

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



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعية و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

N°...../SNV/2017

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

CHAREF BENDAHA Azzedine

DEBIANE Abdelkader

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : PROTECTION DES CULTURES

THÈME

**Évaluation des effets de quatre bio-insecticides
(Azadiractine, Bacillus thuringiensis, Spinosad et
Sincocine) sur *Aphis gossypii* (Homoptéra :
Aphididés) et de ses ennemis naturels**

Soutenue publiquement le : 03 /07 / 2017

DEVANT LE JURY :

Président	M. LABDAOUI. D	MCB Univ. Mostaganem
Encadreur	M.GHELLAMALLAH. A	MCB U. Mostaganem
Co-encadreur	M. ARBAOUI. M	MCB C.U. Relizane
Examineur	M. ALILI. A	MAA U. Mostaganem

Thème réalisé à l'atelier agricole de l'université

Remerciement

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

-Nos vifs remerciements à Mr: LABDAOUI.D pour avoir accepté de présider ce jury.

-Nos tenons à exprimer notre sincère gratitude a notre enseignant Mr: Ghellamellah Amine et aussi a notre Co-encadreur Mr: Arbaoui Mohamed pour ses efforts et sa patience.

-Nous remercions vivement Mr: ALLILI.A 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.



Liste des figures

Liste des figures

Fig. 1- Un plant de poivron (Originale, 2017).....	1
Fig.2- Production des principaux pays producteurs de poivron dans le bassin méditerrané (en tonne) (FAO, 2015).....	3
Fig. 3- La production du poivron dans la région de Mostaganem 2003-2016 (DSA, 2017).....	3
Fig. 4 : La production des cultures sous serre dans la région de Mostaganem 2014-2016 (DSA, 2017)	4
Fig. 5- Morphologie d'un puceron. (Bernard Chaubet).....	12
Fig 6 : la forme aptère et la Forme ailée d'une puceron (Dedryver, 1982)	14
Fig.7- Cycle de vie d'un puceron (Le Trionnaire et <i>al.</i> , 2008).....	16
Fig 8 : Site d'expérimentation de Mazagran (Google Earth, 2017)	36
Fig 09 : plant de poivron (Originale, 2017)	37
Fig 10 : puceron dispersé sur surface d'une feuille du poivron (originale ,2017)	38
Fig 11 : Une coccinelle adulte (Originale 2017)	38
Fig 12 : d'une syrpe adulte (Originale, 2017).....	38
Fig 13 : d'un parasitoïde (Originale, 2017).....	39
Fig 14 : larve d'une cécidomyie (Originale, 2017)	39
Fig 15 : les cages d'expérimentation (Originale, 2017).....	41
Fig 16. Moyennes (\pm erreur-type) de la mortalité d'une population <i>aphis gossypii</i>	42
Fig 17. Moyennes (\pm erreur-type) d'une population parasitoïdes.....	43
Fig18. Moyennes (\pm erreur-type) d'une population coccinelles.....	44
Fig19. Moyennes (\pm erreur-type) d'une population syrpe.....	45
Fig 20. Moyennes (\pm erreur-type) d'une population cécidomyie.....	46
Fig 21 : Effet comparatif entre les deux bio-insecticides sur le taux de mortalité d' <i>Aphis gossypii</i>	45

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1- Principaux pays producteurs des cultures maraîchers dans le monde (en tonnes) (FAO, 2015).....	2
Tableau 2 – Différentes maladies cryptogamiques du poivron.....	7
Tableau 3 : Principales maladies bactériennes du poivron	8
Tableau 4 : Principales maladies virales du poivron	9
Tableau 5 : des matières actives homologuées en Algérie contre le puceron.....	23
Tableau 06: Bio-pesticides importants selon (Poulver et al ,2003).....	31
Tableau 7. Moyennes (\pm erreur-type) de la mortalité d'une population <i>aphis gossypii</i> ...	41
Tableau 8. Moyennes (\pm erreur-type) de la mortalité d'une population parasitoïde	42
Tableau 9. Moyennes (\pm erreur-type) de la mortalité d'une population coccinelles...	43
Tableau 10. Moyennes (\pm erreur-type) de la mortalité d'une population syrphe	44
Tableau 11. Moyennes (\pm erreur-type) de la mortalité d'une population cécedomyies..	45
Tableau 12- Comparaison entre les bio-insecticides sur le taux de mortalité d' <i>Aphis gossypii</i> selon le temps	46

Liste des abréviations

Liste des abréviations

% : Pourcentage.

DSA : Direction des Services Agricoles

FAO : Food and Agriculture Organisation.

ml : Millilitre

hl : Hectolitre

j : Jours.

cm : Centimètre.

L : Littré.

C° : degré Celsius.

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 le puceron *Aphis gossypii* sont traités avec quatre produits bio-insecticides (Azadirachtine, Sincocine, Spinosad, Bacillus thuringiensis) avec une dose homologuée. Les traitements ont duré 7 jours, contre les ravageurs (les Aphides) et quatre ennemis naturels de ces ravageurs qui sont les Coccinelles, les Syrphes, les Parasitoïdes au stade adulte. Les trois produits bio-insecticides (Azadirachtine, Sincocine, Spinosad) ont provoqué une mortalité d'individus dès les premiers jours, par contre, le bio-insecticide Bacillus thuringiensis n'a donné de bons résultats, et les ennemis naturels (Coccinelles et Syrphes) sont faiblement sensibles aux trois produits, par contre, les parasitoïdes et les cécidomyies sont très sensibles.

Mots clés : *Aphis gossypii*, Bio-insecticides, Cécidomyies, Ennemis naturels, Parasitoïdes,.

Table des matières

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

Introduction générale

1^{ère} partie : Partie bibliographique

Chapitre I : Données bibliographique sur le poivron

Introduction générale.....	1
1- Importance économique de la culture du poivron.....	2
1.1 Dans le monde.....	2
1.2 Dans le bassin méditerranéen	3
1.3 Dans la région de Mostaganem.....	3
2-Le poivron et les autres cultures maraichères sous serres.....	4
3-Variétés du poivron cultivé en Algérie.....	4
4- Facteurs abiotique limitant la production du poivron.....	5
4.1-Choix du sol.....	5
4.2-Qualité des milieux.....	5
4.3-Le besoin en eau.....	5
4.4-La température.....	5
4.5-La Lumière	6
4.6-L'humidité.....	6
4.7-Le pH.....	6
5-La situation phytosanitaire du poivron.....	6
5.1-Mauvaises herbes.....	6
5.2-Les maladies cryptogamiques.....	7
• Mildiou.....	7
• Oïdium.....	7
• Alternariose.....	7
• Verticellios.....	7
• Pourriture grise.....	7
• Fusariose.....	7
5.3-Les maladies bactériennes.....	8
• Flétrissement bactérien.....	8
• Gale bacterienne.....	8
• Le chancre bacterin.....	8
• Pourriture molle.....	8
• Stoblur.....	8
5.4-Les maladies virales.....	8
• Mosaïque du tabac.....	9
• Mosaïque du concombre.....	9
• Mosaïque de la pomme de terre.....	9

• Mosaïque du concombre.....	9
• Mosaïque de la luzerne.....	9
5.5-Les ravageur de poivron.....	9
5.5.1- Les acariens.....	9
5.5.2- Les nématodes.....	10
5.5.3-Insectes.....	10
5.5.3.1-Les thrips.....	10
5.5.3.2- Les aleurodes.....	10
5.5.3.3- Les pucerons.....	10

Chapitre II : Généralité sur les aphides

1- Généralités sur les pucerons.....	11
1.1- Systématique	11
1.2- Morphologie externe.....	12
1.2.1-La tête.....	12
1.2.2-Le thorax.....	13
1.2.3-L'abdomen.....	13
1.3- Biologie.....	13
1.4- La polymorphisme.....	16
1.4.1-Les formes ailée et aptères	16
• La formation des sexuées.....	17
• La production d'individus ailés.....	17
1.5- Les dégâts causés par les aphides.....	17
1.5.1- Les dégâts indirects.....	18
1.5.1.1- Miellat et fumagine.....	18
1.5.1.2- Transmission des virus phtopathogènes.....	18
1.5.1.3- Les modes de transmission	
✓ Les virus circulaire (persistants).....	19
✓ Les virus non circulaires.....	19
✓ Les virus non persistants	19
✓ Les virus semi-persistants.....	20

Chapitre III : Méthodes des luttes

Introduction

1-Les méthodes de lutte préventive.....	21
1.1- La lutte prophylactique.....	21
1.2- La lutte physique.....	22
2-Les méthodes de lutte curative.....	22
2.1- La lutte chimique.....	22
2.2- La lutte biotechnique.....	24
2.3- La lutte biologique.....	24
2.3.1 – Les prédateurs.....	25
2.3.2 Les champignons entomopathogènes.....	27
4-Lutte intégrée.....	27
	27

Chapitre IV : Les Bio-pesticides

Introduction.....	28
2-Biopesticides microbiens.....	31
2.1 Les Bactéries.....	31
2.2 Les Champignons.....	32

2.3 Les Virus.....	32
2.4 Les Protozoaires.....	33
3. Biopesticides Biochimiques.....	33
4-Biopesticides utilisés dans la lutte contre les insectes.....	34
4.1 Bacillus thuringiensis.....	34
4.2 Azadidarctine (extrait de neem).....	34
4.4 Spinosad.....	34
2éme Partie : Partie expérimentale	
Chapitre I : Matériels et Méthodes	
1- L'objective du travail.....	35
2- Méthode d'étude.....	35
2.1 Site expérimental.....	35
2.2 Caractéristiques du sol de la zone d'étude.....	35
3-Matériels et méthode.....	36
3.1- Matériel végétal.....	36
3.2- Matériel animal.....	36
3.2.1-Les Aphides.....	36
3.2.2- Les ennemis naturels des aphides.....	37
3.2.2.1- Les coccinelles.....	37
3.2.2.2- Les syrphes.....	37
3.2.2.3- Les parasitoïdes.....	37
3.2.2.4-cécidomyies.....	37
3.3 Les produits utilisés.....	38
3.3.1- Spinosad.....	38
3.3.2- Sincocin.....	39
3.3.3 Azadiractine.....	39
3.3.4 Bacillus thuringiensis	39
3.4- Méthode d'étude.....	39
3-5 Traitement statistique	40

Chapitre II : Résultats et discussion

1- Effet des bio-insecticides sur (<i>Aphis gossypii</i>).....	41
2-Effet des bio-insecticides sur les parasitoïdes	42
3-Effet des bio-insecticides sur les coccinelles.....	43
4-Effet des bio-insecticides sur les syrphes.....	44
5-Effet des bio-insecticides sur les cécidomyies.....	45
6-La comparaison entre les quatre produits bio-insecticides.....	46
Discussion	47
Conclusion	48
Conclusion générale	49

Annexes

Références bibliographiques

Summary

Introduction générale

La production du poivron occupe une place importante dans l'économie nationale, sa pratique offre un débouché important pour l'agriculture. Le poivron est l'un des légumes les plus appréciés des Algériens. sa culture est régulièrement attaquée par plusieurs ravageurs. Ainsi, le puceron figure parmi les ennemis les plus redoutés, il attaque avec les deux espèces les plus connues qui sont : *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* (Cavalloro, 1982)

La lutte contre les aphides avec l'application des produits insecticides de synthèse peuvent limiter les populations de pucerons à un seuil économiquement néfaste, tel que la réduction des ennemis naturels. Cependant, l'application des souches résistantes chez les ravageurs et la présence des résidus toxiques dans ou sur les produits agricoles, provoque la dégradation de la santé humaine (Rondon et al., 2015). Par ailleurs, la recherche des alternatives respectueuses de l'environnement et la conservation des ressources naturelles, en même temps, le rendement cultural n'est pas affecté (NAUEN et al., 2003)

Le développement de la recherche scientifique a permis de la mise en œuvre des traitements phytosanitaires avec une utilisation plus raisonnée et moins coûteuse. Ainsi, l'application de la lutte biologique représente pour le monde rural, un événement écologique sans précédent. Cette méthode de lutte où l'utilisation des auxiliaires, qu'ils soient prédateurs ou parasitoïdes, est devenue un moyen très efficace contre les pucerons (Coderre et Vincent, 1992).

Le présent travail s'inscrit dans l'étude d'une espèce de pucerons (*Aphis gossypii*), ce ravageur est classé comme le plus nuisible sur la culture de poivron. L'introduction des bio-pesticides apporte des réponses aux questions posées des dégâts causés par *Aphis gossypii* sur la culture du poivron des essais réalisés auparavant sur la culture du poivron par Ghellamallah et al. (2016) montrent l'efficacité de ce bio-pesticide et l'éradication de ce ravageur.

Par ailleurs, nous avons émis l'idée de vérifier ces travaux, dans une approche de lutte des populations d'*Aphis gossypii* et l'influence des quatre produits bio-insecticides (azadiractine, spinosad, bacillus thuringiensis, sincocine) sur les ennemis naturels du puceron in vivo.

Partie bibliographique

Chapitre I : Plante hôte (Le poivron)

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-Omairini, 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, ovale, elliptique ou lancéolée, à bord régulier, généralement glabre mais parfois plus ou moins recouverte de poils. Les fleurs, nombreuses et petites, sont blanches, à pétales soudés et pointus, au nombre de 6 à 8. Le fruit est une baie « gonflée » développé très rapidement, couleurs très variable (rouges, jaunes) (FAO, 1988)

Les fruits immatures de toutes les espèces sont verts. Selon les variétés, les fruits matures sont généralement rouges ou jaunes, doux ou forts. La plupart des fruits sont boursoufflés, peu importe leur forme, et ont un cœur auquel les graines sont attachées. Les poivrons se distinguent des piments par des fruits plus gros et plus charnus, et surtout dépourvus de substance piquante (purseglover, 1996)



Fig. 1- Un plant de poivron (Originale, 2017)

1- Importance économique de la culture du poivron

Le poivron originaire de l'Amérique du Sud, il est cultivé dans tous les pays du monde, en plein champs ou sous serre selon le climat du lieu de culture.

1.1- Dans le monde

Le poivron reste l'une des spéculations les plus cultivées à travers les différents continents. Une évolution progressive dans le temps de la superficie mondiale réservée à la culture du poivron en plein champ et sous abris (Tableau 1). Cette évolution est très marquée durant la dernière décennie.

De plus, la production mondiale du poivron a connu une évolution progressive au cours du temps, qui enregistre 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 progression est en rapport direct avec les superficies cultivées, car, en 2013 les superficies réservées à cette culture ces dernières ont dépassé les 538330 millions d'hectares en 2013

Entre 2001 et 2010, la production du poivron a évolué avec l'évolution des superficies agricoles utiles.

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

Pays	Production (tonnes)	Pays	Production(Tonnes)
Chine	583321399	Espagne	12701300
Inde	121015200	Nigéria	11923961
USA	34279961	Brésil	11458208
Turquie	28280809	Japon	11314562
Iran	23651582	Indonésie	10243856
Egypte	19590963	Ukraine	9872600
Russie	15485353	Algérie	6788809
Viet Nam	14975501	Philippines	6367844
Mexique	13238236	France	5235330
Italie	13049171	Pakistan	5059691

1.2- Dans le bassin méditerranéen

Selon la FAO en 2015, la production du poivron dans le bassin méditerranéen dépasse les 100 millions de tonnes avec la Turquie, l’Egypte, l’Italie et l’Espagne représentent 71% de cette production.

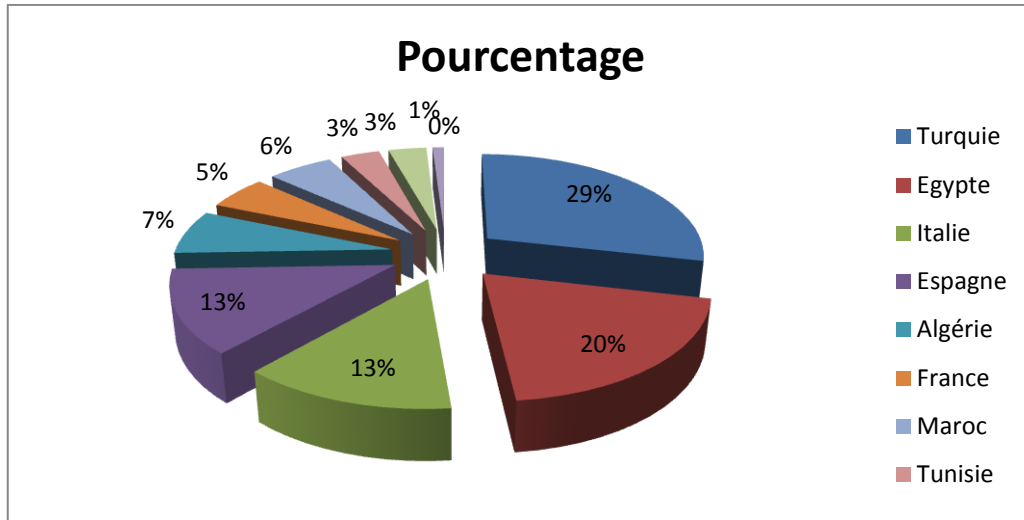


Fig.2- Production des principaux pays producteurs de poivron dans le bassin méditerrané (en tonne) (FAO, 2015).

L’Algérie avec une production moyenne annuelle de l’ordre de 6788809 tonnes, soit 0,1 % de la production mondiale totale et 0,9% de la production dans le bassin méditerranéen.

1.3- Dans la région de Mostaganem

Selon la DSA (2015), la production du poivron dans la région de Mostaganem suit une cinétique positive (Fig. 3).

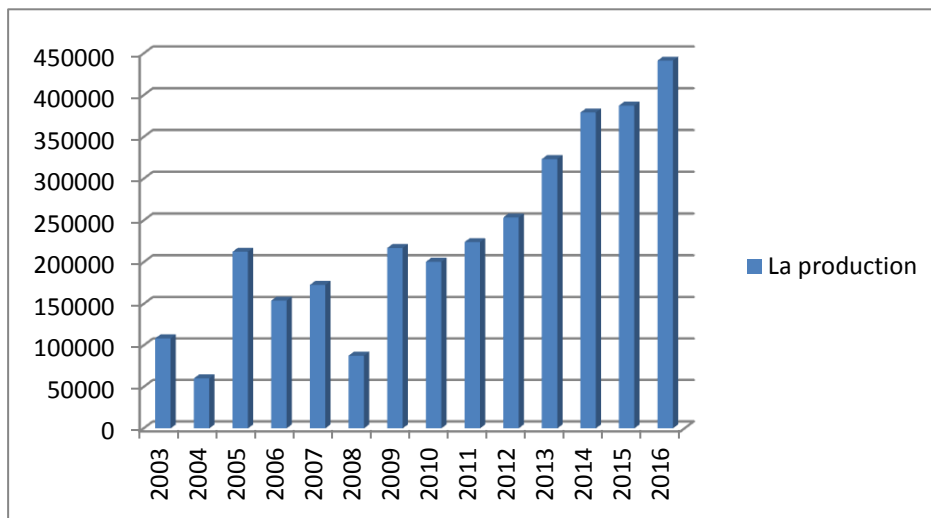


Fig. 3- La production du poivron dans la région de Mostaganem 2003-2016 (DSA, 2017).

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. Cette technique s'est développée intensivement dans tout le territoire de la wilaya (DSA, 2017).

La période allant de 2005 à 2014 a connus une nette évolution de la plasticulture du poivron de 1258 ha en 2006 à 1548 ha en 2013. Par contre, durant l'année 2014 une réduction de ses superficies avec seulement 1192 ha.

2- Le poivron et les autres cultures maraichères sous serres

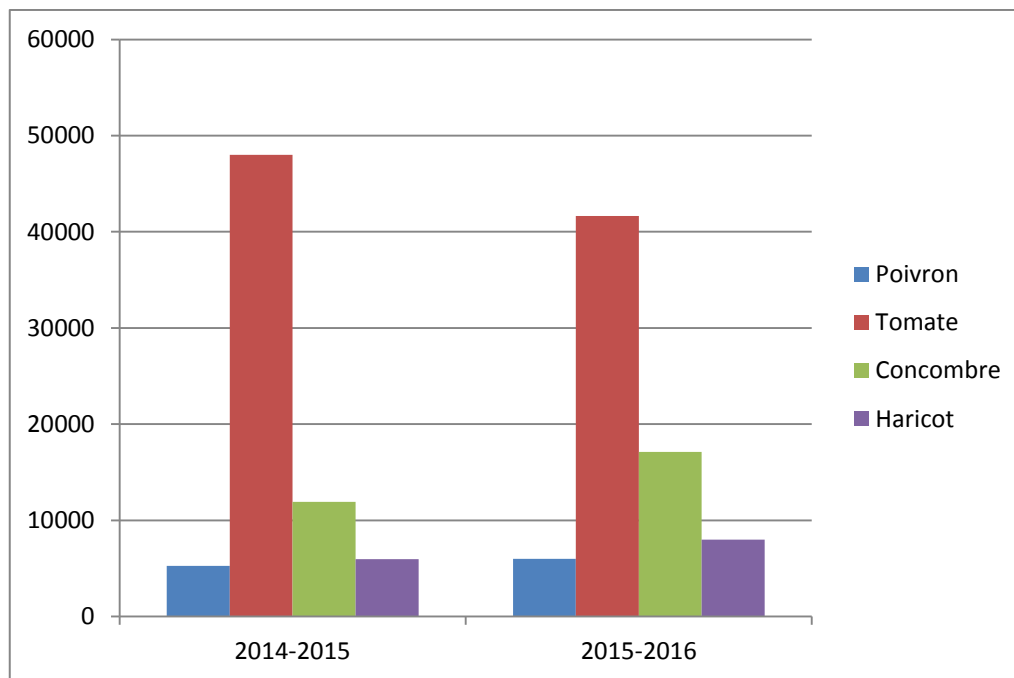


Fig. 4 : La production des cultures sous serre dans la région de Mostaganem 2014-2016 (DSA, 2017)

3-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, qui sont :

- ✓ Type allongé : Andalus, marconi, Belconi
- ✓ Type côtelé: Yolo Wonder, Capistrano, Hybell Capain, King Arther, murango.
- ✓ Type filet: Hy Fry, Biscayne, Gypsy, Sweet Wax, Red Cherry.

Et les zones de productions sont les suivantes : Région des Hautes Terres Centrales

4-Facteurs abiotiques limitant la production du poivron

L'une des principales difficultés que les producteurs de poivrons sous serre devront résoudre 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 sous serre en Algérie. Les producteurs ont en outre plus de difficultés à demeurer concurrentiels (Howard *et al.*, 1994).

4.1- Choix du sol

La plante requiert enfin des sols souples, profond, bien drainé, chaud et bien pourvu en humus et en éléments 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).

4.2- 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).

4.3- Le besoin en eau

Le poivron est une plante exigeante en humidité du sol : il lui 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.

4.4- La température

Le poivron est l'une des plantes maraichères le plus exigeantes en température, mais moins exigeant en ensoleillement que la tomate (Skiredj *et al.*, 2005). La plante est 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. La culture est très sensible aux

températures basses, les températures supérieures à 35°C affectent sur le développement de la plante

Par ailleurs, la température journalière moyenne de 24°C permet d'assurer un développement convenable, pendant la nuit, la température de la serre est rigoureusement contrôlée selon le stade de développement et l'espèce cultivée. En général, elle devrait s'établir entre 21 et 26°C (Skiredj *et al.*, 2005).

4.5- La lumière

Le poivron requiert une bonne luminosité, car, les *Capsicum* sont des plantes des jours courts facultatifs, la floraison se réalise mieux et en abondance en jours courts pourvue que la température et les facteurs climatiques soient adéquats. Les exigences photopériodiques varient de 12- 15 heures (Valder, 1994).

L'intensité lumineuse a une influence plus marquée sur la croissance des tiges que la qualité de la lumière ou la photopériodique. 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 plastique, à cause de la perte de transparence des films de couverture due à leur vieillissement ou simplement au manque de nettoyage (Bulbifera L, 1980)

4.6- L'humidité

L'humidité présente une importance capitale pour la culture sous serre. Elle doit se situer entre 60 et 80 % pendant les premières journées de la germination. Une faible humidité risque de causer un stress et rend les plants plus susceptibles aux infections et aux maladies. 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 les maladies (Howard *et al.*, 1994).

4.7- Le pH

Le poivron redoute l'acidité du sol, l'optimum se situe aux alentours d'un pH entre 6,5 et 7 (Wong et Lin, 2000)

5. La situation phytosanitaire du poivron

Le poivron est d'autant plus sensible à des grandes variétés de maladies en milieu humide où les dégâts sont très importants. Aussi, il est plus passible aux nombreuses attaques d'insectes, de parasites et d'accidents physiologiques (ACTA, 1999).

5.1- Mauvaises herbes

La lutte contre les mauvaises herbes entraîne des dépenses dans l'achat des produits chimiques et de machines, en même temps, elle exige beaucoup d'heures de travail dans des opérations culturales comme le sarclage (Clarence, 1958).

Des méthodes combinées utilisant des produits chimiques et les pratiques culturales pour éliminer les mauvaises herbes.

5.2- Les maladies cryptogamiques

Le sol est habité de façon permanente par de nombreux organismes. Il existe aussi une microflore. Pour les cultures maraichères, on rencontre plusieurs types de champignon responsables de maladies cryptogamiques (**Tableau 2**)

Tableau 2 – Différentes maladies cryptogamiques du poivron

Maladies	Agents responsables	Nature des dégâts
Mildiou	<i>Phytophthora capsici</i>	Nécrose brune délimitée au collet, flétrissement brutal des plantes
Oïdium	<i>Liveillula taurica</i>	Feutrage blanc apparaît sur la face inférieure de la feuille.
Alternariose	<i>Alternaria solani</i>	Taches noires arrondies ; délimitées ; de taille variable et ovale sur les tiges
Verticellios	<i>Verticillium sp</i>	Taches jaunes bien délimitées affectant plusieurs secteurs, flétrissement et dessèchement de ces dernières
Pourriture grise	<i>Botrytis cineria</i>	Tache avec moisissure grise sur les feuilles et fruits, flétrissement de la plante
Fusariose	<i>Fusarium solani</i>	Les racines deviennent ligneuses ; molles bruns –foncées ou noires sur les tiges

5.3- Les maladies bactériennes

Tableau 3 : Principales maladies bactériennes du poivron

Maladies	Agents responsables	Nature des dégâts
Flétrissement bactérien	<i>Ralstonia solanacearum</i> (<i>pseudomonas solanacearum</i>)	Chancre ouvert sur les pétioles, flétrissement irréversible unilatéral puis généralisé, brunissement des vaisseaux et des tissus contigus
Gale bactérienne	<i>Xanthomonas visicatoria</i>	Apparition de petites taches noires sur les sépales, ces taches sur fruits s'élargissent et prennent une apparence ligneuse et un contour festonné
Le chancre bactérien	<i>Corynebacterium Michiganense</i>	Flétrissement accompagne de chancres longitudinaux sur tige et pétioles noircissement des vaisseaux puis de la moelle
Pourriture molle	<i>Erwinia carotovora</i>	Pourriture molle des tiges et des fruits
Stolbur	mycoplasme	Jaunisse généralisée dépérissement, chute des feuille, parfois chute des fruits et flétrissement

5.4- Les maladies virales

En 1994, Simon estime que 40 % des maladies virales sont transmises par les insectes, dont le groupe le plus redoutable est celui des pucerons. La transmission se fait lors des piqûres de prise de nourriture, on distingue deux types de transmission :

- Un mode non persistant : localisé au niveau des stylets, le virus disparaît pendant la mutation des insectes.
- Un mode persistant : les particules sont intégrées avec la salive, passant de l'intestin dans l'hémolymphe, puis dans les glandes salivaires, où elles persistent même si l'insecte mue.

Tableau 4 : Principales maladies virales du poivron

Maladies	Agents responsables	Nature des dégâts
Mosaïque du tabac	Virus de la mosaïque de tabac (TMV)	Mosaïque verte foncé ou blanche ; nécrose aux niveaux des nervures
Mosaïque du concombre	Virus de la mosaïque de concombre (CMV)	Mosaïque ténue, ou en arabesque et marbrure
Mosaïque de la Pomme de Terre	Virus Y (poty Virus)	Mosaïque vert brillante
Mosaïque du concombre	Virus de la mosaïque du concombre (CMV)	Mosaïque en taches annulaires, en arabesque et marbrure.
Mosaïque de la luzerne	Virus de la mosaïque de la luzerne (AIMV)	Il provoque des symptômes nécrotiques mort de certains bourgeons suivis de la production d'un nouveau feuillage présentant une forte mosaïque blanche et jaune

5.5- Les ravageurs du poivron

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

5.5.1- Les acariens

Les acariens font partie des Arachnides comme les araignées. Ces arthropodes n'ont jamais d'ailes contrairement aux insectes, leur corps est plus ou moins divisé en deux parties (le céphalothorax et l'abdomen) et sont caractérisés par la possession de quatre paires de pattes.

On distingue trois grands groupes d'acariens ravageurs : les tetranyque, les tarosèmes 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., 2009).

5.5.2- Les nématodes

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

5.5.3- Insectes

5.5.3.1-Les thrips

Parmi les principales espèces rencontrées sur poivron nous pouvons citer l'espèce *Frankliniella 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) (Caudal, 2007).

5.5.3.2-Les aleurodes

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

5.5.3.3-Les pucerons

Myzus persicae et *Aphis gossypii*, ces deux espèces sont de bons vecteurs de virus. Ses attaques provoquent un arrêt de croissance avec déformation et les feuilles se recroquevillent, la production de miellat permet le développement du champignon de la fumagine (Zalom et al. 2007, Ghelamallah,2016).

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

Chapitre II : Généralités sur le ravageur (*Aphis gossypii*)

1- Généralités sur les pucerons

Les pucerons ou les aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde (Hullé et *al.* 1998). C'est dans les zones tempérées que l'aphidofaune est plus diversifiée (Ortiz-Rivas et *al.* 2004). Alors que ces insectes sont rares dans les régions tropicales et subtropicales (Peccoud et *al.* 2010).

Les pucerons sont apparus il y'a environ 280 millions d'années et leur diversification est concomitante avec la radiation des angiospermes (Bonnemain, 2010). Ils ont colonisé la plupart des plantes à fleurs mais aussi les résineux. Quelques fougères et mousses (Turpeau-Ait Ighil et *al.* 2011). La plupart sont inféodés à une seule espèce végétale mais certains font preuve d'une polyphagie étendue (Fraval, 2006).

Les aphides représentent un danger considérable pour le bon développement des plantes cultivée, 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 dernier figurent parmi les prédateurs 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 parthénogenèse et de leur viviparité, ils développent très rapidement d'importantes populations (Guenauoui, 1988)

Les pucerons vivent en colonies très importants 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, 1988).

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).

1.1- Systématique

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

Conditions du milieu. Telle qu'une trop forte densité de la population ou une détérioration de la qualité de la plante hôte (Mueller et *al.*, 2001). Les ailes permettent d'établir de nouvelles colonies sur d'autres plantes

1.2- Morphologie externe

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous, petits (2 à 4 mm en général) avec le corps ovale et peu aplati (Fraval, 2006).

La surface des pucerons peut être brillante, mate, ou recouverte d'excrétion cireuse, leur cuticule peut être dépourvue de pigmentation ou pigmentée (imprégnée de mélanine) selon les stades, les formes ou les espèces (Leclant, 1999).

Le puceron de forme ailé ou aptère comprend trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Fig. 5).

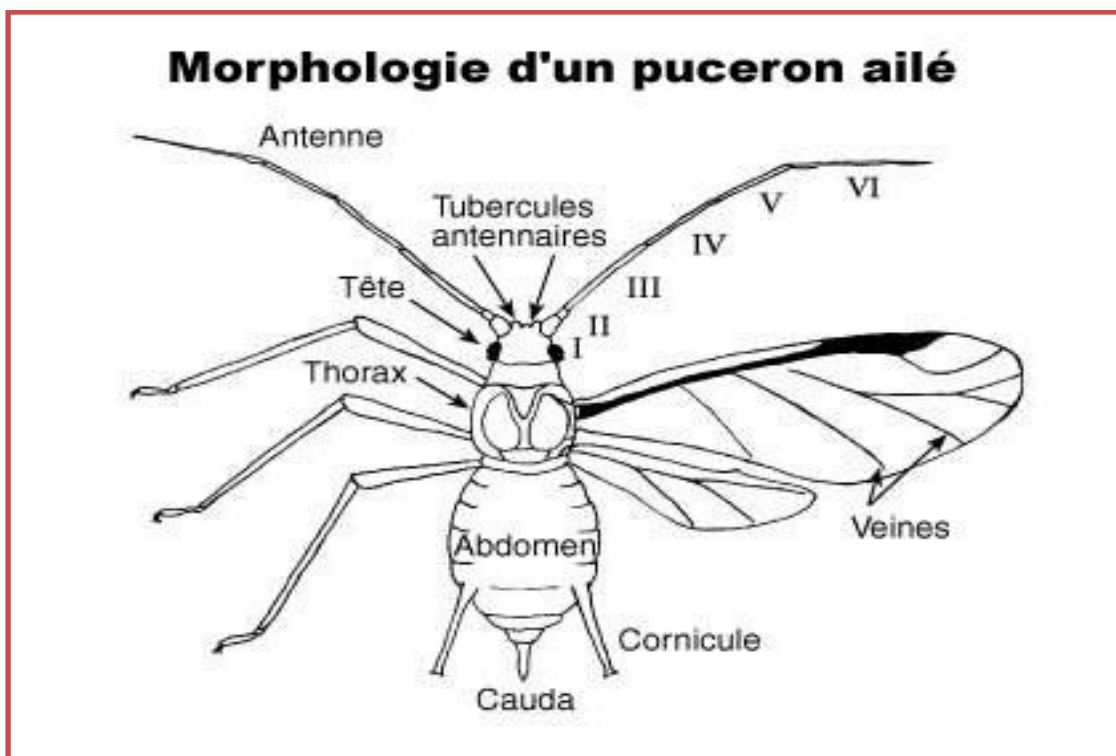


Fig. 5- Morphologie d'un puceron. (cotier 1953)

1.2.1- La tête

Généralement, la tête est bien éparée du thorax chez les formes ailées, par contre, 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 ; leur partie distale amincie nommée fouet ou processus termine à l'arrière de l'œil composé (Fraval, 2006).

1.2.2- Le thorax

Le thorax comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Le thorax porte les trois paires de pattes et les deux paires d'ailes pour les formes ailées (Turpeau-Ait Ighil et *al.*, 2011).

Les trois paires de pattes se terminent par des tarses à deux articles, le dernier est pourvu d'une paire de griffes (Hullé et *al.*, 1998). Chez la forme ailée, les ailes sont membraneuses repliées verticalement au repos et chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique (Hullé et *al.* 1999). De plus, les ailés ont un mésothorax sclérifié (Turpeau-Ain Ighil et *al.*, 2011).

1.2.3- L'abdomen

L'abdomen comporte 9 segments difficiles à différencier. Le cinquième porte les cornicules et le dernier segment porte la cauda (Hullé et *al.* 1998). La cauda est une prolongation du dernier segment et sert à l'épandage du miellat (Fraval, 2006) quant aux cornicules, ce sont des tubes creux dressés, de forme et de longueur très variées (Mondor et *al.*, 2002)

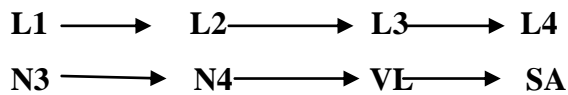
D'après Vandermoten et *al.* (2011), les cornicules secrètent une substance de défense refermant principalement des triglycérides qui sont gluants pouvant immobiliser l'ennemi ainsi qu'une phéromone d'alarme qui incite les pucerons voisins à se détacher de la plante et à se laisser tomber.

Leclant (2002) distingue au niveau ventral : une plaque anale, souvent pigmentée et une plaque génitale. L'orifice génital apparaît comme une simple ouverture transversale chez les virginipares et les femelles sexuées du fait qu'il n'y a pas d'ovipositeur. Chez les mâles organes copulateurs comprennent le pénis et une paire de valves génitales.

1.3- Biologie

Les pucerons sont hémimétaboles, les œufs sont minuscules à peu près sphérique. Habituellement gris foncé ou noir, mesurent environ 0,5 à 1 mm de long et sont pondus en groupe ou isolement 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).

Le développement larvaire du puceron suit le schéma suivant :



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

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

VL : Virginipare ailée

SA : adulte

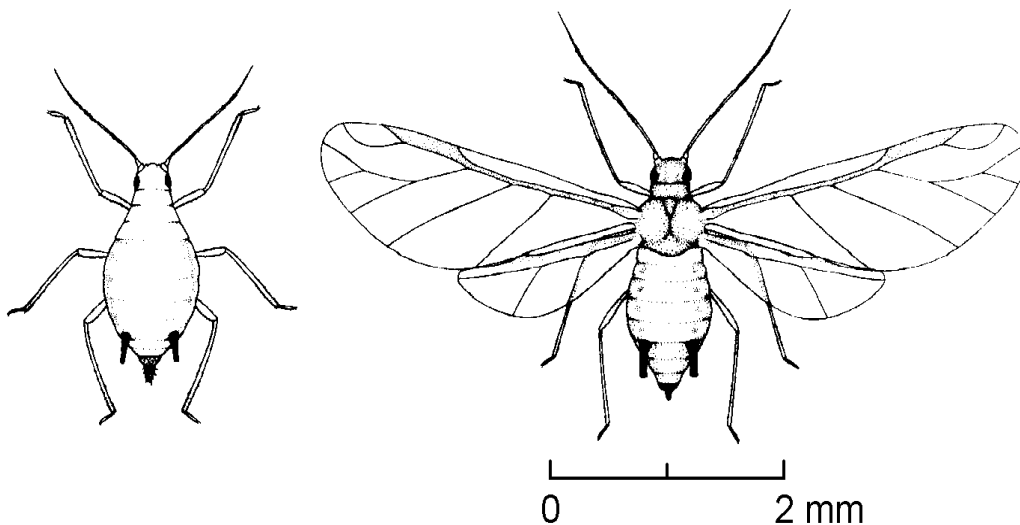


Fig 6 : les deux formes d'un puceron (Dedryver, 1982)

Il existe deux formes d'adultes : ailée et aptère. Les deux formes peuvent se reproduire.

Leclant (1999) explique que certaines espèces de pucerons présentent un cycle de vie anholocyclique c'est-à-dire qu'elles se reproduisent toute l'année par parthénogénèse. Chez d'autres espèces, la phase de multiplication parthénogénétique est entrecoupée de reproduction sexuée on parle alors d'holocyclie (Hullé et *al.*, 1999).

Selon Francie et *al.* (2005), les aphides se distinguent également par le nombre et le type de plantes sur lesquelles ils se développent. Certaines espèces dites monœcique ou heterœcique, qui au cours de leur cycle biologique alternèrent entre deux types de plantes hôtes. Hardie et Powell (2002) signalent qu'environ 10 % des espèces pucerons sont diœciques.

L'hôte sur lequel se réalise la reproduction sexuée et sur lequel est déposé l'œuf d'hiver est appelé hôte primaire. C'est en général un végétal ligneux. Par contre on appelle hôte secondaire, généralement une plante herbacée, celui sur lequel ont émigré les individus ailés (Leclant, 1999).

Un cycle annuel de puceron se déroule généralement comme suit :

Au printemps, les œufs éclosent naissance à des femelles (les fondatrices) se reproduisant par parthénogénèse. Les fondatrices sont vivipares et sont à l'origine d'une succession de générations composées de femelles parthénogénétiques appelées fondatrignes qui se développent au cours du printemps jusqu'au début de l'été (Hullé et *al.*, 1998).

Les descendants d'une seule fondatrice sont génotypiquement identique et forment un clone (Zintzaras et *al.*, 1999). Simon et *al.* (2002) rapportent que les pucerons parthénogénétiques sont caractérisés en plus de la viviparité par le télescopage de générations, c'est-à-dire que les larves sont déjà viviparité. La phase asexuée peut donner jusqu'à 20 générations si les conditions climatiques sont favorables.

Les pucerons connaissent parfois de véritables explosions démographiques ce qui explique les sévères dégâts causés aux cultures (Le Trionnaire et *al.*, 2008). Au début de l'automne, en réponse à la diminution de la durée des jours et de la température, les femelles parthénogénétiques donnent naissance à des sexupares qui produisent des femelles et des mâles qui vont s'accoupler et les femelles fécondées vont pondre des œufs résistants au froid qui resteront en diapause tout l'hiver jusqu'au printemps prochain et le cycle recommence (Fig. 5) (Artacho et *al.*, 2011).

Chez les pucerons se sont les femelles qui attirent les mâles par la production d'une phéromone sexuelle secrétée à partir des glandes situées généralement sur le tibia (Hales et *al.*, 1997).

Le Trionnaire et *al.* (2012) notent que la combinaison des deux modes de reproduction au cours du cycle annuel du puceron présente des avantages, la parthénogénèse assure un cycle annuel du puceron

Ainsi, la parthénogenèse assure une multiplication rapide lors de la belle saison et la reproduction sexuée permet de produire des œufs résistants avec une rigueur de l'hiver et de générer une fois par an de nouvelles recombinaisons génétiques.

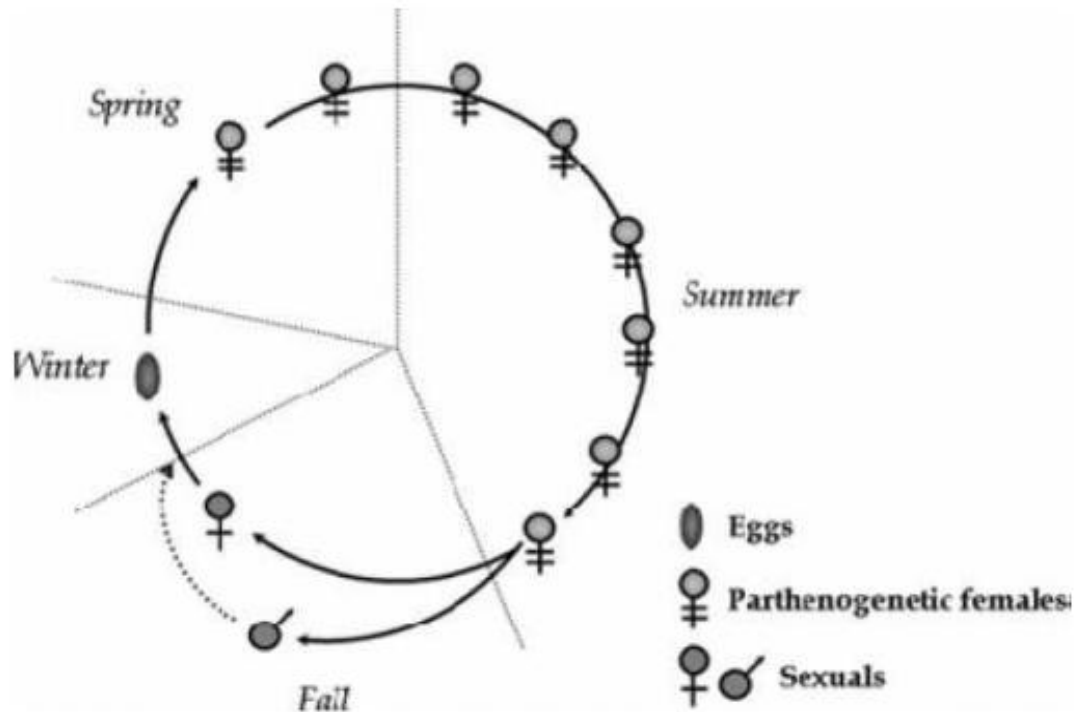


Fig. 7- Cycle de vie d'un puceron (Trionnaire et *al.* 2008).

1.4- La polymorphisme

1.4.1- Les formes ailées et aptères

Les formes ailé et aptère diffèrent également par une série de traits, comme leur équipement sensorielle (plus fournis chez les ailées), donc la durée de leur développement plus long chez les ailées, aussi leur fécondité est plus faibles chez les ailées (Simon, 1994). Chez les pucerons, les ébauches d'ailes sont présentes dans tous les embryons, sans tenir compte qu'ils se développent en adulte ailée ou aptère (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 dégènèrent au cours du second stade larvaire chez les formes non-aillées (Ishikawa et *al.*, 2008).

- **La formation des sexuées**

Pendant le déroulement de leur cycle biologique, les aphides comme tous les insectes présentent une alternance régulière de phases d'activité et de repos en rapport avec les saisons (Jourdeuil et Missonnier, 1964).⁴

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 des sexuées (Leclant, 1981), elles agissent en association avec la photopériode.

- **La production d'individus ailés**

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

La faculté de production périodique d'ails, est en générale, une caractéristique propre de l'espèce. Cependant, elle ne peut s'exprimer pleinement que cette action conjuguée de nombreux interspécifique et de l'état physiologique de la plante.

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

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

1.5- 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 et spécialement les cultures maraîchères (Fournier, 2010). Les pertes causées par les pucerons sont de deux types :

Les piqûres alimentaires sont irritatives et toxique pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par la déformation des feuilles ou des fruits, qui se traduit par une perte de rendement (Christelle, 2007).

1.5.1 – Les dégâts indirects

Les dégâts indirects des pucerons sont essentiellement de deux ordres :

1.5.1.1- 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 (les fruits) et les rendent ainsi impropres à la consommation (Giordanego et *al.*, 2010).

1.5.1.2- 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 est efficacement exploitée par les virus des plantes, incapables de se déplacer d'un hôte à un autre de façon autonome. Ainsi, de très nombreuses espèces virales utilisent l'action itinérante des pucerons pour se propager et se maintenir dans l'environnement.

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

1.5.1.3- Les modes de transmission

Hulle et *al.* (1999) notent que les virus transmis par les pucerons sont regroupés selon leurs caractéristique 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 phonémique 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.*, 2010)

✓ Les virus non circulaires

Les virus non circulaires sont acquis et transmis au cours des piqûres brèves ; des piqûres d'une durée de cinq secondes, elles 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 sont 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 Ferreres 2009). Ce type de virus regroupe les virus non-persistants et les virus semi-persistants.

✓ Virus non persistants

Selon Racchah et Ferreres (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 la desorption varie 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). Selon les mêmes auteurs, il semble que ce type 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.



Fig 7 : Dégât causée par les pucerons (Originale, 2017)

Chapitre III : Méthode de lutte

Introduction

Vue les innombrables dégâts causés par les aphides, et leur impact sur le rendement et la production des plantes cultivées, un ensemble de méthodes sont utilisées avec un seul objectif de réduire, réguler et contrôler les populations de ce ravageur considéré comme le plus nuisible, essentiellement par leur action vectrice de maladies virales (Guenaoui, 1988).

Les résultats dans l'investigation des moyens de lutte, dans le cas des pucerons, ont mis en évidence d'autres méthodes de lutte plus efficaces, les résultats obtenus à partir de ces méthodes, ont permis de se substituer à la lutte chimique classique, car, des inconvénients sont rapidement apparus dans son utilisation et son efficacité, ainsi que son effet sur l'environnement.

Effectivement, l'usage de pesticides peu sélectifs, développe chez certaines espèces de pucerons, des résistances croisées aux produits fréquemment utilisé, chez *M. persicae* et *A. gossypii* (Delirme, 1996).

Face aux de ce type de ravageurs de culture, la recherche dans le domaine de protection utilise différentes méthodes de lutte (Boualem et Aouo, 2012).

1- Les méthodes de lutte préventive

Elle se base 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 (Lambert, 2005).

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 tot 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 (Verheiji et Waaijenberg, 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)

1.2- La lutte physique

L'utilisation de choc thermique contre les pucerons et spécialement contre *Myzus persicae* en serre constitue un moyen de lutte appréciable. Par ailleurs, en laboratoire lorsqu'ils sont élevés à une température de 30°C, la fécondité des pucerons est nulle. Dans ce même ordre d'idée, Rabasse (1976) montre que le choc thermique est provoqué par la fermeture des ouvrants portant la température de 23°C à 34°C en 2 heures, son maintien pendant 3 heures, entraîne la mort de 90% des populations aphidiens.

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).

2.1- La lutte chimique

La lutte chimique apparaît 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 manquent 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 pyréthrinoïdes de synthèse et les organophosphorés sont actuellement les insecticides les plus utilisés. Ils agissent essentiellement par contact sur les pucerons et ils ont une action au niveau du système nerveux de l'insecte (Paternelle, 2000).

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

Tableau 5- des matières actives homologuées en Algérie contre le puceron

Matière active	La dose	Matière active	La dose
Acetamid	12,5g/Hl	Diflubenzuron	1l/Ha
Thiamethoxam	100g/Hl	Dimethoate	150l/Hl
Acephate	100g/Hl	Endosulfan	1,5l/Ha
Alphacypermithrine	15ml/Hl	Esfenvalerate	300ml/Ha
Amitraze	100ml/Hl	Fenitorthrion	1l/Ha
Azadiractine	150ml/Hl	Fenvolrate	40ml/Hl
Imidacloprid	30ml/Hl	Formathion	1.5l/Ha
Bacillus thuringensis	1l/Ha	Huile de petrole	3l/Ha
Betacyflthrine	50ml/Hl	Diafenthuron	1,2l/Ha
Betacypermethrine	0,4l/Ha	Malathion	100ml/Hl
Bifenthrine	0,3l/Ha	Methidathion	125ml/Hl
Carbosulfan	150ml/Hl	Methomyl	200ml/Hl
Chloropyriphos-ethyl	150ml/Hl	Thiacloprid	100ml/Hl
Cyfluthrine	0,03l/Hl	Omethoate	100ml/Hl
Cypermethrine	100l/Ha	Parathion-methyl	1200ml/Hl
Deltamethrine	50ml/Hl	Phosalone	175ml/Hl
Diazinon	125ml/Hl	Pirimicarbe	375g/Ha
Lambda cyhlothrine	250ml/Hl	Oxamyle	3l/Ha
		ultracide	150 ml/Hl

2.2- La 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 tâche (Ryckewaert et fabre, 2001).

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 (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).

Les auxiliaires qui se nourrissent de pucerons sont nombreux. On distingue les insectes, les arachnides et les champignons entomo-pathogènes. 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.

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 famille des Coccinelles, des Chrysopidae et les larves de quelques espèces de Diptera (Bugg et *al.*, 2008).

- **Les Coléoptères**

Les prédateurs de pucerons se rencontrent parmi les familles de coléoptères suivantes :

- Les coccinelles ; Les carabiques ; Les staphylins ; Les cantharides

- **Les Diptères**

Les familles prédatrices de pucerons sont :

- Les syrphes ; Les cécidomyies ; Les Névroptères ; Les chrysopes ; Les hémérobès

- **Les parasitoïdes**

Il s'agit d'insectes appartenant à l'ordre des diptères dont les familles Bombylidae et Tachinidae, ainsi que des Hyménoptères (Ichneumonidae, Chalcidoïdae, Serphoïdae, 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 grégaires (plusieurs individus par hôte) (Pintureau, 2006).

Les familles qui parasitent le puceron appartiennent au sous ordre des Apocrites : Ichneumonidae, Brachonidae et Aphelinidae.

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

2.3.2 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.

A température adéquate ($>20^{\circ}\text{C}$) et d'humidité relative ($> 85\%$). Les entomophthorales peuvent créer une véritable épizootie (Reboulet, 1999). Les pucerons 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 (Chaubert, 1992).

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

4- Lutte intégrée

L'OILB, 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 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 insectes au cours l'une ou l'autre de ses phases (Harrewijin, 1989).

Chapitre IV :

Les bio-pesticides

Introduction

L'Agence de protection environnementale EPA (2007) définit les biopesticides comme des pesticides dérivés des animaux, des bactéries, des champignons, des plantes et de certains minéraux. Nous distinguons les pesticides biochimiques (phéromones sexuels et extraits de plantes) qui procurent des substances naturelles (peu toxiques à l'homme) pour contrôler les ravageurs des cultures ; les pesticides à base de microbes (bactéries, champignons, virus entomopathogènes ou protozoaires) qui peuvent contrôler les différents types de ravageurs et les protecteurs systémiques tels que *Bt*, Dipel, Biobit (Coulibaly *et al.* 2006). Les biopesticides ont des modes d'action spécialisés et uniques qui les rendent plus vulnérables à bien des facteurs biologiques et environnementaux. Leur rémanence est limitée, de sorte qu'il faut parfois répéter les traitements pour obtenir l'efficacité recherchée. On peut les répartir en deux grandes catégories : les pesticides microbiens et les pesticides biochimiques (Charles *et al.*, 2008)

L'utilisation des biopesticides dans la lutte parasitaire a l'avantage de diminuer les risques de santé surtout chez les enfants et les femmes et les risques de pollution de l'environnement (Adétonah, 2005). Par exemple, le neem (*Azadirachta indica* A. Juss) est un produit naturel et non toxique à l'homme, il est 100% biodégradable, protège mieux l'environnement et a un large spectre d'action sur plus de deux cents (200) espèces de ravageurs (EPA, 2007).

Dans le cadre de cette étude, les biopesticides utilisés pour la protection des cultures maraîchères concernent essentiellement l'utilisation des extraits naturels .

1-Quelques biopesticides importants :

NOM	NOM AGENT(S)	DESCRIPTION	UTILISATION	Remarque
Agrobacterium radiobacter K84	<i>Agrobacterium radiobacter</i> K84	Bactéries du sol	Sous serre, dans les pépinières Contre la galle du collet	On la retrouve dans de nombreux types de sols et notamment au niveau des racines de plantes
Bacillus spp.	<i>B. licheniformis</i> <i>B. pumilus</i> <i>B. subtilis</i>	Bactéries du sol ayant des propriétés fongicides	Traitement et protection des semences, de la plante (par application foliaire) Contrôle des maladies dans un grand nombre de cultures (si utilisé sur le sol)	L'association de ces bactéries a donné naissance à l'un des pesticides qui a connu le taux de croissance le plus rapide sur le marché des biopesticides.
Paecilomyces fumosoroseus et P. lilacinus	<i>P. fumosoroseus</i> <i>P. lilacinus</i>	Champignons	Maitrise de plusieurs espèces d'insectes sous serre, y compris les aleurodes, les thrips, les pucerons et les acariens . Lutte contre les nématodes qui attaquent les racines des plantes dans les grandes cultures de légumes, de fruits, mais également le gazon et les plantes ornementales.	
Trichoderma spp.	<i>Trichoderma</i>	Champignon	Stimulation des défenses et de la croissance des plantes Capacité de coloniser facilement, et sans leur nuire, les racines des plantes Capacité à parasiter les champignons nuisibles du système racinaire (sous certaines conditions environnementales) Utilisation dans les pépinières, les industries	Mis au point dans les années 1990 il a été largement commercialisé ces dernières années

			d'ornement, les grandes cultures et les forêts	
Beauveria bassiana	<i>Beauveria bassiana</i>	Champignon du sol qui pousse sous forme de moisissure blanche	Contrôle de nombreux insectes ravageurs cibles (pucerons, thrips et mouches blanches...), une fois infectés ils développent la maladie de la muscardine blanche, et meurent en quelques jours Fréquemment utilisé dans les pépinières, les industries d'ornement, les grandes cultures et les forêts	
Azadirachtine	<i>Azadirachtine</i>	Dérivé des graines de margousier	Agit comme régulateur de croissance des insectes Connu pour affecter quelques 200 espèces d'insectes, il perturbe l'alimentation des insectes et inhibe leur capacité à muer, notamment lors du passage de la nymphe à l'adulte	(METTRE UNE PHOTO MARGOUSIER)
Cydia pomonella granulo virus	<i>Cydia pomonella granulo virus</i>	Pathogène naturel du carpocapse	Lutte contre le carpocapse qui l'un des principaux ravageurs des arbres fruitiers tels que les pommiers et les poiriers	Développé à partir de recherche débutée dans les années 1980, son utilisation commerciale dans les systèmes biologiques et conventionnels a connu une montée en puissance depuis une vingtaine d'années, période depuis laquelle le carpocapse a montré une résistance à un

				grand nombre d'insecticides traditionnels.
Dysphania ambrosioides	<i>Dysphania ambrosioides</i>	Extrait de la plante <i>Dysphania ambrosioides</i>	Contrôle d'un certain nombre d'insectes suceurs nuisibles comme les pucerons, les cicadelles, les aleurodes et les acariens dans les agrumes, les raisins, les noix et les légumes	Ce produit décompose l'exosquelette des insectes, affecte leur système respiratoire, et interrompt leur capacité à naviguer (trouver de la nourriture).

Tableau 06: Biopesticides importants selon (Poulver et al ,2003)

2-Biopesticides microbiens

Matière active composé à partir de microorganismes utiles tels que bactéries, champignons, virus ou protozoaires. Ils sont relativement spécifiques aux organismes visés.

2-1 Les Bactéries

Les biopesticides à base de bactéries sont utilisées pour contrôler les maladies des plantes, les nématodes, les insectes et les mauvaises herbes. Les bactéries sont présentes dans tous les sols, où elles sont les micro-organismes les plus abondants. Les biopesticides les plus connus et largement utilisés sont à base de *Bacillus thuringiensis*, communément appelé «Bt». Pendant la formation de spores, Bt produit des protéines insecticides (les delta-endotoxines) qui tuent les chenilles nuisibles, les mouches, les larves de moustiques ou encore les coléoptères (en fonction de la sous-espèce et de la souche de Bt) qui les ingèrent en se nourrissant dans les zones Bt-traités. Hautement spécifiques les delta-endotoxines se lient à la paroi cellulaire du tractus digestif des insectes et le dégrade, empêchant ainsi l'insecte de s'alimenter jusqu'à ce qu'il finisse par mourir (Chafaux, 1995).

2-2 Les Champignons

Différents biopesticides fongiques peuvent être utilisés pour lutter contre les maladies des plantes (causées par des champignons, des bactéries et autres nématodes), ainsi que certains insectes nuisibles et les mauvaises herbes. Les champignons sont un groupe diversifié d'organismes et peuvent être trouvés dans presque chaque type d'environnement sur Terre. La plupart ont des cycles de vie complexes, et certains sont des parasites aux eucaryotes, y compris les plantes et les insectes, ceux-ci se sont donc révélés utiles comme biopesticides microbiens. Les bio-fongiques sont tellement diversifiés dans la nature, que leurs moyens d'affecter le ravageur cible sont tout aussi variés. Les modes d'action les plus communs sont l'exclusion compétitive (lutte pour la nourriture et l'espace), le mycoparasitisme, et la production de métabolites. Ces processus peuvent entraîner la stimulation des défenses et la croissance de la plante hôte. (Wood, 1951). Deux des biopesticides fongiques commercialisés les plus communs sont *Trichoderma spp.*, et *Beauveria bassiana*

2-3 Les Virus

Les biopesticides microbiens sont connus sous le nom baculovirus. Les baculovirus sont une famille de virus d'origine naturelle ayant un tropisme spécifique pour les invertébrés, ils sont connus pour infecter quelques 600 espèces d'insectes comme les larves des mites, des symphytes, les moustiques mais aussi plusieurs crustacés comme les crevettes (Chen et al., 2002). Aucun des baculovirus connus n'est capable d'infecter les mammifères ou autres vertébrés. La plupart sont tellement spécifiques dans leur action qu'ils infectent et tuent une seule ou quelques espèces de larves lépidoptères (chenilles), ce qui les rend de bons candidats pour la gestion des ravageurs des cultures avec un minimum d'effets hors-cible. Les baculovirus utilisés comme biopesticides microbiens sont constitués d'ADN entouré par une protéine d'enveloppe (nucléocapside), qui est lui-même incorporé dans une protéine "microcapsule" ou corps d'occlusion (OB = Occlusion Body) qui fournit une protection contre la dégradation dans l'environnement. Selon le virus, l'OB peut contenir une nucléocapside unique appelé granulovirus (GV) ou des nucléocapsides multiples dits nucleopolyhedrovirus. (Robert *et al.*, 1984)

2-4 Les Protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires eucaryotes qui existent à la fois dans l'eau et le sol. Alors que la plupart des protozoaires se nourrissent de bactéries et de matière organique en décomposition, un grand nombre d'espèces sont des parasites d'insectes. Par exemple, le protozoaire *Nosema locustae* est connu pour être un agent de lutte biologique naturelle d'au moins 90 espèces de sauterelle (Cavalier 1993)

3. Biopesticides biochimiques

Les biopesticides biochimiques sont des composés naturels ou des dérivés synthétiques structurellement similaires et fonctionnellement identiques à leurs homologues naturels (JESSE UNEK., 2007). En général, les biopesticides biochimiques sont caractérisés par un mode d'action qui affecte la croissance et le développement d'un organisme nuisible, sa capacité à se reproduire, ou l'écologie des ravageurs. Ils peuvent aussi avoir un impact sur la croissance et le développement des plantes traitées, y compris leur physiologie post-récolte.

Les biopesticides biochimiques sont divisés en plusieurs sous-catégories de produits :

Régulateurs de Croissances des Végétaux

Régulateurs de Croissances des Insectes

Extraits de plantes

Phéromones

Minéraux

4-Biopesticides utilisés dans la lutte contre les insectes

4-1 *Bacillus thuringiensis*

Présente dans la plupart des sols, dans les cadavres d'insectes, les végétaux, *Bacillus thuringiensis* est une bactérie Gram positif qui a la particularité de synthétiser un cristal protéique lors de la sporulation. Ces cristaux ont selon les souches une activité larvicide surtout sur; les Lépidoptères, Coléoptères et Diptères (Chafaux, 1995).

Lors de l'ingestion par les larves d'insectes, les cristaux de toxines sont solubilisés

du fait du pH alcalin de l'appareil gastro-intestinal et libèrent des protoxines. Celles-ci sont par la suite activées par des protéases (trypsines) spécifiques du système digestif.

Cependant, les formes activées interagissent avec des récepteurs localisés au niveau des cellules épithéliales de l'intestin moyen. La fixation sur ces récepteurs induit des changements conformationnels de la protéine conduisant in fine à l'insertion de la toxine qui s'oligomérisse (tétramère) dans la membrane au niveau des microvilli de ces

cellules (partie apicale). Le tétramère forme un pore qui entraîne ainsi un déséquilibre de la balance osmotique, des désordres intracellulaires et par la suite la lyse des cellules.

4-2 Azadirachtine (extrait de neem)

L'azadirachtine ou Azadirachta indica, substance naturelle dérivée du Neem (membre de Miliaceae) est un tetranortritéropénoïdes, structurellement semblable aux ecdysones d'insectes (Mordue et Blackwell, 1993). Cette molécule inhibe l'hormone prothoracicotropique et l'hormone allatotropique (Banken et Stark, 1997), stimulant les ecdystéroïdes et l'HJ respectivement, affectant ainsi le développement et la reproduction,

L'azadirachtine peut également agir en paralysant le mouvement naturel de l'intestin, provoquant le dépérissement des insectes. Le mode d'action de l'azadirachtine reste encore méconnu, une étude récente montre une association à l'épuisement cytosquelettique de l'actine. Différents travaux ont noté les impacts négatifs de l'azadirachtine sur les organismes visés (Mordue et Blackwell, 1993).

4- 4 Spinosad

Le spinosad, insecticide d'origine naturelle, fait partie de la famille des spinosoïdes, semble représenter une solution plus appropriée par rapport aux molécules classiques. En effet, il montre une faible toxicité pour l'Homme, les mammifères, les invertébrés aquatiques et les organismes non visés (Kirst, 2010) par ailleurs, il préserve l'environnement du fait sa rapide biodégradation et sa forte sélectivité. Le spinosad présente un mode d'action de type neurotoxique nouveau et unique car il agit à la fois sur les nAChRs (Kirst, 2010 ; Rinkevich et Scott, 2012) et sur les récepteurs GABA ergiques (Ishaaya., 2001); il agit par contact ou par ingestion, et est très efficace contre les Lépidoptères et les Diptères.

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et Méthodes

Partie II- Etude expérimentale

1- L'objectif du travail

Le but de notre travail est de réaliser une étude comparative de l'efficacité de (azadiractine, spinosad, bacillus thuringiensis, sincocine) bio-insecticides sur des populations des Aphides (*Aphis gossypii*), et leurs ennemis naturels comme les coccinelles, les syrphes, les cécidomyies et les parasitoïdes. Ainsi que de déterminer la sensibilité de ces ravageurs.

2- Méthode d'étude

2.1-Site expérimental

Le site retenu pour notre étude est situé entre la commune de Mostaganem au nord Mazagran à l'ouest, Hassi Maméche au sud et Douar à Djdid 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. 8- Site d'expérimentation de Mazagran (Google Earth, 2017)

2.2-Caractéristiques du sol de la zone d'étude

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

- 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.

3- Matériels et méthode

3.1- Matériel végétal

Pour notre essai, nous avons utilisée 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.



Photo 1- Plant de poivron (Originale, 2017)

3.2- Matériel animal

3.2.1- Les Aphides

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. 10- Puceron dispersé sur la surface d'une feuille du poivron (Originale, 2017)

3.2.2 – Les ennemis naturels des aphides

3.2.2.1- 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. 11- Une coccinelle adulte (Originale, 2017)

3.2.2.2- Les syrphes

Les adultes sont nourrissement 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 12- Syrphe adulte (Originale, 2017)

3.2.2.3 Les parasitoïdes

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

Les parasitoïdes sont différenciés 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 de diptères dont les familles Bombylidae et Tachinidae, ainsi que des Hyménoptères (Ichneumonoidae, Chalcidoidae, Serphoidae, Braconidae).



Fig. 13- Parasitoïde (Originale, 2017)

3.2.2.4- Les cécidomyies

Les adultes se nourrissent de pollen, leur corps est fin. Ce sont de petites mouches de 2.5 mm. La larve est efficace en été et à l'automne. Elles sont rouges assez difficiles à voir. Son développement larvaire est de 3 à 6 jours.



Fig. 14- Larve d'une cécidomyie (Originale, 2017)

3.3 Les produits utilisés

Dans notre expérimentation nous avons utilisées quatre produits bio-insecticides (Spinosad, Azadiractine, *Bacillus thuringiensis*, Sincocin)

3.3.1- Spinosad

Ce produit contient une matière active nommée Spinosad, il est utilisé pour la lutte contre les infestations des insectes de la famille des lépidoptères, des diptères, des hyménoptères, des thysanoptères et certains coléoptères, le Spinosad 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).

3.3.2- Sincocin

Un produit naturel à base d'acides gras (acide palmique, acide oléique, acide linoléique, nucléiques (ADN, ARN), il pour contrôle biologique des plusieurs ravageurs des cultures et aussi contre les nématodes. Ce produit, il agit généralement par contact et par ingestion sur les différents ordres d'insectes, il est considéré comme un produit non toxique pour l'homme (Agricom, 2015).

3.3.3- Azadiractine

C'est un extrait végétal sous forme de NSE (Neem Seed Extract), Le neem, *azadirachta indica* c'est un arbre de la famille des Méliacées. L'azadiractine ne tue pas directement l'insecte mais perturbe son équilibre hormonal jusqu'à causer sa mort. Ses effets biologiques sont multiples et se situent à deux niveaux : comportemental (inhibition de l'alimentation et répulsion) et physiologique (perturbation de la croissance et du développement, inhibition de l'ovipositeur, stérilité et baisse du fitness reproducteur) (Schmutterer, 1985)

3.3.4- *Bacillus thuringiensis*

Le nom *Bacillus thuringiensis* a été introduit en 1911 par le biologiste allemand E. Berliner, pour désigner la bactérie pathogène trouvée dans les pupes d'insectes familial des silos à graine en Thuringe (Schnep et al, 1998)

Depuis plus de 40 ans, elle est utilisée comme insecticide biologique et représente de nos jours plus de 90 % du marché total des biopesticides (Vassal, 2004).

3.4- Méthode d'étude

Le traitement est réalisé avec la dose homologuée pour chaque produit, Azadiractine ($0,9 \text{ ml.l}^{-1}$), Sincocin (3 ml.l^{-1}), *Bacillus thuringiensis* ($0,9 \text{ ml.l}^{-1}$) et le Spinosad ($0,6 \text{ ml.l}^{-1}$). La pulvérisation de chaque produit est apportée sur les insectes (50 individus du puceron, 10 individus de coccinelles, 10 individus de cécidomyies, 10 individus de parasitoïdes et 5 individus de syrphes

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 tous les traitements s'appliquent par une pulvérisation à main l'application doit répéter trois fois pour chaque insecte, les expérimentations sont réalisées *in vivo*.



Fig. 15- Cages d'expérience (Originale, 2017)

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

3-5 Traitement statistique

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

L'Anova est un test statistique permettant de vérifier que plusieurs échantillons sont issus d'une même population. Ce test s'applique lorsque l'on mesure une ou plusieurs variables explicatives catégorielles (appelées alors facteurs de variabilité, leurs différentes modalités étant parfois appelées « niveaux » qui ont de l'influence sur la distribution d'une variable continue à expliquer. On parle d'analyse à un facteur lorsque l'analyse porte sur un modèle décrit par un seul facteur de variabilité, d'analyse à deux facteurs ou d'analyse multifactorielle comme notre étude.

Chapitre II : Résultats et Discussions

1- Effet des bio-insecticides sur *Aphis gossypii*

Le nombre d'individus morts d'*Aphis gossypii* est significativement élevé sous l'effet des trois bio-insecticides testés par rapport au témoin (Fig.16).

Les résultats obtenus montrent une nette progression dans le taux de mortalité avec la progression dans le temps, ainsi, le nombre de morts atteint en 24 heures est de 8.33, 0, 5.33, 8 et 0 sous l'action respective de Azadirachtine, *Bacillus thuringiensis*, Spinosad et le témoin. Par ailleurs, après 7 jours de traitement ces chiffres progressent pour atteindre 42.66, 38.66, 33, 6.6 et 3.25 respectivement sous l'effet de Sincocine, Azadirachtine, Spinosad et *Bacillus thuringiensis* et le témoin.

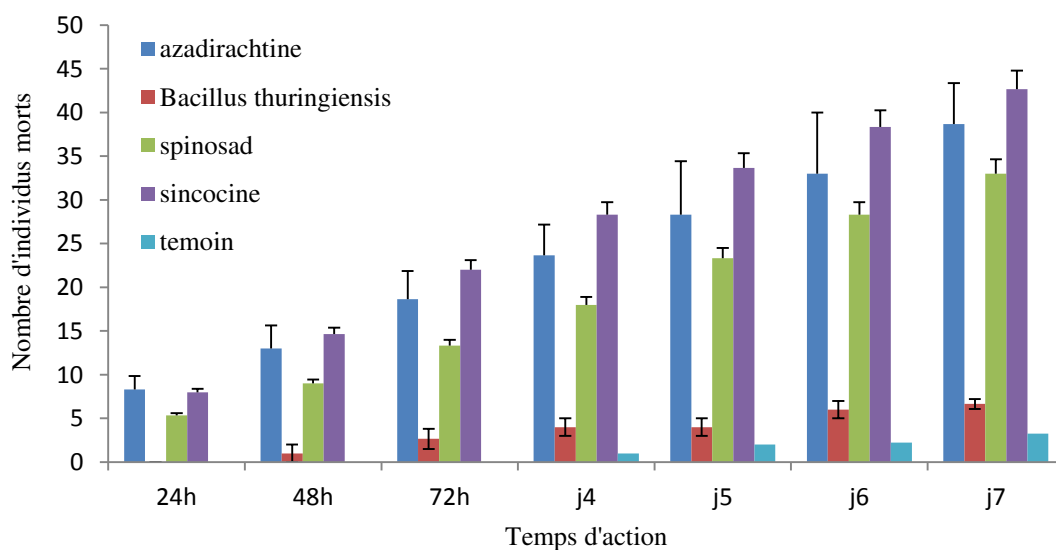


Fig.16- Nombre de morts d'*Aphis gossypii* *in vivo* sous l'effet de quatre bio-insecticides en 7 jours de traitement. Les données représentent la moyenne de trois répétitions et la barre d'erreur indique l'écart type moyen.

Tableau 7- ANOVA à deux facteurs mélangés aléatoirement avec alpha = 5%, du nombre de morts chez *Aphis gossypii* *in vivo* traités avec quatre bio-insecticides dans la durée en jour

Temps \ Produit	Azadirachtine	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Spinosad	Sincocine
24h	8,33±1,52 ^{hi}	0±0 ^k	5,33±0,57 ^{ijk}	8±1 ^{hij}
48h	13±2,64 ^{fgh}	1±1 ^{jk}	9±1 ^{ghi}	14,66±1,52 ^{fg}
72h	18,66±3,21 ^{ef}	2,66±1,15 ^{ijk}	13,33±1,52 ^{fgh}	22±2 ^{de}
j4	23,66±3,51 ^{de}	4±1 ^{ijk}	18±1,73 ^{ef}	28,33±2,08 ^{cd}
j5	28,33±6,11 ^{cd}	4±1 ^{ijk}	23,33±3,05 ^{de}	33,66±3,51 ^{bc}
j6	33±7 ^{bc}	6±1 ^{ijk}	28,33±2,08 ^{cd}	38,33±2,08 ^{ab}
j7	38,66±4,72 ^{ab}	6,66±0,57 ^{ijk}	33±3 ^{bc}	42,66±2,3 ^a

2- Effet des bio-insecticides sur les parasitoïdes

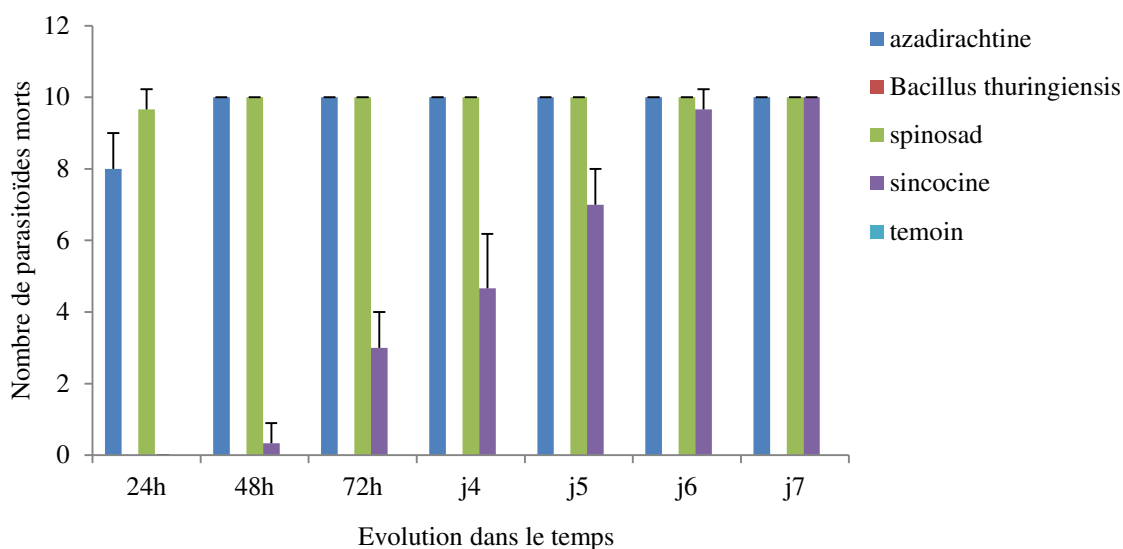


Fig. 17- Nombre d'individus morts de parasitoïdes *in vivo* sous l'effet des bio-insecticides en 7 jours de traitement.

Après 24 heures de traitement, les deux produits (Azadirachtine et Spinosad) enregistrent respectivement 8 et 9.66 d'individus morts contre aucun individu pour Sincocine et le témoin (Fig. 17).

Après 48h de traitement, ce nombre de mort progresse pour donner un chiffre de 10 d'individus morts sous l'effet des deux produits (Azadirachtine et Spinosad), ce chiffre se stabilise jusqu'à la fin des traitements (7 jours). Cependant, le bio-insecticide Sinicocine commence son effet après 48 heures de traitement, où le taux d'individus morts démarre avec 0.33, puis il évolue progressivement pour atteindre 10 morts en 7 jours de traitement.

Aucun parasitoïde affecté sous l'effet de *Bacillus thuringiensis*, de même pour le témoin sur 7 jours de traitements.

Tableau 8- ANOVA à deux facteurs mélangés aléatoirement avec $\alpha = 5\%$, du nombre de morts de parasitoïdes *in vivo* traités avec quatre bio-insecticides dans la durée en jour.

	azadirachtine	Bacillus thuringiensis	spinosad	sincocine
24h	8±1 ^b	0±0 ^f	9,66±0,57 ^a	0±0 ^f
48h	10±0 ^a	0±0 ^f	10±0 ^a	0,33±0,57 ^f
72h	10±0 ^a	0±0 ^f	10±0 ^a	3±1 ^e
j4	10±0 ^a	0±0 ^f	10±0 ^a	4,66±1,52 ^d
j5	10±0 ^a	0±0 ^f	10±0 ^a	7±1 ^c
j6	10±0 ^a	0±0 ^f	10±0 ^a	9,66±0,57 ^a
j7	10±0 ^a	0±0 ^f	10±0 ^a	10±0 ^a

3- Effet des bio-insecticides sur les coccinelles

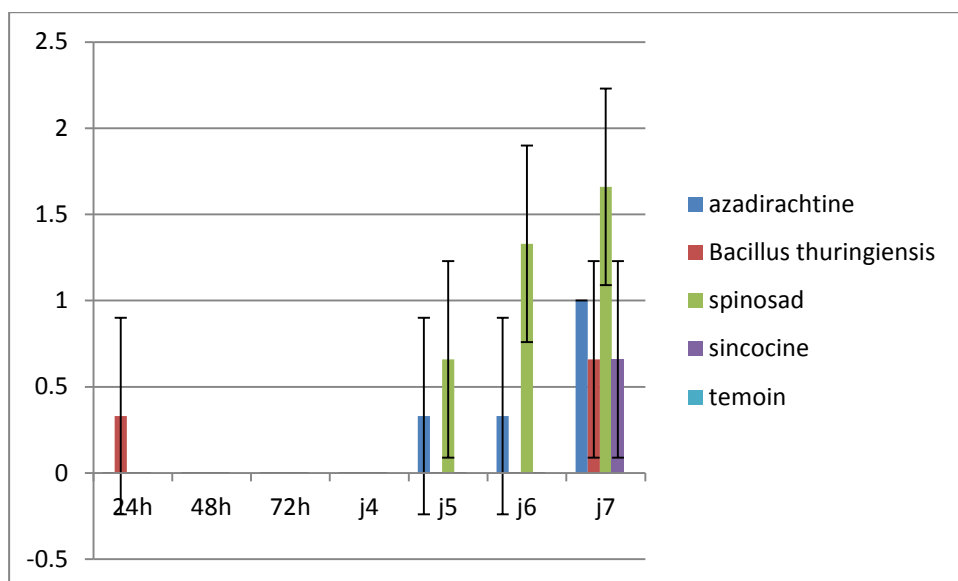


Fig. 18- Nombre d'individus morts de coccinelles *in vivo* sous l'effet des bio-insecticides en 7 jours de traitement.

La figure 18 n'annonce aucune coccinelle en 48, 72 heures et au 4^{ème} jour de traitement pour les quatre bio-insecticides. En revanche, après 24 heures de traitement avec *Bacillus thuringiensis* 0.33 individus de coccinelles sont atténués. Au 5^{ème} et 6^{ème} jour de traitement, nous enregistrons une stabilité d'individus morts de coccinelles de 0.33 sous l'effet d'Azadirachtine, par contre, sous l'effet de Spinosad ces données progressent pour donner (0.33 et 1.33 coccinelles) respectivement à 5 et 6 jours de traitement, aucun individu n'est atteint par les autres traitements.

Après 7 jours de traitement, le nombre de coccinelles morts enregistre 1, 0.66, 1.66 et 0.66 sous l'effet respectif d'Azadirachtine, *Bacillus thuringiensis*, Spinosad et Sincocine contre aucun chez le témoin.

Tableau 9- ANOVA à deux facteurs mélangés aléatoirement avec $\alpha = 5\%$, du nombre de morts de coccinelles *in vivo* traités avec quatre bio-insecticides dans la durée en jour.

	Azadirachtine	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Spinosad	Sincocine
24h	0±0 ^d	0,33±0,57 ^{c d}	0±0 ^d	0±0 ^d
48h	0±0 ^d	0±0 ^d	0±0 ^d	0±0 ^d
72h	0±0 ^d	0±0 ^d	0±0 ^d	0±0 ^d
j4	0±0 ^d	0±0 ^d	0±0 ^d	0±0 ^d
j5	0,33±0,57 ^{c d}	0±0 ^d	0,66±0,57 ^{b c d}	0±0 ^d
j6	0,33±0,57 ^{c d}	0±0 ^d	1,33±0,57 ^{a b}	0±0 ^d
j7	1±0 ^{b c}	0,66±0,57 ^{b c d}	1,66±0,57 ^a	0,66±0,57 ^{b c d}

4- Effet des bio-insecticides sur les syrphes

Les résultats obtenus ne donnent aucun mort après 24 et 48 heures de traitement (Fig. 19). Cependant, après 72 heures d'apport de bio-insecticide, nous enregistrons un nombre de 1.66 et 2.33 de syrphes morts, ces chiffres évoluent après 4 jours pour donner (3 et 2.66 individus morts) et après 5 jours, un chiffre de 4.66 individus morts sous l'effet respectif d'Azadirachtine et Sincocine.

L'étude du produit Spinosad contre les syrphes, nous remarquons au 4^{ème} jour, ce bio-insecticide affecte 1.33 individus, ce chiffre progresse pour atteindre au 7^{ème} jour de traitement 2.66 individus morts. En revanche, après 7 jours de traitement avec *Bacillus thuringiensis* aucun effet sur les syrphes n'est à signaler, de même, aucun individu mort pour le témoin.

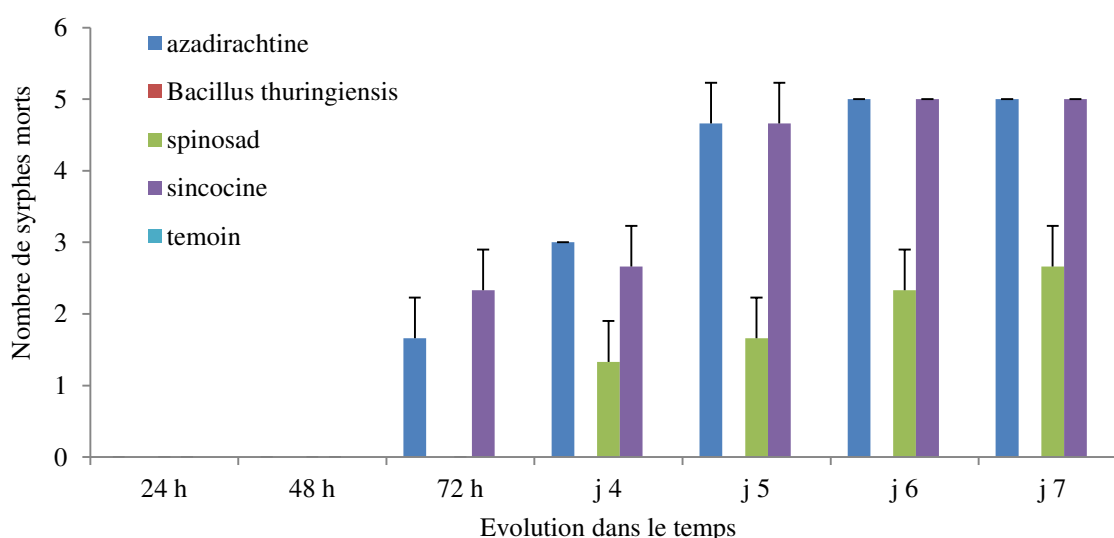


Fig.19- Nombre d'individus morts de syrphes *in vivo* sous l'effet des bio-insecticides en 7 jours de traitement.

Tableau 10- ANOVA à deux facteurs mélangés aléatoirement avec alpha = 5%, du nombre de morts de syrphes *in vivo* traités avec quatre bio-insecticides dans la durée en jour.

	azadirachtine	Bacillus thuringiensis	spinosad	sincocine
24 h	0±0 ^e	0±0 ^e	0±0 ^e	0±0 ^e
48 h	0±0 ^e	0±0 ^e	0±0 ^e	0±0 ^e
72 h	1,66±0,57 ^{c d}	0±0 ^e	0±0 ^e	2,33±0,57 ^{b c}
j 4	3±0 ^b	0±0 ^e	1,33±0,57 ^d	2,66±0,57 ^b
j 5	4,66±0,57 ^a	0±0 ^e	1,66±0,57 ^{c d}	4,66±0,57 ^a
j 6	5±0 ^a	0±0 ^e	2,33±0,57 ^{b c}	5±0 ^a
j 7	5±0 ^a	0±0 ^e	2,66±0,57 ^b	5±0 ^a

5- Effet des bio-insecticides sur les Cécidomyies

La figure 20 enregistre après 24 heures de traitement, un nombre d'individus morts de Cécidomyies de 9, 0, 8.33, 8.66 et 0 sous l'effet respectif de Azadirachtine, *Bacillus thuringiensis*, Spinosad, Sincocine et le témoin. Ces taux de mortalités progressent pour donner respectivement 10, 0, 10, 10 et 0 individus après 48 heures de traitement.

Ces chiffres se stabilisent jusqu'au 7^{ème} jour de traitement, sauf, pour *Bacillus thuringiensis* où il commence à attaquer à partir de 6^{ème} jour avec 0.33 individus morts, puis, ce nombre est double au 7^{ème} jour. Nous signalons, aucun individu n'est mort chez le témoin

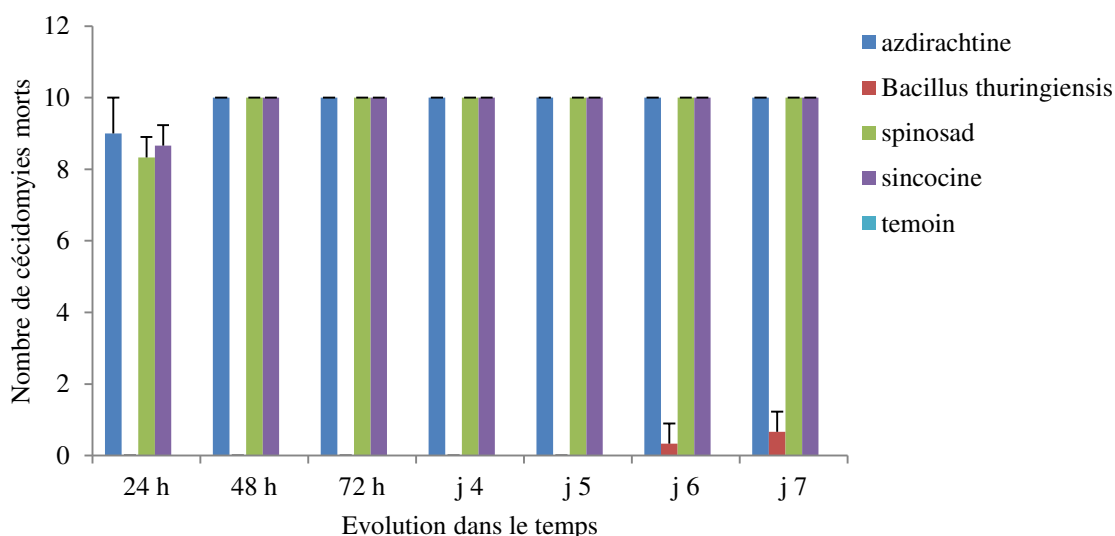


Fig. 20- Nombre d'individus morts de Cécidomyies *in vivo* sous l'effet des bio-insecticides en 7 jours de traitement.

Tableau 11- ANOVA à deux facteurs mélangés aléatoirement avec alpha = 5%, du nombre de morts de Cécidomyie *in vivo* traités avec quatre bio-insecticides dans la durée en jour.

	Azdirachtine	Bacillus thuringiensis	Spinosad	Sincocine
24 h	9±1 ^b	0±0 ^d	8,33±0,57 ^c	8,66±0,57 ^{b c}
48 h	10±0 ^a	0±0 ^d	10±0 ^a	10±0 ^a
72 h	10±0 ^a	0±0 ^d	10±0 ^a	10±0 ^a
j 4	10±0 ^a	0±0 ^d	10±0 ^a	10±0 ^a
j 5	10±0 ^a	0±0 ^d	10±0 ^a	10±0 ^a
j 6	10±0 ^a	0,33±0,57 ^d	10±0 ^a	10±0 ^a
j 7	10±0 ^a	0,66±0,57 ^d	10±0 ^a	10±0 ^a

6- Etude comparative des bio-insecticides testés

La comparaison de l'effet ces bio-insectides sur *Aphis gossypii*, nous décelons un effet très positif des deux bio-insecticides (Sincocine et Azadirachtine), puis, vient spinosad en troisième position (Fig. 21). En revanche, le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* vient en 4^{ème} position avec des chiffres très faibles.

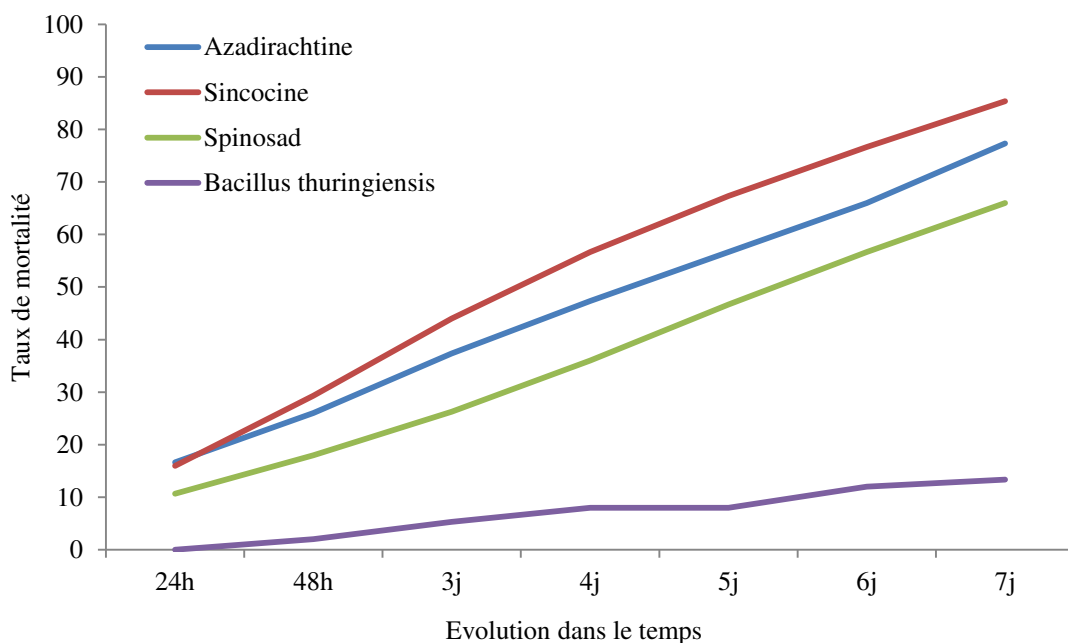


Fig. 21- Effet comparatif des bio-insecticides testés sur le taux de mortalité d'*Aphis gossypii*

Tableau 12- Comparaison entre les bio-insecticides sur le taux de mortalité d'*Aphis gossypii* selon le temps.

	Azadirach	Bacillus turgiensis	Spinosad	Sincocine
1 (24 h)	8,333=16,66%	0=0%	5,333=10,66%	8=16%
2 (48 h)	13=26%	1=2%	9=18%	14,667=29,33%
3 (72 h)	18,667=37,33%	2,667=5,33%	13,333=26,26%	22=44%
4 (4 ^{ème} jour)	23,667=47,33%	4=8%	18=36%	28,333=56,67%
5 (5 ^{ème} jour)	28,333=56,67%	4=8%	23,333=46,67%	33,667=67,33%
6 (6 ^{ème} jour)	33=66%	6=12%	28,333=56,67%	38,333=76,67%
7 (7 ^{ème} jour)	38,667=77,33%	6,667=13,33%	33=66%	42,667=85,33%

Discussion

La lutte intégrée est une stratégie de gestion à long terme des bio-insecticides qui minimise les risques des populations, de l'écosystème et de l'environnement. Dans ce concept, nous avons testés quatre bio-insecticides (Azadirachtine, *Bacillus thuringiensis*, Spinosad et Sincocine) sur la culture de poivron sous serre pour évaluer l'efficacité et les effets secondaires sur le complexe parasitaire.

Touahria (2010) cite (Ewet et *al.*, 1996) qui expliquent qu'un fort taux de mortalité provoqué dans une population de ravageurs traités est un indicateur de la toxicité du produit utilisé. Au regard de nos essais, l'efficacité est présente dès les premiers jours des trois produits (Azadirachtin, Sincocine et Spinosad), mais cette efficacité est moins présente chez Spinosad. Aussi, *Bacillus thuringiensis* a montré son inefficacité contre l'*aphis gossypii*.

L'efficacité des bio-insecticides est évaluée selon la réussite de répression des parasites. Nos résultats, en terme d'efficacité des quatre produits bio-insecticides testés, nous pouvons dire que les deux produits Azadirachtin et Sincocine montrent une meilleure efficacité contre les pucerons adultes, puis vient Spinosad en second position.

Au regard de nos essais, la mortalité des individus est souvent due à une intoxication par alimentation. Les processus d'intoxication sont certainement les même chez les individus de pucerons du poivron. Cependant, plusieurs applications sont souvent nécessaires, car les insectes peuvent se cacher. Leur application doit se faire dans des «conductions climatiques idéales», par un temps, où l'absence de pluie est exigée pour éviter le lessivage, et aussi, il faut éviter les jours ventés, pour éviter la dérive et la dispersion dans l'air (Khelifi et *al.*, 2001).

Toutefois, les bio-insecticides n'éliminent pas complètement les ravageurs, aussi, une utilisation répétitive peut installer une résistance chez les insectes. A l'avenir, ces bio-insecticides peuvent contribuer dans un programme de lutte contre *Aphis gossypii* pour réaliser le concept de la lutte intégrée, tout en conservant la faune auxiliaire.

Conclusion

A la fin de ce chapitre, l'utilisation des bio-insecticides (Azadirachtine et Sincosine) contre *A. gossypi* ressort une efficacité significative de ces produits par rapport à Spinosad. En revanche, ce test à lutter contre la faune auxiliaire avec les trois bio-insecticides (Azadirachtine, Sincosine et Spinosad) a révélé que la faune auxiliaire présente une importante sensibilité vis-à-vis de ces bio-insecticides avec différents degrés à plusieurs niveaux.

Par contre, le test de *Bacillus thuringiensis* n'a pas révélé son efficacité sur les aphides, de même, sur les ennemis naturels.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de ce travail, les trois bio-insecticides Azadirachtine, Sincocine et Spinosad se sont révélés de bons agents de contrôle des populations d'*Aphis gossypii*, contrairement au bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* qu'il n'a montré aucun effet contre *Aphis gossypii*, de même, que sur le complexe parasitaire.

Cependant, les ennemis naturels, les parasitoïdes et cécidomyies ont montré une forte sensibilité aux deux bio-insecticides l'Azadirachtine et Spinosad par contre, peu d'efficacité contre les coccinelles et les syrphes. Alors que, le bio-insecticide Sincocine a prouvé son efficacité contre les Cécidomyies et une sensibilité progressive contre les parasitoïdes et les syrphes et très faible contre les coccinelles.

Nous préconisons pour une lutte efficace, la lutte biologique, l'utilisation des trois bio-insecticides (Azadirachtine, Sincocine, Spinosad) est un atout précieux pour son utilisation dans les situations écologiques fragiles. De surcroît, de sa bonne efficacité, c'est un choix alternatif pour lutter contre le puceron *Aphis gossypii*.

Enfin, nous pouvons dire que malgré l'impact négatif des bio-pesticides sur la faune auxiliaire évoqué par la bibliographie. Cependant, dans notre travail, ces produits bio-insecticides n'ont pas montré un effet nocif pour les ennemis naturels, en revanche, il faut prévoir d'autres essais pour confirmer la nocivité ou non de ces produits.

Annexes

Annexes

Annexes 01 : L'effet de l'azadiractine (sur les pucerons)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,9	R1	7	10	15	20	23	28	35
	R2	10	14	20	24	27	30	37
	R3	8	15	21	27	35	41	44
Témoin	R'	0	0	0	2	2	3	4

Annexes 02 : L'effet de l'azadiractine (sur les parasitoïdes)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,9	R1	7	10	10	10	10	10	10
	R2	8	10	10	10	10	10	10
	R3	9	10	10	10	10	10	10
Témoin	R'	0	0	0	0	0	1	1

Annexes 03 : L'effet de l'azadiractine (sur les coccinelles)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,9	R1	0	0	0	0	0	0	1
	R2	0	0	0	0	1	1	1
	R3	0	0	0	0	0	1	1
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Annexes 04 : L'effet de l'azadiractine (sur les syrphes)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,9	R1	0	0	2	3	5	5	5(5)
	R2	0	0	1	3	4	5	5
	R3	0	0	2	3	5	5	5
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Annexes

Annexes 05 : L'effet de l'azadiractine (sur les cécidomyies)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,9	R1	8	10	10	10	10	10	10
	R2	9	10	10	10	10	10	10
	R3	10	10	10	10	10	10	10
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Annexes 06 :L'effet de *Bacillus thuringiensis* (sur les pucerons)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,9	R1	0	0	2	4	4	6	7
	R2	0	1	2	3	3	5	6
	R3	0	2	4	5	5	7	7
Témoin	R'	0	0	0	1	2	2	3

Annexes 07 : L'effet de *Bacillus thuringiensis* (sur les parasitoïdes)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,9	R1	0	0	0	0	0	1	1
	R2	0	0	0	0	0	1	1
	R3	0	0	0	0	0	0	1
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	1

Annexes 08 : L'effet de B401 (sur les coccinelles)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,9	R1	0	0	0	0	0	0	1
	R2	0	0	0	0	0	0	0
	R3	0	0	0	0	0	0	1
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Annexes

Annexes 09 : L'effet de *Bacillus thuringiensis* (sur les syrphes)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,9 ml	R1	0	0	0	0	0	0	0
	R2	0	0	0	0	0	0	0
	R3	0	0	0	0	0	0	0
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Annexes 10 : L'effet de *Bacillus thuringiensis* (sur les cécidomyies)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,9	R1	0	0	0	0	0	0	1
	R2	0	0	0	0	0	1	1
	R3	0	0	0	0	0	0	0
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Annexes 11 : l'effet de Traceur (Sur les pucerons)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,6ml	R1	5	8	12	16	20	26	30
	R2	5	9	13	19	24	29	33
	R3	6	10	15	19	26	30	36
Témoin	R'	0	0	0	0	2	2	3

Annexes 12 : l'effet de traceur (Sur les parasitoïdes)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,6ml	R1	9	10	10	10	10	10	10
	R2	10	10	10	10	10	10	10
	R3	10	10	10	10	10	10	10
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	1

Annexes

Annexes 13 : l'effet de Traceur (Sur les coccinelles)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,6ml	R1	0	0	0	0	1	1	2(10)
	R2	0	0	0	0	1	2	2
	R3	0	0	0	0	0	1	1
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Annexes 14 : L'effet de Traceur (sur les syrphes)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,6 ml	R1	0	0	0	2	2	3	3
	R2	0	0	0	1	2	2	3
	R3	0	0	0	1	1	2	2
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Annexes 15 : L'effet de Traceur (Sur les cécidomyies)

		traceur : Cycédomyie						
		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
0,6 ml	R1	8	10	10	10	10	10	10
	R2	9	10	10	10	10	10	10
	R3	8	10	10	10	10	10	10
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Annexes 16 : L'effet de Sincocine (Sur les pucerons)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
3 ml	R1	9	13	20	26	30	36	40
	R2	7	15	22	30	37	40	44
	R3	8	16	24	29	34	39	44
Témoin	R'	0	0	0	1	2	3	3

Annexes

Annexes 17 : L'effet de Sincocine (Sur les parasitoïdes)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
3 ml	R1	0	0	2	3	6	9	10
	R2	0	0	3	5	7	10	10
	R3	0	1	4	6	8	10	10
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	1

Annexes 18 : L'effet de Sincocine (Sur les coccinelles)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
3 ml	R1	0	0	0	0	0	0	0
	R2	0	0	0	0	0	0	1
	R3	0	0	0	0	0	0	1
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Annexes 19 : L'effet de Sincocine (Sur les syrphes)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
3 ml /L	R1	0	0	3	3	5	5	5(5)
	R2	0	0	2	3	4	5	5
	R3	0	0	2	2	5	5	5
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Annexes 20 : L'effet de Sincocine (Sur les cécidomyies)

		Les Jours						
		24H	48H	72J	4J	5J	6J	7J
La Dose Homologué								
3ml	R1	9	10	10	10	10	10	10
	R2	9	10	10	10	10	10	10
	R3	8	10	10	10	10	10	10
Témoin	R'	0	0	0	0	0	0	0

Références bibliographiques

ACTA, 1990 : Guide pratique de décence des cultures : 4^{ème} édition réalise par l'Acta, sous la direction de bailly R. Edition le carrousel et Acta : 19-12 pp.

Arias, M., Barral, M., Mejuto, J., 2002. Enhancement of copper and cadmium adsorption on kaolin by the presence of humic acids. *Chemosphere* 48, 1081-1088.

ACTA, 1999 : Guide pratique de décence des cultures : 19-21 p

ACTA, Recueil des effets non interactionnels des produits phytosanitaires. 221p.

Aroune M.E.F., 1985 : Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja (Algerie). *Th. Mag. Agro, El-Harrach* : 125 p.

Asawalam E.F., (2007) : contrôle of pests of some capsicum annum species (pepper) cultuvars using soil amendments in Umudike-Nigeria. *EJEAFICHE* 6(4) :1975-1979.

Bailey A , Hanhong B , Daniel P , Hyoun SB , Mary D, Park S , Choong M , 2006 Control of pest of some *Cpsicum annum* Species (pepper) cultuvars using soil amendment in Umudike- Nigeria. *EJEAFICHE* 6 (4) : 1975- 1979

Bale J S, Straathdee A T and Strathdee F C, 1994 Effects of low temperateur onthe arctic aphid *Acyrthosiphon brevicorne* . *Funct . Ecol* ; 1994, Vol 08, 621 – 626 p.

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 commeengrais vert, *Agri- Vision*. 2002-2003

Bardin, M., et al., 2008. Compatibility between biopesticides used to control grey mould,

Benabdelkader M et Guechi A, 2003. Evaluation de la résistance du poivron doux (*Capcicum 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 fonctionnement écologique dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Certificat d'tude Supérieurs 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 patihologi and crop physiology Louisiana agricultural expérimenté Station Louisiana State University Agricultural Centre Bâton Rouge LA 70803

Références bibliographiques

Blancard D., 1988 : Maladies de la tomate : Observer, Identifier, Lutter. INRA Paris 1988. 205 p 50

powdery mildew and whitefly on tomato. *Biological Control*. 46,476-483.

Boivin G.(1996) : parasitoïdes et lutte biologique. CRDH, Agriculture Agroalimentaire Canada p24

Bonnal A., 1981 : Formation de charge de gestion de domaine autogère. Outils et maraichages.

Bugg L, 2008. Flowers flies (syrphidae), and other biological control agent of apides in vegetable crops. 2008.

Brault V, Uzest M, Monsion B, Jacquot E and Blac 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.

Brevault T., Beyo J., Nibouche S. et Vaissayre M (2002) : la résistance des insectes aux insecticides problématique enjeux en Afrique centrale.

Bulbifera L, 1980 les cultures maraichères –comprendre la physiologie Agri- Vision. 2002-2003

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

Cavalier-Smith T. (1993), Kingdom protozoa and its 18 phyla. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 57, 953-994

Charles Vincent Catherine Regnault-Roger, Bernard Philogène, 2008 , *Biopesticides d'origine végétale*, Lavoisier, 2008, 2^e éd., 576 p

Chen et al. 2002. Chen, J., B.E. Carlson, and A.D. Del Genio, 2002: Evidence for strengthening of the tropical general circulation in the 1990s.

Celini L. (2001) : LE puceron de cotonnier *Aphis gossypii* et son parasite 122 (3) :7-10 p

Chabérière C. et Caudal Y.T., 2007 : poivron protection phytosanitaire situation actuelle et perspectives. Rencontre technique-plan d'Orgon -5 octobre 2007.10p

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

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

Comeau A., 1992 : La restance aux pucerons : aspects théorique et pratique in la lutte biologique Boucherville (Canada) : Ed° Gaetan marin : 433-449

Dajor 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 end Leclant F 1997 *Aphis gosypii* Glover (Hemiptera, Aphididae). *Les prédateur 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

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

Deravel, L ,Krier,F and Jacques ,P. (2004). Les biopesticides, compléments et alternative aux produits phytosanitaires chimique (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 resitance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae*. Philos Trans.R. Soc . Lond. B. Biol.Sci 1989. 353 : 1677-84.

Deyrever C A, 1989. Qu'est ce 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 Chilies.Agriculture notes. State of Victoria, Department of primary industries, 3p

DSA 2017. Données statistiques de la direction des services agricoles de mostaganem

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

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

Elmhirst J., profil de la culture de poivron de serre au Canada. Elmhirst Diagnostics and research Abbotsford (Colombie-Britanique) Canada (4) : 50 p

Références bibliographiques

FAO 2015. Food and Agricultural Organisation, Statistique agricole.

Franks.N.R(2003) :Ants.University of Bristol in E.Encyclopedia of insects.p29

Fraval A.,2006 :Les puceron – 2^e partie, Insectes N° Office pour les insectes et leur environnement, France, 3^e trimestre 2006 : 27-30, site web :[www.inra.fr /opieinsectes/pdf/i142fraval3.pdf](http://www.inra.fr/opieinsectes/pdf/i142fraval3.pdf)

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 , M iura T, 2008. Morphological and Hostological examination of polyphonic wing formation in the pea aphids *Acyrtosiphon pisum* (Memiptera : Hexapoda) Zoomorphology, 2008, 127 : 121-133p

Giacomino M.,2009.Cartographie des Hémérobes (Massif Armoricain) : appel a contribution Bulletin du Gretia n°42-43

Godin C. et Bovin G., 2002 : Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraichères au Québec. Agriculture et agroalimentaire Canada.AAC.CRDH/PRISM,.(31) :04-30

Google Earth, 2017.<http://www.google.fr/intl/fr/earth/index.html> Date de consultation le 10/04/2017

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

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

Harmel N., (2010) : Etude des saliver de pucerons : un préalable au développement de nouveaux bio-insecticide, biothechnol.Argon.Soc.Environ.14(2) ,369-378.Liège-Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique).

Hebrard E, Froissart R, Louis C and Blanc S, 1999. Les modes de transmission des virus phytopathogènes par vecteurs *Virologie* 3 :35-38.

Howard R, Allan G, Lloyd W, 1994. Dideases and Pests of vegetable Crops in Canda Société cnadienne de phytopathologie et Société entomologique du canada, 534p

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

Références bibliographiques

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

JESSE UNEK., 2007. Les bio-pesticide homologué *les molécules biochimique* de vol Ed A.C.T.A I.N.R.A

Johnson B ,1985. Embryonic cuticle in Aphids. Aust J Sci, 1958, 21 :146

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

Klass C S R, 2009. Extention Associate ; Department of Entomology, Control University.

Kolev N., 1976 : La culture maraichère en Algérie : Légumes, Fruits, Edj. BAILLIERE. Paris. V.I.207p

Kos K, Tomanovié Z, Petrovié-Obradovié O, Laznik Z, Matej Vidrith M, and trdan S, 2008 Aphids (Aphididae) and their parasitoids in selected vegetable ecosystems in Slovenia 91-1 :16

Lambert L, 2005 Les puceron dans les légumes de serre : Des bêtes de séve. Ministère de l'Agriculture, des pêcheries et de l'Alimentaion, Québec.

Laumonier R., 1979 : Culture maraichères, tome III. .ED.J . B. BAILLIERE, 276p

Leclant F., 1970 : Les cultures maraichères en Algérie tome I

Leclant F., 1970 : les aphides et la lutte intégrée en vergers B.T.I.M.S ARBO N°249 :260-276.

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

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

Ortiz-Rivas and Martinez-Torres D, 2010. *Combination of moleculaiar data support the existence of three main lineages in the phylogeny of aphids (hemiptera : aphididea) and the basal position of the subfamily Lachninae.* *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55 :305-317

Pochard E., Oalloix A., Daubeze M., 1992 : Le Piment.420p

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

Références bibliographiques

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

Reboulet J N, 1999. Les auxiliares entomophages - recooaissance, méthodes d'observation, intérêt agronomique. ED. ACTA. 136 p.

Riba G. et Silvy C., 1981 : 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. Colture protette (8), 112-113

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

Robert Y, 2010. Fluctuation et dynamique de la population des puceron . Jour . D'étude et d'info : Les puceron descultures, Le 2,3 et 4 mars 1981. ED 1 A.C.T.A, pp 21-35

Rondon S L, Cantliffe D J et Price J F , 2005 Population dynamics of the cotton aphid, aphid gossypii(Hom :Aphididae) en strawberries grown under protected structure. Florida Entomologiste, 88(2) 152-158p

Ronzon B, 2006. Bidiversité et lutte biologique, Comprendre quelque fonctionnements écologique 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 auxiliares : 18-22.

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

Sauvion N, 1995 Effet et modes d'action de deux lectines à mannose sur le muceron du pois, Acyrthosiphon pisum (Arris).Potntiel d'utilisation des lectines végétales dans une strategie de création de plantes transgénique résistantes aux puceron.Thése pour obtenir le grade de docteur en analyse et modélisation des systèmes biologique.Institut National des Scinces Appliquées de Lyon :3-19p

Sekkat A, 2007. Les puceron des agrumes au maroc. Pour une agrumculture plus respectueuse de l'environnement. ENA 18 décembre 2007.

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

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

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

Références bibliographiques

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 winged and non-winged flight muscles in the pea aphid (*Acyrthosiphon pisum* (Harris)). *JpnJ. Appl Entomol Zool*, 1978, 31 :247-252p

Valdez V, 1994. Cultivo de Aji, Edition : Centro de información de FDA. 17p

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

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

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

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.

Summary

Plant protection user chemical control, which remains the most appropriate mean in the fight against natural enemies, plants peppers infested with a *Aphis gossypii* are treated with four bio-insecticides, Azadirachtine, B401, Spinosad and Sincocine with one dose homologue. 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 three bio-insecticides (Azadirachtine, Sincocine and spinosad) cause mortality, natural enemies (ladybirds and hoverflies) are weakly sensitive to these products; however, parasitoids and midges are very sensitive. Also the B401 has not any effect during the results.

Key word : *Aphis gossypii* Bio-insecticide, Sincocine, Spinosad, Azadirachtine, B401, ladybugs, hoverflies, parasitoids, Gall midge

المخلص

تستخدم المكافحة الكيميائية لحماية النباتات، التي لا تزال أنسب في مكافحة الآفات، و تصاب نباتات الفلفل بالمن و التي يمكننا علاجها باستعمال (Azadirachtine ,B401 ,Sincocine and spinosad) و باستعمال الجرعة المقترحة على العتبة , الملاحظات كانت مدة اسبوع لكل نوع من انواع الحشرات المبيدات المدروسة :

Les coccinelles, Les syrphes, Les parasitoïdes, Les cécidomyies,

اظهرت النتائج المدروسة ان كل من المبيدات الثلاث أزاديركتين ,سبينوزا, سنكوسين لهم تأثير كبير على حشرة المن كما أن لهم تأثير سلبي على الحشرات المساعدة أيضا لم ن سجل اي تأثير بخصوص ب401 على حشرة المن .

الكلمات المفتاحية: المن, المبيدات, سنكوسين, سبينوزا, ازاديركتين, ب401 ,

Syrphe, coccinelles. Cécidomyies, parasitoïdes