

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



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

ABED Mohammed Lamine

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité: PROTECTION DES CULTURES

THÈME

**Évaluation des effets de deux bio-insecticides (Tracer
et Sincocin) sur *Aphis gossypii* (Homoptera :
Aphididae) et ses complexes parasitaires.**

Soutenu publiquement le : /06/2016.

DEVANT LE JURY :

Président	BOUALEM. M	MCB U. Mostaganem
Encadreur	GHELAMALLAH. A	MAA U. Mostaganem
Co-encadreur	ARBAOUI. M	MAA C.U Relizane
Examineur	MAHIOUT. D	MAA U. Mostaganem

Thème réalisé à l'atelier agricole de l'université

Remerciement

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.

*- Nos vifs remerciements à M^{elle} : **Boualem Malika** pour avoir accepté de présider ce jury.*

*- Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à notre enseignant **Mr: Ghellamellah Amine** et aussi à notre co-encadreuse **Mr: Arbaoui Mohammed** pour ses efforts et sa patience.*

*- Nous remercions vivement **Mr: Mahiout Djamel** d'avoir bien accepté d'examiner ce travail.*

Nos remerciements sincères vont également à tous l'équipe de l'atelier agricole de l'université de Mostaganem pour son aide précieuse lors des travaux de l'atelier.



Dédicaces

Je remercie ALLAH de m'avoir donné santé, courage et volonté pour réaliser cet ouvrage qui sanctionnera mes efforts et servira à ma réussite.

J'ai le grand honneur de dédier ce travail à mon cher père et ma très chère mère pour le soutien intarissables qu'ils m'apportent, ainsi qu'à toute ma famille.

Je souhaite une vie meilleure et un avenir radieux à mon chère amis : Heraou Bouabdellah.

Et aussi à tous mes amis

ABED Mohammed Lamine



Résumé

La protection phytosanitaire utilise la lutte chimique, qui reste le moyen le plus adéquat dans la lutte contre les ennemis des cultures, les plants de poivrons infestés par un puceron *Aphis gossypii* sont traités avec deux bio-insecticides, le Tracer et le Sincocin avec deux doses pour chaque produit. Les observations sont réalisées sur 7 jours, les ravageurs (les Aphides) et quatre ennemis naturels de ces ravageurs qui sont les coccinelles, les syrphes, les parasitoïdes et les cécidomyies au stade adulte.

Les résultats ont permis de constater que les deux bio-insecticides provoquent une mortalité, les ennemis naturels (les coccinelles et les syrphes) sont faiblement sensibles aux deux produits, cependant, les parasitoïdes et les cécidomyies sont très sensibles. Aussi, le Tracer est plus efficace que Sincocin

Mots clés : *Aphis gossypii*, Bio-insecticide, Sincocin, Tracer, Coccinelles, Syrphes, Parasitoïdes, Cécidomyies.

Summary

Plant protection uses chemical control, which remains the most appropriate mean in the fight against natural enemies, plants peppers infested with a *Aphis gossypii* are treated with two bio-insecticides, Tracer and Sincocin with two doses for each product. The observations are realised on 7 days, pests (the aphids) and four natural enemies of these pests which are beetles, hoverflies, parasitoids and midges in the adult level.

The results revealed that both bio-insecticides cause mortality, natural enemies (ladybirds and hoverflies) are weakly sensitive to both products; however, parasitoids and midges are very sensitive. Also, the Tracer is more effective than Sincocin.

Key words: *Aphis gossypii*, Bio-insecticide, Sincocin, Tracer, ladybugs, hoverflies, parasitoids, Gall Midge.

المخلص

تستخدم المكافحة الكيميائية لحماية النباتات، التي لا تزال أنسب الوسائل في مكافحة الآفات، وتصاب نباتات الفلفل بالمن *Aphis gossypii* والتي تداوى باستعمال مبيدين: الراسم و Sincocin مع جرعتين لكل منهما. الملاحظات كانت لمدة 7 أيام، ضد (المن) وأربعة من أعدائه الطبيعية و هي les coccinelles ، les syrphes ، les parasitoïdes و les cécidomyies في مرحلة البلوغ .

أظهرت النتائج أن كل من المبيدين الحشريين له تأثير على كل من المن (Les pucerons) و أعدائه الطبيعية، ف les coccinelles و les syrphes لهما حساسية ضعيفة بالنسبة للمبيدين. أما les parasitoïdes و les cécidomyies فللمبيدين تأثير كبير عليهما. و مع ذلك Tracer هو أكثر فعالية من Sincocin .

الكلمات المفتاحية: *Aphis gossypii* ، المبيدات الحيوية للحشرات، Sincocin ، Tracer ، coccinelles ، syrphes ، parasitoïdes ، cécidomyies .

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Partie bibliographique : Chapitre I

Tableau 1- Principaux pays producteurs des cultures maraîchères dans le monde (tonnes) (FAO, 2015)	2.
--	-----------

Liste des figures

Liste des figures

Partie bibliographique : Chapitre I

- Fig. 1-** Un plant de poivron (Original, 2016)1.
- Fig. 2-** Production (en tonnes) des principaux pays producteurs de poivron dans le bassin méditerranéen (FAO, 2015)3.
- Fig. 3-** La production du poivron dans la région de Mostaganem 2003-2014 (DSA ; 2015) ...3.
- Fig. 4-** Symptômes du mildiou sur fruit du poivron (Blancard, 1988)6.
- Fig. 5-** Symptômes de l'oïdium sur les feuilles du poivron (Messiaem et al, 1991)7.
- Fig. 6-** Symptôme de l'antracnose sur fruit du poivron (Messiaem et al, 1991)8.
- Fig. 7-** La pourriture grise sur fruit du poivron (CTFL, 2002)8.
- Fig. 8-** Symptômes du fusarium sur les feuilles (Blancard, 1988)9.
- Fig. 9-** Symptômes de flétrissement bactérien sur plante du poivron (Benabdelkader et Guechi, 2003)9.
- Fig. 10-** Symptômes du chancre bactérien sur plante du poivron (Messiean et Lafon, 1991)10.
- Fig. 11-** Les symptômes des virus sur plantes du poivron (Ristori, 1988)11.
- Fig. 12-** Acarien sur feuille du poivron (Chabrière et Caudal, 2007)12.
- Fig. 13-** Symptômes des nématodes sur les racines d'une plante de poivron (Chabrière et Caudal, 2007)13.
- Fig. 14-** Thrips sur feuille de poivron (Chabrière et Caudal, 2007)13.
- Fig. 15-** Les mouches blanches sur feuille de poivron (Biobest, 2000)14.
- Fig. 16-** Punaise sur fleur du poivron (Chabrière et Caudal, 2007)15.

Partie bibliographique : Chapitre II

- Fig. 17-** Morphologie d'un puceron ailé (Sekkat, 2007)18.

Liste des figures

Fig. 18- Représentation schématique du cycle de vie des pucerons en régions tempérées (Klass, 2009)21.

Fig. 19- Les formes de puceron (aptère et ailé)22.

Partie bibliographique : Chapitre III

Fig. 20- Coccinelle adulte dans une colonie du puceron (Originale ; 2016)30.

Fig. 21- Une momie sur feuille de poivron (Originale , 2016)33.

Partie expérimentale : Chapitre I

Fig. 22- Site d'expérimentation de Mazargan (Google Earth, 2016)35.

Fig. 23- Plant de poivron (Originale, 2016)36.

Fig. 24- Le puceron noir de poivron (*Aphis gossypii*) (Original, 2016)37.

Fig. 25- Une coccinelle adulte (Original, 2016)37.

Fig. 26- Une syrpe adulte (Originale, 2016)38.

Fig. 27- Une larve de cécidomyie (Original, 2016)38.

Fig. 28- Le développement d'un parasitoïde endoparasite du puceron (Original, 2016)39.

Fig. 29- Deux cages montrant la disposition des individus de chacun des insectes sur une plante de poivron (Original, 2016)40.

Partie expérimentale : Chapitre II

Fig. 30- Effet de Tracer (60 ml/hl) sur la mortalité d'*Aphis gossypii in vitro* en fonction du temps41.

Fig. 31- Effet du Tracer (30 ml/hl) sur la mortalité d'*Aphis gossypii in vivo* en fonction du temps42.

Fig. 32- Effet de Tracer sur la mortalité des (coccinelles ; Syrphes ; Parasitoïdes ; cécidomyies) *in vivo* en fonction du temps42.

Fig. 33- Effet de Sincocin (5 %) sur l'*Aphis gossypii* en fonction du temps43.

Fig. 34- Effet de Sincocin (2.5 %) sur l'*Aphis gossypii* en fonction du temps44.

Liste des figures

- Fig. 35-** Effet de Sincocin sur la mortalité des (coccinelles ; Syrphes ; Parasitoïdes ; cécidomyies) *in vivo* en fonction du temps44.
- Fig. 36-** Effet comparatif entre les deux bio-insecticides sur le taux de mortalité d'*Aphis gossypii* (la dose autorisé)45.
- Fig. 37-** Effet comparatif entre les deux bio-insecticides sur le taux de mortalité d'*Aphis gossypii* (la moitié de la dose autorisé)45.

Liste des abréviations

Liste des abréviations

% : Pourcentage.

D S A : Direction des Services Agricoles.

F A O: Food and Agriculture Organization.

ml: Millilitre.

hl: Hictolitre.

j: jours.

cm: Centimètre.

L: Litre.

C°: degree Celsius.

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

1^{ère} partie : Partie bibliographique

Chapitre I : Données bibliographiques sur le poivron

Introduction	1.
1- Importance économique de la culture du poivron	2.
1.1- Dans le monde	2.
1.2- Dans le bassin méditerranéen	2.
1.3- Dans la région de Mostaganem	3.
2- Variétés du poivron cultivé en Algérie	4.
3- Facteurs abiotiques limitant la production du poivron	4.
3.1- Choix du sol	4.
3.2- Qualité des milieux	4.
3.3- Le besoin en eau	5.
3.4- La température	5.
3.5- La lumière	5.
3.6- L'humidité	6.
3.7- Le Ph	6.
4- La situation phytosanitaire du poivron	6.
4.1- Les maladies	6.
4.1.1- Les principales maladies fongiques	6.
4.1.1.1- Le mildiou	6.
4.1.1.2- L'oïdium	7.
4.1.1.3- L'antracnose	7.
4.1.1.4- La pourriture grise	8.
4.1.1.5- La fusariose	8.
4.1.1.6- La cercosporiose	9.
4.1.1.7- L'alternariose	9.
4.1.2- Les principales maladies bactériennes	9.
4.1.2.1- Le flétrissement bactérien	9.
4.1.2.2- La moucheture bactérienne	10.
4.1.2.3- Le chancre bactérien	10.
4.1.2.4- La galle bactérienne	10.
4.1.3- Les maladies virales	10.
4.1.3.1- La mosaïque de la pomme de terre (PVY)	11.

4.1.3.2- La mosaïque du concombre (CMV)	11.
4.1.3.3- La mosaïque du tabac	11.
4.1.3.4- Mosaïque de la luzerne	12.
4.1.3.5- Mosaïque du flétrissement de la fève	12.
4.2- Les ravageurs du poivron	12.
4.2.1- Les acariens	12.
4.2.2- Les nématodes	12.
4.2.3- Les insectes	13.
4.2.3.1- Les thrips	13.
4.2.3.2- Les aleurodes	13.
4.2.3.3- Pyrale du maïs	14.
4.2.3.4- Punaise terne	15.
4.2.3.5- Les pucerons	15.

Chapitre II : Généralité sur les aphides

1- Généralités sur les pucerons	16.
2- L'adaptation des pucerons à leur plantes hôtes	16.
3- Systématique	17.
4- Caractéristiques morphologiques des aphides	17.
4.1- La tête	17.
4.2- Le thorax	18.
4.3- L'abdomen	18.
5- Biologie	18.
5.1- Cycle biologique	19.
5.2- La polymorphisme	21.
5.2.1- Les formes ailées et aptère	21.
5.2.1.1- La formation des sexuées	22.
5.2.1.2- La production d'individus ailés	22.
6- Les dégâts causés par les aphides	23.
6.1- Les dégâts directs	23.
6.2- Les dégâts indirects	23.
6.2.1- Miellat et fumagine	23.
6.2.2- Transmission des virus phytopathogènes	23.
6.2.2.1- Les modes de transmission	24.

Chapitre III : Les méthodes de lutte

Introduction	26.
1- Les différentes méthodes de lutte	26.
1.1- Les méthodes de lutte préventive	26.
1.1.1- La lutte prophylactique	27.
1.1.2- La lutte physique	27.
1.2- Les méthodes de lutte curative	27.
1.2.1- La lutte chimique	28.
1.2.2- Lutte biotechnique	28.
1.2.3- La lutte biologique	29.
1.2.3.1- Les prédateurs	29.
1.2.3.1.1- Les Coléoptères	30.
1.2.3.1.2- Les Diptères	31.
1.2.3.1.3- Les Névroptères	32.
1.2.3.2- Les parasitoïdes	32.
1.2.3.2.1- Les Hyménoptères	33.

1.2.3.2.2-	Les diptères	33.
1.3-	Les champignons entomopathogènes	34.
2-	La lutte intégrée	34.

2^{ème} Partie : Partie expérimentale
Chapitre I : Matériels et Méthodes

Introduction	35.
1- L'objectif du travail	35.
2- Site expérimental	35.
3- Caractéristiques du sol de la zone d'étude	36.
4- Matériels et méthodes	36.
4.1- Matériel végétal	36.
4.2- Matériel animal	36.
4.2.1- Les Aphides	36.
4.2.2- Les ennemis naturelles des aphides	37.
4.2.2.1- Les coccinelles	37.
4.2.2.2- Les syrphes	37.
4.2.2.3- Les cécidomyies	38.
4.2.2.4- Les parasitoïdes	38.
4.3- Les produits utilisés	39.
4.3.1- Tracer	39.
4.3.2- Sincocin	39.
4.4- Méthode d'étude	39.

Chapitre II : Résultats et discussion

1- Effet de traitement Tracer	41.
1.1- Contre le puceron (<i>Aphis gossypii</i>)	41.
1.1.1- La dose autorisée (60 ml/hl)	41.
1.1.2- La moitié de la dose autorisé 30 ml/hl	41.
1.2. Contre les ennemis naturels du puceron	42.
2- Effet de traitement Sincocin	43.
2.1- Contre le puceron (<i>Aphis gossypii</i>)	43.
2.1.1- La dose autorisée (5 %)	43.
2.1.2- La moitié de la dose autorisée (2.5 %)	43.
2.2. Contre les ennemis naturels du puceron	44.
3- La comparaison entre les deux produits bio-insecticides	45.
4- Discussion	46.

Conclusion générale

Annexes

Références bibliographiques

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.

Le poivron est le légume le plus utilisée après la tomate, cette culture est régulièrement attaquée par plusieurs ravageurs dont les pucerons figurent au premier plan ; dont *Aphis gossypii gossypii* et *Myzus persicae* constituent le problème majeur.

La lutte contre les aphides est plus facilement réalisée par l'application des produits insecticides de synthèse qui peuvent limiter les populations des pucerons à un seuil économiquement néfaste tel que la réduction des ennemis naturels, l'apparition des souches résistantes chez les ravageurs et la présence des résidus toxiques dans ou sur les produits agricoles, ce qui provoque la dégradation de la santé humaine (Rondon et *al*, 2005). Il faut donc trouver des alternatives respectueuses de l'environnement et de la conservation des sources naturelles, mais qui n'affectent pas la rentabilité des exploitations agricoles.

Le développement de la recherche scientifique a amené les traitements phytosanitaires à une utilisation plus raisonné et moins couteuse. Ainsi, l'application de la lutte biologique représente pour le monde rural, un évènement écologique sans précédent. Cette méthode de lutte et son utilisation des potentialités de certains auxiliaires qu'ils soient prédateurs ou parasitoïdes, est devenu un moyen très efficace contre les pucerons.

Dans cette optique s'inscrit notre travail, il permet de contribuer à l'étude d'une espèce de puceron, il s'agit d'*Aphis gossypii* qui a été notifié comme le ravageur le plus nuisible sur la culture de poivron. Par l'utilisation des bio-pesticides nous répondre aux questions posées des dégâts causés par *Aphis gossypii* sur la culture du poison ; puisque dans d'autres essais, l'utilisation des bio-pesticides s'est avérée très efficace contre ce ravageur.

Par ailleurs, nous avons émis l'idée de tester dans une approche de lutte des populations d'*Aphis gossypii* et l'influence des bio-insecticides (Tracer et Sincocin) sur les ennemis naturels du puceron *in vivo*.

Introduction

Le poivron (*Capsicum annuum*. L) est une plante annuelle de la famille des solanacées, il est originaire d'Amérique du sud et centrale (El-Oumairini, 2000). Il a un peu plus d'un siècle, abordé et conquis tous les continents dans leur partie tropicale ou tempérés chaudes (Pochard et *al*, 1992). Il cultive depuis des siècles de nombreuses variétés.

Il est cultivé comme plante potagère pour ses fruits consommés crus ou cuits (vert, jaune, rouge) ; La plante a un port dressé, presque arbustif, très ramifié. Les tiges de la base ont tendance à se lignifier.

La plante atteint de 40 à 50 cm de haut en général. Les feuilles, alternes, lancéolées, se terminant en pointe, sont d'un vert brillant. Les fleurs, nombreuses et petites, sont blanches, à pétales soudés et pointus, au nombre de 6 à 8. Le fruit est une baie d'un type particulier, la pulpe, relativement mince et formant une espèce de capsule entourant un placenta plus ou moins volumineux portant de nombreuses graines (Anonyme, 2015).

Extérieurement la peau est lisse et brillante, de couleur vert brillant avant maturité, elle prend à maturité une couleur vive, en général rouge, mais aussi jaune, orangé, violet, marron, noir..., les graines sont petites, plates, réniformes, de couleur crème.

Les poivrons se distinguent des piments par des fruits plus gros et plus charnus, et surtout dépourvus de substance piquante.



Fig. 1- Un plant de poivron (Original, 2016).

1- Importance économique de la culture du poivron

La culture du poivron est depuis des siècles de nombreuse variétés, la production de la grand quantité de cette légume est répandue en Europe et en Asie bien que dans leur lieux d'origine (l'Amérique centre et du sud).

1.1- Dans le monde

Le poivron reste l'une des spéculations les plus cultivées à travers les différents continents. Nous constatons de ce fait, à travers le tableau N° 01, une évolution progressive dans le temps de la superficie mondiale réservée aux cultures du poivron plein champ et sous serre. Cette évolution a été plus particulièrement marquée durant la dernière décennie.

De plus, la production mondiale du poivron a connu une évolution progressive au cours du temps en enregistrant une quantité de l'ordre de 360081 millions de tonnes en 2000 pour atteindre une valeur de 496134 millions de tonnes en 2013, ce qui représente une augmentation annuelle d'environ 16 %. Cette nette progression est en rapport direct avec l'élévation des superficies cultivées qui ont largement dépassé les 538330 millions d'hectares en 2013.

La production du poivron a montré entre 2001 et 2010, une évolution assez intéressante cela en fonction des superficies qui lui étaient réservés. Elle est développée plus chaque année jusqu'aujourd'hui.

Tableau 1- Principaux pays producteurs des cultures maraichères dans le monde (tonnes) (FAO, 2015).

N°	Pays	Production (Tonnes)	N°	Pays	Production (Tonnes)
01	Chine	583321399	11	Espagne	12701300
02	Inde	121015200	12	Nigéria	11923961
03	USA	34279961	13	Brésil	11458208
04	Turquie	28280809	14	Japon	11314562
05	Iran	23651582	15	Indonésie	10243856
06	Egypte	19590963	16	Ukraine	9872600
07	Russie	15485353	17	Algérie	6788809
08	Viet Nam	14975501	18	Philippines	6367844
09	Mexique	13238236	19	France	5235330
10	Italie	13049171	20	Pakistan	5059691

1.2- Dans le bassin méditerranéen

La production du poivron dans le bassin méditerranéen a dépassé 100 millions de tonnes en 2015 selon les statistiques de la FAO. la Turquie, l'Egypte, Italie et l'Espagne représentent 71% de cette production.

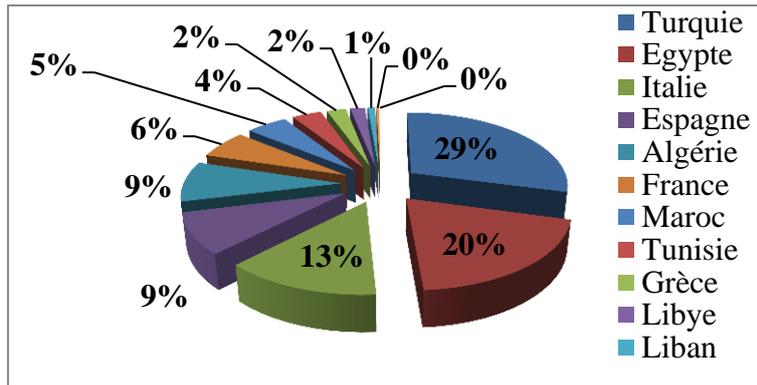


Fig. 2- Production (en tonnes) des principaux pays producteurs de poivron dans le bassin méditerranéen (FAO, 2015).

L’Algérie est de loin le principal producteur avec une production moyenne annuelle de l’ordre de 6788809 tonnes soit 01 % de la production mondiale totale, et soit 09% de la production dans le bassin méditerranéen.

1.3- Dans la région de Mostaganem

La production du poivron dans la région de Mostaganem est développée chaque année plus selon les statistiques de DSA de la wilaya en 2015.

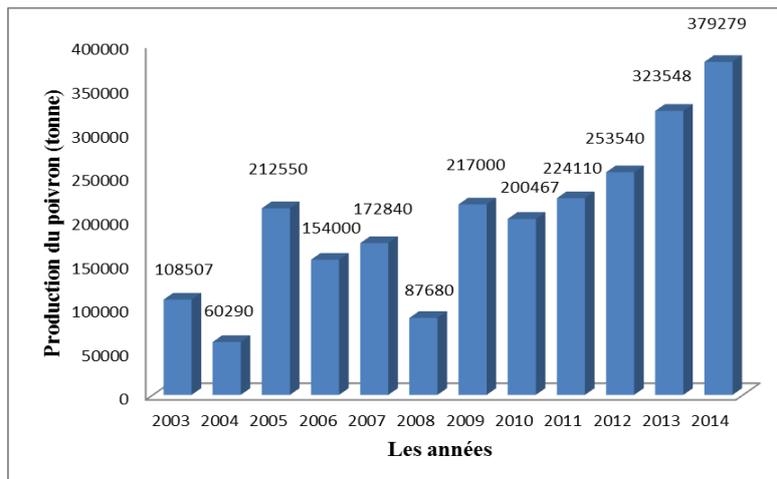


Fig. 3- La production du poivron dans la région de Mostaganem 2003-2014 (DSA ; 2015).

Dans les années 80, la wilaya de Mostaganem a introduit, dans ses activités agricoles pour la première fois, la plasticulture dans la région de Siret pour la culture de poivron (Ghelamallah, 2009). Cette technique s’est propagée par la suite, dans tout le territoire de la wilaya qui a connu un développement intensif de la production du poivron (Ghelamallah, 2009). Entre 2005 et 2014, la superficie couverte en serre a connu une évolution sensible en passant de 1258 ha en 2006 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 2003 et 2014, la région a connu une augmentation sensible des superficies cultivées en 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).

2- Variétés du poivron cultivé en Algérie

La famille des poivrons est très vaste, comprenant les gros poivrons doux et sucrés jusqu'aux petits piments très brûlants. Les variétés préférées en Algérie sont les poivrons doux, qu'ils soient rouges qui sont :

- ✓ Type allongé : Andalus, Marconi, Belconi.
- ✓ Type côtelé : Yolo Wonder, Capistrano, Hybell, Bell Captain, King Arther, Murango.
- ✓ Type filet: Hy Fry, Biscayne, Gypsy, Sweet Wax, Red Cherry.

Et les zones de productions sont les suivantes : Région d'Est, Région du Nord-Est, Région du Sud-Est, Région des Hautes Terres Centrales.

3- Facteurs abiotiques limitant la production du poivron

L'une des principales difficultés que doivent résoudre les producteurs de poivrons de serre est liée à l'obtention d'un équilibre optimal entre la croissance végétative, la mise à fruits et la charge fructifère dans des conditions d'éclairage faible et variable. Les coûts croissants de l'énergie et la réglementation environnementale nuisent à la production de poivrons de serre en Algérie. Les producteurs ont en outre de plus en plus de difficultés à demeurer concurrentiels (Howard et *al*, 1994).

3.1- Choix du sol

La plante requiert enfin des sols souples, profond, bien drainé, chaud et bien pourvu en humus et en matières nutritives aisément assimilables (Laumonier, 1979). Mais s'adapte assez bien à une large gamme estime que la plante du poivron peut avoir une bonne croissance dans les plaines sableuses.

Le poivron fatigue rapidement le sol, il est très exigeant en rotation de culture ; Le cycle de plantation est d'environ trois mois pour le poivron, alors qu'il peut durer jusqu'à six mois pour le piment (Hall et Skaggs, 2008).

3.2- Qualité des milieux

Dans tous les systèmes de culture hydroponique, on surveille rigoureusement la concentration des nutriments et leur qualité. Dans les systèmes de culture sur film nutritif, il faut rigoureusement contrôler le débit de la solution nutritive. On modifie la conductivité

électrique de la solution en fonction de l'éclairage, de la température, de l'humidité relative et de la vitesse de croissance des plants. Trop forte, la conductivité entraîne le raccourcissement des entre-nœuds, la fragilisation des tiges et la réduction de la taille des feuilles (Howard et al, 1994).

3.3- Le besoin en eau

Une plante exigeante en humidité du sol : il faut 80-85 % d'humidité afin d'obtenir de bons rendements, lorsque l'humidité relative de l'air est basse (inférieure à 60 %) et la température est élevée, les fruits ne grandissent pas.

3.4- La température

Le poivron est l'une des plantes maraichères le plus exigeantes par la température, mais moins exigeant en ensoleillement que la tomate (Skiredj et al, 2005). la plante exigeante en chaleur, son optimum de croissance se situe à 24°C, la croissance de la plante se ralentit à des températures inférieures à 13 °C. Mais une plante très sensible aux températures basses, les températures supérieures à 35°C réduisent la fructification et la photosynthèse.

La température journalière moyenne de 24°C permet d'assurer un développement convenable, pendant la nuit. La température doit être au environ de 16 à 18°C. En dessous de 15°C la végétation est perturbé, et en dessous de 10°C elle est arrêtée (Chaux et Foury, 1994). Les températures supérieures à 35°C réduisent la fructification et la photosynthèse, la température de la serre est rigoureusement contrôlée selon le stade de développement et le cultivar. En général, elle devrait s'établir entre 21 et 26C° (Skiredj et al, 2005).

3.5- La lumière

La plante du poivron requiert une bonne luminosité, le cycle végétatif du poivron se raccourcit. les *Capsicum* sont des plantes des jours court facultatifs, cela veut dire que la floraison se réalise mieux et plus abondantes en jours courtes pourvue que la température et les facteurs climatiques soient adéquates . Les exigences photopériodiques varient de 12 – 15 heures (Valdez, 1994).

L'intensité lumineuse a une influence plus marquée sur la croissance des tiges que la qualité de la lumière ou la photopériode. À des niveaux bas, il y a une élongation des tiges au détriment de la vigueur, c'est ce que l'on observe souvent sous abris plastiques, à cause de la perte de transparence des films de couverture due à leur vieillissement ou simplement au manque de nettoyage. si la température est très grandes dans les vergers ou les ombres , le poivron ne donne pas des rendements satisfaisants (Anonyme , 2002).

3.6- L'humidité

L'humidité est aussi surveillée et régulée de près pour la culture des poivrons de serre. Elle doit se situer entre 60 et 80 p. 100 pendant les premières journées de la germination pour permettre la croissance des plants. Une faible humidité risque de stresser les plants, ce qui les rend plus susceptibles à l'infection et à la maladie. Selon la nature de l'agent pathogène, le taux d'humidité et la période pendant laquelle la surface de la plante est mouillée peuvent favoriser la maladie (Howard et *al*, 1994).

3.7- Le pH

Le poivron redoute plus l'acidité du sol que son alcalinité, l'optimum se situe aux alentours d'un pH 6,5 à 7 (Wong et Lin, 2000).

4- La situation phytosanitaire du poivron

Le poivron est d'autant plus sensible à des grandes variétés des maladies que sa culture a lieu à une saison humide ou les dégâts sont les plus importants. Il est de plus passible de nombreuses attaques d'insectes et de parasites, et d'accidents physiologiques (ACTA, 1999).

4.1- Les maladies

La culture du poivron subit des attaques d'un grand nombre de maladies fongiques, bactériennes et virales, ce qui engendre des pertes considérables par fois influence sur tous le rendement.

4.1.1- Les principales maladies fongiques

4.1.1.1- Le mildiou

L'agent causal du mildiou de poivron est *phytophthora capsici* L. Il se manifeste sous formes d'une pourriture des racines et du collet ce qui entraîne très rapidement le flétrissement et la mort des plantes quel que soit leur âge. Des attaques sur fruits proches du sol peuvent parfois être observées (Palloix, 1995).

Les conditions favorables au développement de la maladie sont surtout une humidité du sol élevée, et des températures élevée et des fortes variations climatiques (Bayries et Marchou, 1976).



Fig. 4- Symptômes du mildiou sur fruit du poivron (Blancard, 1988).

4.1.1.2- L'oïdium

L'agent causal de cette maladie est *Leveillula taurica* à une évolution très rapide marquée par un feutrage blanc à la face inférieure des feuilles avec une nécrose en points de tapisserie (Messiaen et al, 1991).

Le pathogène apparait chez le poivron sous les climats chauds à la fois sec et humides, mais rarement sous les climats froides, la chute des feuilles est plus importantes en conditions de faible humidités, le pathogène n'a pas de hôtes spécifiques, une défoliation sévère conduite à une réduction de la taille et du nombre des fruits (Black et al, 1993).

L. taurica est hébergé par de nombreuses plantes cultivées (tomate, aubergine, artichaut...) et des adventices. la dissémination de la maladies est assurés par le vent sur de long distances par fois ; l'oïdium n'a pas forcément besoin de la presence d'un film d'eau sur les feuilles pour se developper, mais la presence de l'eau libre peut néanmoins favoriser la germination des spores dans une humidité relative de 50-70 % et une temperature comprise entre 20°C et 30°C. dans les serres les zones a risques son situées aux entrées ou dans les parties de l'abris ou interviennent des courant d'air (CTFL, 2002).



Fig. 5- Symptômes de l'oïdium sur les feuilles du poivron (Messiaem et al, 1991).

4.1.1.3- L'antracnose

Causé par *Colletotrichum capsici* sur les fruits, il est caractérisée par des larges nécroses sèches, déprimées, grise à brun claire, présente souvent les fructifications du parasite disposé de façon concentriques à partir du centre des taches confluentes. En fin d'attaque, dessèchement et chutes des fruits. Le pathogène se rencontre également sur les feuilles et les rameaux .la même maladie s'observe sur le piment (Kohler et Pellegrine, 1992).



Fig. 6- Symptôme de l'antracnose sur fruit du poivron (Messiaem et *al*, 1991).

4.1.1.4- La pourriture grise

Botrytis cinerea est un champignon constitué de filaments qui produisent des spores, il est caractérisé par une sporulation abondante qui assure sa dissémination. Les fruits atteints se recouvrent d'une moisissure grise caractéristique une pourriture molle, grise beige, se développé souvent à partir des pétales fanés (CTFL, 2002).

Botrytis cinerea est considéré comme un saprophyte qui envahit les tissus sains par l'intermédiaire de cellules altérées. Les conditions favorables à la maladie sont des températures moyennes de 16°C à 23°C, et une hygrométrie supérieure à 90%, mais aussi de l'eau libre pour la germination des spores .le champignon se conservé sous forme des sclérotés, mycélium ou conidies, et disséminé par le courant d'air dans les abris (CTFL, 2002).



Fig. 7- La pourriture grise sur fruit du poivron (CTFL, 2002).

4.1.1.5- La fusariose

L'agent causal de la fusariose est *Fusarium oxysporum*, il se traduit par un flétrissement accompagnée d'un jaunissement souvent unilatéral des feuilles prouvent généraliser suivi du dessèchement complet de la plante et de la mort de celle-ci (Bailey et *al*, 2006).



Fig. 8- Symptômes du fusarium sur les feuilles (Blancard, 1988).

4.1.1.6- La cercosporiose

Causé par *Cercospora capsici*, les symptômes sont des taches arrondies, ocellées, blanc crème, bordées de brun-rouge. En fin d'attaque, la feuille est souvent percée lorsque le parenchyme nécrosé du centre des taches se dessèchent et tombent. La fructification du parasite à la face inférieure de la tache, la même maladie s'observe sur le piment (Kohler et Pellegrine, 1992).

4.1.1.7- L'alternariose

C'est une maladie qui se manifeste par les petites taches noir de 2 mm de diamètre environ, entouré parfois d'un halo jaune provoque le dessèchement des feuilles. Elle provoque sur les fruits des taches noir bien délimitées, déprimé de 1 ou 2 cm, débutant souvent à l'aisselle du calice (Blancard, 1988).

4.1.2- Les principales maladies bactériennes

4.1.2.1- Le flétrissement bactérien

C'est une maladie importante causée par *Ralstonia solanacearum*, elle cause un flétrissement irréversible d'abord unilatérale puis généralisés, et le brunissement des vaisseaux et des tissus contigus, chancre ouverts sur les pétioles (Naika et al, 2005).



Fig. 9- Symptômes de flétrissement bactérien sur plante du poivron (Benabdelkader et Guechi, 2003).

En Algérie, le flétrissement bactérien constitue un sérieux problème pour la culture au moment où il provoque le dépérissement de la plante. Pour lutter contre cette maladie il convient d'utiliser des variétés tolérantes et de pratiquer l'assolement des cultures. Aussi, on évitera de planter dans les terrains d'un drainage faible (Benabdelkader et Guechi, 2003)

4.1.2.2- La moucheture bactérienne

Elle est causée par *Xanthomonas axonopodis* pv. *Vesicatoria*. Ses symptômes consistent en l'apparition de petites formations véreuses sur les feuilles et les fruits, que d'autres pathogènes peuvent utiliser pour infecter les fruits. Les saisons très pluvieuses favorisent l'infestation qui réduit considérablement la fructification et la qualité des fruits.

4.1.2.3- Le chancre bactérien

L'agent responsable est le *Corynebacterium michiganense*. Les symptômes sont de type vasculaire, il cause un flétrissement sans jaunissement préalable de portion inter-nervaire de folioles, moitié de feuilles ou de feuilles entières, suivi d'un dessèchement rapide. La nécrose du pétiole et du secteur de tige au-dessous n'observe pas de façon régulière (Messiean et Lafon, 1991).



Fig. 10- Symptômes du chancre bactérien sur plante du poivron (Messiean et Lafon, 1991).

4.1.2.4- La galle bactérienne

Provoquée par *Xanthomonas visicatoria*. On voit apparaître sur feuilles, pétioles, tiges, pédoncules de fruits et sépales des pustules noires de 2 à 3 mm de diamètre, plus anguleuses entourée ou non suivant les cas d'un halo jaune. Sa multiplication peut aboutir à un jaunissement généralisé puis à un dessèchement des feuilles. Les symptômes sur fruits sont des plages noires craquelées, comparable à celle de la tavelure de pomme, pouvant atteindre 1cm de diamètre, avec un halo graisseux (Messiean et Lafon, 1991).

4.1.3- Les maladies virales

Selon Simon (1994), 40% des maladies virales sont transmises par les insectes, dans le groupe le plus redoutable est celui des pucerons.

D'après Poulos (1987), une trentaine de virus différents sont supposés attaquer les *Capsicum* et les maladies qui s'en suivent sont en générale sous les tropiques, les plus importantes en termes de gravité des dégâts. Elles surviennent souvent en complexe dans une même culture et dans une même plante.

4.1.3.1- La mosaïque de la pomme de terre (PVY)

Le virus PVY (*Potato Virus Y*) provoque une mosaïque verte et brillante, accompagnée parfois d'une nécrose des veine, la lutte contre PVY est basée essentiellement sur l'utilisation des variétés tolérantes et sur un contrôle efficace des vecteurs de cette maladie (Dimsey et al, 2008).

4.1.3.2- La mosaïque du concombre (CMV)

Le poivron est beaucoup plus sensible au virus I du concombre CMV (*Cucumber Mosaic Virus*). L'infection se traduit par des anneaux et des lignes sinueuses nécrotiques sur les feuilles déjà adultes au moment de l'infection, puis par une mosaïque chlorotique sur le feuillage ultérieure. Les fruits déjà formés au moment de la contamination montrent des dessins en creux en forme d'anneaux et de lignes sinueuses qui les déprécient et les rendent sensible à la coupe de soleil (Messiean et Lafon, 1991).

Une lutte attentive sera nécessaire contre les pucerons vecteurs de cette maladies, ceci dès le stade de la production des plantes (Laumonnier, 1979).

4.1.3.3- La mosaïque du tabac

Les symptômes de ce virus TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) (varient selon les cultivars mais ils comprennent une mosaïque, un blocage de végétation, une chlorose systémique, et parfois une nécrose systémique associée à une chute de feuilles. Les agents causals de la mosaïque sont connus dans le monde entier. Ils se distinguent par les réactions sérologiques sur certains cultivars. Des graines infectées et des débris de culture servent souvent de source d'infection primaire (Black et al, 1993).



Fig. 11- Les symptômes des virus sur plantes du poivron (Ristori, 1988).

4.1.3.4- Mosaïque de la luzerne

Le 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 (Messiaen et Lafon, 1991).

4.1.3.5- Mosaïque du flétrissement de la fève

Le virus de flétrissement de la fève (BBWY), il provoque une mosaïque jaune avec nécrose sur jeunes pousses de la plante du poivron (Messiaen et Lafon, 1991).

4.2- 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...).

4.2.1- 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).

Ils 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 derniers provoquent 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 (Naika et al, 2005).



Fig. 12- Acarien sur feuille du poivron (Chabrière et Caudal, 2007).

4.2.2- 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 galls (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).



Fig. 13- Symptômes des nématodes sur les racines d'une plante de poivron (Chabrière et Caudal, 2007).

4.2.3- Les insectes

4.2.3.1- Les thrips

Les thrips appartiennent à la classe des insectes et à la famille des thysanoptères, ils sont minuscules de 1 à 2,5 mm, au corps allongé de couleur jaune, brun ou noir. Les adultes se reconnaissent à leurs deux paires d'ailes étroites et garnies de longues franges, comme des plumes. Plus petits et plus discrets que les pucerons, ils peuvent comme eux se développer très rapidement et s'attaquer à de nombreuses cultures (Chabrière et Caudal, 2007).

Parmi les principales espèces rencontrées sur poivron nous pouvons citer l'espèce *Frakliniella occidentalis*. Les symptômes se résume par des feuilles de couleur argentée ou nacrée, la décoloration commence par les nervures principales puis s'étend à tout le limbe. Il peut causer la cicatrisation et la déformation des fruits ; ainsi que la transmission du virus TSWV (*Tomato Spotted Wilt Virus*) (Naika et al, 2005).



Fig. 14- Thrips sur feuille de poivron (Chabrière et Caudal, 2007).

4.2.3.2- 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.



Fig. 15- Les mouches blanches sur feuille de poivron (Biobest, 2000).

Les perturbations peuvent être à l'origine d'une maturité précoce et d'une coloration irrégulière des fruits de tomate ou de poivron. Selon la plante hôte, des symptômes variant d'une simple chlorose, jaunisse des feuilles et dessèchement, allant jusqu'à la déformation des fruits peuvent être observés (Chabrière et *al*, 2007). Des niveaux de populations importants peuvent causer la mort des plantes. Les principales espèces sur poivron sont : *Bemisia tabaci*, *Traileurodes vaporariorum*. Ces insectes transmettent des viroses du type TYLCV (*Tomato yellow leaf curl virus*). (Chabrière et Caudal, 2007).

4.2.3.3- Pyrale du maïs

Les pyrales sont des insectes (*Ostrinia nubilalis*). Les larves creusent une galerie dans le fruit, sous la cuvette oculaire, pour s'alimenter à l'intérieur de celui-ci. Outre les dégâts ainsi causés sur le fruit, des champignons et des bactéries secondaires pénètrent souvent dans ces galeries par la suite, faisant pourrir le fruit de l'intérieur (Howard et *al*, 1994).

L'insecte se nourrit peu ou pas du feuillage. Les fruits infestés se colorent prématurément, et on peut apercevoir des déjections brun clair autour de l'orifice d'entrée par la cuvette oculaire. Cet organisme nuisible peut causer de graves dégâts aux poivrons de serre. Les papillons adultes volent la nuit et pénètrent dans les serres par les ouvrants et d'autres ouvertures. Les femelles pondent et, après l'éclosion, les jeunes larves se dirigent vers un poivron et y creusent une galerie sous l'œil (Howard et *al*, 1994).

Les larves s'alimentent à l'intérieur du fruit et muent cinq fois avant de purifier à l'intérieur ou à l'extérieur du fruit. Les infestations de pyrales de maïs jusqu'au début de juin. On compte une ou deux générations par année ; les larves du dernier stade hibernent à l'extérieur, dans les débris végétaux. Les adultes émergent le printemps suivant (Howard et *al*, 1994).

4.2.3.4- Punaise terne

Les adultes et les nymphes de punaise terne (*Lygus lineolaris*) percent la paroi des fleurs, des jeunes fruits et des tiges pour en sucer la sève, souvent à l'extrémité des tiges terminales et latérales (Howard et *al*, 1994).

Ce comportement peut causer d'importantes diminutions du rendement. Les dégâts dus à l'activité trophique des organismes nuisibles n'apparaissent souvent qu'après plusieurs semaines, sous la forme d'extrémités de tiges et de bourgeons floraux difformes et rabougris ainsi que de fruits avortés.



Fig. 16- Punaise sur fleur du poivron (Chabrière et Caudal, 2007).

Les jeunes fruits attaqués durant leur développement se déforment à leur extrémité apicale et s'affaissent légèrement ; leur peau porte des plaies de perforation légèrement déprimées à la couleur altérée. Parfois, des punaises pentatomidés du genre *Euschistus* ont endommagé les cultures de poivrons. Leur activité trophique se manifeste par l'apparition de taches claires ou de petites tachetures qui rendent les fruits invendables (Howard et *al*, 1994).

4.2.3.5- 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 (Sekkat, 2007 ; 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.

1- Généralités sur les pucerons

Les pucerons ou les aphides sont plus que jamais des ravageurs préoccupant sur de nombreuses cultures. Ils affectent aussi bien les cultures maraichères que les grandes cultures, les vergers ou les cultures florales, ce sont des insectes piqueurs-suceurs consistent aujourd'hui le groupe entomologique le plus important dans le monde d'opinion agronomique (Leclant, 1970).

Les aphides représentent un danger considérable pour le bon développement des plantes cultivées, ils sont considérés comme de redoutables ennemis des cultures, pouvant de par leurs facultés de transmettre des maladies virales être à l'origine d'énorme perte dans les productions. En effet, Aroune (1985) signale que ces derniers figurent parmi les déprédateurs majeurs et les plus dangereux des phytophages.

Exclusivement phytophages, les pucerons sont capables de s'adapter à des milieux très différents. Du fait de leur parthénogénèse et de leur viviparité, ils peuvent développer très rapidement d'importantes populations (Guenauoui, 1988).

Les pucerons vivent en colonies très importantes sur pousses tendres, feuilles, parfois sur fleurs, rameaux, branches et racines. Ce sont des insectes piqueurs suceurs, de petite dimension et de couleur variable (Aroune, 1985).

Les dégâts causés par les pucerons sont beaucoup plus spectaculaires sur poivron et concombre .les espèces en cause sont : *Aphis gossypii* et *Myzus persicae*, sur lesquels les traitements chimiques deviennent de plus en plus difficiles à réaliser (Guenauoui et Ait Chaabane, 1991).

2- L'adaptation des pucerons à leur plantes hôtes

Les pucerons, ou aphides, constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde. Bien que ce soit dans les zones tempérées que la faune aphidiens est la plus variée, celle-ci est présente aussi bien sous les climats tropicaux que dans les zones subarctiques. Les pucerons s'attaquent presque à toutes les plantes à fleurs (angiospermes). Il en existe également sur les gymnospermes, les ptéridophytes et les bryophytes (Blackman et Eastop , 2007).

La plupart des pucerons sont monophages, c'est-à-dire qu'ils sont inféodés à une seule famille végétale, d'autre ont un régime alimentaire plus ou moins varié et s'alimentent sur plantes de familles distinctes, les pucerons répertoriés à travers le monde comptent actuellement environ 350 genres avec 3500 espèces décrites, dont 250 considérés comme ravageurs (Fraval, 2006).

L'espèce *Aphis gossypii* est l'archétype des pucerons polyphages, elle se développe aussi bien sur le coton (Malvacées), que sur le melon (Cucurbitacée). C'est dans les zones tempérées que l'aphidofaune est la plus variée. Mais ces insectes sont présentés aussi bien sous les climats tropiques que dans les zones subarctiques (Bale et al, 1994).

3- Systématique

Les aphides ou pucerons classés dans le Super-ordre des Hémiptéroïdes, appartiennent à l'ordre des Homoptera au sous-ordre des Aphididea, et à la Super-famille des Aphidoidea (Fraval, 2006).

Cette dernière se subdivise en deux grandes familles qui sont les Chermisidae et les Aphididae. Cette dernière est divisée en huit sous familles; celles des Telaxidae, des Pemphigidae, des Lachnidae, des Chaitoridae, des Callaphididae, des Aphididae, des Adelgidae, des Phylloxeridae (Bonnemaison, 1962).

La famille des Aphididae est divisée en trois sous-familles, celle des Blatichaitophorinae, des Pterocommatinae et des Aphidinae. Les espèces de cette dernière sont réparties entre deux tribus, les Aphidini et les Macrosiphini (Ortiz-Rivas et Martínez-Torres, 2010).

Remaudière et al (1997) classent les pucerons dans leur catalogue « les Aphididae du monde » comme suit :

- **Embranchement** :Arthropode
- **Classe** :..... Insectes
- **Ordre** :.....Homoptera
- **Super /famille** :.....Aphidoidea
- **Famille** :.....Aphididae

4- Caractéristiques morphologiques des aphides

Les pucerons sont des insectes aux téguments 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).

4.1- La tête

Généralement, elle est bien séparée du thorax chez les formes ailées, mais non chez les aptères ; elle porte deux antennes de longueur très variable de 3 à 6 articles, sont insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminentes. Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels appelés les sensoria ; leurs partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminais à l'arrière de l'œil composé (Fraval, 2006).

4.2- Le thorax

Il comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax, et le métathorax, porte 3 paires de pattes et primitivement deux paires d'ailes. Cependant, chez la plupart des espèces des pucerons coexistent des formes adultes ailées et des formes adultes aptères. D'après Hein et *al* (2005), chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique ; les ailes antérieures présentent plusieurs nervures. Ce sont toutes des nervures simples, sauf la nervure médiane qui se manifeste chez la plupart des espèces. Selon Godin et Boivin (2002), cependant la nervation peut être:

- ✓ Non ramifiée.
- ✓ Ramifiée, une seule fois.
- ✓ Ramifiée, deux fois.

4.3- L'abdomen

L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure une paire de cornicules (ou siphons) de forme et de longueur très variables, Parfois pourvues d'une réticulation ou surmontées d'une collerette (Hein et *al*, 2005). Les cornicules manquent dans quelques genres et parfois même selon les formes dans une même espèce (Lien et Sparks, 2001). Le dernier segment abdominal (10^{ème}) forme la queue (cauda) plus ou moins développée et de forme variable selon les espèces (Fredon, 2008).

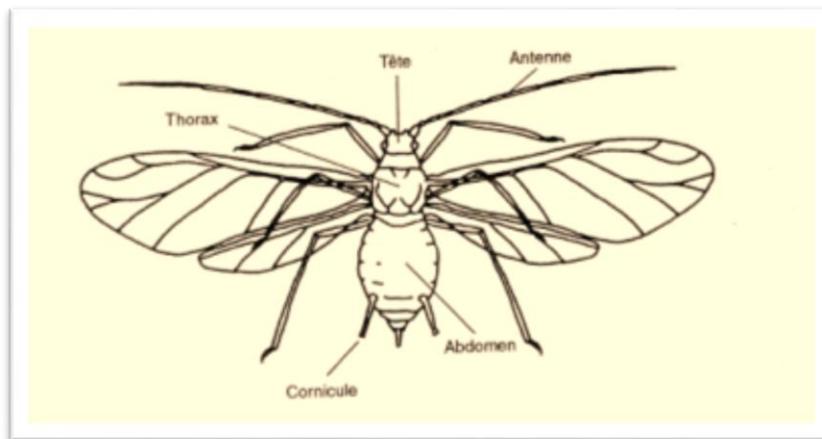


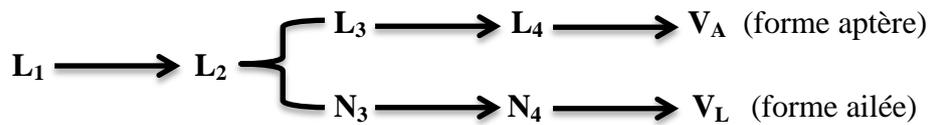
Fig. 17- Morphologie d'un puceron ailé (Sekkat, 2007).

5- 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 : Virginipare.

N₃ : 3^{ème} stade nymphale.

L₄ : 4^{ème} stade larvaire.

N₄ : 4^{ème} stade nymphale.

V_L : Virginipare ailée.

V_A : Virginipare aptère.

Les pucerons sont dotés d'une capacité de multiplication très élevée: 40 à 100 descendants par femelle, ce qui équivaut à 3 à 10 pucerons par jour pendant plusieurs semaines (Kos et al, 2008).

Selon Benoit (2006) ; une femelle aphide (comme le puceron vert du pêcher ou le puceron cendré du chou) est capable d'engendrer jusqu'à 30 à 70 larves.

5.1- Cycle biologique

Le cycle évolutif des pucerons est dit hétérogonique, c'est-à-dire caractérisé par l'alternance d'une génération sexuée et d'une ou plusieurs générations parthénogénétiques (asexuées), avec une reproduction asexuée largement dominante sur la reproduction sexuée (Christelle, 2007). Selon Lambert (2005), la conséquence de cette reproduction asexuée est une due à une multiplication très rapide de la population de pucerons. Les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares (elles donnent directement naissance à de jeunes larves capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites).

Selon Simon (1994), il existe différents types de cycles de vie des pucerons selon les espèces. Certaines espèces accomplissent la totalité de leur cycle évolutif sur des plants de la

même espèce ou d'espèces très voisines ; elles sont dites monoeciques. Par contre d'autres espèces nécessitent pour l'accomplissement de leur cycle complet deux plantes hôtes non apparentées botaniquement. Ces espèces sont dites hétéroeciques (ou dioécique). La plante sur laquelle est pondu l'œuf d'hiver est appelée l'hôte primaire, l'autre étant l'hôte secondaire, généralement c'est une plante herbacée sur lequel émigre les fondatrigenes ailées.

Dans les régions tempérées, les pucerons présentent un cycle annuel complet (holocycle) à deux hôtes (dioécique). Dans les conditions défavorables de l'hiver, la plupart des pucerons hivernent sous forme d'œufs sur les plantes vivaces ou dans les débris végétaux. Ils peuvent résister à des températures plus basses de l'ordre de -10°C à -15°C . Certains hivernent sous forme de femelles adultes (Eaton, 2009). Les œufs fécondés éclosent au printemps et produisent une génération de femelles aptères appelées fondatrices qui s'installent sur les feuilles, les pousses, et parfois sur les fleurs (Labrie, 2010). Ils commencent à fonder de nouvelles colonies en produisant des descendants par parthénogenèse. Celles-ci peuvent donner naissance à 10 femelles ou plus par jour. Parallèlement, les fondatrices adultes pondent elles-mêmes des larves qui donneront des adultes aptères appelés fondatrigenes (Bahlai et al, 2007). Plusieurs générations vont se succéder dans lesquelles apparaîtront des ailés qui irons contaminer les différents hôtes secondaires. Par parthénogénèse, les fondatrigenes engendrent un certain nombre de générations des femelles appelées virginogènes.

A l'automne, la diminution de la température, de la durée de jour et de la qualité du plant induit le retour des ailés vers leur hôte primaire et l'apparition des femelles capables d'engendrer des sexués. Ces sexupares produisent des mâles (ce sont des andropares) ou des femelles (gynopares) ou les deux (amphotères) (Labrie, 2010). Généralement, le mâle est ailé et la femelle aptère. Cette femelle, c'est la seule de toute cette succession de générations et de formes, pond un œuf, l'œuf d'hiver. Ces œufs éclosent au printemps suivant et le cycle recommence (Klass, 2009).

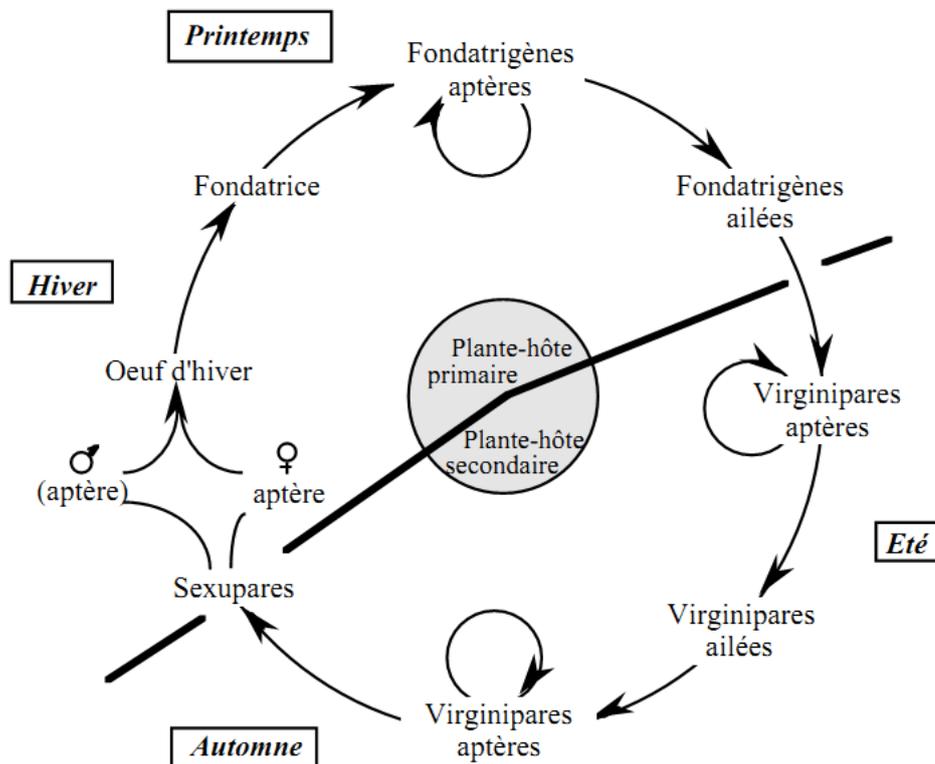


Fig. 18- Représentation schématique du cycle de vie des pucerons en régions tempérées (Klass, 2009).

5.2- La polymorphisme

5.2.1- Les formes ailé et aptère

Les formes ailé et aptère diffèrent également par une série de traits, comme leur équipement sensorielle (plus fournis chez les ailées), la durée de leur développement plus long chez les ailées, ainsi que leur fécondité plus faible chez les ailées (Simon, 1994). Chez les pucerons, les ébauches d'aile semblent présentes dans tous les embryons, sans tenir compte qu'ils se développent en adulte ailée ou aptère (Johnson, 1958 ; Johnson et *al*, 1960 ; Tsuji et *al*, 1987).

Ce caractère montre l'ancestralité du phénotype ailé, qui constitue ainsi la voie de développement par défaut des pucerons (Johnson et *al*, 1960). Jusqu'au troisième ou quatrième stade larvaire, il est impossible de distinguer les deux formes par une simple observation. Des analyses histologiques révèlent que les deux formes possèdent des ébauches d'ailes au premier stade larvaire. Ces ébauches dégénèrent au cours du second stade larvaire chez les formes non-ailées (Ishikawa et *al*, 2008).

5.2.1.1- La formation des sexuées

Pendant le déroulement de leur cycle biologique, les aphides comme tous les insectes, présente une alternance régulière de phases d'activités et de repos en rapport avec les saisons (Jourdeuil et Missonnier, 1964).

La formation des sexuées est régulièrement contrôlée par la photopériode, les sexupares en effet, apparaissent à l'automne lorsque la période nocturne augmente dépassent les douze heures (Lees, 1966).

Mais les températures basses sont aussi à l'origine de la formation de sexuées (Leclant, 1981), elles agissent en association avec la photopériode.

5.2.1.2- La production d'individus ailés

Les formes ailées jouent un rôle important dans la dissémination des maladies à virus et dans la propagation des espèces elles même (Robert et Joelle, 1976).le processus de déclenchement de la formation d'individus ailées et sous la dépendance de la baisse de production d'hormone juvénile par le corps allates (Robert et Joelle, 1976).

La faculté de production périodique d'ailes est en générale une caractéristique propre de l'espèce cependant elle ne peut s'exprimer pleinement que se l'action conjuguée de nombreux interspécifiques et l'état physiologique de la plante.

L'effet de groupe peut aussi être à l'origine de la formation d'ailes (Robert et Choppin, 1977 ; Robert, 1977). De même Missonier (1976) a montré que le fait qu'un nombre élevé d'individus se trouve dans un espace restreint, entraîne des modifications profondes de la physiologie , du comportement et même de la morphologie , ce qui provoque la production de femelle ailée, assurant ainsi, la dissémination et la survie de l'espèce .

La production d'individus ailée peut également être induite sous l'effet des températures basses ou élevées. Par exemple sous abris, *M. percicae* émigre vers l'extérieur, lorsque la température dépasse 30°C (Deyrever, 1981).

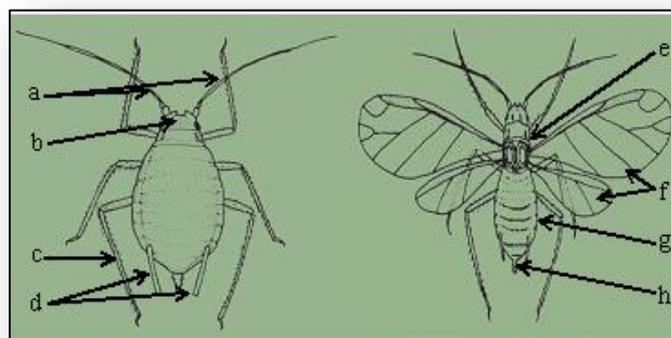


Fig. 19- Les formes de puceron (aptère et ailé).

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

6- 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'horticulture (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:

6.1- 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).

6.2- Les dégâts indirects

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

6.2.1- 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 (Christelle, 2007 ; Giordanengo et *al*, 2010).

6.2.2- 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 Raccah 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), chacune 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. 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 (Braulte 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.

6.2.2.1- Les modes de transmission

Hulle et *al*, (1999) notent que les virus transmis par les pucerons sont regroupés selon leurs caractéristiques structurelles, les symptômes qui sont provoquées ou leur mode de transmission.

✓ Les virus circulaires (persistants) :

Les virus transmis selon ce mode sont transportés de façon interne, mais jamais ils ne se répliquent durant leur passage dans le milieu intérieur du vecteur. Ils doivent traverser différentes barrières membranaires: au niveau du tube digestif pour entrer, et des glandes salivaires pour sortir de leur vecteur. Le virus ingéré avec la sève phloémique lors de la prise de nourriture du vecteur traverse les cellules épithéliales de l'intestin vers l'hémocèle (phase d'acquisition) et se diffuse dans l'hémolymphe jusqu'aux glandes salivaires. Il traverse les cellules de ces glandes, et est injecté dans la plante hôte avec la salive lors d'une nouvelle piqûre (phase d'inoculation) (Hebrard et *al*, 1999 ; Brault et *al*, 2010).

✓ Les virus non circulaire :

Les virus non circulaire sont acquis et transmis au cours des piqûres brèves; des piqûres d'une durée de cinq secondes suffisent mais les meilleurs résultats sont obtenus pour des durées comprises entre 15 et 60 secondes. Si la durée de la période d'acquisition augmente, ces virus peuvent être transmis immédiatement après qu'ils ont été acquis, sans qu'une période de latence soit nécessaire mais le puceron ne demeure pas longtemps infectieux après quelques minutes après avoir rencontré une plante saine. (Racchah et Fereres, 2009). Ce type de virus regroupe les virus non-persistants et les virus semi-persistants.

✓ **Virus non persistants :**

Selon Raccach et Fereres (2009), les virus de ce type sont acquis par les pucerons dans les tissus libériens en même temps que la sève prélevée pour leur alimentation. Le temps requis pour atteindre le liber varie naturellement selon les espèces aphidiennes. Il est fréquemment d'une demi-heure et excède une heure le plus souvent.

✓ **Virus semi-persistants :**

Ces virus ne peuvent généralement pas être acquis au cours de piqûres brèves mais au contraire les chances de transmission augmentent parallèlement avec la longueur de la durée de la période d'acquisition (Braulte et *al*, 2010). Il semble que ce type de virus adhère à l'intérieur du canal alimentaire ou il s'accumule puis il est relâché progressivement où il s'accumule puis il est relâché (Braulte et *al*, 2010).

Introduction

Pour protéger les cultures de leurs ennemis, l'homme a toujours cherché à utiliser les moyens les plus efficaces et les plus économiques (Guenauoui, 1988).

Vue les innombrables dégâts causés par les aphides, et leur impact sur le rendement et la production des plantes cultivées, un ensemble de méthodes ont été et sont toujours utilisées avec un seul objectif de réduire, réguler et contrôler les populations de ces ravageurs considérés comme les plus nuisibles, essentiellement par leur action vectrice de maladies virales.

Dans un combat contre les ravageurs des cultures, l'homme a toujours utilisé les moyennes qu'il trouve à sa disposition dans la nature ou bien qu'il peut concevoir à partir d'elle.

Dans le cas particulier des pucerons, il faut dire que durant la décennie qui s'est écoulée, on a cherché de trouver des autres moyennes à substituer à la lutte chimique classique par ce que celle-ci présente des inconvénients pour ces utilisateurs, pour les consommateurs de produits traités et pour l'environnement tout entier. De plus, on se rend compte que l'usage de pesticides peu sélectifs, développent chez certaines espèces de pucerons des résistances croisées aux produits fréquemment utilisés c'est le cas de *M. persicae* et *A. gossypii* (Delorme, 1996).

1- Les différentes méthodes de lutte

Vue les innombrables dégâts causés par les aphides, et leur impact sur le rendement et la production des plantes cultivées, un ensemble de méthodes ont été et sont toujours utilisées avec un seul objectif de réduire, réguler et contrôler les populations de ces ravageurs considérés comme les plus nuisibles, essentiellement par leur action vectrice de maladies virales.

1.1- Les méthodes de 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 des hersages ou sarclages des plantes sauvages susceptibles d'héberger des espèces nuisibles aux plantes cultivées au début du printemps (Wang et al, 2000 ; Lambert, 2005).

1.1.1- La lutte prophylactique

Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour limiter les pullulations de pucerons telles que :

- L'utilisation de plants indemnes de toute infestation.
- L'application modérée de la fertilisation azotée, puisque son utilisation excessive rend les plantes plus sensibles aux pucerons (Lette et *al*, 2007).
- Destruction des mauvaises herbes, qui peuvent servir de refuge aux pucerons.
- La pratique d'une rotation appropriée des cultures avec enfouissement ou destruction des résidus de cultures après récoltes.
- Le semis de plante relais, permet d'installer les auxiliaires plus tôt dans la culture (Soucy, 2010).
- L'utilisation des variétés résistantes apparaît aujourd'hui comme l'une des composantes majeures de la stratégie de lutte contre ces insectes (Sauvion, 1995 ; Verheij et Waaijbergen, 2008).
- La surveillance des populations de puceron par l'installation des pièges jaunes englués.
- Favoriser une irrigation adéquate, étant donné qu'un excès d'eau favorise le développement des populations de pucerons (Asawalam et *al*, 2007).

1.1.2- La lutte physique

L'utilisation de choc thermique contre les pucerons et spécialement contre *Myzus persicae* en serre constitue un moyen de lutte appréciable.

On note en laboratoire que lorsqu'ils sont élevés à une température de 30°C, la fécondité des pucerons est nulle.

Dans ce même ordre d'idée, Rabasse (1976) a montré que le choc thermique provoqué par la fermeture des ouvrants portant la température de 23°C à 34°C puis à 45°C en 2 heures et maintenue pendant 3 heures, entraîne la mort de 90% des populations aphidiens.

1.2- Les méthodes de lutte curative

Le niveau des populations de pucerons dans les cultures est extrêmement variable d'une année à l'autre et peut évoluer très rapidement au sein d'une même culture. Il dépend bien sûr des capacités reproductives propres aux différentes espèces mais aussi de facteurs extérieurs dépendant de l'environnement physique et biologique. Ces facteurs peuvent être très nombreux, ce qui explique les différences rencontrées dans les tentatives de modélisation de leur influence sur le développement des populations de pucerons (Hulle, 1999).

1.2.1- La lutte chimique

La lutte chimique apparaît encore aujourd'hui comme le moyen le plus efficace pour l'agriculteur, et le plus rentable pour les industries phytosanitaires dans le contrôle des organismes nuisibles.

Des aphicides spécifiques sont à disposition, mais dans certains cas manquant d'efficacité, spécialement lors d'applications tardives. Les insecticides à large spectre d'action et les produits systémiques sont conseillés seulement dans des situations exceptionnelles, car ils provoquent des effets secondaires indésirables sur les auxiliaires (Schaub et *al*, 1995).

Les Pyréthriinoïdes de synthèse et les organophosphorés sont actuellement les insecticides les plus utilisés. Ils agissent essentiellement par contact sur les pucerons et ont une action au niveau du système nerveux de l'insecte (Paternelle, 2000).

Les traitements à base de Pirimicarbe, Isolane, Diméthoate, Méthomyl sont efficaces sur les pucerons (Elattir et *al*, 2009).

De plus, l'utilisation des pesticides chimiques se traduit par de nombreux effets négatifs :

- Effets sur l'environnement : pollution de l'eau, présence de résidus toxiques dans les aliments, impact sur la santé humaine.
- Réduction du potentiel biologique, qui se traduit par un nivellement de la diversité génétique des espèces visées, mais aussi des organismes utiles.
- Sélection génétique de ravageurs suite à une exposition continue aux pesticides (adaptation biochimique ou comportementale permettant d'annuler leurs effets toxiques) (Devonshire, 1989).

La réalisation de plusieurs applications chimiques avec le même produit, ou des matières actives appartenant à la même famille chimique contribue à la destruction de la faune auxiliaire et la sélection de souches résistantes (Targui, 2001).

Les conséquences néfastes et l'augmentation des coûts de production ont amené les vulgarisateurs et les agriculteurs à rationaliser la lutte chimique afin de réduire le nombre d'interventions. Parallèlement, d'autres méthodes de lutte, dites plus douces, se sont développées, en particulier la lutte biologique (Guentaoui, 1988).

1.2.2- Lutte biotechnique

Ce moyen de lutte est basé sur le comportement de certains insectes qui sont attirés par différents attractifs visuels (couleur) ou olfactifs (aliments, phéromones). Ces couleurs et ces substances peuvent être utilisés pour le piégeage de masse, le piégeage d'avertissement ou des traitements par tâches (Ryckewaert et Fabre, 2001).

1.2.3- La lutte biologique

Selon l'organisation internationale de la lutte biologique contre les animaux et les plantes nuisibles la lutte biologique est l'utilisation des organismes vivants (insectes, bactéries, nématodes,...) ou de leurs dérivés pour contrôler les populations de nuisibles et empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés aux cultures (l'O.I.L.B 1971 ; Hautier, 2003 ; Lambert, 2005 et Maisonhaute, 2009).

Ce concept de la lutte biologique fait également référence à toute modification de l'environnement, dans le respect des règles écologiques de stabilité et d'équilibre, qui conduisent au maintien des organismes nuisibles en dessous d'un seuil économique. La grande diversité des ressources biologiques en principe exploitables en lutte biologique donne lieu à diverses techniques utilisables (Cloutier et Cloutier, 1992).

Elle ne vise pas l'élimination totale du ravageur, mais plutôt le maintien de sa population sous un seuil de dommage qui est défini comme étant la densité du ravageur à partir de laquelle un contrôle est nécessaire, sans quoi, la culture subira des dommages importants et le producteur des pertes économiques (Bosch et Messenger, 1973).

Le contrôle biologique des ravageurs est maintenant effectué sur 55.5 milliards d'hectares dans le monde (Van Lenteren, 2006). La majorité (95%) des ravageurs potentiels arthropodes sont aujourd'hui sous contrôle biologique ou naturel, et il n'y a que 5000 espèces contrôlées par d'autres méthodes, plus de 150 espèces d'ennemis naturels, parasitoïdes, prédateurs et pathogènes, sont commercialisées à travers le monde (Van Lenteren et *al*, 2006). Les agriculteurs dépensent quand même environ 8.5 milliards de dollars US annuellement en insecticides chimiques alors que le contrôle biologique a présentement une valeur estimée à plus de 400 millions de dollars US (Van Lenteren et *al*, 2006).

Les auxiliaires qui se nourrissent de pucerons sont nombreux. On distingue les insectes, les arachnides et les champignons entomopathogènes. Le mode d'alimentation des insectes permet de les subdiviser en deux groupes : les prédateurs et les parasitoïdes.

Selon Dajoz (1980), les insectes peuvent être utiles tels que les parasites et les prédateurs, dont le rôle n'est pas négligeable dans la régulation des espèces nuisibles.

1.2.3.1-Les prédateurs

Ce sont des organismes vivants, libres à l'état adulte et larvaire, s'attaquant à d'autres êtres vivants pour les tuer et se nourrir de leurs substances. Ils dévorent successivement plusieurs proies au cours de leur vie. Ils appartiennent à des groupes taxonomiques divers. Leur spécificité pour certains d'entre eux est très large (Deguine et Leclant, 1997).

Les pucerons possèdent une diversité des prédateurs impressionnants dont les principaux, sont représentés par la famille des Coccinelles, des Chrysopidae et les larves de quelques espèces de Diptera (Triplehom et Johnson, 2004 ; Bugg *et al.*, 2008).

1.2.3.1.1- Les Coléoptères

Les coléoptères ont les ailes antérieures (élytres) épaisses et cornées, qui à l'exception des staphylins, couvrent la totalité de l'abdomen. Les pièces buccales sont broyeuses. Les coléoptères ont une métamorphose complète avec quatre états bien caractérisés : œuf, larve, nymphe et adulte. Les larves sont très différentes des adultes, mais ont, la plupart du temps, le même type de nourriture (Ronzon, 2006). Les prédateurs de puceron se rencontrent parmi les familles de coléoptères suivantes :

- **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. Elles ne développent généralement qu'une génération par an, le stade larvaire dure un mois. En cas de forte attaque de pucerons, la coccinelle ne s'adapte pas. En revanche, elle est précoce au printemps et donc capable de combattre efficacement les premières pullulations de pucerons (Iperti, 1983).

Rondon *et al.*, (2005) montrent dans une étude sur les coccinelles qu'une seule larve peut réduire 96% d'une population d'*A. gossypii* en une semaine seulement.



Fig. 20- Coccinelle adulte dans une colonie du puceron (Originale ; 2016).

En Algérie, il a été recensé quarante-cinq espèces de coccinelles à travers plusieurs régions du pays, dont les aphidiphages représentaient la part la plus importante à savoir vingt-quatre espèces (Sahraoui et Gourreau, 2000).

- **Les carabiques**

Ce sont des prédateurs d'insectes vivant le plus souvent au niveau du sol. Les larves, vivant dans le sol, comme l'adulte sont carnivores. Ils sont actifs la nuit. Les pattes, longues et fortes, sont adaptées à la course. Les adultes sont des chasseurs et consomment essentiellement des limaces, des escargots, des vers de taupin et des pucerons (Ronzon, 2006).

- **Les staphylins**

Ils sont de taille très variable. Les élytres ne couvrent qu'une faible partie de l'abdomen. En position de défense, l'abdomen se relève en forme d'arc de cercle (Ronzon, 2006).

- **Les cantharides**

Ils présentent des élytres mous. Les adultes colonisent les graminées et les ombellifères, se nourrissant de pucerons et autres ravageurs des cultures. Les larves, également prédatrices, vivent dans le sol (Rougon, 2004).

1.2.3.1.2- Les Diptères

Ils sont communément appelés mouches. Ils sont caractérisés par leur unique paire d'ailes antérieures, les postérieures étant transformées en balancier (Haltères).

L'appareil buccal peut être piqueur ou suceur sous forme de trompe. Les diptères ont une métamorphose complète (œuf, larve, pupa, adulte). Les adultes sont floricoles. Les larves de diptères entomophages sont apodes. Ces larves ont leur appareil buccal constitué de stylets ou de crochets buccaux avec lesquels elles consomment leurs proies.

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

- **Les syrphes**

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. La voracité larvaire est de l'ordre de 500 pucerons en seulement 10 à 12 jours. Le bagage enzymatique de la larve est particulièrement riche, ce qui lui permet d'affronter des espèces de pucerons très diverses (Sarhou, 2004).

- **Les cécidomyies**

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

1.2.3.1.3- Les Névroptères

Ces insectes se caractérisent par deux paires d'ailes disposées en toit au repos et qui comportent de nombreuses nervures. Ils ont une métamorphose complète. Les familles, dont les larves consomment des pucerons sont les Chrysopes et les Hémerobes. Une larve peut consommer 500 pucerons sur 15 à 20 jours. Les adultes sont floricoles (Ronzon, 2006).

- **Les chrysopes**

L'espèce la plus fréquente est la chrysope verte commune *Chrysoperla carnea* (Neuroptera : Chrysopidae). Elle est considérée comme la plus efficace et elle est largement utilisée en lutte biologique en Europe et en Amérique du nord (Tauber et al., 2000 et Capinera, 2008).

- **Les hémérobés**

La morphologie de ces insectes rappelle celle des chrysopes, mais ils sont plus petits, trapus, et ont un corps légèrement velu et roux à brun. Ils fréquentent des biotopes variés, qui dépendent des espèces : bois, sous-bois, arbres à feuilles caduques ou permanentes... Les œufs des hémérobés, ovales et beige, ne sont pas fixés au support par un pédoncule comme chez les chrysopes, mais déposés directement sur le végétal. Les larves sont dotées de crochets plus courts et moins incurvés. Les larves et les adultes sont particulièrement voraces et consomment essentiellement des pucerons et des acariens. Il existe une à trois générations par an (Lacroix, 1912).

1.2.3.2- Les parasitoïdes

Ce terme a été introduit par Reuter (1913), pour désigner des insectes qui insèrent leurs œufs dans le corps de leur proie où 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 seule hôte, souvent à l'intérieur de celui-ci et le tuent une fois leurs 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 différents : Les Aphidiidae et les Aphelinidae.

Les parasitoïdes se différencient des prédateurs en présentant une phase libre : les stades œuf, larve et nymphe sont parasites tandis que l'adulte est libre. Il s'agit d'insectes appartenant à l'ordre des diptères dont les familles Bombylidae et Tachinidae, ainsi que des Hyménoptères (Ichneumonidae, Chalcidoidea, Serphoidea, Braconidae). Ils peuvent être

ectoparasites (à l'extérieur de leur hôte) ou endoparasites (à l'intérieur de leur hôte). Ils sont solitaires (un individu par hôte) ou grégaire (plusieurs individus par hôte) (Pintureau , 2006).

1.2.3.2.1- 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 hôtes, 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).

Les familles qui parasitent le puceron appartiennent au sous ordre des Apocrites : Ichneumonidae, Brachonidae et Aphelinidae. Ces hyménoptères pondent un œuf dans le corps du puceron, ce sont des endoparasitoïdes. La larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort. La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'écoule en y forant un trou (Reboulet, 1999). Ils sont inféodés à un ou quelques hôtes : 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.



Fig. 21- Une momie sur feuille de poivron (Originale , 2016)

1.2.3.2.2- Les diptères

Principalement les tachinaires qui sont des mouches parasitoïdes. Il existe de nombreuses espèces avec différents mode de ponte. Chez certains, les œufs sont déposé sur le feuillage et ingérés par l'hôte. 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 une hôte (chenille, par exemple) par leurs propres moyens (Vincent et Codere, 1992).

1.3- Les champignons entomopathogènes

D'après Deguine et Leclant (1997), ce sont essentiellement des champignons phycomycètes appartenant au groupe des entomophthorales, qui sont susceptibles de déclencher des épizooties spectaculaires.

De nombreuses espèces de champignons microscopiques peuvent engendrer des maladies, appelées mycoses. Ces champignons sont principalement du genre *Beauveria* et du genre *Entomophthora* (famille des entomophthorales). Ce dernier attaque notamment les pucerons. Leur impact dépend du climat et du milieu de culture.

À température adéquate ($> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) et d'humidité relative ($> 85\%$). Les entomophthorales peuvent créer une véritable épizootie (Reboulet, 1999). Le puceron est tué par une toxine qu'émet le champignon, Le mycélium envahit la cavité du puceron, qui devient alors une momie. Le champignon fructifie et contamine l'ensemble de la colonie par ses spores. Il y a sporulation et projection de conidies qui infectent d'autres individus. Dans ce cas, il est important que l'hygrométrie soit élevée (Riba et Silvy, 1989 ; Chaubert, 1992).

Selon Sauvion (1995), les entomophthorales sont utilisés comme de biopesticides potentiels pour la lutte contre les pucerons.

2- La lutte intégrée

L'OILB qui est l'organisation internationale de la lutte biologique a défini la lutte intégrée comme 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 (Harrewijn, 1989).

Introduction

La lutte contre les pucerons est plus facilement réalisée par l'application des produits insecticides de synthèse qui peuvent limiter les populations de pucerons à un seuil économiquement tolérable. Cependant ce moyen de lutte peut entraîner plusieurs effets néfastes tels que la réduction des ennemis naturels, l'apparition de souches résistantes chez les ravageurs et la présence de résidus toxiques dans ou sur les produits agricoles, ce qui provoque la dégradation de la santé humaines (Boualem et *al*, 2014).

Le mode agricole a été poussé à aménager la lutte chimique et donc réduire au minimum le nombre de traitements. Le développement significatif de la lutte biologique est actuellement le moyen de lutte le plus à préconiser (Boualem et *al*, 2014).

1- L'objectif du travail

Dans ce contexte, une étude comparative de l'efficacité de deux bio-insecticides sur des populations des Aphides (*Aphis gossypii*), et trois autres insectes qui sont les ennemis naturels des aphides (les coccinelles, les syrphes, les cécidomyies et les parasitoïdes).

La détermination de la sensibilité des ces ravageurs a été réalisée dans la ferme expérimentale et dans laboratoire de la protection des végétaux du département des sciences agronomiques de l'université de Mostaganem.

2- Site expérimental

Le site retenu pour notre étude est situé entre la commune de Mostaganem au nord, Mazargan à l'ouest, Hassi Mamèche au sud et Douar Djedid à l'est (Toudert, 1991). 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.



Fig. 22- Site d'expérimentation de Mazargan (Google Earth, 2016).

3- Caractéristiques du sol de la zone d'étude

Selon Toudert (1991), les caractéristiques du sol du site expérimental sont comme suit :

- 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 a été réalisée dans des cages sous serre, au niveau de la ferme expérimentale de l'Université de Mostaganem.

4- Matériels et méthodes

4.1- Matériel végétal

La variété utilisée est la variété « Magister ». c'est une variété hybride F₁, elle est très plastique à une valeur sure très cultivée à l'Ouest de l'Algérie avec un bon rendement, à récolte groupé en début, cultivée sous serre et en plein champs, le fruit est doux, extra long de 8 à 9 cm de largeur, de forme assez rectangulaire de couleur vert foncée avant maturité, puis rouge.



Fig. 23- Plant de poivron (Originale, 2016).

4.2- Matériel animal

4.2.1- Les Aphides

Longtemps considérés par nos agriculteurs comme des ravageurs de moindre importance, les pucerons sont actuellement placés au premier plan sur l'ensemble des cultures (Guenauoui et Ait Chaabane, 1991).

L'espèce aphidienne retenue pour notre étude sur la culture du poivron est *Aphis gossypii*. Ce choix a été fait en fonction de leur importance et dominance que leur fréquence sur la culture étudié.

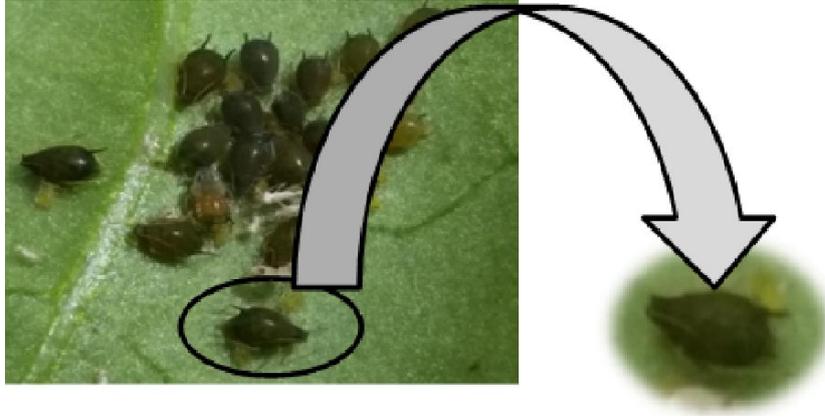


Fig. 24- Le puceron noir de poivron (*Aphis gossypii*) (Original, 2016)

4.2.2- Les ennemis naturels des aphides

4.2.2.1- 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.



Fig. 25- Une coccinelle adulte (Original, 2016).

4.2.2.2- Les syrphes

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.



Fig. 26- Une syrphe adulte (Originale, 2016).

4.2.2.3- Les cécidomyies

Les adultes chez ces espèces se nourrissent de pollen. Leur corps est fin. Ce sont de petites mouches de 2,5mm. La larve est efficace en été et à l'automne. Elles sont rouges et assez difficiles à voir. Son développement larvaire est de 3 à 6 jours.



Fig. 27- Une larve de cécidomyie (Original, 2016).

4.2.2.4- Les parasitoïdes

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

Les parasitoïdes se différencient des prédateurs en présentant une phase libre : les stades œuf, larve et nymphe sont parasites tandis que l'adulte est libre. Il s'agit d'insectes appartenant à l'ordre des diptères dont les familles Bombylidae et Tachinidae, ainsi que des Hyménoptères (Ichneumonoidae, Chalcidoïdae, Serphoïdae, Braconidae).

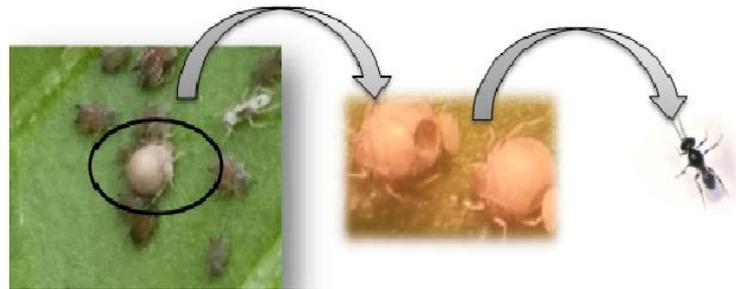


Fig. 28- Le développement d'un parasitoïde endoparasite du puceron (Original, 2016).

4.3- Les produits utilisés

Dans notre expérimentation nous avons utilisées deux produits bio-insecticides (Tracer et Sincocin) à base d'une bactérie.

4.3.1- Tracer

Ce produit contient une matière active nommée Spinosad, il est utilisé pour la lutte contre les infestations de la mineuse de la tomate, le Spinosad est la matière active du Tracer, c'est un bio-pesticide provenant de la fermentation de la bactérie actinomycète, *Saccharopolyspora spinosa*.

L'ingrédient actif est composé de deux variantes qui sont Spinosyne A et Spinosyne D (Thompson et *al*, 1997).

4.3.2- Sincocin

C'est un produit naturel à base d'acides gras (acide palmique, acide oléique, acide linoléique, nucléiques (ADN, ARN), il est conçu pour le contrôle biologique des plusieurs ravageurs des cultures et aussi contre les nématodes.

Le Sincocin, il agit généralement par contact et par ingestion sur les différents ordres d'insectes, il est considéré comme produit non toxique pour l'homme (le service technique d'Agricom, 2015).

4.4- Méthode d'étude

Deux concentrations de chaque sont produits sont apportées, le Tracer (60 ml/100L ; 30 ml/100L) et le Sincocin (5 ml/ 1L ; 2.5 ml/ 1L). La pulvérisation de chaque produit est apportée sur les insectes traitées (20 individus de pucerons, 05 individus de coccinelles, 05 individus de syrphes, 10 individus de cécidomyies, 03/05 individus de parasitoïdes).

L'unité expérimentale est constituée par une plante de poivron porteuse des individus de chacun de ces insectes mise dans une cage de verre bien fermée et aérée.

Enfin les deux traitements s'appliquent par une pulvérisation à main, l'application doit répéter trois fois pour chaque insecte et pour chaque dose de traitement, les expérimentations sont réalisées *in vivo*.



Fig. 29- Deux cages montrant la disposition des individus de chacun des insectes sur une plante de poivron (Original, 2016).

Le dénombrement du taux de mortalité s'est effectué sur plusieurs tranches d'horaires (24 heures, 48heures, 72heures) et de jours (4 jours, 5 jours, 6 jours et 7 jours).

Etude comparative de deux bio-insecticides *in vivo*

1- Effet de traitement Tracer

1.1- Contre le puceron (*Aphis gossypii*)

1.1.1- La dose autorisée (60 ml/hl)

Les résultats obtenus *in vitro* (Fig. 31) signifient une évolution du nombre des individus morts. Après 7 jours, nous enregistrons un nombre d'adultes morts allant de 2, 5, 9, 13, 17, 19 à 20 respectivement aux 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème} et le 7^{ème} jour. Cette progression de la mortalité continue pour donner son maximum après 7 jours pour atteindre un nombre de 20.

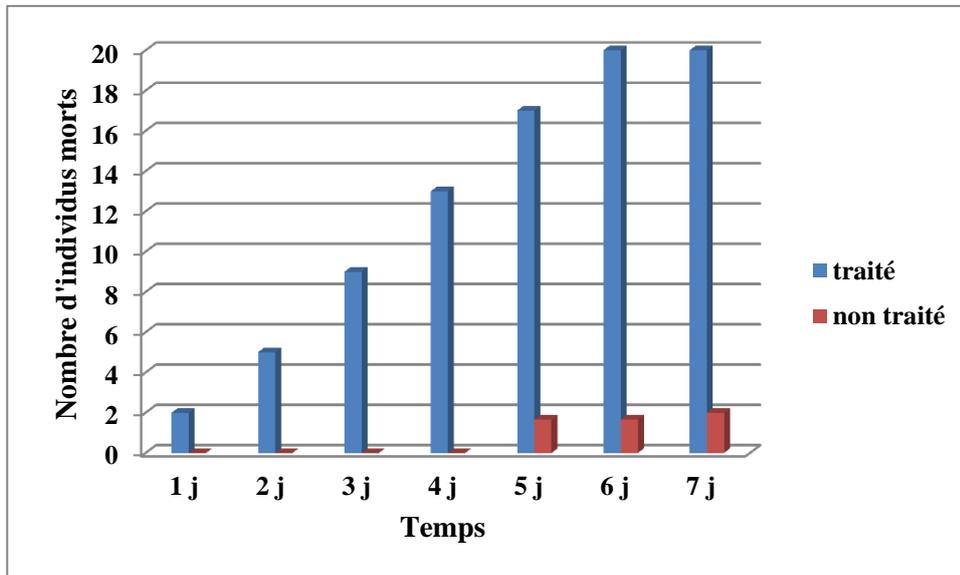


Fig. 31- Effet de Tracer (60 ml/hl) sur la mortalité d'*Aphis gossypii in vitro* en fonction du temps.

1.1.2- La moitié de la dose autorisée 30 ml/hl

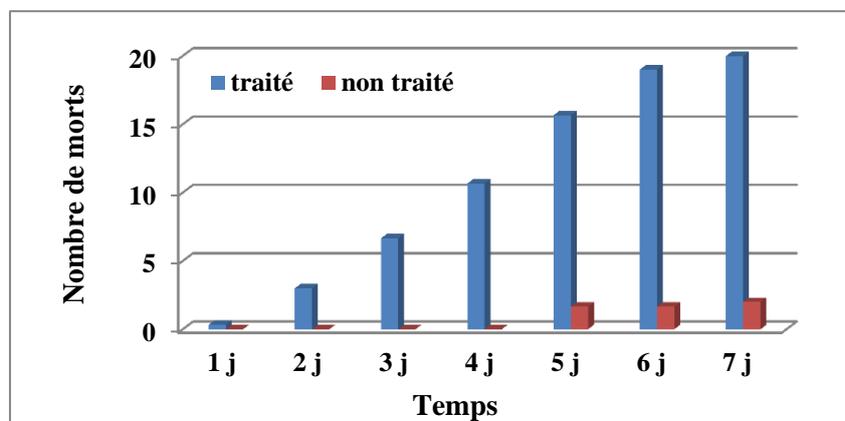


Fig. 32- Effet du Tracer (30 ml/hl) sur la mortalité d'*Aphis gossypii in vivo* en fonction du temps.

La figure 32 montre une évolution du nombre de mort avec le temps sous l'effet de la dose de 30 ml/hl. Après 7 jours de traitement, un chiffre de 20 morts est atteint.

Les observations montrent une nette différence entre les traités et les non traités, en effet, les traités commentent leur mort au 1^{er} jour avec 0.33 mort, par contre, les non traités commencent au 5^{ème} jour avec 1.66 mort, pour arriver à deux morts au 7^{ème} jours contre 20 morts pour les traités.

1.2- Contre les ennemis naturels du puceron

Les résultats obtenues expriment un effet du tracer sur les ennemis naturels du puceron (Fig. 33). Cet effet du tracer est présent mais avec deux doses différentes.

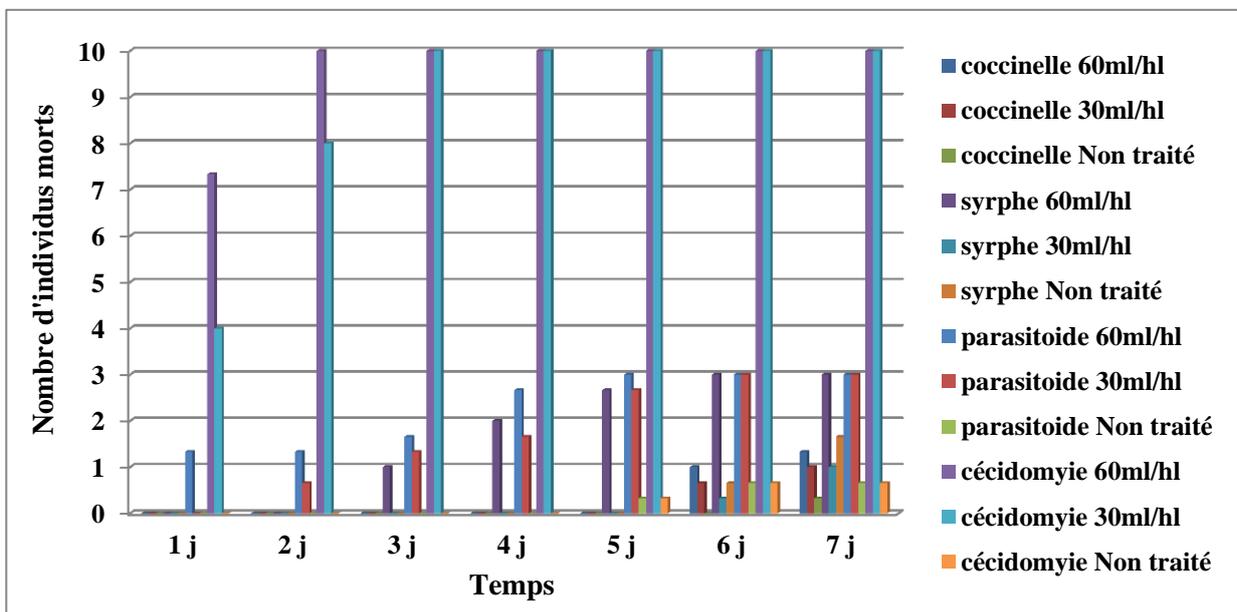


Fig. 33- Effet de Tracer sur la mortalité des (coccinelles ; Syrphes ; Parasitoïdes ; cécidomyies) *in vivo* en fonction du temps.

Ce produit affecte les coccinelles, les syrphes, les parasitoïdes et les cécidomyies, cependant, les coccinelles sont les moins sensibles à ces deux doses (60 et 30 ml/hl). L'effet du produit évolue avec le temps, où il atteint au 7^{ème} jour le nombre d'individus morts de 1.33 et 1 respectivement pour 60 et 30 ml/hl.

Par ailleurs, les observations indiquent que les coccinelles sont moins sensibles à ce produit, puis viennent en second position les syrphes. Ces derniers comptent 3 et 1 morts sur 7 jours respectivement sous l'effet de 60 et 30 ml/hl (Fig.33). Par contre, les parasitoïdes et les cécidomyies sont plus sensibles au Tracer, car au 7^{ème} jour de traitement, le taux de mortalité a atteint 3 sur 3 pour les parasitoïdes et 10 sur 10 pour les cécidomyies par rapport aux ennemis.

2- Effet de traitement Sincocin

2.1- Contre le puceron (*Aphis gossypii*)

2.1.1- La dose autorisée (5 %)

La figure 34 montre que le taux de mortalité sous l'effet de Sincocin à 5% évolue avec le temps. Après 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 jours de traitement, les individus morts atteignent respectivement 0, 0.66, 4.66, 8.33, 13.66, 19 et 20. Comparativement aux non traités, le taux de mortalité ne s'est manifesté qu'après le 6^{ème} jour.

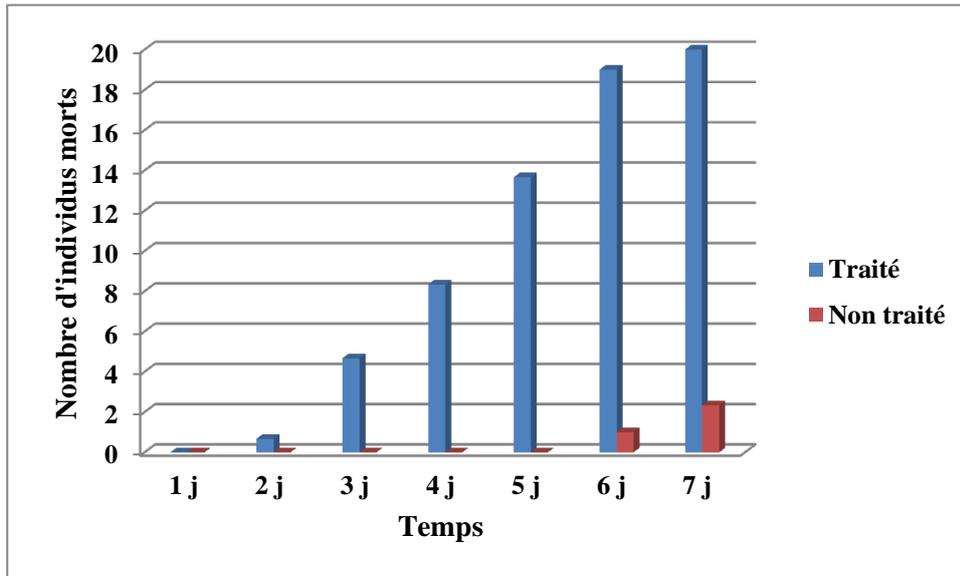


Fig. 34- Effet de Sincocin (5 %) sur l'*Aphis gossypii* en fonction du temps.

2.1.2- La moitié de la dose autorisée (2.5 %)

Sous l'effet de Sincocin, la moitié de la dose autorisée (2.5 %) donne une mortalité après 3 jours de traitement allant de 0, 0, 2, 5.66, 7, 15.33 et 19 successivement au 1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème} et au 7^{ème} jour.

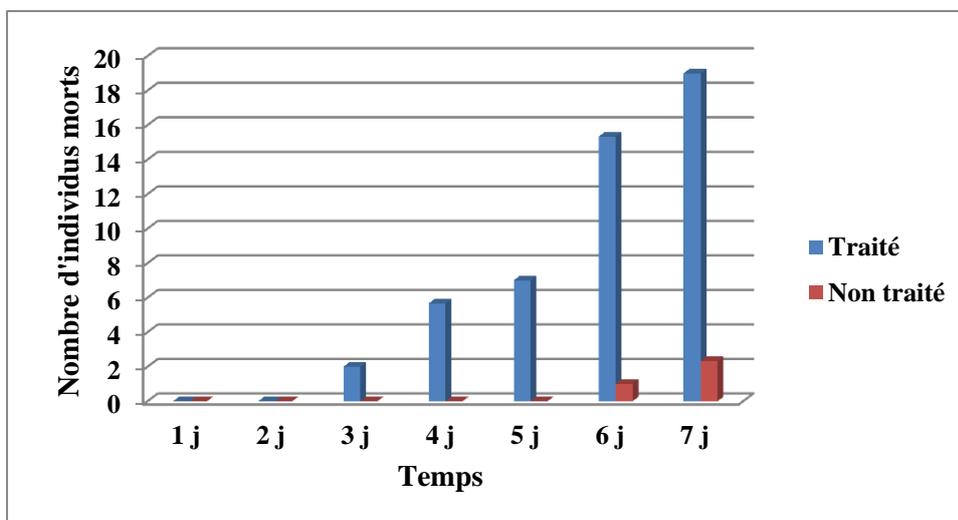


Fig. 35- Effet de Sincocin (2.5 %) sur l'*Aphis gossypii* en fonction du temps.

2.2- Contre les ennemis naturels du puceron

Les résultats obtenus expriment l'effet du Sincocin avec deux doses différentes (Fig. 35). Une forte influence est enregistrée sur les cécidomyies, nous observons une mortalité qui commence à partir du deuxième jour d'application, dans le sixième jour nous observons que la mortalité est de 100 % (10 individus sur 10) ; puis viennent les parasitoïdes, la mortalité commence au quatrième jour d'application, et dans le septième jour une mortalité totale (5/5 individus).

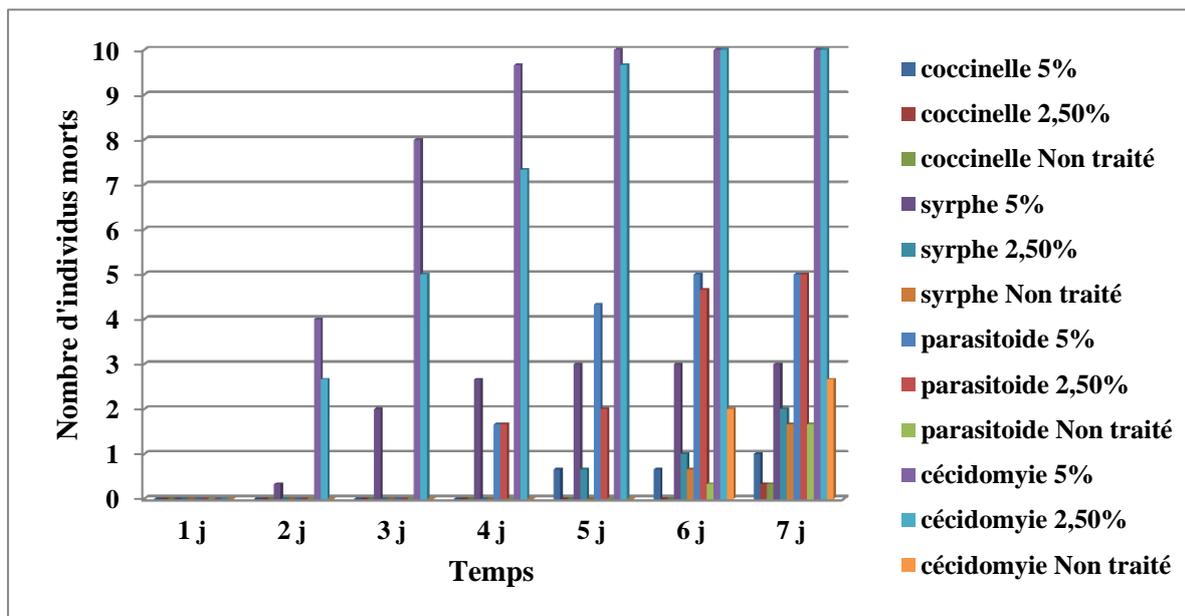


Fig. 36- Effet de Sincocin sur la mortalité des (coccinelles ; Syrphes ; Parasitoïdes ; cécidomyies) *in vivo* en fonction du temps.

L'effet le moins faible est sur les coccinelles, jusqu'au septième jour une faible mortalité de 5% (Fig. 35).

Les syrphes sont sensibles pour la dose autorisé (5 %) de ce produit, nous avons enregistré une mortalité totale appartenne du cinquième jour d'application, mais une faible influence pour la dose (2.5 %), on a observé jusqu'à le jour 7 une mortalité de (2/5 individus).

3- La comparaison entre les deux produits bio-insecticides

Les résultats obtenues en figures 33 et 34 expriment une efficacité des deux produits testés, cependant, cette efficacité est sensiblement supérieure du Tracer. Puisque, celui-ci exprime un nombre d'individus morts à partir du premier jour, par rapport au Sincocin qui enregistre une mortalité à partir du deuxième et troisième jour.

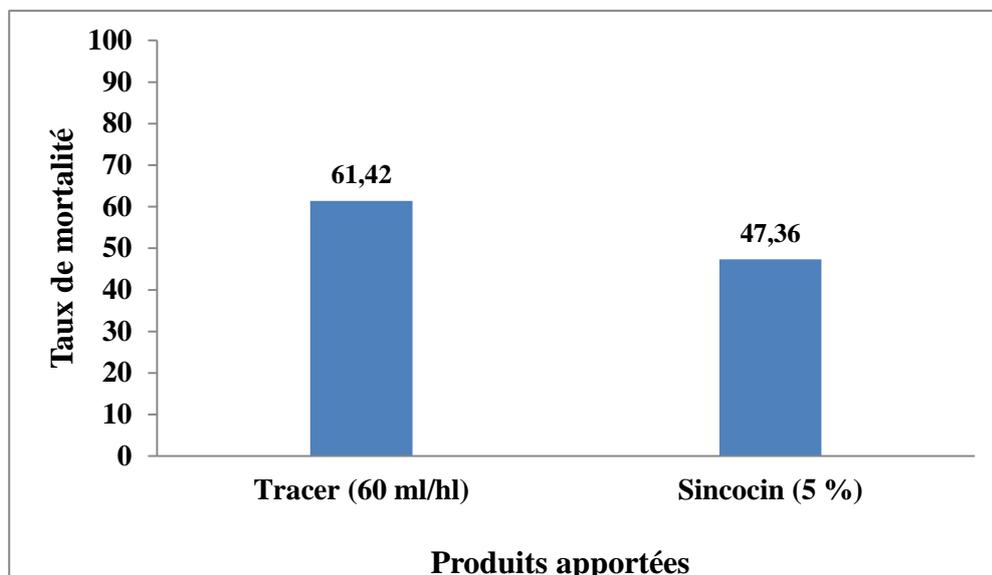


Fig. 37- Effet comparatif entre les deux bio-insecticides sur le taux de mortalité d'*Aphis gossypii* (la dose autorisé).

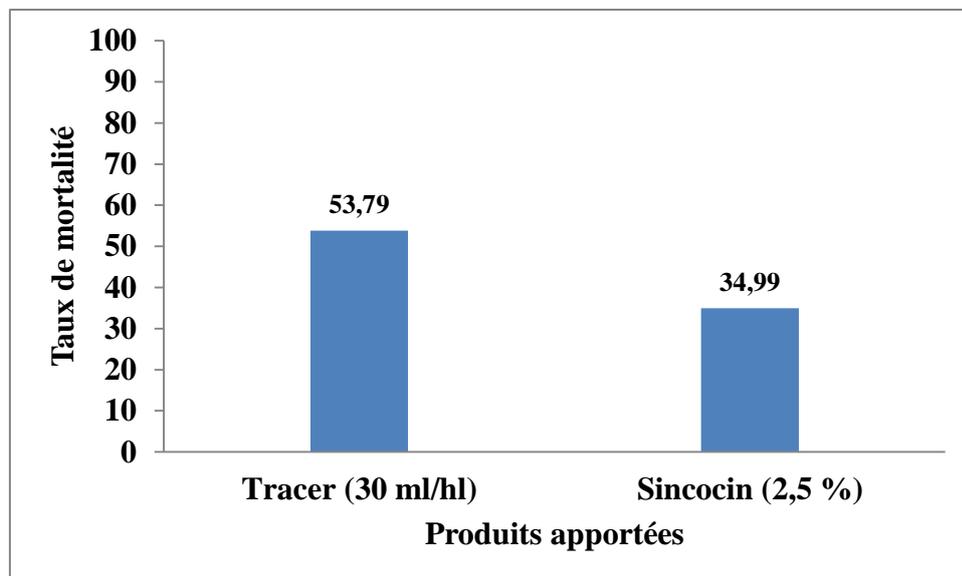


Fig. 38- Effet comparatif entre les deux bio-insecticides sur le taux de mortalité d'*Aphis gossypii* (la moitié de la dose autorisé).

L'évaluation du taux de mortalité de chaque espèce sous l'effet de chaque bio-insecticide donne 61.42 % pour le Tracer et 47.36 % pour le Sincocin sous l'effet de la dose autorisée (Fig.37). En revanche, sous l'effet de moins de 50% de la dose autorisée (Fig.38), le taux de mortalité diminue pour enregistrer 53.79 et 34.99% respectivement sous l'effet de chaque bio-insecticide le Tracer et le Sincocin.

4- Discussion

La lutte intégrée est une stratégie de gestion à long terme des bio-insecticides qui minimise les risques pour les populations, l'écosystème et l'environnement. Dans ce concept, nous avons testés deux bio-insecticides (Tracer et Sincocin) sur la culture de poivron sous serre pour évaluer l'efficacité à quel stade larvaire et à quelle dose doit être appliqué (Deravel *et al*, 2014). En fonction du seuil de leur efficacité, les bio-insecticides testés peuvent être soit tolérés, soit améliorés.

Nos bio-insecticides apportés sont efficaces, ces observations sont confirmées par Moulton *et al*, (2000). L'utilisation de bio-insecticides évite d'avoir à traiter tous les plants, car, grâce à l'effet de halo, les plants auxquels on a traité protègent indirectement les plants non traités qui sont à proximité. Cependant, l'efficacité est présente dès les premiers jours pour Tracer, cependant, le Sincocin n'est efficace qu'après 4 jours de traitement. L'efficacité des bio-insecticides est évaluée selon la réussite de répression des parasites. Donc, s'ils sont bien contrôlés, ils sont efficaces. Les bio-insecticides sont sans danger pour l'environnement. Ils sont faciles à utiliser, puisqu'ils ne nécessitent qu'un pulvérisateur conventionnel.

Les bio-insecticides appliqués montrent une meilleure efficacité contre les adultes des pucerons, en plus, ils ont causés plus de morts sous la dose autorisée que sa moitié. Donc, la dose appliquée a son importance sur l'accoutumance de l'insecte, il reste le problème des bio-insecticides et leur apport répété pour leur efficacité.

Au regard de nos essais, la mortalité des individus est souvent due à une intoxication par alimentation. Les processus d'intoxications sont certainement les mêmes chez les individus des pucerons du poivron traités soit avec le Tracer ou le Sincocin. Cependant, plusieurs applications sont souvent nécessaires, car les insectes peuvent se cacher. Leur application doit se faire dans des «conditions climatiques idéales», c'est-à-dire en l'absence de pluie, pour éviter le lessivage, et de vent, cette fois pour éviter la dérive et la dispersion dans l'air (Khelifi *et al*, 2001). Toutefois, les bio-insecticides n'éliminent pas complètement les ravageurs, et une utilisation répétitive peut amener une résistance chez les insectes à contrôler.

Nous sommes d'accord avec le remplacement à court terme des produits chimiques utilisés dans les insecticides par des micro-organismes. Cependant, ils pourraient s'avérer inefficaces à long terme à cause de la résistance engendrée par une sur utilisation.

Conclusion

Les pucerons sont plus que jamais des ravageurs préoccupants sur de nombreuses cultures. Ils effectuent aussi bien les cultures maraichères que les grandes cultures, les vergers ou les cultures florales.

La méconnaissance des agriculteurs, les a poussés vers une utilisation abusive et non raisonnée d'une multitude de traitement chimique, considérés comme néfastes pour l'environnement et la santé humaine. Pour cela, la lutte biologique reste le moyen le plus adéquat dans la régulation de ces ennemis des cultures, de par son respect à l'écosystème et son efficacité à long terme dans l'équilibre naturel.

Au terme de ce travail, les deux bio-insecticides testés, se sont révélés de bons agents de contrôle des populations d'*Aphis gossypii*. De même, une sensibilité des ennemis naturels, la sensibilité aux Tracer et Sincocin est vue avec le temps. Cependant, le taux de mortalité a augmenté avec le temps, aussi, la sensibilité pour les parasitoïdes et les cécidomyies, cependant, cette sensibilité s'affaiblie pour les coccinelles et les syrphes.

Les essais *in vivo* du Tracer et du Sincocin ont été très efficaces, puisque, les adultes d'*Aphis gossypii* ont été éradiqués. Enfin, ces deux bio-insecticides (le Tracer et le Sincocin) sont des atouts aussi importants que précieux pour son utilisation dans des situations écologiques fragiles. De surcroît, sa bonne efficacité aux faibles concentrations sur les différents stades évolutifs en fait des alternatifs de choix pour lutter contre le puceron *Aphis gossypii*.

Nous préconisons pour une lutte efficace, la lutte biologique, l'utilisation du Sincocin et Tracer surtout contre les adultes des populations des Aphides. Afin, d'éviter la lutte chimique et diminuer les menaces écologiques et de préserver l'environnement.

Il est d'ailleurs recommandé d'utiliser les bio-insecticides en complément à d'autres stratégies de lutte contre les parasites qui s'en prennent aux cultures, puisque que, comme le rappelle certains spécialistes, les bio-insecticides ne font pas office de «remède miracle». On peut néanmoins s'en servir pour prévenir les effets ravageurs des parasites tôt dans l'infection lorsqu'ils ne sont pas encore en grand nombre.

Finalement, nous pouvons conclure que l'impact des bio-pesticides sur la faune auxiliaire est négatif selon les résultats obtenus, malgré que ses produits du point de vue commercial ne sont pas nocifs pour les ennemis naturels, ceci nous pousse à réfléchir une autre fois sur les effets secondaire de ces produits sur la faune auxiliaire et de chercher d'autres alternatives plus biologique et naturelle.

Annexes

Annexes

Annexe 01 : L'effet de Tracer (sur les pucerons)

		Les jours						
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
<u>60ml/hl</u>	R₁	2	5	9	14	18	20	20
	R₂	1	4	9	13	17	20	20
	R₃	3	6	8	12	16	20	20
<u>30ml/hl</u>	R₁	0	2	7	11	15	18	20
	R₂	1	4	6	10	16	20	20
	R₃	0	3	7	10	16	19	20
<u>Témoin</u>	R₁	0	0	0	0	1	1	1
	R₂	0	0	0	0	2	2	3
	R₃	0	0	0	0	2	2	2

Annexe 02 : L'effet de Tracer (sur les coccinelles)

		Les jours						
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
<u>60ml/hl</u>	R₁	0	0	0	0	0	1	1
	R₂	0	0	0	0	0	1	2
	R₃	0	0	0	0	0	1	1
<u>30ml/hl</u>	R₁	0	0	0	0	0	1	1
	R₂	0	0	0	0	0	0	0
	R₃	0	0	0	0	0	1	2
<u>Témoin</u>	R₁	0	0	0	0	0	0	0
	R₂	0	0	0	0	0	0	1
	R₃	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 03 : L'effet de Tracer (sur les syrphes)

		Les jours						
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
<u>60ml/hl</u>	R₁	0	0	1	2	3	3	3
	R₂	0	0	0	2	2	3	3
	R₃	0	0	2	2	3	3	3
<u>30ml/hl</u>	R₁	0	0	0	0	0	1	2
	R₂	0	0	0	0	0	0	0
	R₃	0	0	0	0	0	0	1
<u>Témoin</u>	R₁	0	0	0	0	0	1	1
	R₂	0	0	0	0	0	0	2
	R₃	0	0	0	0	0	1	2

Annexes

Annexe 04 : L'effet de Tracer (sur les parasitoïdes)

		Les jours						
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
60ml/hl	R₁	1	1	2	3	3	3	3
	R₂	2	2	2	3	3	3	3
	R₃	1	1	1	2	3	3	3
30ml/hl	R₁	0	1	2	2	3	3	3
	R₂	0	1	1	2	3	3	3
	R₃	0	0	1	1	2	3	3
Témoin	R₁	0	0	0	0	0	1	1
	R₂	0	0	0	0	0	0	0
	R₃	0	0	0	0	1	1	1

Annexe 05 : L'effet de Tracer (sur les cécidomyies)

		Les jours						
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
60ml/hl	R₁	8	10	10	10	10	10	10
	R₂	7	10	10	10	10	10	10
	R₃	7	10	10	10	10	10	10
30ml/hl	R₁	4	9	10	10	10	10	10
	R₂	3	8	10	10	10	10	10
	R₃	5	7	10	10	10	10	10
Témoin	R₁	0	0	0	0	1	2	2
	R₂	0	0	0	0	2	2	2
	R₃	0	0	0	0	1	1	2

Annexe 06 : L'effet de Sincocin (sur les pucerons)

		Les jours						
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
5 %	R₁	0	0	5	9	14	19	20
	R₂	0	0	4	8	15	20	20
	R₃	0	2	5	8	12	18	20
2.5%	R₁	0	0	2	4	10	15	19
	R₂	0	0	1	6	10	15	18
	R₃	0	0	3	7	11	16	20
Témoin	R₁	0	0	0	0	0	2	3
	R₂	0	0	0	0	0	1	2
	R₃	0	0	0	0	0	0	2

Annexes

Annexe 07 : L'effet de Sincocin (sur les coccinelles)

		Les jours						
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
5 %	R₁	0	0	0	0	1	1	1
	R₂	0	0	0	0	0	0	1
	R₃	0	0	0	0	1	1	1
2.5%	R₁	0	0	0	0	0	0	0
	R₂	0	0	0	0	0	0	1
	R₃	0	0	0	0	0	0	0
Témoin	R₁	0	0	0	0	0	0	0
	R₂	0	0	0	0	0	0	1
	R₃	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 08 : L'effet de Sincocin (sur les syrphes)

		Les jours						
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
5 %	R₁	0	0	2	2	3	3	3
	R₂	0	0	0	2	2	3	3
	R₃	0	0	2	2	3	3	3
2.5%	R₁	0	0	0	0	2	2	2
	R₂	0	0	0	0	0	1	2
	R₃	0	0	0	0	0	0	2
Témoin	R₁	0	0	0	0	0	1	1
	R₂	0	0	0	0	0	0	2
	R₃	0	0	0	0	0	1	2

Annexe 09 : L'effet de Sincocin (sur les parasitoïdes)

		Les jours						
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
5 %	R₁	0	0	0	1	3	5	5
	R₂	0	0	0	2	5	5	5
	R₃	0	0	0	2	5	5	5
2.5%	R₁	0	0	0	1	2	4	5
	R₂	0	0	0	2	4	5	5
	R₃	0	0	0	2	4	5	5
Témoin	R₁	0	0	0	0	0	1	2
	R₂	0	0	0	0	0	0	1
	R₃	0	0	0	0	0	0	2

Annexes

Annexe 10 : L'effet de Sincocin (sur les cécidomyies)

		Les jours						
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
5 %	R₁	0	3	6	9	10	10	10
	R₂	0	4	8	10	10	10	10
	R₃	0	5	10	10	10	10	10
2.5%	R₁	0	2	4	6	9	10	10
	R₂	0	4	7	9	10	10	10
	R₃	0	2	4	7	10	10	10
Témoin	R₁	0	0	0	0	0	2	2
	R₂	0	0	0	0	0	1	2
	R₃	0	0	0	0	0	0	2

Annexe 11 : Taux de mortalité d'*A. gossypii* sous l'effet de Tracer

	Les jours						
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
60ml/hl	2	5	9	13	17	20	20
30ml/hl	0.33	3	6.66	10.33	15.66	19	20
Témoin	0	0	0	0	1.66	1.66	2

Annexe 12 : Taux de mortalité des coccinelles sous l'effet de Tracer

	Les jours						
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
60ml/hl	0	0	0	0	0	1	1.33
30ml/hl	0	0	0	0	0	0.66	1
Témoin	0	0	0	0	0	0	0.33

Annexe 13 : Taux de mortalité des syrphes sous l'effet de Tracer

	Les jours						
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
60ml/hl	0	0	1	2	2.66	3	3
30ml/hl	0	0	0	0	0	0.33	1
Témoin	0	0	0	0	0.33	0.66	0.66

Annexe 14 : Taux de mortalité des parasitoïdes sous l'effet de Tracer

	Les jours						
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
60ml/hl	1.33	1.33	1.66	2.66	3	3	3
30ml/hl	0	0.66	1.33	1.66	2.66	3	3
Témoin	0	0	0	0	0.33	0.66	0.66

Annexes

Annexe 15 : Taux de mortalité des cécidomyies sous l'effet de Tracer

	Les jours						
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
60ml/hl	7.33	10	10	10	10	10	10
30ml/hl	4	8	10	10	10	10	10
Témoin	0	0	0	0	0.33	0.66	0.66

Annexe 16 : Taux de mortalité d'*A. gossypii* sous l'effet de Sincocin

	Les jours						
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
5%	0	0.66	4.66	8.33	13.66	19	20
2.5%	0	0	2	5.66	7	15.33	19
Témoin	0	0	0	0	0	1	2.33

Annexe 17 : Taux de mortalité des coccinelles sous l'effet de Sincocin

	Les jours						
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
5%	0	0	0	0	0.66	0.66	1
2.5%	0	0	0	0	0	0	0.33
Témoin	0	0	0	0	0	0	0.33

Annexe 18 : Taux de mortalité des syrphes sous l'effet de Sincocin

	Les jours						
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
5%	0	0.33	2	2.66	3	3	3
2.5%	0	0	0	0	0.66	1	2
Témoin	0	0	0	0	0	0.33	1.66

Annexe 19 : Taux de mortalité des parasitoïdes sous l'effet de Sincocin

	Les jours						
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
5%	0	0	0	1.66	4.33	5	5
2.5%	0	0	0	1.66	2	4.66	5
Témoin	0	0	0	0	0	0.33	1.66

Annexes

Annexe 20 : Taux de mortalité des cécidomyies sous l'effet de Sincocin

	Les jours						
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}
5%	0	4	8	9.66	10	10	10
2.5%	0	2.66	5	7.33	9.66	10	10
Témoin	0	0	0	0	0	2	2.66

Annexe 21 : Tableau comparative entre les taux de mortalité des deux bio-insecticides

Tracer	60 ml/hl	61,42
	30 ml/hl	53,79
Sincocin	5 %	47,36
	2,5 %	34,99

Références bibliographiques

Références bibliographiques

ACTA, 1999. Guide pratique de défense des cultures, Recueil des effets non intentionnels des produits phytosanitaires, 576,221p.

Anonyme, 2002. Livre (le poivron). Centre Technique Interprofessionnelle des fruits et légumes; <https://www.facebook.com/agrono.bio>; Calligraphy Print, Rennes 1500 exemplaires, Octobre 2002.

Anonyme, 2015. Un article de Wikipédia ; les cultures des tomates, aubergines, poivrons, résumé de la conférence de m. ferrière.

Aroune M E F, 1985. Les aphides et leur ennemis naturelles en vergers d'agrumes de la Mitidja. Mémoire de Magister en agronomie, Institut Nationale Agronomique, El-Harrach. Alger, 125p.

Asawalam E F, Emeasor K C, Okezie J C, 2007. Control of pests of some *Capsicum annum* Species (pepper) cultuvars using soil amendment in Umudike-Nigeria. EJEAFCH 6 (4): 1975-1979.

Bailey A , Hanhong B , Daniel P , Hyoun S B , Mary D , Park S , Choong M , Rachel L , 2006. Endophytic *Trichoderma* Isolates from Tropical Environments Delay Disease Onset and Induce Resistance against *Phytophthora capsici* in Hot Pepper Using Multiple Mechanisms 16p.

Bale J S, Straathdee A T & Strathdee F C, 1994. Effects of low temperature on the arctic aphid *Acyrtosiphon brevicornis*. Funct .Ecol; 1994, Vol. 08, 621-626p.

Bayries et Marchou ; 1976. Les maladies du poivron et du piment 75p.

Bélaïr G, 2003. Essai de contrôle des nématodes par l'utilisation des miellats perlé comme engrais vert, Agri-Vision.2002-2003.

Benabdelkader M et Guechi A, 2003. Evaluation de la résistance du poivron doux (*Capsicum annum*) vis-à-vis de *Phytophthora capsici*. Eight Arab Congress of plant protection, 12-16 Octobre 2003, Libya.

Benoit R, 2006. Biodiversité et lutte biologique - Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Certificat d'Etude Supérieures en Agriculture Biologique. ENITA C, 10: 1-25.

Biobest, 2000. <File://A:/Biobest> Biological systèmes.htm.

Black L, Sylvia K, Green Glen L, Hartman and Jean M, 1993. Maladies des poivrons, un guide pratique .departement of plant pathology and crop physiology Louisiana agricultural expérimenté Station Louisiana State University Agricultural Center Bâton Rouge LA 70803

Références bibliographiques

USA. Centre Asiatique de recherche de développement de légumes ; Centre technique de coopération agricole et rurale ACP-CEE.P 14 ; 18 ; 24 ; 30 ; 32 ; 50 ; 64 ; 84 ; 88.

Black L, Sylvia K, Green L, Hartman M, 1993. Maladies du poivron, Un guide pratique. Department of plant pathology and crop physiology Louisiana agricultural Experiment Station Louisiana State University Agricultural Centre Baton Rouge LA 70803 USA. Centre Asiatique de recherche et de développement de légumes ; centre technique de coopération agricole en rurale ACP-CEE.14, 18, 24, 30, 32, 50, 64, 84,88p.

Blackman R L & Eastop V F, 2007. Aphids as crop pests. www.cabi.org.

Blancard D, 1988. *Maladies de la tomate : Observer, Identifier, Lutter*, I.N.R.A Eds .Paris, 105p.

Bonnemaison L, 1962. *Les ennemis animaux des plantes cultivées*. Ed. S.E.P; Paris, 668p.

Bosch R and Messenger P S, 1973. Biological control. Intext. New York. 180p.

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.

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: 525-531.

Bugg L, 2008. Flowers flies (syrphidae), and other biological control agent of Aphids in vegetable crops. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources 8285 May 2008.

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

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.

Références bibliographiques

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.

Cloutier et Cloutier C, 1992. Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures In « lutte biologique » pp 62 : 649 p.

Csizinsky A A ,Schutster D J ,Jones J B ,Van Lenteren J C ,2005 . Tomatoes: Edited by Ep. Heuvelink. Corp Production Science in Horticulture (13): CABI Publishing is a division of CAB International. 235p.

CTFL, 2002. Edition Centre Technique des Fruits et Légumes ; www.ctifl.fr (Octobre 2002), (<http://www.facebook.com/agrono-bio>); Annonceurs (Bioline, Clause-Tézier et Syngenta seeds).

Dajoz R ,1980 . Ecologie des insectes forestiers. (Ecologie fondamentale et appliquée) Ed. Gautier, Paris, 489 p.

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. pp9-20.

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.

Delirme, 1996. Résistance aux insecticides chez les pucerons .PHM Revue Horticole, 369, 29-34p.

Deravel, J., Krier, F., & Jacques, P. (2014). Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique)/Biopesticides, a complementary and alternative approach to the use of agrochemicals. A review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 18(2), 220.

Devonshire A L, 1989. The évolution of insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae*. *Philos Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 1989. 353: 1677-84.

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.

Dimsey R, Bainsdale N, Ellinbank F, 2008. Capsicum (peppers) and Chillies. Agriculture notes. State of Victoria, Department of primary industries, 3p.

DSA, 2015. Données statistiques de la direction des services agricoles de Mostaganem.

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

Références bibliographiques

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

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.

El-Oumairini A, 2000. Entomofauna of pepper plants and the effect of plants and the effect of plant variety on biology and morphology of aphids. 27p.

FAO, 2015. Foods and Agricultural Organisation, Statistique agricole.

Fralval A, 2006. Les pucerons – 2^{ème} partie, Insectes N° 142, Office pour les insectes et leur environnement, France, 3^{ème} trimestre 2006 : 27-30, site web : www.inra.fr/opieinsectes/pdf/i142fraval3.pdf.

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

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, 2016. <http://www.google.fr/intl/fr/earth/index.html>. Date de consultation le 10/05/2016.

Guenaoui Y & Ait Chaabane A, 1991. Les pucerons des cultures sous abris un sérieux problème en Algérie. Alassio Italy 29 SEP-02 Octobre 1991(working group integrated controlin protected crops under mediterranean climat), WPRS bulletin 1991/XI/ V.S .Etude comparée des facteurs du potentiel biotique de *Myzus persicae* Sulzer (Hom : Aphididae) deux pucerons des cultures sous abris .Mise en évidence de l'efficacité parasitaire d'*Aphidius matricariae* Haliday (Hym : Aphididae) sur *Muzus persicae* Sulzer (Hom : Aphididae). Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie .INFSA de Mostaganem 59p.

Guenaoui Y, 1988. La lutte intégré 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, Rennes1p.

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.

Références bibliographiques

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°, 396: 395-398.

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.

Hebrard E, Froissart R, Louis C & Blanc S, 1999. Les modes de transmission des virus phytopathogènes par vecteurs. *Virologie* 3: 35-48.

Howard R, Allan G, Lloyd W, 1994. Diseases and Pests of Vegetable Crops in Canada. Société canadienne de phytopathologie et Société entomologique du Canada, 534p.

Hullé M A, 1999. Les pucerons des plantes maraichères : *cycle biologique et activité de vol.*

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.

Iperti G, 1983. Ecobiologie des coccinelles aphidiphages: les migrations. Impacts de la structure des paysages agricoles sur la protection des cultures, Poznan, les colloques de l'INRA, N°36, Paris : 100-107.

Ishikawa A, Hongo S, Miura T, 2008. Morphological and Histological examination of polyphonic wing formation in the pea Aphids *Acyrtosiphon pisum* (Memiptera: Hexapoda). *Zoomorphology*, 2008, 127: 121-133p.

Johnson B, 1958. Embryonic cuticle in Aphids. *Aust J Sci*, 1958, 21: 146.

Johnson B, Birks P R, 1960. Studies on wing polymorphism in Aphids. 1. The developmental process involved in the production of the different forms *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1960, 3, 327-339p.

Jourdeuil P, Missonnier J, 1964. Remarques sur quelques phénomènes de régulation du cycle saisonnier des insectes . Extrait de la revue générale des sciences 71, 25-37, 1964, 9p.

Khelifi, M., Laguë, C., & Laçasse, B. (2001). Lutte pneumatique contre les insectes en phytoprotection. *La lutte physique en phytoprotection*

Klass C S R, 2009. Extension Associate; Department of Entomology, Cornell University.

Kohler F et Pellegrine F, 1992. Pathologie des végétaux cultivés. Edition de l'ORSTOM ; ISBN 2-7099-1113-2,22p.

Références bibliographiques

Kos K, Tomanović Z, Petrović-Obradović O, Laznik Z, Matej Vidrih M, & Trdan S, 2008. Aphids (Aphididae) and their parasitoids in selected vegetable ecosystems in Slovenia, 91-1:16.

Labrie G, 2010. Synthèse de la littérature scientifique sur le puceron du soya, *Aphis glycines* Matsumura. *Centre De Recherche Sur Les Grains Inc. (CÉROM)*, Québec.

Lacroix J, 1912. Contribution à l'étude des Névroptères de France (première liste). La feuille des jeunes naturalistes, 5ème série, 42ème année, N°496.

Lambert (2005)

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. 3^{ème} 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.

Leclant F, 1981. Les aphides et la lutte intégrée en vergers, B.T.I.M.S.ARBO.N°249: 260-274p.

Lees A D, 1966. The control of polymorphism in aphids. In Beatment J.M.L; Trhen J.E. and wiggles worth. V.B. Editors advances in insect physiology N° 3; 37-55pp.

Leete G, Picanço M, Zanutto J, Gusmao M R, 2007. Factors affecting colonization and abundance of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) on okra plantations .Cienc. Agrotec. Lavars, V. 31, n .2, p.337- 343.

Maisonhaute J E, 2009. Quand le paysage influence les ennemis naturels. Bulletin de la Société d'entomologie du Québec., Vol. 16, n° 2: 3-5.

Messiean C M et Lafon R, 1991. Les maladies des plantes maraichères 2^{ème} édition. Institut Nationale de la Recherche Agronomique. Marcel Bon 70-Vesoul. Edit. INRA : 89-117p.

Messiean C M, Blancard D, Rouxel F, Lafon R, 1991. Les maladies des plantes maraichères. Ed. INRA, Paris, 552p.

Missonier C, 1976. Les maladies des plantes maraichères. Ed. INRA, Paris, France, 552p.

Moadeli T, Hejazi M J, Golmohammadi GH, 2014. Lethal Effects of Pyriproxyfen, Spinosad, and Indoxacarb and Sublethal Effects of Pyriproxyfen on the 1st Instars Larvae of Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in the Laboratory: J. Agr. Sci. Tech. (2014) Vol. 16: 1217-1227.

Références bibliographiques

Moulton J H, Pepper D A et Dennehy T J, 2000. Beet Armyworm (*Spodoptera exigua*) Resistance to Spinosad. *Pest Manag. Sci.*, 56: 842-848.

Naika S , Joude J V L , Goffou M , Hilimi M , Van Dam B , Florigin A ,2005 . La culture de la tomate. Production, transformation et commercialisation, Publier par Agromisa.Foudation, 104p.

Ortiz-Rivas B & Martínez-Torres D, 2010. *Combination of molecular data support the existence of three main lineages in the phylogeny of aphids (Hemiptera: Aphididae) and the basal position of the subfamily Lachninae.* *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55: 305-317.

Palloix A, 1995. Histoire du piment, de la plante sauvage aux variétés modernes. PHM-Revue Horticoles, décembre 1995 N° 365-366,41-43p.

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

Poulos J M, 1987. Pepper breeding. In: *Breeding of Solanaceous and cole crops: A compilation of lecture materials of training course held in Bari, Joydebpur, and Gazipur, Bangladesh 29 September – 3 October 1991.* AVRDC, Taipei. 85-121pp.

Qubbaj T , Reineke A & Zebitz C P W, 2004. Molecular interactions between rosy apple aphids, *Dysaphis plantaginea*, and resistant and susceptible cultivars of its primary host *Malus domestica*. *University of Hohenheim, Institute of Phytomedicine, Germany.*p145: 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.

Remaudiere G & Remaudiere M, 1997. *Catalogue des Aphidae du monde of the word's Aphididae, Homoptera, Aphidoidea.* Techn. Et prati ; Ed. I.N.R.A.

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

Ristori P, 1988. La piralide de la peperone. *Culture protette* (8), 112-113.

Références bibliographiques

Robert Y & Joelle P J, 1976. Activité saisonnier 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 role de la temperature au moment de la transmission de l'enroulement par *Aulacorthum solani* Kltb, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas et *Myzus prsicae* Sulzer. *Potato Research*, vol. 14: 154-157.

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, 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) 152-158p.

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.

Ryckewaert P, & Fabre F, 2001. Lutte integree contre les ravageurs des cultures maraicheres a la reunion. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. Ed CIRAD, Saint Pierre, La Réunion.

Saharaoui L, Gourreau I M, 2000. Les coccinelles d'Algerie : inventaire et régimealimentaire (*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.*

Sauvion N, 1995. Effets et modes d'actions de deux lectines à mannose sur le puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum* (Arris). Potentiel d'utilisation des lectines végétales dans une stratégie de création de plantes transgéniques résistantes aux pucerons. Thèse pour obtenir le grade de docteur en analyse et modélisation des systèmes biologiques. Institut National des sciences Appliquées de Lyon : 3-19p.

Sauvion N, 1995. Effet et modes d'action de deux lectines à mannose sur le puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum* (Harris). Potentiel d'utilisation des lectines végétales dans une stratégie de création de plantes transgéniques résistantes aux pucerons. Thèse pour obtenir le grade de docteur en Analyse et Modélisation des systèmes biologiques. Institut National des sciences Appliquées de Lyon : 3-19.

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

Références bibliographiques

Simon H, 1994. Agriculture d'aujourd'hui science technique en application. la protection des cultures, Lavoisier Londres Tec et Doc .New York. 21-22p.

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.

Soucy J B, 2010. Les pucerons: stratégies de contrôle. 22 p.

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.

Tauber M J, Tauber C A, Daane K M, Hagen K S, 2000. Commercialization of predators : Recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). *Am. Entomol.* (46) : 26-38.

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.

Tsuji H, Kawada K, 1987. Development and degeneration of wing dubs and indirect flight muscles in the pea aphid (*Acyrtosiphonpisum* (Harris)). *JpnJ. Appl Entomol Zool*, 1987, 31: 247-252p.

Valdez V, 1994. Cultuvode Aji, Edition : Centro de Information de FDA. 17p.

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

Van Lenteren J C, Bale J, Bigler F, Hokkanen H et Loomans A J M, 2006 . Assesing risks of realising exotic biological control agents of arthropod pests. *Ann. Rev. Entomol.* 51: 609-634p.

Van Lenteren J C, 2006. Biological and Integrated Pest control in Greenhouses. *Ann. Rev. Entomol.* 33: 239-269p.

Verheij E et Waaijenberg H, 2008. Le jardin potager dans les zones tropicales. 67 p.

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

Wang Y, Ma L, Wang J, Ren X & Zhu W, 2000. A study on system optimum control to diseases and insect pests of summer soybean. *Acta Ecologica Sinica* 20: 502-509.

Références bibliographiques

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, Larson K D, 2007. Strawberry Insect and Mites in California: Ecology and Control.