Rondon S.L., Cantliffe D.J. Et Price J.F., 2005 : Population dynamics of the cotton aphid, *Aphis gossypii* (Hom : Aphididae) on strawberries grown under protected structure. Florida Entomologist, 88 (2) : 152-158.

Ronzon B, 2006 : Biodiversité et lutte biologique, Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Extrait d'un mémoire de fin d'étude sur les bandes fleuries, qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires : 18-22.

Ronzon B., 2006 : Biodiversité et lutte biologique : Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Extrait d'un mémoire de fin d'étude sur les bandes fleuries, qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires. Certificat d'Etude Supérieures en Agriculture Biologique. ENITA de Clermont Ferrand, pp.25.

Saharaoui. L., &Gourreau. J.M., 1998 : Les coccinelles d'Algérie : Inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptera : Coccinellidae). Bull. Soc. Entomo. France, 3(103) : 213-224.

Saharaoui L, Gourreau I M, 2000 : Les coccinelles d'Algerie : inventaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). *Recherche Agronomique.* 6 : 1 1-27. INRAA. **Sarthou J P, 2004 :** Dossier : La biodiversité dans tous ses états. Alter Agri N° 76 : 4-14p.

Scott Bauer, 2007 : <http://www.ars.usda.gov/is/graphics/photos/sep01/k9602-1.htm>.

Références bibliographiques

Sekkat A., 2007 : Les pucerons des agrumes au Maroc. Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement. ENA 18 décembre 2007.

Simon H., 1994 : Agriculture d'aujourd'hui sciences techniques et application. La protection des cultures. Ed. Lavoisier Londres, Tec. Et Doc., New York : 21-22.

Skiredj A, Elattir H, ElFadl A, 2005 : Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Département d'horticulture. Site Internet : www.legume-fruit-maroc.com, 2005. Consulté le 30 Mai 2007.

Sutherland C A, 2006 : *Aphids and Their Relatives*. Ed, College of Agriculture and Home Economics. New Mexico.

Tanya D, 2002 : Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.

Toudert D J, 1991 : Etude agropédologique détaillée de l'atelier agricole et évaluation de la stabilité structurale, sous l'influence du couvert végétal et du port organique (fumier) Mémoire de fin d'étude INFSA, Mostaganem.

Van Lenteren J C, 1983 : The potentiel of entomophagous parasites for pest control. *Agric. Ecosystems Environ.* (10) : 143-158.

Vincent C et Codere D, 1992 : La lutte biologique. Gaetan Morin (eds), Boucherville, Québec, 702p.

Wong J Y et Lin H, 2000 : Effect of soil pH, nitrogen from and VA-mycorrhiza infection on acquisition of soil phosphorus by paprika plant. *Food Science and Agricultural Chemistry*, 2(3) : 25-35p.

Zalom F.G., Shaw D.V. Et Larson K.D., 2007 : Strawberry Insects and Mites in California : Ecology and Control.

Résumé

Les pucerons sont des petits insectes phytophages, ils causent des dégâts considérables chez les cultures protégées. Chez la culture du poivron, les espèces *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* sont le plus dominantes. Notre l'étude s'intéresse à la dynamique des populations de ces deux espèces et l'utilisation d'insectes prédateurs pour lutter contre le puceron. Les résultats obtenus montrent une abondance relative maximale de 986 individus à la date de 5 mai sous la température moyenne de 35°C chez *Aphis gossypii* et d'un maximum de 562 individus pour *Myzus persicae* à la même date. Cependant, les colonies des aphides sont très importantes dans la serre, par contre, le nombre dès que les prédateurs (les coccinelles, les syrphes et les cécidomyies) est faible. L'abondance relative chez les prédateurs est de 60, 127 et 190 respectivement par les coccinelles, syrphes et les cécidomyies. Par ailleurs, un taux de prédation élevé est signalé chez les coccinelles par rapport aux cécidomyies et syrphes. Aussi, nous avons constaté que le 1^{er} et le 2^{ème} stade larvaire des pucerons sont très sensible à la prédation avec des taux importants de l'ordre de 210 à 189 pour les coccinelles, de 106 à 97 pour les syrphes et enfin, entre 59 et 65 pour les cécidomyies.

Mots clés : *Aphis gossypii*, Cécidomyies, Coccinelles, Dynamique des populations, *Myzus persicae*, Poivron, Syrphes.

Abstract

Aphids are small phytophagous insects, they cause considerable damage to protected crops. In pepper cultivation, the species *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* are the most dominant. Our study focuses on the population dynamics of these two species and the use of predatory insects to control the aphid. The results obtained show a maximum relative abundance of 986 individuals as of May 5, under the average temperature of 35°C in *Aphis gossypii* and a maximum of 562 individuals for *Myzus persicae* at the same date. However, colonies of aphids are very important in the greenhouse, on the other side, the number as soon as predators (ladybugs, hoverflies and midges) is low. The relative abundance in predators is 60, 127 and 190 respectively by ladybugs, hoverflies and gall midges. In addition, a high predation rate is reported in ladybirds compared to midges and hoverflies. Also, we found that 1st and 2nd larval stages of aphids are very sensitive to predation with high rates of the order of 210 to 189 for ladybugs, 106 to 97 for hoverflies and finally, between 59 and 65 for gall midges.

Key words : *Aphis gossypii*, midges, ladybugs, population dynamics, *Myzus persicae*, pepper, hoverflies.