

\\République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Ghardaïa



جامعة غرداية

Faculté des sciences de la nature
et de la vie et des sciences de la terre
Département des Sciences Agronomiques

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض
قسم العلوم الفلاحية

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de
Master académique en Sciences Agronomiques
Spécialité : Protection des végétaux

THEME

**Toxicité comparaisse de *Bacillus thuringiensis*, et une huile
essentielle de *Citrus* vis-à-vis des pucerons en culture sous
serres**

Présenté par
Guetibe Fatima

Membres du jury

Mr. KRAIMAT Mohamed

Melle. MELOUK Salima

Mr. SADINE Salah Eddine

Grade

Maître assistant B.

Maître assistant B.

Maître assistant B.

Président

Encadreur

Examineur

JUIN 2014

Remerciements

Nous tenant tout d'abord à exprimer nos remerciements et toute nos reconnaissance à l'égard de :

Melle MELOUK Salima., Maître assistant B, et pas seulement pour l'aide précieuse fournie par nous, mais aussi pour son enthousiasme, patience et assure la supervision globale de ce travail :

Monsieur KRAIMAT Mohamed Maître assistant B., pour avoir accepté de nous honorer par sa présence en tant que président de jury.

Monsieur, SADINE Salah Eddine Maître assistant B., pour avoir accepté d'examiner notre travaille.

A tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie, surtout département Sciences Agronomique

Nous tenons à remercier également Messieurs : LAOUAR ET BEKARYE pour leurs aides l'achèvement de ce travail.

Nous remercions infiniment tous nos collègues de la 2^{ème} promotion de mastère « protection végétale».

En fin à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Dédicace

Je dédie ce travail, À mes très chers parents, ma très chère mère Djamila, et mon père Slimane, qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance.

À mes chers frères : Ahmad, Abdelkader, Mohamed Zakaria, Oussama, soufiene.

A mes Sœurs : Sara.

A toute famille : Guetibe et Tagare

A ma grande mère et mon grand père

A tous mes proches amis.

À toutes les personnes qui connaissent Moumen de près ou de pré sou de loin, Seulement pour leur existence

A mes amis et tous les gens qui m'aiment.

Je dédie ce mémoire

Fatima

Liste des abréviations

A.N.R.H.	Agence National des Ressources Hydriques
A.P.F.A	Accession A La Propriété Foncière Agricole
BT	<i>Bacillus thuringiensis</i>
D	Doses
D.P.A.T	Atlas de Ghardaïa
D.S.A	Direction du Service Agricole
HA	Hectare
HE	Huile essentielle
KM	Kilomètre
M QX	Million Quintaux
M1	Mortalité dans la population témoin
M2	Mortalité dans la population traitée
MC	Mortalité corrigée
O. I. M. L. B	Organisation Internationale de la Lutte Biologique
O. N. M	Office Nationale de Météorologie
QX	Quintaux
TM	Taux mortalité

Liste des figures

N°	Titre	page
Figure 1. 1	Morphologie d'un puceron	3
Figure 1. 2	Cycle de vie des pucerons	8
Figure 2. 3	Situation géographiques de la wilaya de Ghardaïa	17
Figure 2. 4	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS de la région de Ghardaïa.	20
Figure 2. 5	Etage bioclimatique de Ghardaïa selon le climagramme d'EMBERGER	21
Figure 2. 6	Serre de piment	24
Figure 2. 7	Colonie de pucerons	24
Figure 2. 8	Préparations de poids du végétale	25
Figure 2. 9	Montage d'extraction d'huile essentielle	25
Figure 2. 10	Biopesticide à base de <i>Bacillus thuringiensis</i>	27
Figure 2. 11	Type des piègeages	27
Figure 2. 12	Pulvérisation des pieds de piment	29
Figure 2. 13	Dispositif de traitement	29
Figure 3. 14	Colonie des pucerons	34
Figure 3. 15	Traitement par <i>Bacillus thuringiensis</i> sur pucerons	35
Figure3. 16	Variation de taux de mortalité observé après traitement par <i>Bacillus thuringiensis</i> .	36
Figure 3. 17	Variation de taux de mortalité observé après traitement par l'huile essentielle	37
Figure 3. 18	Ecart de mortalité	37
Figure 3. 19	Taux de mortalité corrigée de biopesticide.	38
Figure 3. 20	Action de <i>Bacillus thuringiensis</i> .	39

Figure 3. 21	Action d'huile essentielle.	40
Figure 3. 24	produit chimiques sur culture aubergine	42
Figure 3. 25	Pucerons parasites (momifiés)	43
Figure 3. 26	Coccinelles capturés	44
Figure 3. 27	Chrysopes	44
Figure 3. 28	Syrphe	45
Figure 3. 29	Parasitoïdes ichneumonoïdes	45
Figure 3. 30	Guêpe parasitoïde	45
Figure 31	Superficie de communes de la wilaya de Ghardaïa	55
Figure 32	Evolutions des superficies des cultures de wilaya de Ghardaïa	55
Figure 33	Evolutions de la production des cultures de wilaya de Ghardaïa	56
Figure 34	Fruits de piment	56

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	Données météorologique de Ghardaïa (2003- 2013)	18
Tableau 2	Taux de mortalité de <i>Bacillus thuringiensis</i>	35
Tableau 3	Taux de mortalité d'huile essentielle de <i>Citrus</i>	36
Tableau 4	Taux de mortalité corrigée par huile essentielle de <i>Citrus</i> et <i>Bacillus thuringiensis</i>	38
Tableau 5	Mortalités corrigée et probits de <i>Bacillus thuringiensis</i> et huile de <i>Citrus</i>	39
Tableau 6	Equations des droites de régressions, coefficients de régressions et des les valeurs de CE 50 et CE 90 évaluées.	41
Tableau 7	Analyse de la variance (biopesticide)	41
Tableau 8	Les catégories d'utilisation de l'Agrinate 24	42
Tableau 9	Donner de dénombrements des pucerons traités par <i>Bacillus thuringiensis</i>	56
Tableau 10	Donner de dénombrements des pucerons traités par huile de <i>Citrus</i>	57

Résumé

Les régions sahariennes ont connues une extension considérable de l'agriculture (culture maraichère) suite aux programmes encourageant l'investissement agricole.

Notre travail réalisé dans la région de Ghardaïa mise, met en évidence l'étude de lutte biologique contre pucerons du serre ; espèce considérés, actuellement des ravageurs les plus redoutable au plantes

En l'effet les traitements par l'huile essentielle extraite de citrus et biopesticide bactérienne (*Bacillus thuringiensis*) appliquée sous serre (culture de piment :(*Capsicum annuum*), dans un site agricole de la région de a mis en évidence l'importance de traitement par *Bacillus thuringiensis*, d'ordre 68.61%, par rapport 55.71% pour le traitement par huile essentielle de *Citrus*

Le recensement d'espèce ennemis naturels (parasitoïdes et des prédateurs) participe d'une manière active a la réduction des populations de puceron ravageurs, et donc nous permettre d'avoir une idée sur la richesse spécifique entomofaunistique relative à notre site de prospection.

Mots clés : Pucerons, *Bacillus thuringiensis*, Huiles essentielles, *Citrus*, Sebseb

Summary

The regions of the Sahara knew a considerable extension of agriculture (vegetable crops) with programs encouraging the agricultural investment.

Our experimentation was done at Ghardaïa, we had put, in evidence, a study of fights biologic against aphids of greenhouses; species considered, currently, among the devastating most dangerous to the plants. Indeed, the treatments by the essential oil extracted of the *Citrus* and bacterial biopesticide (*Bacillus thuringiensis*) applied under greenhouse (culture of pepper: *Capsicum annuum*), in an agricultural site of the region of Sebseb, put in evidence, the importance of the traitement par *Bacillus thuringiensis*, with order: 68.61%, in relation to 55.71% for the treatment by the essential oils of the *Citrus*.

The census of species natural enemies (parasitoids and some predators) witch participates with active manner in the reduction of the populations of aphids, allowed us to have an idea on wealth specific relative auxiliary species, in our study's site.

Key words: Aphids, *Bacillus thuringiensis*, Biopesticides, Essential *Citrus* Oils, Sebseb,

ملخص

شهدت مناطق الصحرا وبي توسعا كبيرا في الزراعة (زراعة الخضراوات) خاصة بعد عدة تحفيزات وطنية زراعية ترقية

بحثنا المتواضع ، يسلط الضوء على دراسة المكافحة البيولوجية ضد آفة حشرات المن، بغرداية هذه الحشرة التي تعتبر حاليا من بين الآفات النباتية الأكثر خطورة بحيث اقترحنا برنامج علاجي بيولوجي بواسطة زيوت عطرية مستخلصة من الحمضيات (Citrus) ومبيد حيوي بكتيري *Bacillus thuringiensis* التي استعملت في بيت بلاستيكي مزروع بالفلفل بمنطقة بسبب ابن تحصلنا على نتائج علاجية مرضية فكانت: 68.51% بالنسبة للعلاج بالبكتيريا و 55.71% بالنسبة للعلاج بالزيوت.

بعد معرفة التشكيلة الصنفية لأنواع الأعداء الموجودة بصفة طبيعية، والتي تشارك بصفة طبيعية في السيطرة على التوازن البيولوجي لآفة المن (الطفيليات و المفترسات)، وكذا معرفة التنوع الصنفي للأنواع المتواجدة بمنطقة دراستنا.

كلمات البحث: *Bacillus thuringiensis*, الزيوت العطرية, المن، الحمضيات، بسبب

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Synthèses bibliographiques	
1. Données bibliographique sur les pucerons	2
1. 1. Généralités	2
1. 2. Position systématique	2
1. 3. Morphologie	2
1. 3. 1. Tête	3
1. 3. 2. Thorax	4
1. 3. 3. Abdomen	4
1.4. Régimes alimentaire	4
1. 5. Biologie	5
1. 5. 1. Caractéristiques aphides	5
1. 5. 2. Reproduction	6
1. 5. 3. Cycle biologique	6
1. 6. Dégâts	8
1. 6. 1. Dégâts directs	8
1. 6. 2. Dégâts indirects	9
1. 7. Facteurs de développement des populations des pucerons	11
1. 7. 1. Températures	11

1. 7. 2. Précipitations	11
1. 7. 3. Vent	11
1. 8. Moyens de lutte	12
1. 8. 1. Lutte préventive	12
1. 8. 2. Lutte variétale	12
1. 8. 3. Lutte chimique	12
1. 8. 4. Lutte biotechnique	13
1. 8. 5. Lutte biologique	13
1. 8. 4. Lutte intègres	16
Chapitre II : Matériels et méthodes	
2. 1. Présentation de la région de Ghardaïa	18
2. 2. Synthèse climatique	19
2. 2. 1. Température	18
2. 2 .2. Précipitation	20
2. 2. 3. Humidité relative	20
2. 2. 4. Vent	20
2.2. 5. Evaporation	20
2. 2. 6. Insolation	20
2. 2. 7. Classification du climat	21
2. 2. 7. 1. Diagramme Ombrothermique de BAGOULE et GAUSSEN	21
2. 2. 7. 2. Climagramme d'EMBERGER	22
2. 3. Caractéristiques agrico-pastorales (agriculture)	23
2. 4. Site de prospection (Sebseb)	23

2. 5. Matériels	24
2. 5. 1. Matériel biologique végétal	24
2. 5. 2. Matériel biologique animal	25
2. 5. 3. Biopesticides	26
2. 5. 3. 1. A base Végétative	26
2. 5. 3. 2. A base Microbiologique ; <i>Bacillus thuringiensis</i>	27
2. 5. 4. Piégeage d'auxiliaire des pucerons	28
2. 5. 5. Matériel utilisé sur terrain	29
2. 5. 6. Matériels utilisé au laboratoire	29
2. 6. Méthodologie	29
2. 6. 1. Huile essentielle	29
2. 6. 2. Préparations de suspension de Bt	29
2. 6. 3. Méthode de travail sur terrain	29
2. 6. 4. Exploitation des résultats	31
2. 6. 4. 1. Taux de mortalité cumulée (TM)	31
2. 6. 4. 2. Taux de mortalité corrigée (MC)	31
2. 6. 4. 3. Analyse statistique	31
Chapitre III : Résultats et discussions	
3. 1. Espèces aphidiennes recensées	33
3.2. Taux de mortalité	34
3. 2. 1. 1 <i>Bacillus thuringiensis</i>	34
3. 2. 2. huiles essentielles de <i>Citrus</i>	36
3. 3. Taux de mortalité corrigée	38

3. 4. Concentration d'efficacité CE (50.90)	39
3. 5. Analyse de la variance (ANOVA)	41
3. 6. Traitement par produits chimique	41
3. 7. Faune auxiliaires	42
Conclusion	46
Références bibliographiques	47
Annexe	55

Introduction

Introduction

Les pucerons ont toujours été considérés comme l'un des groupes les plus nocifs aux plantes.

Durant la seconde partie du XX^e siècle, des stratégies de lutte très efficaces de lutte contre les ennemis des cultures ont été développées principalement fondées sur l'utilisation préventive et systématique des pesticides de synthèse. Mais nombreux cas de perte d'efficacité des produits insecticides liés à la sélection de ravageurs résistants ont été observés. Ainsi le puceron, ravageur d'importance mondiale de très nombreuses espèces cultivées (pêcher, pomme de terre, betterave, laitue, tabac, piment...) a développé de multiples mécanismes de résistance à plusieurs familles d'insecticides (PLANTEGENEST et RALEC, 2007). D'autre part, des effets indésirables de l'utilisation immodérée des pesticides ont été mis en évidence, y compris des dégâts à la faune et à la flore non cibles, ainsi que des effets délétères sur la santé humaine. Dans certains cas, cette utilisation à même conduit à la prolifération des ravageurs du fait de la réduction des populations de leurs ennemis naturels qui limitent leurs infestation (RYCKEWAERT et FABRE, 2001).

Les cultures maraîchères sous serre sont confrontées à l'attaque de plusieurs ravageurs en particulier les pucerons (*Aphis fabae*, *Aphis caracivora* etc...) (SAHRAOUI et al., 2001).

Notre travail consiste, à la réalisation d'un lutte biologique contre pucerons des cultures sous serre (Piment) par le biais d'utilisation de deux biopesticides à différentes origines ; un à origine bactérienne (*Bacillus thuringiensis*) (Bt) et autre à origine végétale (huile essentielle extraite du *Citrus*).

En outre, quelques espèces d'entomofaune auxiliaire des pucerons (prédateurs ou parasitoïdes), pouvant être signalés, après piégeage, dans région d'études.

En effet, ce travail comprend trois parties :

- ❖ Synthèse bibliographique ;
- ❖ Matériels et les méthodes ;
- ❖ Résultats et Discussions.

Chapitre I

Synthèse Bibliographique

I. Données bibliographiques

1. 1. Généralités

Les Aphides ou pucerons sont considérés actuellement, parmi les insectes les plus nuisibles et les plus dommageables pour les cultures et les forêts (DIXON, 1998; BLACKMAN et EASTOP, 2000). En plus de leurs effets directs sur les plantes, ils participent dans la transmission d'un grand nombre de virus phytopathogènes (KENNEDY et *al*, 1962).

1.2. Position systématique

Aphides sont classés d'après REMAUDIERE et *al* (1997) les pucerons comme suit :

Règne :	<i>Animal</i>
Embranchement :	<i>Arthropoda</i>
Classe :	<i>Insecta</i>
Ordre :	<i>Homoptera</i>
Super-famille :	<i>Aphidoidea</i>
Famille :	<i>Aphididae</i>

1.3. Morphologie

Les pucerons sont de petits insectes, de 1 à 4 mm qui vivent en colonies sur de nombreuses cultures et adventices. Tous les individus portent sur le corps, à l'arrière de l'abdomen, une paire de cornicules en général bien développées et une cauda (queue à l'extrémité de l'abdomen) plus ou moins longue, des antennes et un sinus frontal (Figure 1. 1). Tous ces organes sont caractéristiques de chaque espèce (TANYA, 2002).

Sur la face ventrale au niveau de la tête, les pucerons ont un rostre (stylet de piqueur suceur) (TANYA, 2002) (Figure 1.1).

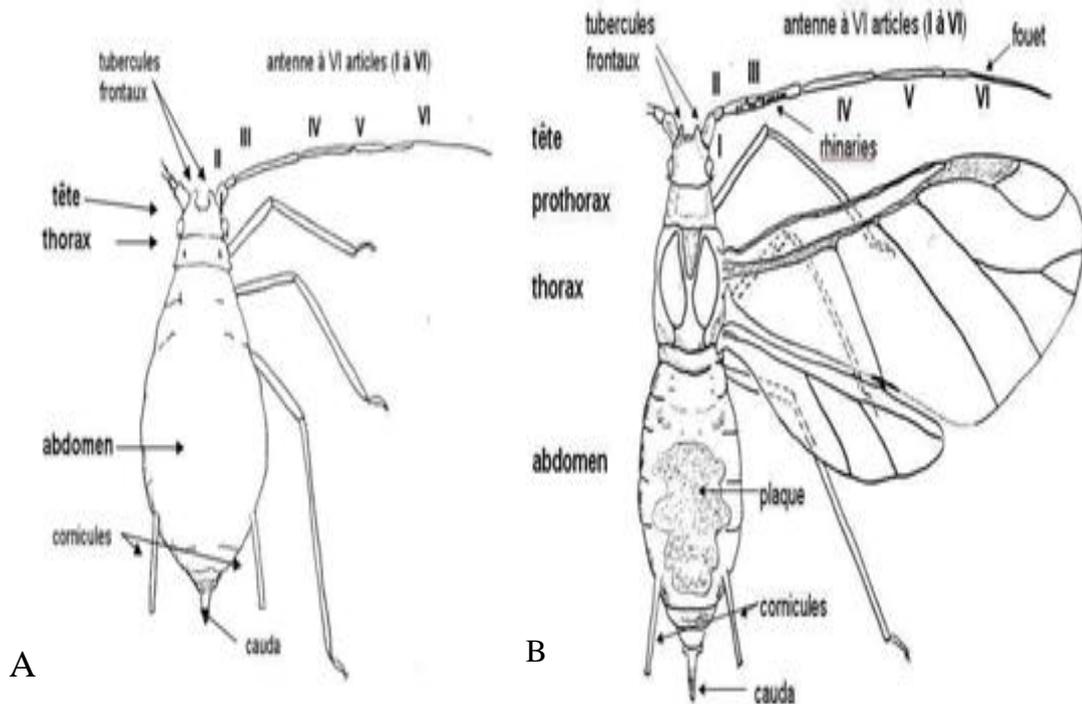


Figure 1.1 : Morphologie d'un puceron (A. Puceron aptère, B. Puceron ailée.) (TURPEAU et al. 2013).

Ils présentent 4 stades larvaires, séparés par une mue, et un stade adulte. Morphologiquement, les larves sont semblables aux adultes aptères. Les ailes, des la forme ailée, se développent progressivement de stade en stade. Ces forme s'apparaissent surtout en cas de surpopulation et migration alors vers d'autres plantes (TANYA, 2002).

1. 3.1. Tête

La tête est bien séparée du thorax chez les formes ailées, et non pas chez les aptères. Elle porte deux antennes de longueur très variable de 3 à 6 articles qui sont insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminentes. Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels appelés les sensoria ; leurs partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminalis à l'arrière de l'oeil composé (TANYA, 2002 ; FRAVAL, 2006).

1. 3.2. Thorax

Il comprend trois segments : le Prothorax, le Mésothorax, et le Métathorax, il porte trois paires de pattes et primitivement deux paires d'ailes. Cependant, chez la plupart des espèces des pucerons coexistent des formes adultes ailées et des formes adultes aptères.

Chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique ; les ailes antérieures présentent plusieurs nervures. Ce sont toutes des nervures simples, sauf la nervure médiane qui se manifeste chez la plupart des espèces (HEIN *et al.*, 2005).

1. 3.3. Abdomen

L'abdomen porte des partie postérieure une paire de cornicules (ou siphons) de forme et de longueur très variables, Parfois pourvues d'une réticulation ou surmontées d'une collerette (HEIN *et al.*, 2005). Les cornicules manquent dans quelques genres et parfois même selon les formes dans une même espèce (LIEN et SPARKS, 2001).

Le dernier segment abdominal (10^{ème}) forme la queue (Cauda) plus ou moins développée et de forme variable selon les espèces (FREDON, 2008).

1. 4. Régimes alimentaires

Les régimes alimentaires varient selon les espèces, de la monophagie (exclusivement associée à une espèce de plante hôte), à la polyphagie (associée à une vaste gamme de plantes hôtes appartenant à différentes familles botaniques) en passant par l'oligophagie (associe à quelques espèces de plantes).

Les espèces polyphages sont plus rares (moins de 1%) et sont, généralement, considérées comme des ravageurs des cultures (BLACKMAN et EASTOP, 2000).

Les pucerons sont totalement dépendants de leur plante hôte, car ils sont tous phloemophages. Grace à leur rostre ils percent les couches supérieures de l'épiderme des tissus végétaux puis déploient leurs deux paires de stylets fins et souples entre les cellules végétales pour atteindre la sève élaborée. Suite à l'installation des stylets la salive est injectée afin d'inhiber les mécanismes de défense de la plante, et l'ingestion de phloème peut avoir lieu (AUCLAIR ,1963; POWELL, TOSH, et HARDIE ,2006).

Chaque espèce est en général inféodée à une partie de la plante : aérienne (feuille ou tige) ou souterraine (collet ou racines). Les individus peuvent être libres ou forment des galles : lors de la prise alimentaire, les stimulations mécaniques et chimiques provoquent un changement dans la différenciation des tissus végétaux formant de vraies galles fermées ou simplement l'enroulement de feuilles autour de la colonie de pucerons (pseudo-galles). Seules quelques espèces forment de vraies galles, il existe alors une grande spécificité dans l'association plante-puceron (FORREST, 1987).

La sève du phloème qui constitue l'unique source d'alimentation des pucerons est très riche en sucres mais pauvre en composés azotés comme les acides aminés. L'association obligatoire des pucerons avec une bactérie endo-symbiotique, *Buchnera Aphidicola*, pallie ce manque, celle-ci leur fournissant des vitamines, stéroïdes et acides aminés (DOUGLAS, 1998).

Les bactéries sont localisées dans l'abdomen de leur hôte, dans des groupes de cellules spécialisées : les bactériolyses.

1. 5. Biologie

Les pucerons sont hémimétaboles, les œufs sont minuscules à peu près sphériques. Habituellement gris foncé ou noir, mesurent environ 0.5 à 1 mm de long et sont pondus en groupe ou isolés 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).

1. 5. 1. Caractéristiques des aphides

Les aphides possèdent trois caractéristiques :

1. 5. 1. 1. Paurométaboles

Les stades larvaires ressemblent aux adultes (l'absence d'ailes développées pour les futurs ailés), ont le même mode de vie, se nourrissent de la même manière et font les mêmes types de dégâts que ces derniers (SAUVION, 1995).

1. 5. 1. 2. Plurivoltins

Présentent donc plus de deux générations par an. Leur cycle, évolutif est hétérogonique, c'est-à-dire caractérisé par l'alternance entre une génération amphi-sexuelle

(comportant des mâles et des femelles fécondables) et une ou généralement plusieurs générations qui ne comportant que des femelles parthénogénétiques.

Les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares (elles donnent directement naissance à de jeunes larves capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites) (SAUVION, 1995).

1. 5. 1. 3. Polyphénisme

Une caractéristique de produire des formes adultes ailées ou aptères accomplissant des fonctions écologiques différentes (dispersion à grande distance pour les premières, exploitation in situ des hôtes disponibles pour les secondes) .Ce cas de polyphénisme, unique chez les insectes, est sous la dépendance de divers facteurs comme l'effet de groupe, l'état physiologique de la plante, la température, les caractéristiques génétiques de la lignée parthénogénétique (DEDRYVER, 2010).

1. 5. 2. Reproduction

Les pucerons sont dotés d'une capacité de multiplication très élevée: 40 à 100 descendants par femelle, ce qui équivaut à 3 à 10 pucerons par jour pendant plusieurs semaines (ANONYME, 2006; KOS et *al*, 2008). Une femelle aphide (comme le puceron vert du pêcher ou le puceron cendré du chou) est capable d'engendrer jusqu'à 30 à 70 larves (BENOIT, 2006).

1. 5. 3. Cycle biologique

Le cycle évolutif des pucerons est dit hétérogonique c'est-à-dire caractérisé par l'alternance d'une génération sexuée et d'une ou plusieurs générations parthénogénétiques (asexuées) (CHRISTELLE, 2007), avec une reproduction asexuée largement dominante sur la reproduction sexuée.

Selon LAMBERT (2005), la conséquence de cette reproduction asexuée est une due à une multiplication très rapide de la population de pucerons. Les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares (elles donnent directement naissance à de jeunes larves capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites). Il existe différents types de cycles de vie des pucerons selon les espèces.

Certaines espèces accomplissent la totalité de leur cycle évolutif sur des plants de la même espèce ou d'espèces très voisines ; elles sont dites monoéciques. Par contre d'autres espèces nécessitent pour l'accomplissement de leur cycle complet deux plantes hôtes non apparentées botaniquement. Ces espèces sont dites hétéroéciques.

La plante sur laquelle est pondu l'œuf d'hiver est appelée l'hôte primaire, l'autre étant l'hôte secondaire, généralement c'est une plante herbacée sur lequel émigre les fondatrigènes ailées (SIMON 2007).

Dans les régions tempérées, les pucerons présentent un cycle annuel complet (holocycle) à deux hôtes (dioécique). Dans les conditions défavorables de l'hiver, la plupart des pucerons hivernent sous forme d'œufs sur les plantes vivaces ou dans les débris végétaux. Ils peuvent résister à des températures plus basses de l'ordre de -10°C .a. -15°C . Certains hivernent sous forme de femelles adultes (EATON, 2009).

Les œufs fécondés éclosent au printemps et produisent une génération de femelles aptères appelées fondatrices qui s'installent sur les feuilles, les pousses, et parfois sur les fleurs (LABRIE, 2010). Ils commencent à fonder de nouvelles colonies en produisant des descendants par parthénogénèse. Celles-ci peuvent donner naissance à 10 femelles ou plus par jour (ANONYME, 2009). Parallèlement, les fondatrices adultes pondent elles-mêmes des larves qui donneront des adultes aptères appelés fondatrigènes (BAHLAI et al, 2007). Plusieurs générations vont se succéder dans lesquelles apparaîtront des ailés qui iront contaminer les différents hôtes secondaires. Par parthénogénèse, les fondatrigènes engendrent un certain nombre de générations des femelles appelées virginogènes. A l'automne, la diminution de la température, de la durée de jour et de la qualité du plant induit le retour des ailés vers leur hôte primaire et l'apparition des femelles capables d'engendrer des sexués. Ces sexupares produisent des mâles (ce sont des andropares) ou des femelles (gynopares) ou les deux (amphotères) (LABRIE, 2010). Généralement, le mâle est ailé et la femelle aptère. Cette femelle, c'est la seule de toute cette succession de générations et de formes, pond un œuf, l'œuf d'hiver. Ces œufs éclosent au printemps suivant et le cycle recommence (DEWEY,

2004 ; KLASS, 2009) (Figure 1. 2).

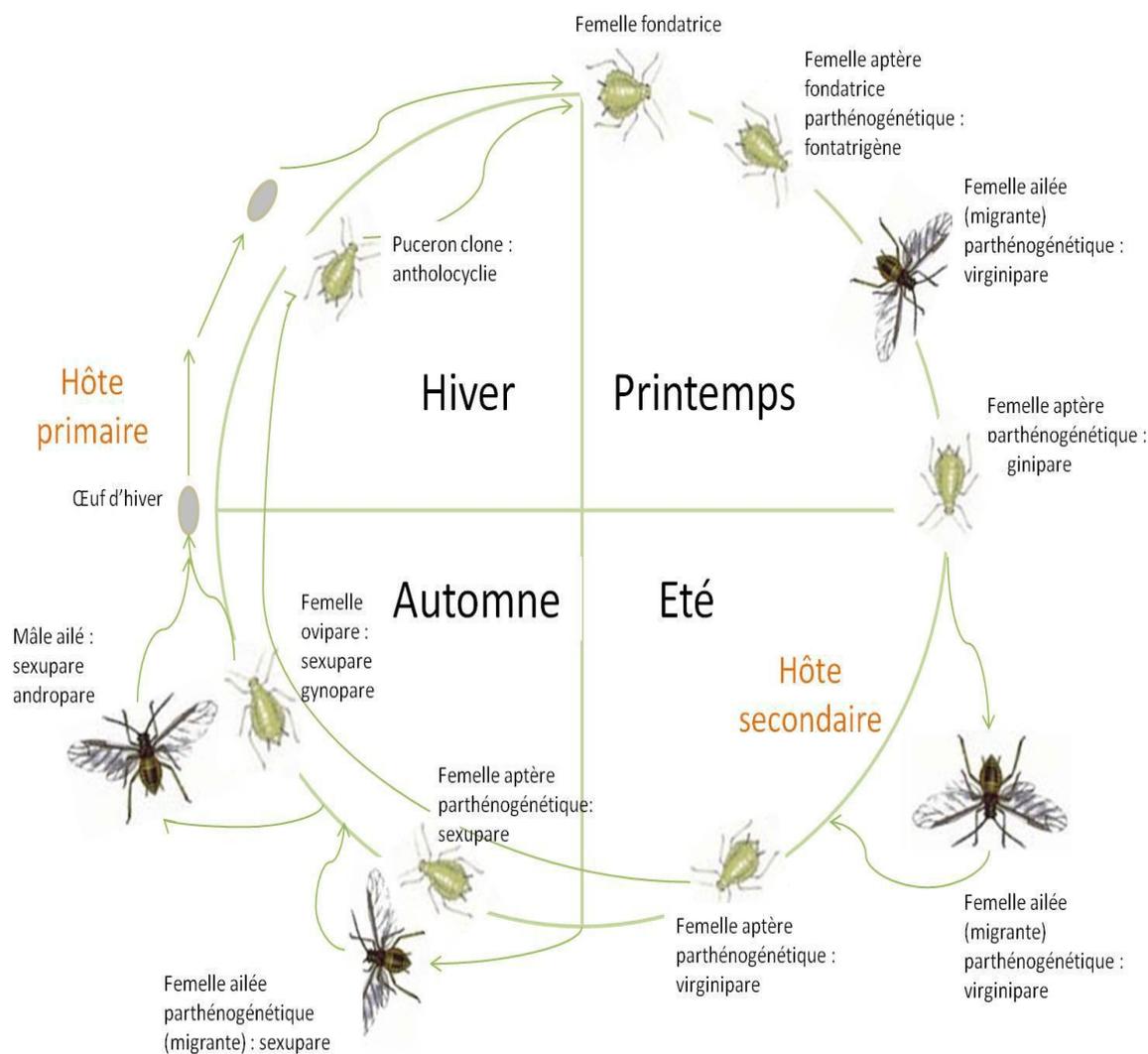


Figure 1. 2 : Cycle de vie des pucerons (EMILIE, 2013).

1. 6. Dégâts

D'après CHRISTELLE (2007) et EATON (2009), les pertes que causent les pucerons sont de deux types:

1. 6. 1. Dégâts directs

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

Les pucerons sont susceptibles de causer jusqu'à 20 % de pertes en rendement dans le Nord de la France (HARMEL et *al.*, 2008).

1. 6. 2. Dégâts indirects

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

1. 6. 2. 1. Miellat et fumagine

La salive sécrétée, entre autres lors de l'insertion des stylets, provoque fréquemment une réaction du végétal. La salive de certaines espèces Aphidiennes telles que *Schizaphis graminum* (Rondani) et *Diuraphis noxia* (Mordvilko) ont en effet toxique (MILES, 1990 ; COMEAU, 1992). La crispation des feuilles ou la formation de galles constituent des réactions spectaculaires souvent observées (FORREST, 1987).

Les pucerons prélèvent directement dans la sève phloémienne une partie des produits de la photosynthèse, dont les acides aminés essentiels à la plante. Ces prélèvements, lors d'infestations massives par les pucerons, peuvent provoquer un arrêt de la croissance de la plante (MILES, 1989).

Les produits non assimilés ou transformés par l'insecte forment le miellat rejeté par l'anus sur la plante. Ce miellat non toxique en lui-même, peut, soit agir directement en occultant les stomates, soit, lorsqu'il est trop abondant, provoquer à la surface des feuilles un effet osmotique de nature à créer un appel d'eau à travers la membrane semi-perméable constituée par l'épiderme de la feuille. L'eau ainsi soutirée de la plante s'évapore très facilement, et le miellat agit alors comme un drain dessicant très actif, rapidement mortel dans des conditions favorisant l'évaporation (COMEAU, 1992).

Les pucerons peuvent favoriser la prolifération de maladies fongiques, soit en transportant des spores (HUANG et *al.*, 1981), soit en occasionnant une plus forte capture de spores lorsque la plante devient gluante de miellat (COMEAU, 1992).

Enfin, le miellat constitue un milieu riche pour le développement de champignons saprophytes qui noircissent notamment les parties consommables des plantes. Ce noircissement créé par les spores des champignons est appelé fumagine et rend impropre la commercialisation des fruits.

1. 6. 2. 2 .Transmission des virus phytopathogènes

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

D'après RACCAH et FERERES (2009), il existe plusieurs milliers d'associations différentes faisant intervenir une espèce de puceron, un virus et une plante. Chaque espèce de virus ou de puceron possède en effet une gamme de plantes hôtes plus ou moins étendue, ne respectant pas forcément les barrières définies par les familles botaniques. Ainsi, un même virus peut être transmis par plusieurs espèces vectrices (le virus Y de la pomme de terre, PVY, peut être transmis par plus de 70 espèces de pucerons), chacune pouvant transmettre plusieurs virus (le puceron vert du pècher est capable de transmettre plus de 20 espèces virales différentes). 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 (HARMEL *et al.*, 2008).

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.

Bien évidemment, puisque le virus se multiplie dans l'insecte durant son transfert, la durée de cette phase de latence est proportionnelle à la durée du cycle de multiplication virale (BRAULTE *et al.*, 2010).

1. 7. Facteurs de développement et de régression des populations des pucerons

1. 7. 1. Températures

D'après LAMY (1997), les insectes étant des poïkilothermes, la température est pour eux le facteur écologique le plus important.

La température est un facteur agissant directement sur le développement des aphides. Ces derniers sont en effet particulièrement adaptés aux régions à hiver froid durant lesquels ils survivent sous forme d'œufs capable de résister à des températures de l'ordre de -10 à -15 °C. La température minimale de développement de ces insectes est de 4°C en moyenne. En dessous de ce seuil, ils ne se multiplient plus. Entre 4 °C et 22 °C, ils se multiplient d'autant plus vite que la température s'élève. Au-delà de 22°C, qui est leur optimum thermique, leur développement ralentit à nouveau (HILLE et *al*, 1999; HULLE et D'ACIER, 2007).

D'après HULLE et D'ACIER (2007); la vitesse de développement des pucerons et leur fécondité dépendent de la température. Une femelle de puceron a besoin en moyenne de 120°C(soit dix jours à 12°C par exemple ou bien six jours à 20°C). La température peut influencer aussi sur le nombre des ailés produits et leur capacité à s'envoler et favorise leur mobilité.

BONNEMAISON (1950) a noté que les vols des pucerons sont très fréquents aux températures comprises entre 20°C et 30°C. La température ambiante influe sur le vieillissement d'une population de puceron lorsqu'elle dépasse 25°C (PIERRE, 2007).

1. 7. 2. Précipitations

Selon OULD el HADJ (2004), en milieu aride, les effets des températures sont toujours difficiles à isoler de ceux des précipitations, car ce sont deux facteurs limitant l'activité générale des insectes. DEDRYVER (1982), a noté que les fortes précipitations peuvent empêcher le vol des pucerons, diminuent leur fécondité et augmentent leur mortalité.

1. 7. 3. Vent

D'après FINK et VOLKL (1995) et LABRIE (2010), le vent est un élément qui influence l'envol et la dispersion des insectes, notamment les pucerons et leurs ennemis naturels. Par sa vitesse et sa direction, il détermine la distribution et l'aptitude de déplacement

des pucerons, ils peuvent être transportés à des longues distances qui atteignent jusqu'à 150 à 300 km (ROBERT, 1982).

1. 8. Moyens de lutte

Les 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 *et al.*, 1999).

1. 8. 1. 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 (WANG *et al.*, 2000; LAMBERT, 2005).

1. 8. 2. Lutte variétale

L'utilisation de variétés résistantes apparaît aujourd'hui comme l'une des composantes majeures de la stratégie de lutte intégrée. Ce moyen de lutte est à la fois le mieux adopté par les agriculteurs et le plus efficace. En plus, ils interviennent dans la réduction de l'impact négatif des pesticides sur la santé humaine et sur l'environnement (SAUVION, 1995).

1. 8. 3. Lutte chimique

Pour réduire les dégâts d'insectes, l'utilisation des pesticides reste le moyen le plus largement utilisé et le plus efficace aujourd'hui (FERRERO, 2009). Les principes de la lutte chimique sont: L'empêchement d'acquisition du virus lors de piqûres d'essai par l'utilisation d'huiles végétales non phytotoxiques.

Le choix des produits: ils doivent être avant tout sélectifs afin de préserver la faune utile.

Ces produits doivent aussi être dotés d'un effet de choc élevé, et d'une bonne rémanence, en plus ils doivent appartenir à des familles chimiques différentes afin d'éviter ou de retarder le phénomène de résistance. Il est de préférence que le choix porte sur des produits systémiques qui touchent même les pucerons protégés par l'enroulement des feuilles (HULLE *et al.*, 1999).

1. 8. 4. Lutte biotechnique

Ce moyen de lutte est basé sur le comportement de certains insectes qui sont attirés par différents attractifs visuels (couleur) ou olfactifs (aliments, phéromones).

Ces couleurs et ces substances peuvent être utilisés pour le piégeage de masse, le piégeage d'avertissement ou des traitements par tâches (RYCKEWAERT et FABRE, 2001).

1. 8. 5. Lutte biologique

L'Organisation Internationale de la Lutte Biologique contre les animaux et les plantes nuisibles (O.I.L.B) définit la lutte biologique, comme « 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 »(O.I.L.B, 1971) ; HAUTIER, 2003) ; LAMBERT, 2005), et MAISONHAUTE, 2009).

1. 8. 5. 1. Organismes utilisés en lutte biologique

1. 8. 5. 1. 1. Auxiliaire

A la même signification qu'antagoniste ou ennemi naturel. Pratiquement tous les organismes vivants peuvent être considérés comme des auxiliaires selon l'angle avec lequel on examine leur écologie. Lorsqu'on s'intéresse aux Arthropodes ravageurs, on peut les subdiviser en quatre groupes (VINCENT et CODERRE, 1992; DRIESCHE et BELLOWS, 1996;BOIVIN, 2001; BOLLER *et al.*, 2004; ALTIERI *et al.*, 2005).

1. 8. 5. 1. 2. Microorganismes

Les microorganismes regroupent des bactéries (environ une centaine d'espèces), des virus (650-1200 espèces), des champignons (700 espèces) et des protozoaires pathogènes aux insectes (BOIVIN, 2001).

1. 8. 5. 1. 3. Nématodes entomophages

Les nématodes entomophages exploitent les insectes comme ressource pour se développer et se reproduire. On retrouve des nématodes entomophages dans 30 familles différentes ce qui représente environ 4000 espèces (DRIESCHE et BELLOWS, 1996).

1. 8. 5. 1. 4. Parasitoïdes

Les parasitoïdes représentent une classe d'auxiliaires qui se développent sur ou dans un autre organisme « hôte » dont ils tirent leur moyen de subsistance et le tuent comme résultat direct ou indirect de leur développement (EGGLETON et GASTON, 1990; GODFRAY, 1994; BOLLER et *al.*, 2004; ALTIERI et *al.*, 2005). Quand l'insecte parasitoïde émerge de sa chrysalide en tant qu'adulte, il se nourrit habituellement sur le miellat, le nectar ou le pollen, bien que quelques adultes se nourrissent des fluides du corps des hôtes et que d'autres exigent de l'eau additionnelle (ALTIERI et *al.*, 2005). Normalement, les parasitoïdes sont plus petits de leurs proies et s'attaquent à un stade particulier de développement de la proie. Les parasitoïdes laissent souvent des traces de leur activité (par exemple, les momies des pucerons). Le mode de vie parasitoïde, tel que défini plus haut, représente entre 5 et 20% des espèces d'insectes (EGGLETON et BELSHAW, 1992; GODFRAY, 1994). On retrouve des espèces ayant un mode de vie parasitoïde dans 6 ordres: Hyménoptères (67000 espèces, environ 75% des parasitoïdes), Diptères (16000 espèces), Coléoptères (4000 espèces), Névroptères (50 espèces), Lépidoptères (11 espèces) et Trichoptères (une espèce) (BOIVIN, 2001).

1. 8. 5. 1. 5. Prédateurs

Les prédateurs tuent et consomment leurs proies souvent au stade larvaire. L'adulte peut soit avoir le même régime alimentaire que la larve (comme les forficules), soit être polliniphage, nectariphage, ou encore se nourrir de miellat des Homoptères (comme les syrphes). Les prédateurs sont généralement plus grands que leurs proies (VINCENT et CODERRE, 1992; VAN DRIESCHE et BELLOWS, 1996; BOLLER et *al.*, 2004). On

retrouve des espèces prédatrices de façon importante chez neuf ordres d'insectes (DRIESCHE et BELLOWS, 1996) principalement chez les Hémiptères, Coléoptères, Diptères et Hyménoptères (BOIVIN, 2001).

1. 8. 5. 2. Biopesticides

Il est possible d'utiliser des organismes vivants et des plantes naturelles (moisissures, bactéries, virus et nématodes, composés chimiques dérivés de plantes ainsi que des phéromones d'insectes) afin de lutter efficacement contre les insectes et les maladies.(JEROEN BOLAND *et al.*, 2004).

Les avantages des biopesticides incluent la lutte effective contre les insectes, les maladies de plantes et les mauvaises herbes, aussi bien que la sécurité au niveau de l'homme et de son environnement (JEROEN BOLAND *et al.*, 2004 ; PHILOGENE *et al.*, 2008). Par contre certains pesticides biologiques, comme la nicotine, peuvent être fort toxiques et leur utilisation est tout aussi risquée que celle de beaucoup de pesticides inorganiques ou synthétiques (JEROEN BOLAND *et al.*, 2004).

1. 8. 5. 2. 1. Huiles essentielles (He)

Les He sont des mélanges de divers produits issus d'une espèce végétale, ces mélanges passant avec une certaine proportion d'eau lors d'une distillation effectuée dans un courant de vapeur d'eau. Cette définition peut être étendue aux He obtenues par expression à froid de l'écorce ou zeste des fruits de Citrus, à cause de l'intervention de l'eau dans les procédés mécaniques pour entraîner le produit libéré des alvéoles oléifères (BOUSBIA, 2004).

Selon BERNARD *et al.* (1988), le nom d'essences ou huiles essentielles désigne les principes volatiles généralement odoriférants synthétisés par l'organisme végétal. Ces composés ont la propriété de se solubiliser dans les huiles et les graisses.

1. 8. 5. 2.1. 1. Rôle physiologique

Beaucoup de plantes produisent des huiles essentielles en tant que métabolites secondaires. Ces derniers ne sont pas essentiels pour la croissance des plantes (CROTEAU *et al.*, 2000).

Dernièrement, des études ont montré que dans les plantes, les huiles essentielles ont pour fonction d'attirer les insectes pollinisateurs ou repousser les insectes hostiles.

Un certain nombre d'entre elles ont également des propriétés antiseptiques, insecticides, fongicides et bactéricides (CARSON et HAMMER, 2011).

1. 8. 5. 2. 2. Spécificité

Les études sur l'efficacité des fractions des plantes aromatiques montrent qu'il existe une grande variation dans la sensibilité des espèces pour une même huile essentielle (SHAAYA et *al.* 1991).

REGNAULT-ROGER (2005) a également observé qu'une même molécule allélochimique n'exerce pas forcément la même activité aux différents stades du cycle reproductif d'un insecte, c'est-à-dire que la sensibilité d'un insecte peut évoluer en fonction de son développement physiologique.

1. 8. 5. 2. 3. Biodégradabilité

Ces composés sont facilement biodégradés par voie enzymatique. La durée de demi-vie des composés végétaux est particulièrement courte, allant de quelques heures à quelques jours (ISMAN, 2005 et KLEEBERG, 2006).

1. 8. 5. 2. 4. Résistance

Comme les antibiotiques, un insecticide phytochimique peut générer des cas de résistance si des applications de ce composé sont faites de manière systémique, répétée et sans discernement (REGNAULT, ROGER, 2008).

1. 8. 6. Lutte intégrée

La lutte intégrée n'exclut pas le recours à des pesticides chimiques ; elle en prévoit l'usage, bien maîtrisé, en l'associant à celui de toutes les techniques compatibles avec une saine gestion qui peuvent concourir à une bonne protection des cultures, tout en garantissant le respect des insectes auxiliaires et pollinisateurs. Il n'est plus question d'éliminer les ravageurs jusqu'au dernier, mais d'abaisser leurs effectifs de telle façon que les dégâts soient supportables.

L'utilisation des variétés résistantes est apparue comme l'une des composantes majeures de cette approche : introduire dans le génome du végétal une partie des facultés de défense de la culture peut en effet permettre une plus grande souplesse dans l'utilisation globale des moyens de protection (RIBA et SILVY, 1989 ; ALLEN et RAJOTTE, 1990 ; QUISENBERRY et SCHOTZKO, 1994 ; WISEMAN, 1994). Dans le cadre précis de la lutte contre les pucerons, la lutte intégrée englobe toutes les techniques et mesures capables d'interrompre le cycle de vie des insectes au cours de l'une ou l'autre de ses phases (HARREWIJN, 1989).

Chapitre II

Matériels et méthodes

Chapitre II. Matériels et méthodes

2. 1. Présentation de la région de Ghardaïa

La Wilaya de Ghardaïa se localise au centre de la partie Nord de Sahara, à environ 600 km de la capitale Alger. Elle se situe à 480 m d'altitude, 32° 30' Nord de Latitude, et 3° 45' Est de Longitude (BICHI et BEN TAMER, 2006).

La wilaya de Ghardaïa couvre une superficie de 86.560 km², elle est limitée :

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200 km) ;
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300 km) ;
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla (200 km) ;
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1.470 km) ;
- Au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (400 km) ;
- A l'Ouest par la Wilaya d'el-Bayadh (350 km).

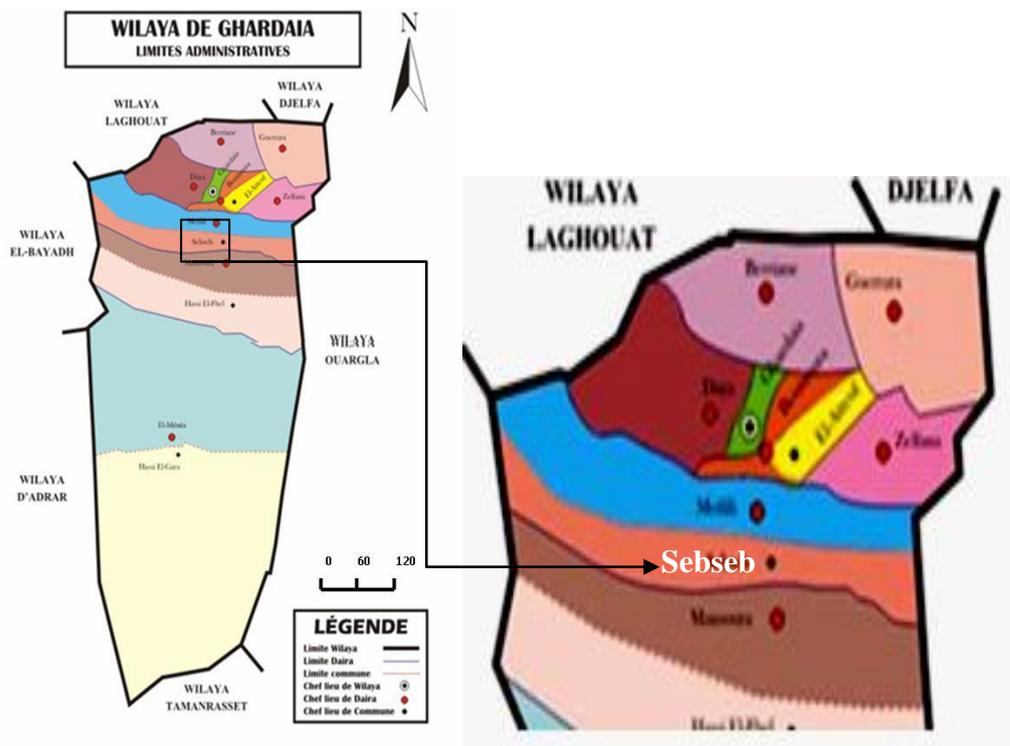


Figure 2. 3 : Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa (ATLAS, 2004).

La wilaya comporte actuellement 11 communes regroupées en 8 daïras pour une population 396.452 habitants, soit une densité de 4,68 habitants/ km² (D. P. A.T., 2009).

La wilaya de Ghardaïa couvre environ 86.560 km² (Annexes 1) avec une population estimée en 2007 à 361570 habitants .c'est une région où la Phoeniciculture est la base de l'activité agricole et très anciennement pratiquée en raison de sa grande capacités d'adaptation aux conditions climatiques du milieu saharien (BENKENZOU, 2009).

2. 2. Synthèse climatique

Le climat de la région de Ghardaïa est typiquement Saharien, se caractérise par deux saisons : une saison chaude et sèche (d'Avril à Septembre) et une autre tempérée (d'octobre à mars) et une grande différence entre les températures de l'été et de l'Hiver (A.N.R.H, 2007).

La présente caractérisation est faite à partir d'une synthèse climatique de 10 ans entre 2003-2013 ; à partir des données de l'Office Nationale de Météorologie Tableau (1).

Tableau 1 : Données météorologique de Ghardaïa (2003- 2013) (O. N. M ,2014).

	T. (°C)	TM. (°C)	Tm. (°C)	P. (mm)	H. (%)	V (m/s)
Janvier	11,29	16,95	6,26	18,56	52,44	3,11
Février	12,8	18,4	7,37	1,61	44,27	3,6
Mars	14,42	23,23	11,07	12,08	37,65	3,67
Avril	17,68	28,01	14,89	8,28	33,96	4,38
Mai	21,37	32,33	19,06	1,73	28,46	4,18
Juin	30,83	37,88	24,21	3,44	24,57	3,69
Juillet	35,21	41,73	28,21	2,79	20,9	3,13
Août	34,15	40,24	31,37	8,91	25,26	2,97
Septembre	28,79	34,92	22,7	21,31	35,7	3,19
Octobre	23,7	29,98	18,12	12,3	42,9	2,7
Novembre	16,75	22,37	11,45	6,87	48,67	2,68
Décembre	11,87	17,2	7,09	5,86	54,59	3
Moyenne	21,57	28,6	16,81	103,74*	37,45	3,36

T. Température moyenne

TM. Température moyenne maximale

Tm. Température moyenne minimale

H % : Humidité relative

V. Vitesse de vent

P. Pluviométrie

*cumulés annuelle

2. 2. 1. Températures

La température moyenne annuelle est de 21,57°C, avec 35,21°C en Juillet pour le mois plus chaud, et 11,29°C en Janvier pour le mois plus froid.

2. 2. 2. Précipitations

D'une manière générale, les précipitations sont faibles et d'origine orageuse, caractérisées par des écarts annuels et interannuels très importants et également. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 103,74mm.

2. 2. 3. Humidité relative

L'humidité relative de l'air est très faible, elle est de l'ordre de 20,9% en juillet, atteignant un maximum de 54,59% en mois de décembre et une moyenne annuelle de 37,45%.

2. 2. 4. Vent

Ils sont de deux types :

- Les vents de sables en automne, printemps et hiver de direction nord –ouest.
- Les vents chauds (Sirocco) dominant en été, de direction sud nord ; sont très sec et entraînent une forte évapotranspiration (BENSEMAOUNE, 2007).

Les vents sont fréquents sur toute l'année avec une moyenne annuelle de 3,36m/s (O.N.M, 2014).

2. 2. 5. Evaporation

L'évaporation est très intense, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Elle est de l'ordre de 2746,13mm /an, avec un maximum mensuel de 431,55mm au mois de Juillet et un minimum de 48,34 mm au mois de Janvier (O.N.M, 2010).

2. 2. 6. Insolation

La durée moyenne de l'insolation est de 299,43 heures/mois 282,6, avec un maximum de 532,42 au mois d'avril ; et un minimum de 242,85 au mois de février. La durée moyenne annuelle est de l'ordre 3593,18 heures/an, soit approximativement 9,84 heures/jour. (O. N. M, 2010).

2. 2. 7. Classification du climat

2. 2. 7. 1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS (1953)

D'après le tableau 1 qui se base sur l'enregistrement des données de précipitations et des données de températures mensuelles des années (2003- 2013), on peut établir la courbe pluviométrique dont le but est de déterminer la période sèche.

Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il est représenté (figure 2. 4) :

- en abscisse par les mois de l'année.
- en ordonnées par les précipitations en mm et les températures moyennes en °C.
- une échelle de $P=2T$.

-L'aire compris entre les deux courbes représente le période sèche. Dans la région de Ghardaïa, nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année.

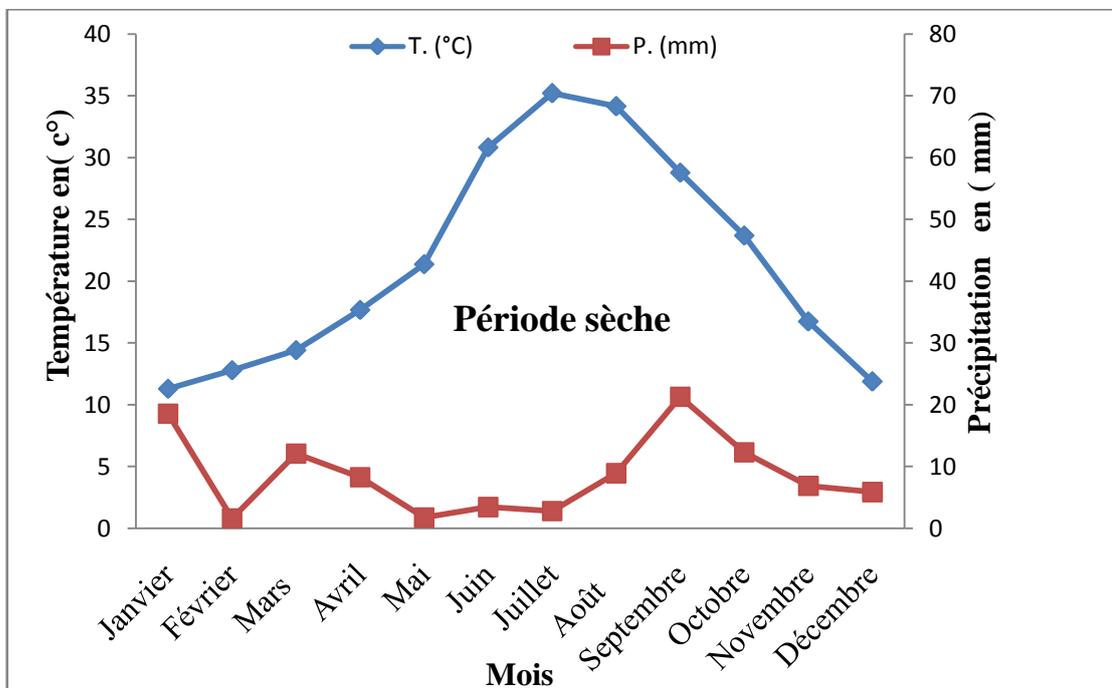


Figure 2. 4 : Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS de la région de Ghardaïa.

2. 2. 7. 2. Climagramme d'EMBERGER

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est représenté :

- en abscisse par la moyenne des minima du mois le plus froid.
- en ordonnées par le quotient pluviométrique (Q_2) d'EMBERGER (1933 in LE HOUEROU, 1995).

Dans notre cas nous avons utilisés la formule de STEWART (1969 in LE HOUEROU, 1995) adapté pour l'Algérie, qui se présente comme suit :

Q₂: quotient thermique d'EMBERGER.

$$Q_2 = 3.43 * P / M - m$$

P: pluviométrie moyenne annuelle en mm.

M: moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C.

m: moyenne des minima du mois le plus froid en °C.

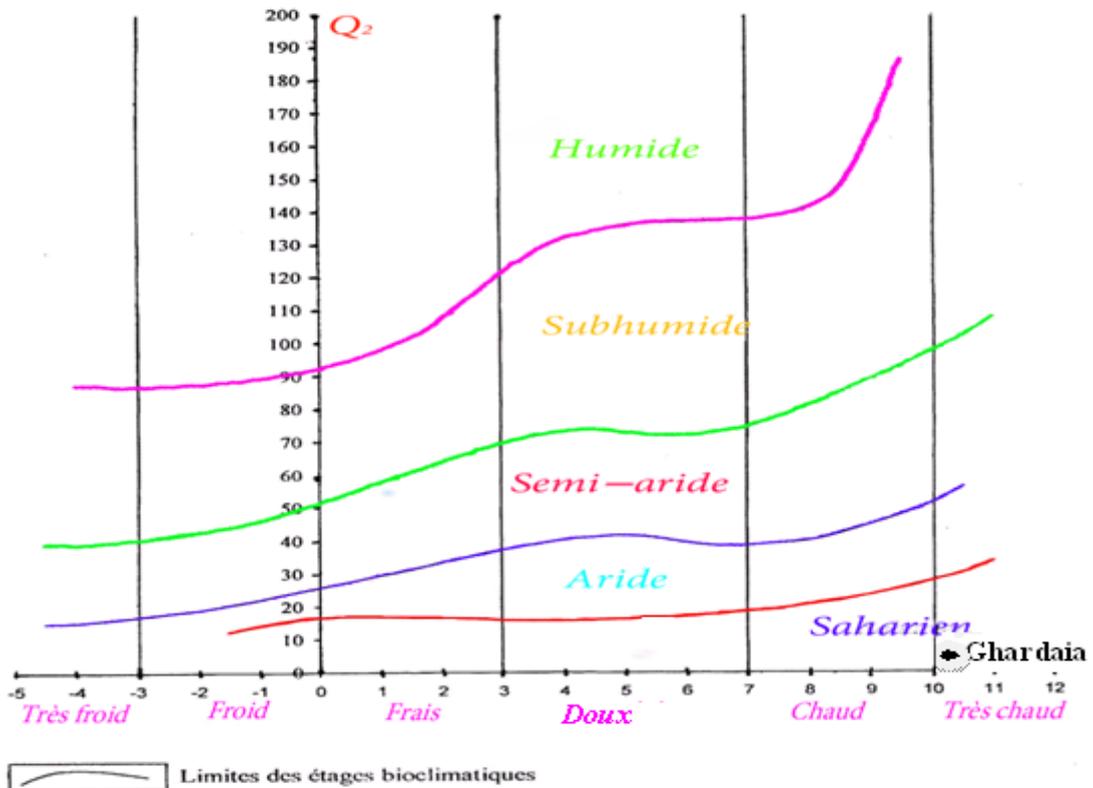


Figure 2. 5 : Etage bioclimatique de Ghardaïa selon le climagramme d'EMBERGER.

En conséquent, la région de Ghardaïa se situe dans un étage bioclimatique Saharien à hiver doux (Figure 2. 5). Le quotient thermique (Q_2) est égale 10.03

2. 3. Caractéristiques agrico-pastorales

Les terres utilisées par l'agriculture couvrent 1.370.911 Ha dont :

- Surface agricole utile (S.A.U) : 32745 ha en irrigué en totalité
- Pacages et parcours : 1.337.994 ha
- Terres improductives des exploitations agricoles : 172 ha.

Le patrimoine phœnicicole de la Wilaya compte 1.224.810 palmiers dont 1.014.295 palmiers productifs pour une production annuelle moyenne de 50.000 tonnes dont 21.000 tonnes de type Deglet Nour. Avec l'extension des surfaces, le secteur de l'agriculture offre de grandes perspectives de développement et de production agricole (annexe1).

2. 4. Site de prospection (Sebseb)

Sebseb est située à 60 km du chef lieu de wilaya de Ghardaïa et à 663 km au sud d'Alger. Elle est limitée au Nord par la commune de Metlili Chaanba, au Sud par la commune d'ain Beida relevant d'Ouargla, à l'Ouest par la commune de Brisina relevant de la wilaya d'El Baydh et enfin à l'Est par la commune de Mansourah.

Sebseb a été implantée sur une vallée riche en eaux souterraines peu profondes, il s'agit du lit d'oued qui porte le même nom (Oued Sebseb) (HOUICHITI, 2009).

La vallée de Sebseb est la plus large entre les oueds de la Chebka, ainsi qu'elle est reconnue par ses potentialités en eaux phréatiques, l'endroit a été nommé "les cent puits" (REGNIER, 1939).

Etant donnée que Sebseb se situe dans le sud Algérien, et du fait que son altitude s'élève à 429 m au dessus du niveau de la mer, la région se caractérise par un climat saharien sec, Chaud et sec en été et froid en hiver.

Les indices climatiques déterminés, montrent que la zone est caractérisée par un climat hyper aride et présente un caractère xérique , une continentalité pluviale et thermique, ce qui accentue l'aridité, et une durée d'évaporation de la tranche annuelle de pluie très courte, ainsi, la classification bioclimatique de la station étudiée, suivent le climagramme d'EMBERGER,

qui inclut le degré de fraîcheur hivernale, montre qu'il s'agit d'un climat saharien à hiver tempéré par (YOUCEF, 2003),.

Le climat et la géologie sont des facteurs déterminants pour les ressources hydriques, sur leur importance, leurs formes et leur mobilisation (HOUICHITI, 2009).

L'eau mobilisée pour l'irrigation provient principalement de la nappe phréatique, exploitée par des puits traditionnels. Ceci est valable pour les exploitations dotées de forage albiens, réalisés par les services agricoles (HOUICHITI, 2009).

La vallée de Sebseb est une formation qui appartient au quaternaire continental. Cette structure se présente sous forme de lits d'oueds, de dépressions et de dunes. Le plateau rocheux de la Chebka est la formation la plus ancienne, elle appartient au secondaire, représentée par le crétacé moyen (le turonien) et le crétacé supérieur marin (le sénonien) (URBATIA, 1996).

La Hamada de l'Est et la plaine de l'Ouest sont formées de poudingues calcaires lacustres du pliocène continental (URBATIA, 1996).

Au niveau de la Chebka, on ne trouve que des roches calcaires ou dolomitiques, dont le sous-sol est riche en marnes. Les Hamadas ne sont que de vastes étendues pierreuses. On ne rencontre du sol qu'au niveau des bas-fonds, daya ou lit d'oued suffisamment large, comme celui de Sebseb (HOUICHITI, 2009).

2. 5. Matériels

2. 5. 1. Matériel biologique végétal

La région d'étude caractérisée par le maraichage, avec trois serres ; deux serre cultivées par aubergine et autre serre par piment qui et sont des serres traitée et qui, utilisée pour l'expérimentation (Figure 2. 6).



Figure 2. 6:Serre de piment (ORIGINALE, 2014).

2. 5. 2. Matériel biologique animal

Matériel animal est représenté par le ravageur, C'est un insecte ravageur parmi les ennemis de culture maraichage : pucerons (*Aphis caracivora* et *Aphis gossypii*, *Aphis fabae*), l'espèce la plus abondante sur la culture du piment (*Capsicum annum* L .1753) dans la région d'études (Figure 2. 7).



Figure 2. 7 : Colonie de pucerons (ORIGINALE, 2014).

2. 5. 3. Biopesticides

Dans cette étude qui à l'objectif principal, l'évaluation de l'effet biopesticides huiles essentielles de *Citrus* et de *Bacillus thuringiensis* sur pucerons, et pour diminution de utilisation de produits chimique.

2. 5. 3. 1. A base Végétative

2. 5. 3. 1. 1. Citron (*Citrus limon*)

2. 5. 3. 1. 1. 1. Protocole d'extraction

Les huiles essentielles sont extraites par méthodes d'hydrodistillation .200 g à 500g de zeste de citrus frais sont introduits dans un ballon de 500ml imprégnés d'eau distillée .l'ensemble est porté à l'ébullition pendant 2 à 3 heures (Figure 2. 8). Les vapeurs chargées de substances volatiles traversent le réfrigérant se condensent puis elles sont récupérées dans une ampoule à décanter l'eau et le huile essentielle se séparent par différence de densité (Figure 2. 9).Le huile essentielle extraites sont conservées dans un flacon en verre (tubes à essaie), fermés hermétiquement pour les préserver de l'air, de la lumière et des variations de température qui sont des principaux agents de dégradation.



Figure 2. 8 : Préparations de poids du végétale (ORIGINALE, 2014).

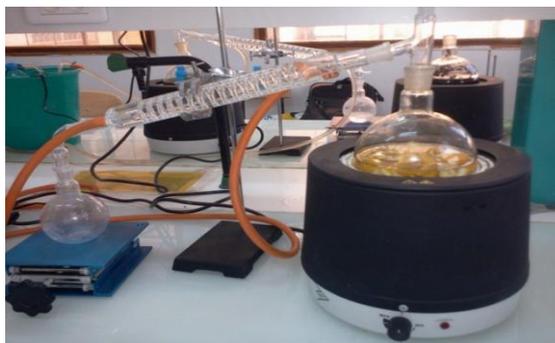


Figure 2. 9 : Montage d'extraction d'huile essentielle (ORIGINALE, 2014).

2. 5. 3. 1. 1. 2. Classification

Selon PADRINI et LUCHERONI (1996), la classification de Citronnier est comme suit:

Règne : *Plantae*

Embranchement : Spermaphytes

Classe : Eudicotylédones

Ordre : Sapindales

Famille : *Rutaceae*

Genre : *Citrus*

Espèce : *Citrus limon*

2. 5. 3. 2. A base microbiologique ; *Bacillus thuringiensis*

Cette bactérie fait partie de la famille des *Bacillaceae*, la souche *Bacille* de Thuringe ; *Bacillus thuringiensis* est une bactérie à gram-positif en forme de bâtonnet. Isolée pour la première fois au début du vingtième siècle à partir de vers à soie infectés au Japon (THEUNIS et al., 1988). L'espèce appliquée était celle commercialisée ; « DiPel DF », à usage agricole, de matière active, tension ABTS-351, fermentation solide, spores, et toxine insecticides 54 %, autre composition 46 % (Figure 2. 10).

2. 5. 3. 2. 1. Classification

Sa classification classique se présente comme suit :

Embranchement	Firmicutes
Classe	Bacilli
Ordre	Bacillales
Familles	<i>Bacillaceae</i>
Genre	<i>Bacillus</i>
Espèce	<i>Bacillus thuringiensis</i> Cohn, 1872 (PILLET et al., 1987).



Figure 2. 10: Biopesticide à base de *Bacillus thuringiensis*

2. 5. 4. Piégeage d’auxiliaire des pucerons

2. 5. 4. 1. Pièges colorés et Assiettes jaune

Utilisation de pièges colorés et des Assiettes jaunes, dans la serre d’études pour contrôler les type des auxiliaires des pucerons qui présentes dans la serre de piment qui traitée et la serre de aubergine qui traitée par produit chimique .



Figure 2. 11 : Type des piégeages (A. pièges à glu jaunes et B. pièges à eau jaunes).

2. 5. 5. Matériel utilisé sur terrain

- Pulvérisateurs manuel.
- Une loupe de poche.
- Une aiguille.
- Sachets en tissu étiqueté

2. 5. 6. Matériels utilisé au laboratoire

Pour la préparation de suspensions de *Bacillus thuringiensis* de matériel suivant est utilisé : Balance de précision, bécher gradué, pipette, tube à essai

2. 6. Méthodologie

2. 6. 1. Huile essentielle

L'huile essentielle extraite a été conservée dans des flacons en actinite hermétiquement fermés par des bouchons et recouverts par du papier aluminium afin de la protéger contre l'effet de la lumière.

Ensuite, nous avons fait des dilutions des huiles de *Citrus* par l'eau distillée pour les concentrations: D 1 : 1 ml, D 2 : 0.5 ml, D 3 : 0.4 ml, D 4 : 0.3 ml, D 5 : 0.2 ml, et D 6 : 0.1 ml.

2. 6. 2. Préparations de suspension de Bt

Préparer des suspensions de « Bt + eau distillée » de 20 ml pour les doses: D 1: 1g, D 2 :0.5g, D 3 : 0.4 g, D 4 :0.3 g, D 5 :0.2 g, et D 6 :0.1 g.

2. 6. 3. Méthode de travail sur terrain

Nous avons choisi les plantes attaquées par les pucerons, pour chaque plante on a traité par une dose, à l'aide d'une loupe on a fait le dénombrement total de population des pucerons pour chaque plante infestée.

Nous avons effectué notre traitement le 12 mai 2014. Le traitement consiste à bien pulvériser des pieds de piments infectés à l'aide d'un pulvérisateur manuel sur surface foliaire et tous les parties de plantes par produit préparée (huile et Bt), et on les compare par le traitement de témoins par l'eau distillée.

Les pieds de piments traités sont couverts par des sachets en tissu étiqueté (culture, date de traitement, produits, et dose).

Le démembrement des pucerons (vivants et mortes) a commencé 24 heures après traitement, puis les 48 h, et les 72 h.



Figure 2. 12: Pulvérisation des pieds de piment (ORIGINALE, 2014).



Figure 2. 13 : Dispositif de traitement (ORIGINALE, 2014).

2. 6. 4. Exploitation des résultats

2. 6. 4. 1. Taux de mortalité cumulée (TM)

Il correspond au pourcentage des individus morts par rapport au nombre total des individus des pucerons, il est estimé par formule suivante :

$$\text{TM} = \frac{\text{Nombre des individus morts}}{\text{Nombre total des individus}} \times 100$$

2. 6. 4. 2. Taux de mortalité corrigée (MC)

Il est estimé par formule suivante :

$$\text{MC} = (M2 - M1 / 100 - M1) \times 100$$

MC : % de mortalité corrigée

M1: % de mortalité dans la population témoin

M2 : % de mortalité dans la population traitée

3. 6. 4. 3. Analyse statistique

2. 6. 4. 3. 1. ANOVA

Les résultats ont été traités par analyses indépendantes à l'aide d'un logiciel statistique

XLSTAT (2014).l'étude de la variance a été utilisée pour déterminer les différences significatives entre les deux biopesticides de traitement .les différences entre les moyennes ont été testées à travers LSD. Les valeurs de $p < 0.05$ sont considérées significativement différentes.

2. 6.4.3.2. Régression (Courbe de tangence)

Après transformations de taux de mortalité corrigée en probits avec un tableau statistique, et l'équation de la modalité qui sont : $y = ax + b$;

$$CE50 = \text{probits}(50) + b/x$$

$$CE90 = \text{probits}(90) + b/x$$

Chapitre II

Résultats et discussions

Chapitre III. Résultats et discussions

3.1. Espèces aphidiennes recensées

Durant, nos prospections, nous avons ciblé, principalement le traitement des pucerons par les biopesticides ; d'une part les huiles essentielles (*Citrus*) et d'autre part par les microorganismes (*Bacillus thuringiensis*). Néanmoins trois espèces aphidiennes ont été collectés et identifiés, il s'agit de :

3. 1. 1. *Aphis gossypii* (GLOVER, 1877)

C'est un homoptère de petite taille (1 à 2 mm), ayant un aspect globuleux, il est, généralement, de couleur vert-bouteille (coloration entre le jaune et le vert foncé). Dans une même population, les deux morphes ont été observés: des individus ailés et des aptères. Les individus de morphe ailé sont généralement plus petits et le plus souvent noirs, ce joint les observations de PATTI, (1983) et DIXON, (1987)

3. 1. 2. *Aphis caracivora* (KOCH .1854)

Ce sont de petits insectes de moins de 2 à 3 mm de long, à corps mou, souvent en formes de poire. Ils ont de longues antennes fines et au bout de l'abdomen, une paire de petites projections, appelées cornicules. Leur coloration est variable ; certains sont verts, d'autres jaunes, bleus, rouges ou noirs. Ces mêmes constatations ont été mentionnées par BOUCHER, (2008).

3. 1. 3. *Aphis fabae* (SCOPLI, 1763)

Une troisième espèce Aphidiennes a été recensée, à notre avis accidentellement, vu que sa plante hôte (la fève) y existe proche de notre site d'étude, il s'agit d'*Aphis fabae*.

Cette espèce est aptère et de forme trapue. Sa couleur varie du noir mat à verdâtre avec des taches blanches cireuses sur l'abdomen. Il mesure environ 2 mm de long. Les antennes sont courtes, et mesurent les deux tiers de la longueur du corps. Les cornicules sont courtes et noirs alors que la cauda est courte, trapue et noire. Les ailés, de couleur sombre, ont un corps plus allongé que celui des aptères. Leur abdomen est foncé muni de taches blanches.

En effet, ces espèces ont été collectées au niveau de la serre cultivée par le Piment, dont le précédent cultural était la culture de fève.



Figure 3. 14 : Colonie des pucerons (ORIGINAL, 2014).

3.2. Taux de mortalité

Deux préparations ont été réalisées ; une concerne l'extraction d'huile essentielle du *Citrus*, et autre renferme une suspension de *Bacillus thuringiensis*, à différentes doses.

3.2.1. *Bacillus thuringiensis*

Nos résultats, révèle que le taux de mortalité varie en fonction de la dose de *Bacillus thuringiensis*, les valeurs relatives aux pieds de plantes traitées. Ainsi, ce biopesticide (*Bacillus thuringiensis*) a provoqué une mortalité moyenne élevée des pucerons après 72 heures ; dont on a assisté à une décomposition des pucerons (Figure 3. 15).



Figure 3. 15 : Traitement par *Bacillus thuringiensis* sur pucerons.

Les valeurs des taux de mortalité obtenu a été comme suit:

Tableau 2 : Taux de mortalité de *Bacillus thuringiensis*

Doses (g /ml)	Taux de mortalité %
Doses1: 0.1	16.22%.
Doses2: 0.2	16.42%
Doses3: 0.3	33.74%
Doses4: 0.4	40.44%
Doses5: 0.5	42.59%
Doses6: 1	68.61%

On a remarqué que ces taux ont été fonction de la diminution des doses de biopesticides Bt appliquées (Figure 3. 16).

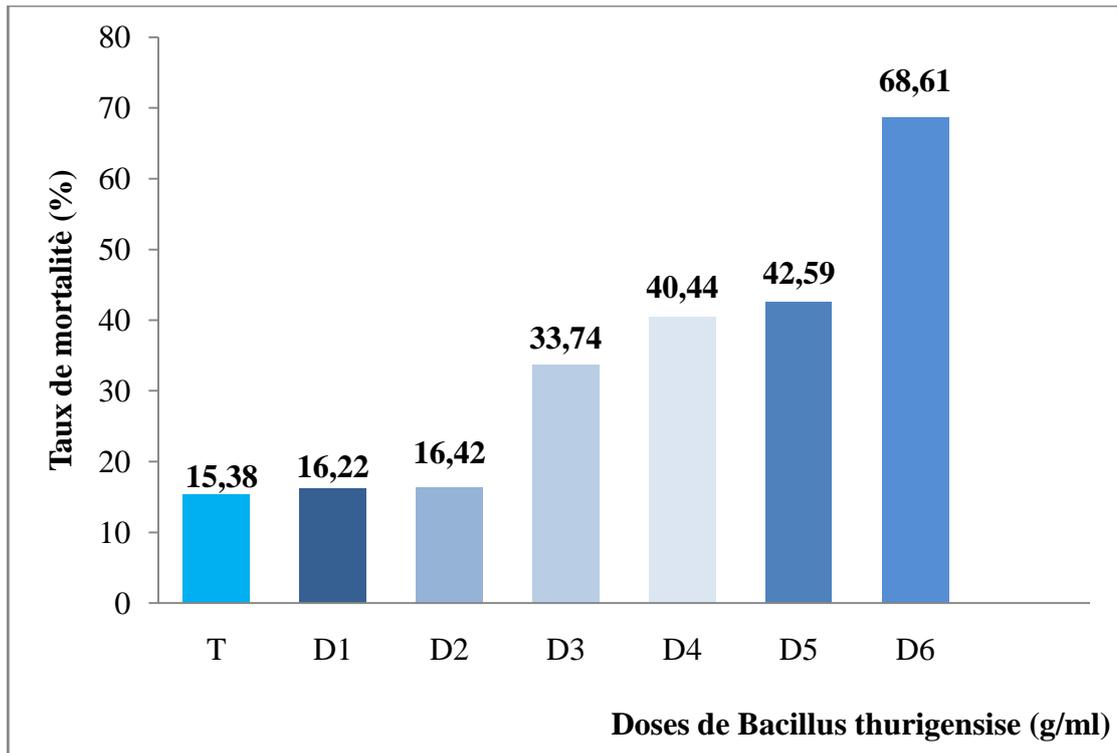


Figure 3. 16: Variation de taux de mortalité observé après traitement par *Bacillus thuringiensis*.

3. 2. 2. Huiles essentielles

Nos résultats montrent que, le taux de mortalité varie en fonction des doses d'huiles essentielles extraites et appliquées. En effet, le traitement d'huile a extériorisé son action de mortalité sur pucerons 72 heures, après application (Figure 3. 17);

Tableau 3 : Taux de mortalité d'huile essentielle de *Citrus*

Doses (ml)	Taux de mortalité %
Doses1: 0.1	7.57%
Doses2: 0.2	10.6%
Doses3: 0.3	13.98%
Doses4: 0.4	37.17%
Doses5: 0.5	41.66%
Doses6: 1	55.71%

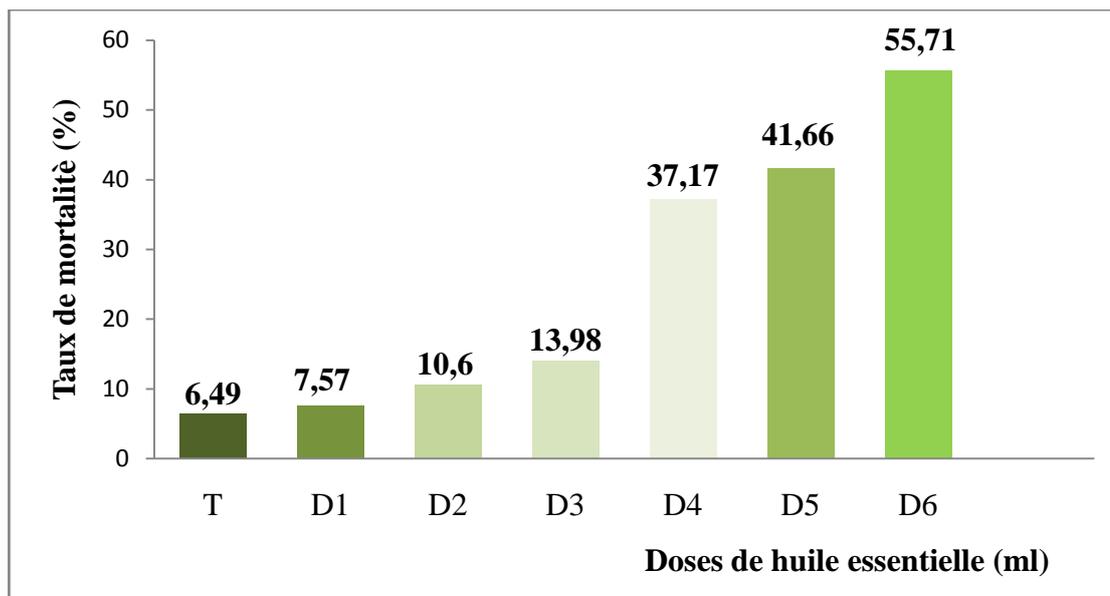


Figure 3. 17: Variation de taux de mortalité observé après traitement par l'huile essentielle.

Par ailleurs, des résultats similaires ont été obtenus pour des doses identiques. Le biopesticide *Bacillus thuringiensis* a au sent des mortalités de pucerons supérieurs à ceux causées par l'extrait de l'huile essentielle.

L'écart de mortalité entre les deux biopesticides varie entre 0.93% à 19.76%, avec un écart plus élevé de biopesticides *Bacillus thuringiensis* à la dose D3 de deux biopesticide (Figure 3. 18).

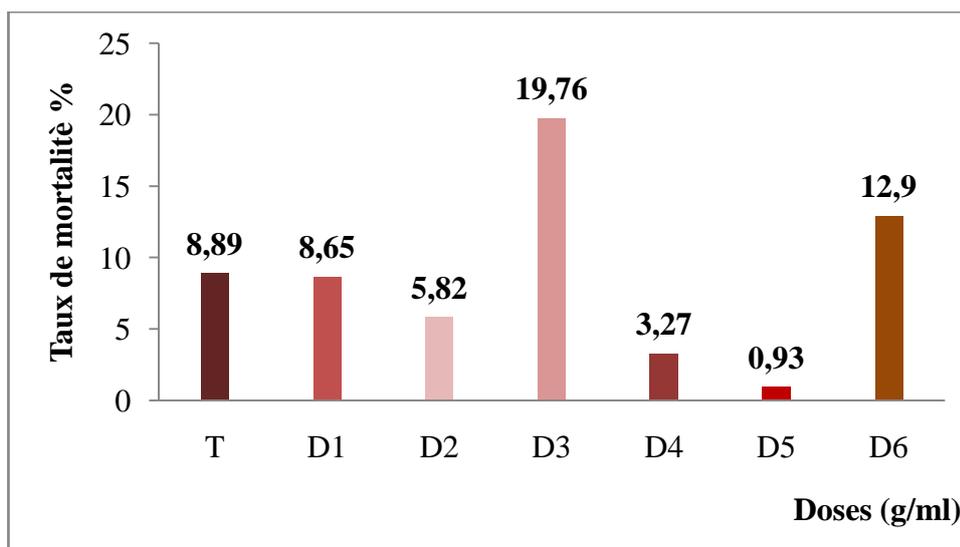


Figure 3. 18: Ecarts de mortalité

3. 3. Taux de mortalité corrigée

Tableau 4 : Taux de mortalité corrigée par huile essentielle et *Bacillus thuringiensis*

<i>Bacillus thuringiensis</i>		Huile essentielle de <i>Citrus</i>	
Doses (Bt)	Taux de mortalité corrigée(%)	Doses (He)	Taux de mortalité corrigée(%)
D1	62,9	D1	52,63
D2	32,15	D2	37,61
D3	29,61	D3	32,8
D4	21,69	D4	8,009
D5	1,22	D5	4,39
D6	0,99	D6	1,15

L'évolution de taux de mortalité corrigée de *Bacillus thuringiensis* a été de 62.9%, puis, il a subi une diminution progressive jusqu'à la valeur 0.99%. À partir des valeurs 52.63% à 1.15% les taux a été qualifié moyen (Figure 3. 19).

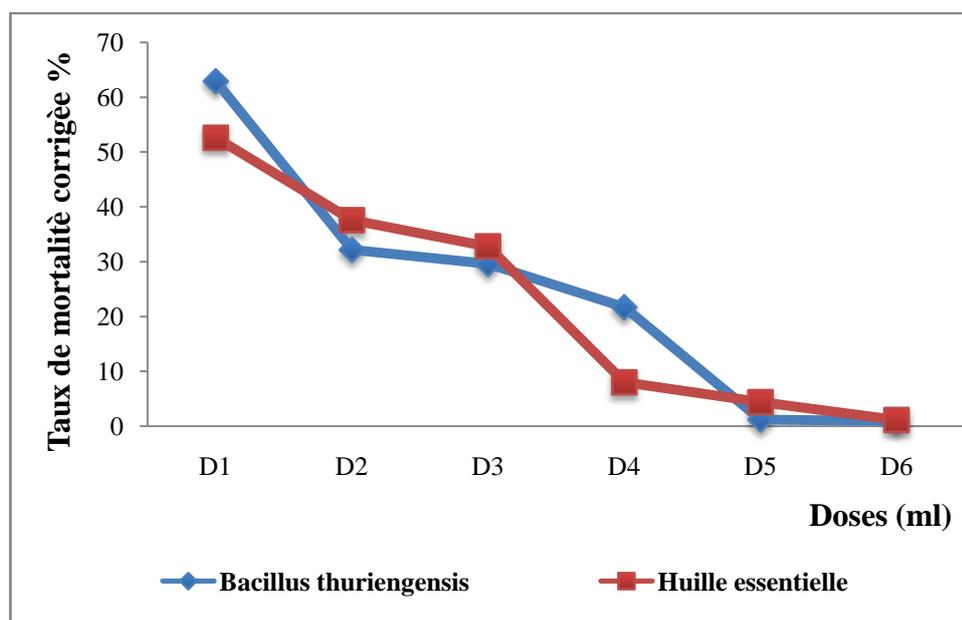


Figure 3. 19: Taux de mortalité corrigée de biopesticide.

En conséquent, on a pu constater, après traitement, un taux de mortalité par le *Bacillus* plus importants que celui d'huiles essentielles, ceci peut être expliqué par le fait que, ces dernières sont volatiles et très sensibilités à la lumière.

3. 4. Concentration d'efficacité CE (50.90)

Nos résultats après traitements traitement (par *Bacillus thuringiensis* et d'huile essentielles) sont ordonnées dans le tableau ci-dessus (Tableau 5).

Tableau 5: Mortalités corrigée et probits *Bacillus thuringiensis* et huile essentielle

<i>Bacillus thuringiensis</i>				Huile essentielle			
Doses		Mortalité corrigée		Doses		Mortalité corrigée	
(g/ml)	Log (doses)	Pourcentage (%)	probits	ml	Log (doses)	Pourcentage (%)	probits
0,05	-1,301	62,9	7,0594	0,05	-1,301	52,63	5,9068
0,025	-1,602	32,15	3,6083	0,025	-1,602	37,61	4,221
0,02	-1,6989	29,61	3,3232	0,02	-1,6989	32,8	3,6812
0,015	-1,8239	21,69	2,4343	0,015	-1,8239	8,009	0,8988
0,01	-2	1,22	0,1369	0,01	-2	4,39	0,4927
0,005	-2,301	0,99	0,1111	0,005	-2,301	1,15	0,129

Les calculs de concentration d'efficacité CE (50, 90) ont été effectués en dressant la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des poids de matière sèches pour chaque concentration ou doses pour *Bacillus thuringiensis* et huile doses par ml de traitement (Figure.3. 20; 3. 21).

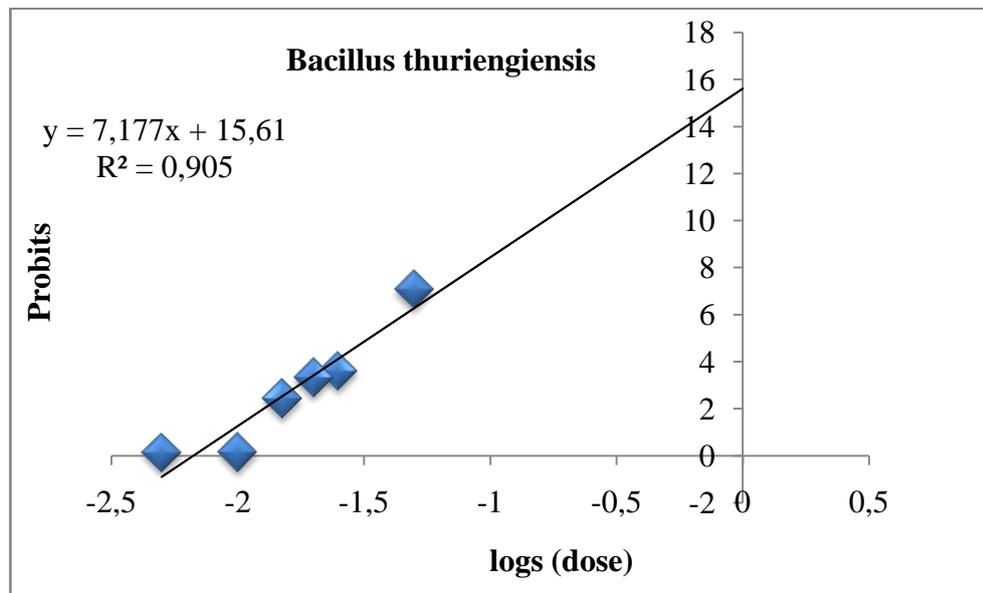


Figure 3. 20: Action *Bacillus thuringiensis*.

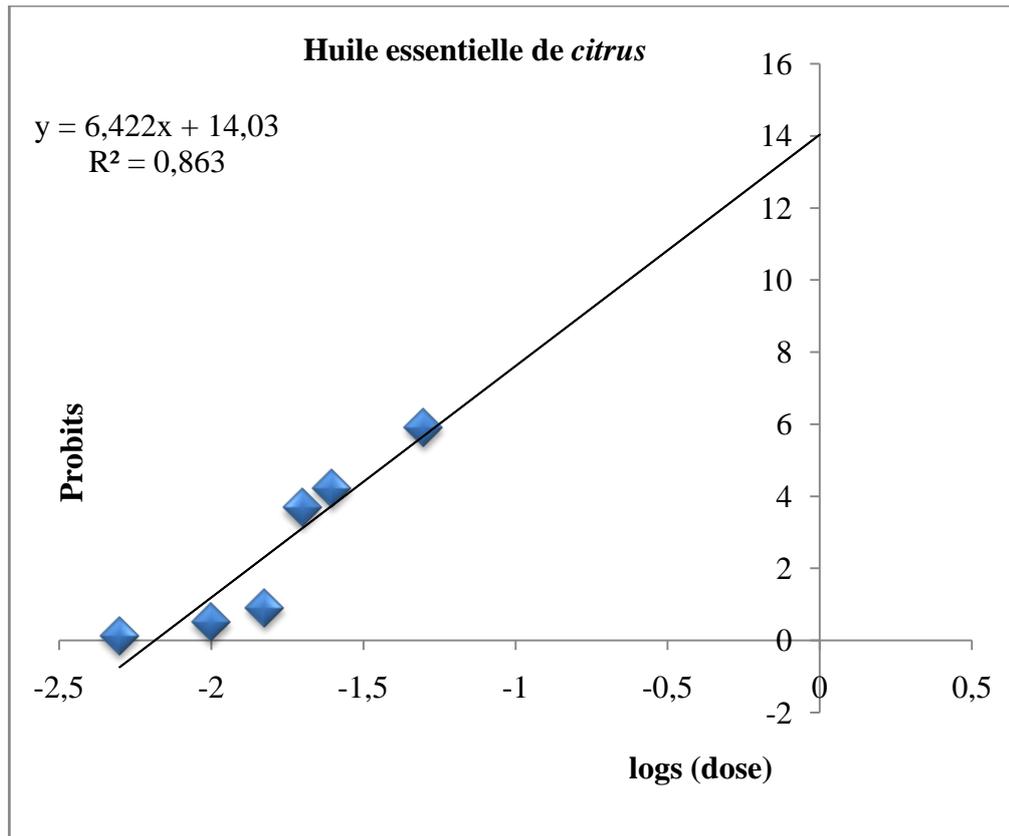


Figure 3. 21: Action d'huile essentielle.

Les valeurs de la CE50 et CE90 de chaque biopesticide (Bt, He) traitée et droite de régression des probits en fonction du logarithme des doses de traitement (Tableau 6). En effet ils différent selon les biopesticides appliqués.

$$CE (50)_{Bt} = (\text{probits } (50) - 15,61) / 7,177 = -1,4783.$$

$$\text{Doses } (50_{Bt})_{\text{=}} \text{ PUISSANCE } (10 ; -1,4783) = \mathbf{0,0332}.$$

$$CE (90)_{Bt} = (\text{probits } (90) - 15,61) / 7,177 = -1,2997.$$

$$\text{Doses } (90_{Bt})_{\text{=}} \text{ PUISSANCE } (10 ; -1,2997) = \mathbf{0,0501}.$$

Est les mêmes méthodes pour huile essentielle de *Citrus* pour les calcule à de concentration d'efficacité CE (50, 90).

Le biopesticide *Bacillus thuringiensis* est plus efficaces, avec une CE50 calculée de 0.0332 g/ml et la CE90 égale 0.0501g/ml de concentration de matière sèche de la bactérie, et pour CE50 calculée pour huile est 0.0392 ml et la CE90 égale à 0.0621 ml de la dose.

Tableau 6: Equations des droites de régressions, coefficients de régressions et des les valeurs de CE 50 et CE90 évaluées.

Biopesticides	Concentration d'efficacité (CE)	Equation	Coefficient de régressions	Doses (g/ml) .ml
<i>Bacillus thuringiensis</i>	50	$Y=7.177x + 15.61$	$R^2=0.905$	0,0332
	90			0,0501
Huile essentielle	50	$Y=6.422x+14.03$	$R^2=0.863$	0.0392
	90			0.0621

3. 5. Analyse de la variance (ANOVA)

L'analyse de la variance (ANOVA) a révélé que l'effet des doses est hautement significatif (par concentrations des doses) (Tableau 7).

Tableau 7: Analyse de la variance (biopesticide).

	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Biopesticide	2	259,032	259,032	17988,335	0,005
Dose	6	4506,524	751,087	52158,847	0,003
Biopesticide*Dose	5	119,030	23,806	1653,191	0,019

3. 6. Traitement par produits chimique

Le produit chimique qui a été utilisé par l'agriculteur était « Agrinate 24 SL » liquides (Matière active : Methomyl 24 %) soluble en l'eau. C'est un insecticide appartenant à la famille chimique des carbamates. Son mode d'action est par contact et ingestion sur de nombreux insectes dont inhibe la cholénestérose. Il présente, aussi, une action systémique et possédant une action ovoïdique sur les pontes des lépidoptères et une grande action nématique et acaricides.

Ce produit a présenté une très bonne action sur de pucerons, dans la culture d'aubergine répété pendant 7 jours après son premier traitement. Il donne une efficacité de

50% et plus. Cette répétition de traitement (tous 15 jours), provoque de hauts risques de pollution pour l'homme et l'agriculture.

Tableau 8 : Les catégories d'utilisation de l'Agrinate 24

Catégories d'utilisations	Dose	Dures
chenille, cicadelle de la vigne	120 ml a 170 ml /H	7 jours
Psylle, pucerons, les vers	120 ml a 170 ml /H	7 jours
Pucerons, thrips des cultures maraichères	170ml/H	7 jours

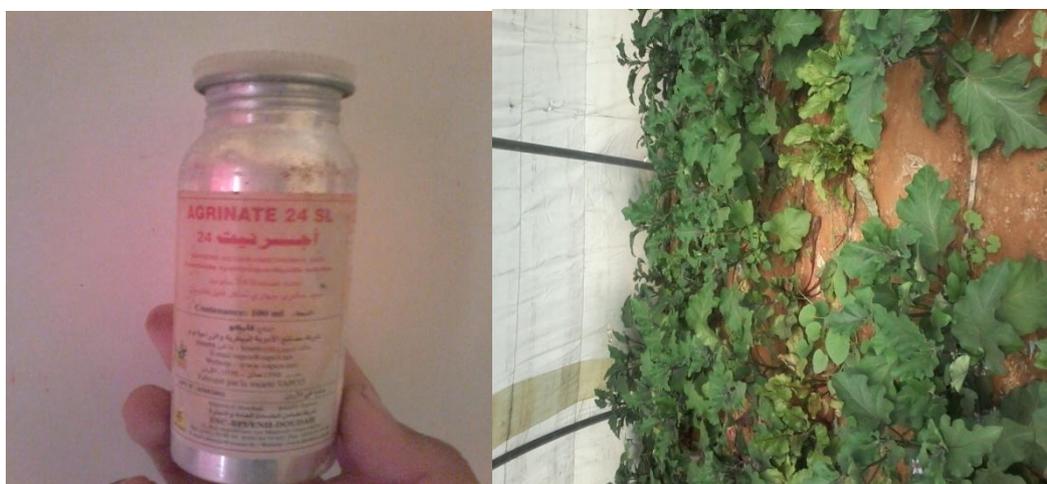


Figure 3. 22: produit chimique sur culture aubergine (ORIGINALE,2014).

3. 7. Faune auxiliaires

Des spécimens d'ennemie naturel de pucerons (prédateurs ou parasitoïdes) ont pu être recensé, notamment, après installations des piège ; il y existe plusieurs type d'auxiliaire, dont: - Coccinelles (Figure 3. 24) ;

- Chrysope (Figure 3. 25) ;

- Syrphe (Figure 3. 26) ;

- et des parasitoïdes (Figure 3. 27. 28).

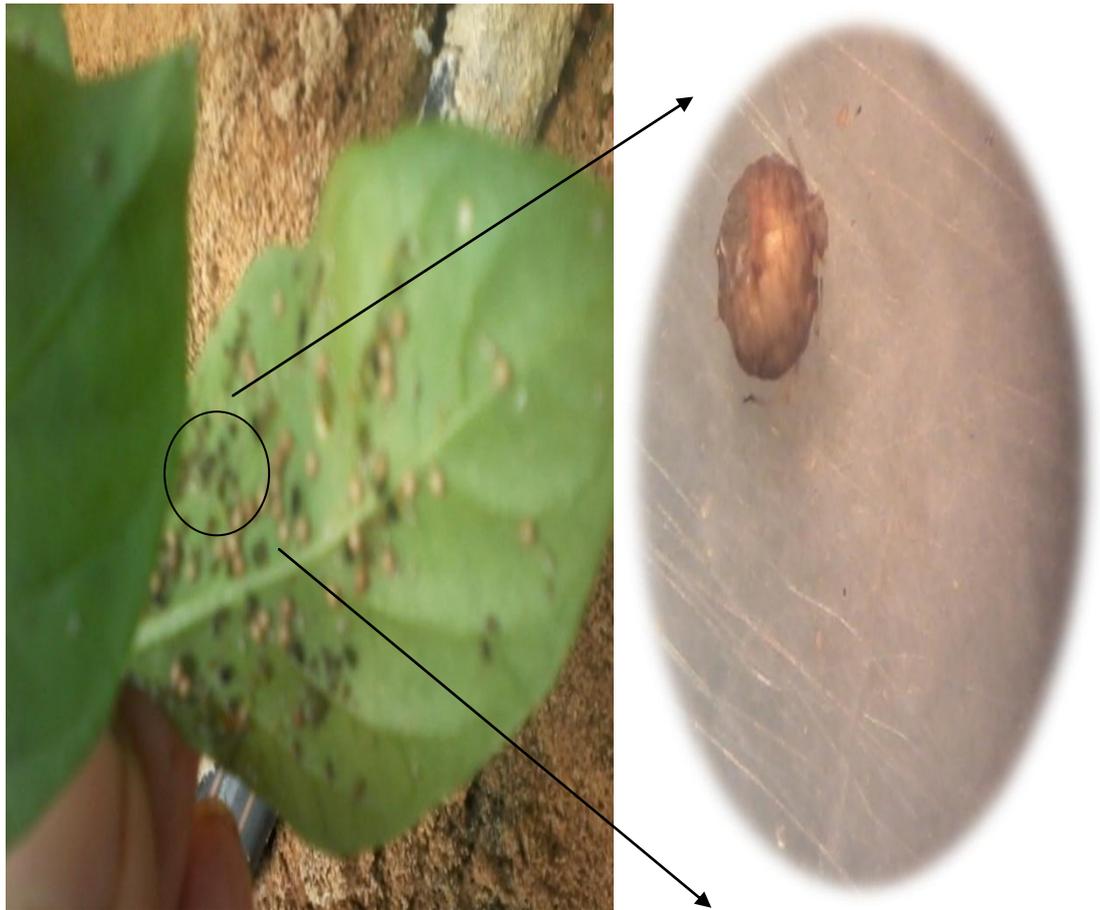


Figure 3. 23:Pucerons parasites (momifiés) (ORIGINALE, 2014).



Figure 3. 24 : coccinelle capturés (ORIGINALE, 2014).

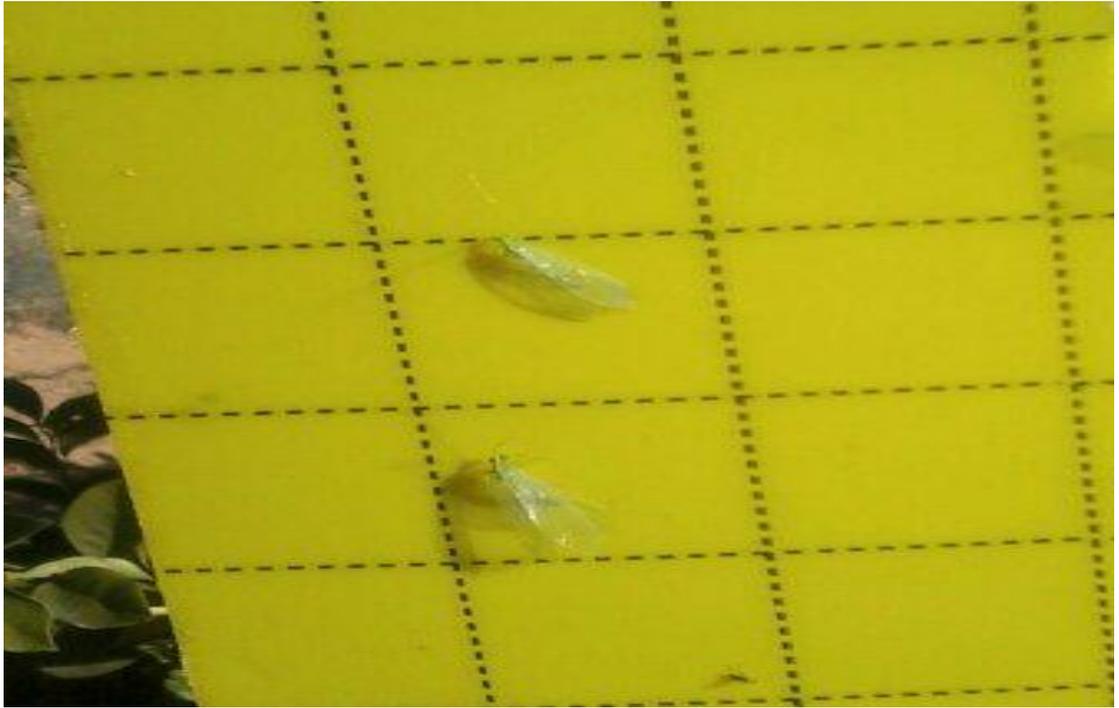


Figure 3. 25:Chrysopes capturés (ORIGINALE, 2014).



Figure 3. 26:Syrphe (ORIGINALE,2014).



Figure 3. 27:Parasitoïdes Ichneumonoïdes (ORIGINALE,2014).



Figure 3. 27:Guêpe parasitoïde (G x 4.5*100) (ORIGINALE, 2014).

Conclusion

Conclusion

L'association de la lutte biologique est moins nocive et moins toxique et moins polluant que la lutte chimique avec des produits de synthèse danger sur l'homme et sur l'environnement.

A lumière des résultats obtenus, notre étude s'inscrit dans une perspective de la recherche d'une lutte biologique efficace contre les pucerons des serres. Il s'agit de l'utilisation des microorganismes utiles (*Bacillus thuringiensis*) et le traitement par huile essentielle extraite du citronnier.

Nos essais révèlent l'efficacité de deux biopesticides ; *Bacillus thuringiensis* ou huile essentielle sur les trois espèces de pucerons collectés (*Aphis caracivora*, *Aphis gossypii*, et *Aphis fabae*) au niveau des serres prospectées, dans notre site d'étude. En effet, ils réduisent leur population, seulement, qu'il faut noter que l'effet mortalité pour *Bacillus thuringiensis* a été plus élevé que celui d'huile extraite du *Citrus*.

Aussi, on peut signaler qu'une importante gamme d'auxiliaire ont été observée, en serre, dans régions Sebseb ; Syrphes, Chrysope, Coccinelle, et autres prédateurs et parasitoïdes.

En conséquence, l'ensemble des résultats obtenus ne constitue qu'une étape dans la recherche des biopesticides à activité aphicides et en entomofaune auxiliaire, qui mérite d'être complété.

Néanmoins, des études envisagées peuvent être citées en perspective :

- ❖ Diversités des auxiliaire (prédateurs, parasitoïdes) aphidiens par élevages et des lâchers en plaine champs, afin de diminuer l'utilisation des pesticides polluants.
- ❖ Effets des huiles des autres plantes aromatiques et autres biopesticides local aux.

Référence bibliographique

Références bibliographiques

A.N.R.H., 2007 : Inventaires Et Enquête Sur Les Débits Extraits De La Wilaya De Ghardaïa .Ed. A.N.R.H. ,18 P.

ALLEN, W.A. ET RAJOTTE, E.G. 1990: The changing role of extension entomology in the IPM area. Annu. Rev. Entomol, PP: 379-397.

ALTIERI, M.A., NICHOLLS, C.I., FRITZ, M.A., 2005: Manage insects on your farm: a guide to ecological strategies. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD.

ANONYME., 2009 : Fiche technique : les pucerons, Protection Biologique Intégrée (PBI) en cultures ornementales, France.

AUCLAIR, J. L. 1963: Aphid feeding and nutrition. Annual Review of Entomology 8 (1) .pp:439– 490.

BAGNOULS F., GAUSSEN H., 1953 : Saison sèche et indice xéothermique, Volume I. Carte des productions végétales, art. 8, Toulouse., 47 p.

BAHLAI. C. A., WELSMAN. J. A., SCHAAFSMA. A. W. ET SEARS. M. K., 2007: Development of soybean aphid (Homoptera: Aphididae) on its primary overwintering host, *Rhamnus cathartica*. Environmental Entomology, 36, pp: 998-1006.

BENKENZOU D, 2009 : Annuaire statistique de la wilaya de Ghardaïa, D.P.A.T. ,131 p

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

BENSEMAOUNE Y., 2007 : Les parcours sahariens dans la nouvelle dynamique spatiale : contribution à la mise en place d'un schéma d'aménagement et de gestion de l'espace (S.A.G.E.)- cas de la région de Ghardaïa. Thèse. Mag. Univ, Ouargla .96 p.

BERNARD T., PERINAU F., BRAV O., DELMAS M., GASET A. 1988 : Extraction des huiles essentielles.Chimie et technologie. In Information chimie, 229 : pp : 179-184.

BICHI. H, BEN TAMER.F, 2006 : Contribution à l'étude de la variabilité climatique dans les régions d'Ouargla et Ghardaïa. Mém. Ing, kasdi merbah, Ouargla.115 p.

BLACKMAN, R.L. ET EASTOP, V.F. 1985: Aphids on the world's crops: an identification guide. Chichester (USA) : Ed°John Wiley et Sons, 466 p.

BLACKMAN, R.L. et EASTOP, V.F., 2000:Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubsd. John Wiley, Chichester, UK 1439 p.

BOIVIN, G., 2001. Parasitoïdes et lutte biologique: paradigme ou panacée, Centre de Recherche et de développement en Horticulture, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Vertig O. La revue en sciences de l'environnement.

BOLLER, E.F., HÄNI, F., POEHLING, H.-M., 2004: Ecological infrastructures: idea book on functional biodiversity at the farm level, temperate zones of Europe. IOBC wprs, Commission on Integrated Production Guidelines and Endorsement, Switzerland.

BONNEMAISON. L., 1950 : Facteurs d'apparition des formes ailées chez les pucerons : vecteurs des maladies à virus de la pomme de terre et méthodes générales de protection des cultures de plants de sélection. Rev. M.E.N.S.

BOUSBIA N. 2004 : Extraction et identification de quelques huiles essentielles (Nigelle, Coriandre, Origan, Thym, Romarin). Etude de leurs activités antimicrobiennes. Mémoire de magistère. Institut National Agronomique, El Harrach – Alger. 130 p.

BRAULT. V., UZEST. M., MONSION. B., JACQUOT. E., & BLANC. S., 2010 : Aphids as transport devices for plant viruses Les pucerons, un moyen de transport des virus de plante. C. R. Biologies 333 : pp : 525-531.

CARSON C. F. ET. HAMMER K. A., 2011: Chemistry and Bioactivity of Essential Oils. In Thormar H.Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents. United Kingdom: John Wiley et Sons Ltd. pp : 204-238.

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. pp : 43-44.

COMEAU, A. 1992 : La résistance aux pucerons : aspects théoriques et pratiques in La lutte biologique. Boucherville (Canada) : Ed° Gaëtan Morin, pp : 433-449.

COMEAU, A., 1992. : La résistance aux pucerons : aspects théoriques et pratiques in La lutte biologique. Boucherville (Canada) : Ed° Gaëtan Morin pp : 433-449.

CROTEAU R., KUTCHAN, T.M., LEWIS, N.G. 2000 : Natural products (secondary metabolites), in *Biochemistry and Molecular Biology of Plants* (eds B. Buchanan, W. Gruissem, and R. Jones), American Society of Plant Biologists, Rockville, MD, USA, pp:1250–1268.

D.P.A.T., 2009 : Annuaire statistique de la wilaya de Ghardaïa. Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire, 14^{ème} édition, volume I, 84 p.

D.S.A., 2011 : fiche des données statistiques. Direction des services agricoles, 15 p.

DEDRYVER. C. A., 2010 : Les pucerons: biologie, nuisibilité, résistance des plantes. Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques.

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

DEWEY. M., 2004: Aphids. Ed Cooperative extension ENT-20, University of Delaware.

DIXON. A. F. G., 1987: The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution. In A.K. Minks and P. Hanewin (Editors), *World Crop Pest Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control*, Elsevier, Amsterdam, pp: 197-207.

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

EGGLETON, P., BELSHAW, R., 1992: Insect parasitoids: an evolutionary overview. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 337:pp:1–20.

EGGLETON, P., GASTON, K.J., 1990: Parasitoid species and assemblages: convenient definitions or misleading Compromises. pp: 417–421.

FERRERO. M., 2009 : Le système tri trophique tomate tetranyques tisserands-Phytoseiulus longipes : Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse doctorat, Montpellier.

FINK. U., ET VOÈLKL. W., 1995: The effect of abiotic factors on foraging and oviposition success of the aphid parasitoid, *Aphidius rosae*. *Oecologia*: 371-378.

FORREST, J.M.S., 1987: Gallling aphids. In: Minks, A.K., Harrewijn, P. *World crop pests; Aphids, their biology, natural enemies and control*, vol. 2A. Elsevier, Amsterdam/New York, pp: 341–353.

FRAVAL. A., 2006 : Les pucerons. Insectes 3 n°141.PP : 2-4.

FREDON, 2008 : Fiche technique sur les pucerons, France. PP : 2-4.

GODFRAY, H.C.J., 1994: Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press, Princeton.

HARMEL. N., FRANCIS. F., HAUBRUGE. E., & GIORDANENGO. P., 2008 : Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. Cahiers Agricultures vol. 17, n°, 396.pp: 395-398.

HARREWIJN, P. 1989: Integrated control of potato aphids in Aphids, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: A.K. Minks et P. Harrewijn, Ed° Elsevier. pp: 279-284.

HAUTIER. L., 2003 : Impacts sur l'entomofaune indigène d'une coccinelle exotique utilisée en lutte biologique. Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement., Université Libre de Bruxelles 13. pp: 1-99.

HEIE, O.E., 1992: The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark IV. In: Brill, E.J., (ed.). Fauna Entomologica Scandinavica 25, Scandinavian Science Press Ltd., Leiden-Copenhage.

HEIN, J., SCHIERUP, M.H. AND WIUF, C. 2005: Gene genealogies, variation and evolution. Oxford University Press, Oxford.

HOUICHTI, 2009: Caractérisation d'un agro système saharien dans une perspective de développement durable: Cas d'oasis de SEBSEB (Wilaya de GHARDAIA), Mémoire de magister, OUARGLA. 18 P.

HUANG, H.C., HARPER, A.M., KOKKO, E.G. ET HOWARD, R.J. 1981: Aphis transmission of *Verticillium albo-atrum* to alfalfa. Can. J. Plant Pathol. Vol. 5, pp: 141-147.

HULLE M., 1999: les pucerons des plantes maraichères : cycles biologique et activité de vol. INRA PARIS. pp: 33-36.

HULLE. M., ET COEUR D'ACIER. A., 2007 : Les pucerons, indicateurs de changements globaux „Biofuture 297. pp: 44-47

HULLE. M., TURPEAU-AIT IGHIL. E., LECLANT. F., ET RAHN. M.J., 1998 : Les pucerons des arbres fruitiers, cycle biologique et activité de vol. Ed. I.N.R.A., Paris.

ISMAN M.B., 2005: Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. Annu Rev Entomol, 50 p.

JEROEN B., KOOMEN I., JOEP.V.L DE JEUDE. ET OUDEJANS.J., 2004 : Les pesticides :

composition, utilisation et risques. In série Agrodok 29, 1 ère édition. Editions Digigrafi&wageningen, Pays Bas. 124 p.

KENNEDY J.S., DAY M.F. & EASTOP V.F., 1962: A Conspectus of Aphids as

Vectors of Plant Viruses. Commonwealth Institute of Entomology, London, 114 p.

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

KLEEBERG H., 2006: Demands for plants protection products-Risk assessment botanicals and semiochemicals. REBECA workshop.fin de cycle pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Techniques Agricoles, Ecole supérieure d'Agronomie de Yamoussoukro, 56 p.

KOS. K., TOMANOVIC. Z., PETROVIC-OBRAĐOVIC. O., LAZNIK. Z., MATEJ VIDRIH. M., ET TRDAN.S., 2008: Aphids (Aphididae) and their parasitoids in selected vegetable ecosystems in Slovenia, pp: 91-1:16.

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

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

LAMY. M., 1997 : Les insectes et les hommes. Ed. Albin Michel, Paris, 96 p.

LECADET, 1965 : Isolement et caractérisation de deux protéases des chenilles de *Pieris brassicae* L. et étude de leur action sur l'inclusion parasporale de *Bacillus thuringiensis*. - Thèse Do&. et Sciences, Paris.

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

MARTOURE ; 1967 : Etat de os connaissances sur l'activité des toxines de *Bacillus thuringiensis* sui. les vertèbres.Phytratrie. Phytopharmacie, 16, pp: 75-82.

MILES, P.W. 1990: Aphid salivary secretions and their involvement in plant toxicoses in Aphid-plant genotype interactions. Amsterdam: Campbell, R.K., Eikenbary, R.D., Ed° Elsevier, pp: 131-147.

MILES, P.W., 1989: The responses of plants to the feeding of Aphidoidea: principles in Aphids, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: A.K. Minks et P. Harrewijn, Ed° Elsevier.Vol. 2C, pp: 22.78

O.N.M., 2014 : Données météorologiques de la wilaya de Ghardaïa ,3 p.

ORTIZ-RIVAS. B ET MARTÍNEZ-TORRES. D., 2010: Combination of molecular data support the existence of three main lineages in the phylogeny of aphids (Hemiptera: Aphididae) and the basal position of the subfamily Lachninae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55. pp: 305–317.

OULD ELHADJ. M.D., 2004 : Le problème acridien au Sahara algérien. Thèse Doctorat. , E.N.S.A. El Harrach, Alger. 279 p.

PADRINI F., LUCHERONI M. T. 1996 : Le grand livre des huiles essentielles - guide pratique pour retrouver vitalité, bien-être et beauté avec les essences et L'aromassage Energetiques avec Plus de 100 Photographies. Ed. De Vecchi, Paris, pp: 11, 15, 61 et 111.

PATTI. I., 1983 : Gli Aphididè Gli Agrumi. *Publicazione del CNR*, 110 p.

PHILOGENE B JR ,2008 : Action synergique des composés d'origine végétale .In : Regnault-Roger C, philogène B JR, Vincent C (dir.) .biopesticides d'origine végétale ,2 e ed.Edition Lavoisier Tec et Doc , paris , pp: 277-286.

PIERRE. J.S., 2007 : Les mathématiques contre les pucerons. 26 p.

PITET, C., KADIK, L., GODRON, M. 1987: Bactériologie médicale et vétérinaire. Systématique bactérienne nouvelle, édition Paris, p 52

PLANTEGENEST. M., ET RALEC. A., 2007 : Lutter contre les pucerons en respectant l'environnement. *Biofuture* 279 : 31-34.

POWELL, G., C. R. TOSH, ET J. HARDIE. 2006 : host plant selection by aphids: Behavioral, Evolutionary and Applied Perspectives. *Annual Review of Entomology* 51 (1). pp: 309-330.

QUISENBERRY, S.S. ET SCHOTZKO, D.J. 1994: Integration of plant resistance with pest management methods in crop production systems. *J. Agr. Entomol.* Vol. 11, N°3, p. 279-290.

RACCAH. B., ET FERERES. A., 2009: Plant Virus Transmission by Insects. *Encyclopedia Of Life Sciences*, John Wiley and Sons, Ltd.www.els.net.

REGNAULT-ROGER C., 2005: Molécules allélochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes : nature, rôle et bilan de leur utilisation au XXe siècle. In Regnault-Roger C. enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement, Editions Tec & Doc - Lavoisier, Paris, pp: 625-650.

REGNAULT-ROGER C., 2008: Recherche de nouveaux biopesticides d'origine végétale à caractère insecticide : démarche méthodologique et application aux plantes aromatiques méditerranéennes. In Biopesticides d'origine végétale, 2e édition, Edition Tec & Doc, pp: 25-49.

REGNIER, 1939 : Les Chaamba sous le régime français, leur transformation. Thèse de Doctorat en droit, Université de Paris, faculté de Droit. Ed. Domat Montchrestieu. 184 p.

REMAUDIÈRE. G., ET REMAUDIÈRE. M., 1997 : Catalogue des Aphidae du monde of the world's *Aphididae*, Homoptera, Aphidoidea. Techn. Et pratique. Ed. I.N.R.A.

RIBA, G. ET SILVY, C., 1989 : Combattre les ravageurs des cultures - Enjeux et perspectives. Paris : Ed° INRA.230 p.

ROBERT. Y., 1982 : Fluctuation et dynamique des populations des pucerons. Jour. D'étude et d'info: Les pucerons des cultures. Ed. A.C.T.A, Paris, pp: 21-35.

RYCKEWAERT. P., ET FABRE. F., 2001 : Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraichères a la réunion. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. Ed CIRAD, Saint Pierre, La Réunion.

RYCKEWAERT. P., ET FABRE. F., 2001 : Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraichères a la reunion. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. Ed CIRAD, Saint Pierre, La Réunion.

SAHARAOU. L., GOURREAU. J. M., ET IPERTI. G., 2001 : Etude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidiphages d'Algérie (*Coleoptera. Coccinellidae*). Bull. Soc. Zool. Fr., 126 (4) : pp :351-373.

SAUVION N ,1995: Effets et modes d'action de deux lectines mannose sur le puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum* (Harris).potentiel d'utilisation des lectines végétales dans une stratégie de création de plantes transgéniques résistantes aux pucerons. Thèse. Doctorat. l'institut national des sciences appliquées de LYON, FRANC.257.page

SIMON, J.-C., M., SAKURAI, J., BONHOMME, T., SUCHIDA, R., KOGA, ET T. FUKATSU. 2007: Elimination of a specialised facultative symbiont does not affect the reproductive mode of its aphid host. Ecol. Entomol. 32, pp: 296–301.

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

SYLVESTER, E.S. 1988. Virus transmission studies in Aphids, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: A.K. Minks & P. Harrewijn, Ed° Elsevier. pp: 69-82.

SYLVESTER, E.S. 1989: Viruses transmitted by aphids in Aphids, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: A.K. Minks & P. Harrewijn, Ed° Elsevier. Vol. 2C, pp: 65-88.

TANYA. D., 2002 : Aphids. Bio-Intégral Resource Center, Berkeley.

TURPEAU E et HULLE, .CHAUBET B : 2013 : Encyclopédie –pucerons .Ed. INRA, pp : 2-4.

URBATIA, 1996: Plan Directeur de l'aménagement urbain (PDAU) de la commune de Sebseb, Rapport d'orientation, Phase finale. Bureau d'Etudes pour l'urbanisme et le Bâtiment URBATIA. Agence de Ghardaïa. 75page.

VAN DRIESCHE, R. G., BELLOWS, T. S., 1996: Biological control. Chapman et Hall, Boston, 539. p

VINCENT, C., CODERRE, D., 1992 : La lutte biologique. Gaëtan Morin, Québec, Canada.

WANG. Y., MA. L., WANG. J., REN. X., ET ZHU. W., 2000: A study on system optimum control to diseases and insect pests of summer soybean. Acta Ecologica Sinica 20. pp 502-509.

WISEMAN, B.R. 1994: Plant resistance to insects in integrated pest management. Plant Dis., Vol. 78, N°9, pp:.927-932.

YOUCEF FOUZIA ,2003: Mise au point d'une étude climatique du Sahara Septentrionale Algérien (Ouargla, Touggourt, Ghardaïa). Mémoire d'ingénieur, Université de Ouargla, 88 p.

Annexes

Annexe (1) : production végétale.

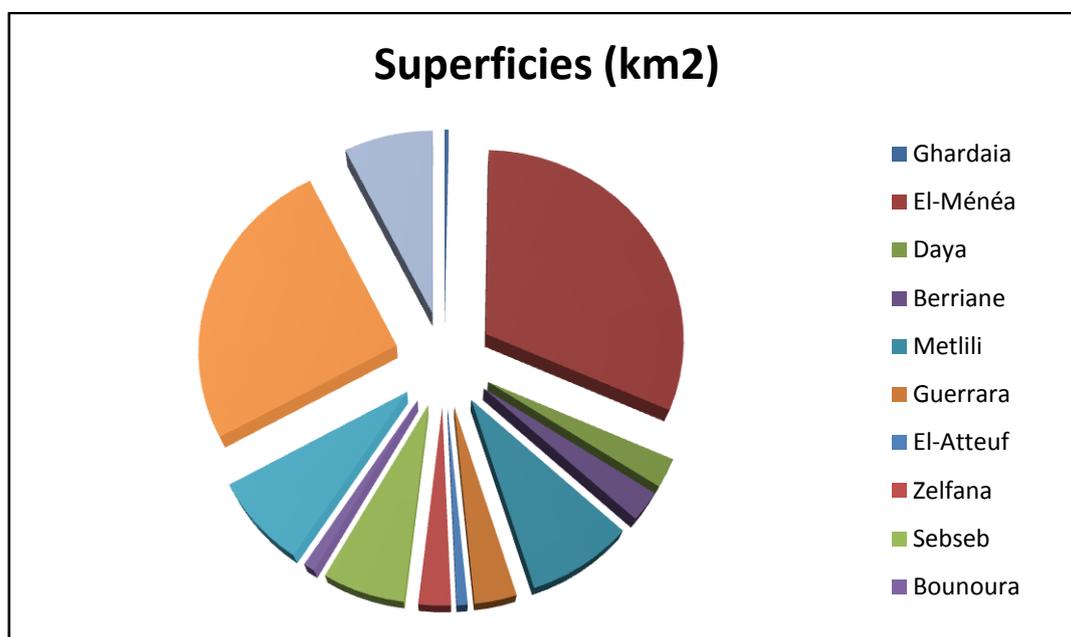


Figure 28 : Superficie de communes de la wilaya de Ghardaïa (DAS.2007).

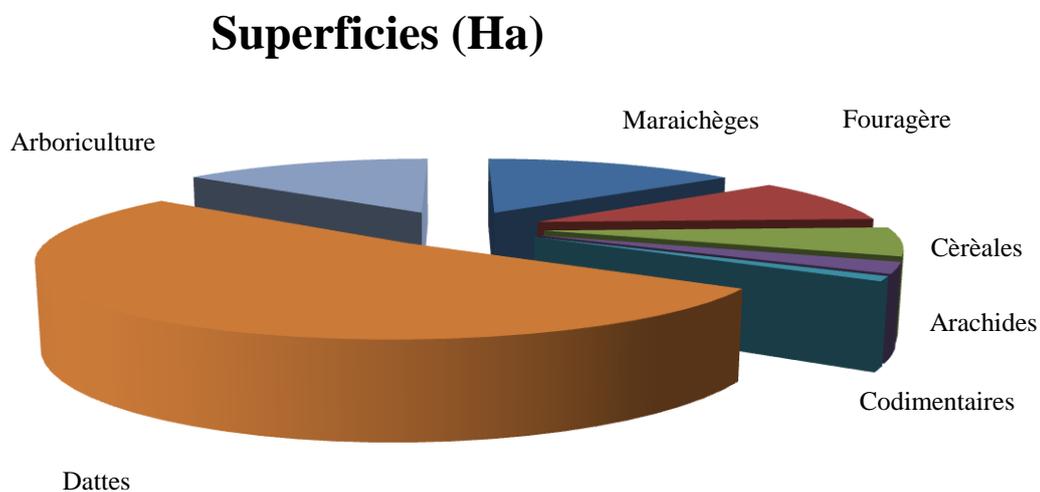


Figure 29 : Evolutions des superficies des cultures de wilaya de Ghardaïa (DAS ,2012).

productions

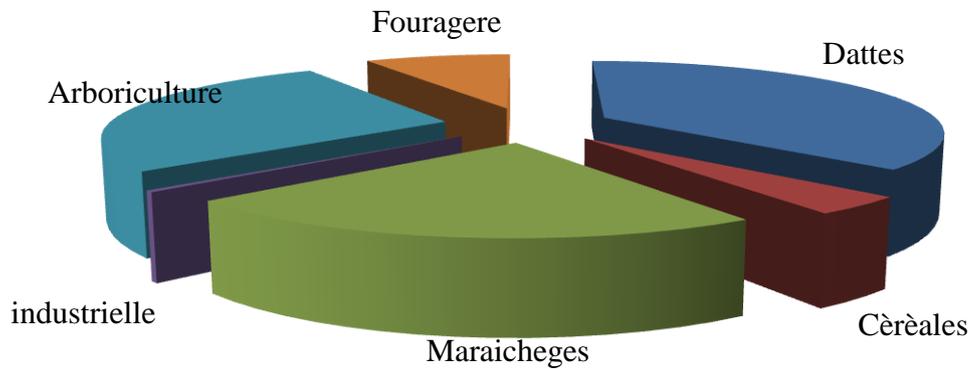


Figure 30 : Evolutions de la production des cultures de wilaya de Ghardaïa (DAS, 2012).

Annexe (2) : Dénombrements des pucerons.

Tableau 9: Donner de dénombrements des pucerons traités par *Bacillus thuringiensis*.

Lectures	Heures 24			Heures 48			Heures 72		
	Nt	Nv	Nm	Nt	Nv	Nm	Nt	Nv	Nm
D1	164	75	89	75	0	75	0	0	0
D2	130	90	40	90	50	40	50	15	35
D3	126	96	34	96	50	46	50	20	30
D4	139	109	30	109	75	34	75	30	45
D5	208	180	28	180	160	20	160	118	42
D6	153	130	23	130	100	30	130	116	14
T	57	45	12	45	41	4	41	35	6

Tableau 10 : Donner de dénombrements des pucerons traités par huile.

Lectures	Heures 24			Heures 48			Heures 72		
	Nt	Nv	Nm	Nt	Nv	Nm	Nt	Nv	Nm
D1	39	20	19	20	11	9	11	0	11
D2	35	23	12	23	14	9	14	4	9
D3	36	24	12	24	18	6	18	7	11
D4	72	65	7	65	56	9	56	45	11
D5	49	43	6	43	41	3	40	35	5
D6	47	44	3	44	41	3	41	37	4
T	30	27	3	27	25	2	20	20	0

Annexe (3) : Exemple des figures



Figure 31: Fruits de piment (ORIGINAIRE ,2014).