

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche
Scientifique

Université de Blida 1
Faculté des sciences de la nature et de la vie
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de master II en sciences Agronomique

Option : phytopharmacie appliquée et protection des végétaux.

Thème

Etude bioécologique des cochenilles des agrumes dans des vergers
Agrumicoles variété Thomson dans les régions Chebli / Mouzaia.

Présenté par :

- Mlle. ADIL ASMA
- Mlle. BENNIA NAWEL SAMIA

Membres du jury :

Président :	Mr. MAHDJOUBI.DJ	MCB/USDB1
Promotrice :	Mme. DJAMAI.I	MCB/USDB1
Co-promoteur:	Mr. HAMAS.F	Doctorant
Examineur :	Mr. HAMAMA.A	MAA/USDB1

Septembre 2020

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu qui nous a donné le courage, l'aide, la patience et la force pour mener à bout ce modeste travail et durant ces longues années d'étude.

Nous tenons à remercier Mme DJAMAI I., pour nous avoir encadrées. Pour sa patience, son aide, ses conseils et encouragements pour réaliser ce modeste travail, et aussi le Co-promoteur Mr HAMAS F., pour leur confiance et leurs précieux conseils.

Mme DJAMAI A., Ingénieur de laboratoire zoologie pour tout le matériel et l'aide fournis.

Mes remerciements vont également aux membres du jury :

Mr MAHDJOUBI DJ., Pour avoir bien accepté de présider le Jury de cette soutenance.

Mr HAMAMA A., Pour avoir bien accepté d'examiner notre travail.

Nous tenons à exprimer également nos sincères et profonds remerciements aux propriétaires des vergers d'étude CHACHOUA ET ADIL pour nous avoir permis et facilité la réalisation de notre travail d'échantillonnage.

Un merci particulier nos familles et à toute personne ayant contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail, et cet événement marquant dans ma vie. D'abord à ma chère maman, c'est à vous que je dis tout ce travail est le fruit de votre éducation et que le Dieu vous protège et pour mon père que son âme dort en paix je ne t'oublie jamais mon papa.

A mes chers frères Ahmed, Toufik.

A mes chères sœurs Siham, Soumia.

A mon cher oncle Abdelkader et ma chère tante Hafidha et toute la famille ADIL.

A mes neveux Abdel Ali et Iyad.

A mon grand-père.

A mes chers cousins Abdou, Mustapha, Ibrahim, Karim, Mohamed.

A mes chères cousines Ryma, Lina.

A Nawel mon binôme de ce travail et à toute sa famille.

A tous les gens qui j'aime.

A tous mes amies de l'option phytopharmacie et protection des végétaux sans particularité.

ADIL asma.

Dédicace

Je remercie dieu de m'avoir donnée la santé pour finir mon cursus universitaire.

Je dédie ce modeste travail à la fleur de ma vie, ma chère mère qui a sacrifié les plus belles années de sa vie pour me avoir grandir et réussir et qui a toujours été ma source de tendresse.

A mon cher père, ma source d'espoir et mon guide du savoir, son courage et sa patience me serviront toujours d'exemples, et ses conseils éclaireront mon chemin vers l'avenir.

A mon frère Ilyes un bouquet de fleurs, et Une rose pleine de belle odeur à ma seul sœur Meriem.

Sans oublier la famille BENNIA du côté de mon père et la famille BENKADDA du côté de ma mère.

A mes amies qui je n'oublierais jamais : Naila, Hanane, Widad, khalida, Habiba, Rania, Abir.

A Asma mon binôme de ce travail et à toute sa famille.

A tous les gens qui j'aime.

A tous mes amies de l'option Phytopharmacie et Protection des végétaux sans particularité.

BENNIA nawel samia.

Résumé

Etude bioécologique des cochenilles des agrumes dans des vergers agrumicoles variété Thomson dans les régions Chebli / Mouzaia.

Résumé :

Le présent travail consiste à étudier la bioécologie et la dynamique des cochenilles dans deux vergers agrumicoles au niveau de la Mitidja (zone de Chebli et Mouzaia) wilaya de Blida, et ce sur une période du 28 Janvier à 4 Mars. Le prélèvement des feuilles avec l'installation des pièges jaunes englués, au niveau des arbres nous ont permis d'inventorier 9 espèces de cochenilles, dont *Parlatoria ziziphi*, *Lepidosaphes gloverii*, *Lepidosaphes beckii* sont les plus abondante, en terme d'abondance relative 60,01%, 24,44 % et 19,84 % respectivement. Les feuilles au nord du verger de Chebli constituent l'abri préféré de *Parlatoria ziziphi*, et celle de centre pour le verger de Mouzaia.

Mot clés : Agrume, abondance, cochenilles, Chebli, Mouzaia.

Abstract

Bio ecological study of citrus cochineals in Citrus orchards, Thomson variety in Chebli / Mouzaia regions.

Abstract:

The present work consists of studying the bioecology and dynamics of cochineals in two citrus orchards in the Mitidja (Chebli and Mouzaia area) wilaya of Blida, over a period from January 28 to March 4. The removal of leaves with the installation of yellow sticky traps at tree level allowed us to inventory 9 species of cochineals, including *Parlatoria ziziphi*, *Lepidosaphes gloverii*, *Lepidosaphes beckii* are the most abundant, in terms of relative abundance 60, 01%, 24.44% and 19.84% respectively. The leaves north of Chebli orchard are the preferred shelter for *Parlatoria ziziphi*, and the central one for Mouzaia orchard.

Keywords: Citrus, abundance, cochineals, Chebli, Mouzaia.

ملخص

دراسة بيولوجية للقرمزيات في بستانين الحمضيات نوع طومسون في منطقتي الشبلي /موزاية

ملخص:

يعتمد العمل الحالي من دراسة البيئة الحيوية وديناميكيات القرمزية في بستانين من بستانين الحمضيات على مستوى متيجة (منطقة الشبلي وموزاية) في ولاية البليدة، من 28 يناير إلى 4 مارس. ترك الأوراق مع تركيب الفخاخ الصفراء للزجة على مستوى الشجرة سمح لنا بجدد 9 أنواع من القرمزية، بما في ذلك *Lepidosaphes* و *Parlatoria ziziphi* و *gloverii* و *beckii* الأكثر وفرة، من حيث الوفرة النسبية 60.01% و 24.44% و 19.84% على التوالي. الأوراق شمال بستان الشبلي هي المأوى المفضل لـ *Parlatoria ziziphi*، والمأوى المركزي لبستان موزاية. كلمات مفتاحية: حمضيات، وفرة، قرمزي، الشبلي، موزاية.

Liste des figures

Figure 1 : Cycle biologique de <i>Phyllocnistis citrella</i> (BRUNSTEIN, 2005).....	10
Figure 2 : Détail de la mine et la chenille de <i>Phyllocnistis citrella</i> (Originale).....	10
Figure 3 : Adulte de la cératite (a1 et a2 : femelle ; b1 et b2 : mâle) (RIGAMONTI, 2005)....	11
Figure 4 : Cycle de développement de <i>C. Capitata</i> (RIGAMONTI, 2005).....	12
Figure 5 : Fumagine sur une feuille d'agrume (Site : < https://www.jardiner-malin.fr >).....	14
Figure 6 : Mâle et femelle d'une cochenille noire sur une feuille d'agrume (Originale).....	14
Figure 7 : <i>Lepidosaphes beckii</i> sur feuille d'agrume (KRACHE et BENDENIA, 2018).....	15
Figure 8 : <i>Lepidosaphes gloverii</i> sur feuille d'agrume (KRACHE et BENDENIA, 2018).....	16
Figure 9 : <i>Chrysomphalus aonidum</i> (GARCIA MARI, 2009).....	16
Figure 10 : <i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (BICHE, 2012).....	17
Figure 11 : <i>Parlatoria pergandii</i> (INRA, 2014).....	18
Figure 12 : Femelle d' <i>Aonidiella aurantii</i> (BICHE ,2012).....	18
Figure 13 : Répartition des quatre diaspines inféodées aux agrumes en Algérie (BELGUENDOZ, 2014).....	19
Figure 14 : Mâle d' <i>Icerya purshasi</i> (GARCIA MARI ,2009).....	20
Figure 15 : Cochenille australienne adulte sur feuille d'agrume (KRACHE et BENDENIA, 2018).....	20
Figure 16 : Cochenille farineuse sur une feuille d'agrume (KRACHE et BENDENIA, 2018)...	21
Figure 17 : Femelles adultes de <i>Ceroplastes sinensis</i> (a), larves sur la nervure principale (b) (GARCIA MARI, 2009).....	22
Figure 18 : Aspect général de <i>Coccus hesperidum</i> (GARCIA MARI, 2009).....	23

Liste des figures

Figure 19 : Femelles adultes de <i>Coccus pseudomagnoliarum</i> (GARICA MARI, 2009).....	23
Figure 20 : Femelles adultes de <i>Coccus viridis</i> (GARCIA MARI, 2009).....	24
Figure 21 : Parasitoïde <i>Fobius arisanus</i> utilisée contre cératite (RUDOLPH, 2009).....	26
Figure 22 : Hyperparasite <i>Cales noacki</i> pondant dans une nymphe d' <i>Aleurothrixus floccosus</i> . Aleurode floconneux des citrus (CHAMONT, 2018).....	26
Figure 23 : Morphologie de <i>Beuveria bassiana</i> . A - Hyphes et mycélium de <i>Beuveria bassiana</i> (Par David Ellis, source : http://www.mycology.adelaide.edu.au/.../beuveria_l.gif) ; B - Spores de <i>B. bassiana</i> : Unités infectieuses (Par John Bisselt Source : http://www.vertigo.uqam.ca/.../beuveria_bassiana_l.jpg).....	29
Figure 24 : Aspect macroscopique des colonies de <i>Bacillus thuringiensis</i> isolées (MAJDOUB, 2010).....	30
Figure 25 : piège Mc Phail (www.biobest.be).....	33
Figure 26 : <i>Encarsia lounsburyi</i> parasitoïde de la cochenille noire des agrumes (FORSTER, 1878).....	34
Figure 27 : <i>Aphytis proclia</i> parasitoïde de la cochenille noire des agrumes (WALKER, 1839).....	34
Figure 28 : <i>Chilocorus nigrita</i> prédateur de la cochenille noire des agrumes (FABRICIUS, 1798).....	35
Figure 29 : <i>Rhyzobius lophanthae</i> prédateur de la cochenille noire des agrumes (BLAISDELL, 1892).....	35
Figure 30 : <i>Chilocorus bipustulatus</i> prédateur de la cochenille noire des agrumes (LINNAEUS, 1758).....	35
Figure 31 : <i>Rodolia cardinalis</i> prédateur de la cochenille Australienne (MULSANT, 1850).....	37
Figure 32 : Limite géographique de la willaya de Blida (ANDI, 2013).....	40
Figure 33 : Présentation du site d'étude de Chebli (Photo satellite).....	41
Figure 34 : Présentation du site d'étude de Mouzaia (photo satellite).....	42
Figure 35 : Présentation des limites du verger de Chebli (photo satellite).....	43
Figure 36 : Présentation des limites du verger de Mouzaia (photo satellite).....	43

Liste des figures

Figure 37 : l'état des vergers d'étude dans lesquels nous avons travaillé (originale).....	44
Figure 38 : Représentation schématique de la méthode d'échantillonnage utilisée (KRACHE et BENDENIA, 2018).....	45
Figure 39 : Dispositif expérimental sur la parcelle d'étude (ARABA et BOUCHMEL, 2016).....	45
Figure 40 : Piège englué accroché sur un rameau d'un arbre (originale).....	46
Figure 41 : Matériels utilisé au laboratoire (originale).....	47
Figure 42 : piège jaune sous la loupe binoculaire (originale).....	47
Figure 43 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région d'étude de l'année (2019-2020).....	49
Figure 44 : Évolution temporelle des espèces les plus représentatives dans le verger de Chebli.....	53
Figure 45 : Évolution temporelle des espèces les moins représentatives dans le verger de Chebli.....	53
Figure 46 : Evolution moyenne du parasitoïde de <i>Parlatoria ziziphi</i> (<i>Encarsia lounsburyi</i>)..	54
Figure 47 : Évolution temporelle des espèces les plus représentatives dans le verger de Mouzaia.....	55
Figure 48 : Évolution temporelle des espèces les moins représentatives dans le verger Mouzaia.....	55
Figure 49 : Evolution moyenne du parasitoïde de <i>Parlatoria ziziphi</i> (<i>Encarsia lounsburyi</i>)..	56
Figure 50 : fluctuations globales des cochenilles trouvées selon les orientations cardinales dans le verger de Chebli.....	57
Figure 51 : fluctuations globales des cochenilles trouvées selon les orientations cardinales dans le verger de Mouzaia.....	58

Liste des tableaux

❖ Tableau 01 : Liste des parasitoïdes connus des ravageurs d'agrumes en Martinique (LEBLANC, 2000).....	27
❖ Tableau 02 : Les principaux auxiliaires entomopathogènes. (JESSE et al., 1985 ; ALONSO et al 1998 ;BODENHEIMER, 1951).....	31
❖ Tableau 03 : Prédateurs de <i>Lepidosaphes beckii</i> en Algérie (BELGUENDOZ, 2006).....	36
❖ Tableau 04 : Principaux parasitoïdes de <i>Lepidosaphes gloverii</i>	36
❖ Tableau 05 : Principaux prédateurs de <i>Lepidosaphes gloverii</i>	37
❖ Tableau 06 : Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie de l'année 2019-2020 à Blida.....	48
❖ Tableau 07 : Statut écologique de la biocénose agrumicole dans le verger de Chebli.....	52
❖ Tableau 08 : Statut écologique de la biocénose agrumicole dans le verger de Mouzaia.....	52

Liste des abréviations

ITAF : institut des techniques de l'arboriculture fruitière.

AFPP : association française de protection des plantes.

DSA : direction de service agricole.

APS : Algérie presse service.

OILB : organisation Internationale de lutte Biologique

P : précipitation.

T : température.

Qx : quintaux.

PZ: *Parlatoria ziziphi*.

LG: *Lepidosaphes gloverii*.

LB : *Lepidosaphes beckii*.

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I : Rappel bibliographique.....	3
1. Etude des Agrumes.....	4
1.1. Importance économique des agrumes	4
1.2. La production d'agrume à Blida 2019 / 2020.....	6
2. Les ennemis des agrumes	6
2.1. Les maladies des agrumes	6
2.1.1. Maladies bactériennes	6
2.1.2. Maladies fongique.....	7
2.1.3. Maladies virales.....	8
2.2. Les ravageurs	8
2.2.1. Mineuse des feuilles des agrumes (<i>Phyllocnistis citrella</i>)	9
2.2.2. La mouche méditerranéenne des fruits (<i>Ceratitis capitata</i>).....	10
2.2.3. Les cochenilles des agrumes	12
3. La protection des vergers agrumicoles contre les principaux ravageurs d'agrume par la lutte biologique.....	24
3.1. Définition de la lutte biologique.....	24
3.2. Principales méthodes de lutte biologique.....	24
3.3. Les auxiliaires de lutte biologique.....	25
3.3.1. Méthode de lutte biologique utilisant des parasitoïdes.....	25
3.3.2. Méthode de lutte biologique utilisant des prédateurs.....	27
3.3.3. Méthode de lutte biologique en utilisant des organismes entomopathogènes.....	28

Table des matières

3.4. Autre méthodes de lutte biologique (Lutte biotechnique).....	31
3.4.1. L'anéantissement des mâles.....	31
3.4.2. Confusion sexuelle.....	32
3.4.3. Piégeage massif.....	32
3.4.4. La Technique de l'insecte Stérile.....	33
3.5. La lutte biologique contre les cochenilles des agrumes.....	33
3.5.1. La lutte biologique contre la cochenille noire <i>Parlatoria ziziphi</i>	33
3.5.2. La lutte biologique contre la cochenille virgule <i>Lepidosaphes beckii</i>	36
3.5.3. La lutte biologique contre la cochenille serpette <i>Lepidosaphes gloverii</i>	36
3.5.4. La lutte biologique contre la cochenille australienne <i>Icerya purchasi</i>	37
3.5.5. La lutte biologique contre le pou rouge <i>Aonidiella aurantii</i>	38
3.5.6. La lutte biologique contre le pou gris <i>Parlatoria pergandii</i>	38
Chapitre II: Matériels et méthodes	39
1. Présentation de la région d'étude.....	40
1.1. Situation géographiques de la wilaya de Blida	40
1.2. Présentation des Sites d'étude.....	41
1.3. Présentation des vergers d'études.....	42
2. Protocole expérimental.....	44
2.1. Sur le terrain.....	44
2.2. Tri et identification des insectes au laboratoire.....	46
3. Etude climatique.....	47
3.1. Climat de la wilaya de Blida.....	47
3.1.1. La température.....	48
3.1.2. La pluviométrie.....	48
4. Analyse statistique.....	49
4.1. Abondance relative.....	49
4.2. Fréquence d'occurrence.....	49
Chapitre 3 : Résultats et discussion.....	51
1. Résultats de l'inventaire des cochenilles recensées	52

Table des matières

2. Evolution temporelle des effectifs totaux des cochenilles trouvées.....	53
3. Évolution spatiale des espèces de cochenilles trouvées durant la période d'étude.....	56
Discussion générale	59
Conclusion	61
Références bibliographiques	

INTRODUCTION GENERALE

Introduction Générale

Introduction :

Les agrumes présentent un intérêt vital pour un grand nombre de pays de par son importance économique. Ils génèrent des revenus appréciables par leur commercialisation comme fruits et comme divers dérivés tel que le jus, la confiture etc. (BICHE, 2012).

La croissance de la production mondiale des agrumes a été relativement linéaire au cours des dernières décennies. La production annuelle totale d'agrumes s'est élevée à 123 millions de tonnes sur la période 2009-2010 (ANONYME, 2010).

En valeur économique, les agrumes représentent le groupe de fruits le plus important du commerce internationale (Anonyme, 2006). Leur culture pousse toujours dans des zones montagneuses, le climat est chaud (20-25°C), très humide et surtout constant, sans alternance saisonnières (IMBERT, 2005).

La production agrumicole en Algérie a enregistré de bonnes performances durant la saison 2012/2013, selon un bilan publié, par le secteur de l'Agriculture et du développement rural, la production enregistrée lors des 9 mois de cette saison est estimée à 12.1 millions de quintaux contre 10.9 millions lors de la campagne précédente. C'est la première fois que la production agrumicole atteint ce seuil, a indiqué des statistiques agricoles au ministère, lors d'une réunion consacrée à l'évaluation des contrats de performances des 9 premiers mois de la saison agricole 2012 /2013 (ANONYME ,2013).

Les wilayas de Blida, de Mostaganem et de Relizane, ont réalisé à elles seules 75% de la production nationale (ANONYME, 2013).

Les données relatives à l'état phytosanitaire de verger algériennes agrumicoles restent très fragmentaire, surtout que l'agrumiculture dans ces régions fait face à de nombreux problèmes, liées parfois à des facteurs climatiques naturels, ou encore aux facteurs humains par ignorance et plus grave encore par négligence.

Malheureusement, il y en a plusieurs espèces de cochenilles qui attaquent les agrumes et, suivant l'intensité des attaques, on peut constater le dépérissement partiel ou total de quelques branches, voire, même de l'arbre entier. En effet, les cochenilles piquent et sucent la sève élaborée de l'arbre, en affaiblissant ainsi ce dernier (BAILET, 2011).

Beaucoup de recherches ont été réalisées sur la bioécologie des cochenilles et les autres ravageurs ; à titre d'exemple, ceux de TAKARLI (2012), GUENOUN (2013) et CHELGHOUM (2014) pour mieux comprendre leurs comportements dans nos vergers d'agrumes.

Notre travail consiste à établir une étude préliminaire sur la bioécologie des cochenilles dans la région de Blida vu les pertes et les dégâts causés par ces insectes dans les vergers d'agrumes de cette région.

La démarche adoptée pour réaliser la présente étude repose sur trois chapitres ; le premier c'est des généralités bibliographiques sur la production d'agrumes à Blida, le deuxième chapitre sur le matériel utilisé au cours de notre expérimentation et la méthodologie

Introduction Générale

adoptée sur terrain ; le troisième chapitre traite les résultats obtenus et une discussion et enfin, une conclusion générale avec des perspectives.

Chapitre 1 :

GENERALITES

1. Etude des agrumes :

1.1. Importance économique des agrumes

Les agrumes représentent la première catégorie fruitière en termes de valeur en commerce international ; cette importance est justifiée par leur :

- Consommation comme des produit frais ou après leur transformation (jus ; sirop,...etc.) ;
- Grande qualité nutritive riche, en vitamine C, B6, et constituent une source de fibres d'acide ascorbique et folique, du potassium et du calcium ;
- Effet bénéfique sur la santé en contribuant dans la diminution des risques de maladies cardio-vasculaires et d'autres maladies (ITAFV, 2014).

1.1.1. Dans le monde

La culture des agrumes a pris naissance il y a probablement 4000 ans dans les régions Subtropicales du continent asiatique et de l'archipel Malais. Le commerce international des agrumes frais a débuté il y a deux siècles environ. Aujourd'hui cultivés sur plus de 3 millions d'hectares et dans plus de 100 pays aux climats tropicaux, subtropicaux et méditerranéens, les agrumes constituent la principale culture fruitière dans le monde. L'amélioration de la production est principalement due à la croissance des terres cultivées consacrées aux agrumes. Un autre facteur expliquant l'importance de l'agrumiculture à l'échelle mondiale réside dans la valeur thérapeutique des fruits d'agrumes et la conscience de leurs bienfaits pour la santé. La libéralisation du commerce ainsi que les avancées technologiques en matière de stockage et de transport, ont engendré une mondialisation de l'industrie des agrumes. L'industrie mondiale du jus de fruit est aussi dominée par les jus d'agrumes.

Selon les données mondiales du Département des agrumes Américain de l'Agriculture USDA, la production mondiale d'agrumes tous produits confondus s'élève à plus 90 Mt pour la campagne 2016/17 avec un TCAM de 1,2% durant la période 2007-2017.

1.1.2. Dans la région (bassin méditerranéen)

La Méditerranée fait partie des principales zones de production agrumicoles dans le monde. Elle figure en troisième position, avec 17 millions de tonnes, derrière la Chine et le Brésil. Le taux de croissance des exportations du bassin méditerranéen a augmenté significativement ces dernières années d'environ 2,5% par an au lieu de 1,2% entre 1975 et 1995 (Imbert, 2007).

Le bassin méditerranéen a su tirer profit de ses nombreux atouts pour développer une stratégie visant à s'imposer sur le marché mondial des agrumes frais. Les clés de ce succès sont un climat favorable à la production de fruits de première qualité, une gamme variétale en constante évolution, la mise en place d'importantes règles de protection phytosanitaires et enfin la recherche et le développement de nouveaux marchés (Europe de l'Est, Chine, Moyen-Orient).

Ainsi, un agrume frais sur deux échangés dans le monde provient de cette région (Imbert, 2005).

La transformation reste pour les producteurs de cette zone un outil de régulation du marché en permettant d'absorber et de valoriser les écarts de triage (Imbert, 2008).

Le profil variétal est largement dominé par les oranges (50%) suivies des « petits » fruits avec près de 20% (Imbert 2005). Deux types de pays producteurs peuvent être distingués. Des pays producteurs-consommateurs tels que l'Italie, l'Égypte, la Turquie ou la Grèce qui représentent dans l'ensemble 40% de la production méditerranéenne mais plus de 70% de la consommation régionale. Enfin, des pays producteurs-exportateurs, notamment l'Espagne, le Maroc et Israël qui représentent 50% de la production méditerranéenne et près de 75% des exportations.

1.1.3. En Algérie

Les agrumes présentent une importance économique considérable pour de nombreux pays. Il en est de même pour l'Algérie où ils constituent une source d'emploi et d'activité économique aussi bien dans le secteur agricole que dans diverses branches auxiliaires (conditionnement, emballage, transformation transport, etc.....) (Farhat et al, 2010). Cette culture revêt une importance stratégique pour l'Algérie comme source d'approvisionnement en fruits et des débouchés sur le marché international des produits agrumicoles. Sur le plan social, la culture des agrumes emploi en moyenne 140 jours/ha/an, sans compter ceux générés par l'environnement de ce secteur (transformation, commercialisation) (I.T.A.F, 2002).

Le verger agrumicole algérien est particulièrement concentré dans les plaines Littorales et Sublittorales, où les conditions de sol et de climat sont favorables (Younsi, 1990).

Selon ce même auteur les principales zones agrumicoles sont localisées comme suit :

- La plaine de la Mitidja.
- Le périmètre de la Mina et du Cas Chelf.
- Le périmètre de l'Habra.
- La plaine d'Annaba.
- La plaine de Skikda.

La culture des Citrus est localisée essentiellement dans les zones irrigables de la partie Nord du pays, où elle trouve la température clémente qui assure sa réussite.

La plaine de la Mitidja de la région centre du pays est la zone potentielle en agrumiculture, elle couvre une surface de : 36 219 ha en 2013 ce qui représente environ 56,4% de la superficie agrumicole totale.

1.2. La production d'agrumes à Blida 2019 / 2020

La production d'agrumes à Blida pour la présente campagne 2019/2020 devrait dépasser les quatre millions de qx, selon les prévisions de la direction des services agricoles (DSA) de cette wilaya, classée leader national dans cette filière agricole. « La production d'agrumes de la wilaya, pour la présente campagne, devrait dépasser les prévisions fixées pour la filière, estimées à 4.256.273 qx (toutes variétés confondues d'agrumes) », a indiqué à l'APS, la responsable par intérim du service de production et de soutien technique à la DSA, Djamila Daoudi. Elle a assuré que ce fait avait déjà été vérifié l'année passée, durant laquelle la filière avait réussi à dépasser les objectifs de production fixés à 4.211.708 qx d'agrumes, en ayant atteint une récolte de pas moins de 4.431.928 qx, s'est-elle félicitée.

La filière agrumicole à Blida est la siégé d'un développement notable ces dernières années lequel est reflété par un volume de production de deux millions de qx en 2004 , porté à plus de quatre millions de qx , en 2014 . Ce volume de production a été maintenu depuis lors, est-il signalé de même source .Selon Mme Daoudi, cette performance s'explique notamment par l'extension de la superficie agricole affectée à la culture d'agrumes, estimée actuellement à 19.304 ha, soit un taux de 60% de la superficie agricole de la wilaya.

L'agrumiculture est particulièrement concentrée dans quatre communes de la wilaya, considérées comme leaders dans le domaine, à savoir Oued El Alleug et Boufarik au Nord, Chebli à l'Est et Mouzaia à l'Ouest.

Le volume d'agrumes destiné à l'industrie de transformation, tant alimentaire qu'esthétique, n'a pas dépassé les 103.000qx en 2018, soit un taux de près de 2,4% de la production de la wilaya, a indiqué par ailleurs la même responsable, estimant ce taux « très faible » eu égard à la disponibilité de trois unités de transformation à l'échelle locale, a-t-elle relevé.

(ANONYME., 2019).

2. Les ennemis des agrumes :

2.1. Les maladies des agrumes

2.1.1. Les maladies bactériennes

- **Le chancre bactérien des agrumes :**

Le chancre bactérien des agrumes est une maladie pathogène causé par *Xanthosomas asconopodis pv. citri* (BULL et al., 2010 ; SCHAAD et al., 2006). La maladie est caractérisée par l'apparition de galles ou de lésions cratériformes sur l'écorce des fruits et sur les feuilles, les tiges et les jeunes pousses. Les symptômes du chancre des agrumes peuvent apparaître en toutes saisons sur les jeunes plants et de la fin de l'été jusqu'à l'automne sur les jeunes arbres, car c'est la période durant laquelle ceux-ci produisent en abondance de nouvelles pousses anguleuses. La maladie devient sporadique quand les arbres atteignent pleinement le stade de fructification car, d'une part, ils produisent moins de pousses anguleuses et,

d'autre part, le tissu des feuilles plus anciennes et les fruits mûrs résistent mieux au chancre des agrumes dans des conditions naturelles. La gravité de l'infection tient aussi au degré de sensibilité des espèces et des cultivars de végétaux hôtes (GOTO, 1992).

- **La chlorose variéguée des agrumes (CVA)**

Cette maladie est causée par *Xylella fastidiosa* qui bloque les vaisseaux du xylème de la plante. Elle se transmet à d'autres vergers d'oranges par le biais de jeunes arbres contaminés et d'insectes (AYRESS, 2001). Les symptômes de la CVA sont visibles sur les feuilles, les branches et les fruits. Les pertes dues à la CVA surviennent au cours des phases avancées de la maladie, et résultent d'une réduction du développement de la plante, et notamment du fruit. Les plantes gravement touchées présentent fréquemment des branches dépassant de la partie supérieure de la cime avec de petites feuilles et de petits fruits, et une défoliation des petites branches terminales. Dans les cas les plus graves, ceci entraîne la mort économique des arbres (AYRESS, 2001).

- **Citrus Greening ou Huanglongbing**

Le Citrus Greening ou Huanglongbing est causé par *Candidatus Liberibacter*, une bactérie du Phloème (ROISTACHER, 1991). Les symptômes du Citrus Greening sont les suivants : décoloration des feuilles (les nervures sont plus jaunes que le reste du limbe), dépérissement de rameaux, baisse de production, asymétrie des fruits et goût amer, mort possible de l'arbre (ROISTACHER, 1991).

2.1.2. Les maladies fongiques

- **La gommose à phytophthora**

La gommose parasite de genre *Phytophthora*, la maladie cause des pertes commencent dès la pépinière avec la « fonte des semis » jusqu'au moment où l'arbre entre en production avec les dépérissements et la pourriture brune des fruits. Toutes les parties de la plante peuvent être attaquées, mais ce parasite se conservant dans le sol, ce sont les organes souterrains et le collet des arbres qui sont les plus exposés. C'est l'attaque se développant au niveau de ces organes qui est habituellement appelée gommose, gommose à *Phytophthora*, pourriture du pied, du collet ou de la base du tronc (GRAHAM AND TIMMER, 2003).

- **Mal secco**

La maladie du mal secco, dont l'agent causal est le champignon *Phoma tracheiphila* que se développe dans les tissus conducteurs et entrave la circulation de la sève (LOUSSERT, 1989d). Les principaux symptômes sur un secteur de l'arbre ou les feuilles et les petits rameaux se dessèchent. La maladie progresse ensuite vers le bas provoquant le

dessèchement des grosses branches et le dépérissement total de l'arbre en un an ou deux. Si la contamination de la maladie s'effectue à partir du sol, sur les racines, le dépérissement peut être foudroyant (en une quinzaine de jours) (LOUSSERT, 1989d).

- **L'antracnose**

Cette maladie causées par la *colletotrichum gloeosporioides* ; est connue chez les agrumiculteurs sous le nom de «flétrissure des rameaux» (LOUSSERT, 1989d). Elle se propage à la faveur de premières pluies automnales et provoque un dessèchement caractéristique des jeunes rameaux. afin de ne pas la confondre avec des symptômes analogues causés par les vents chauds, un manque d'eau, ou un excès de salinité des eaux d'irrigation, on peut observer à l'œil nu sur les feuilles des rameaux flétris, de petites taches foncées caractéristiques (LOUSSERT, 1989d).

2.1.3. Les maladies virales

- **La tristeza (*Citriovirus viatoris*) :**

Elle est causée par la tristeza des agrumes ou *Citrus tristeza virus* (CTV). Quand la maladie est généralisée, le virus est véhiculé dans toute la plante; les dégâts causés se traduisent par la nécrose des vaisseaux du liber, tant dans la partie souterraine que dans la partie aérienne. Le virus commence ses attaques sur le chevelu radiculaire périphérique, puis la nécrose gagne de proche en proche les grosses racines et le tronc (KLOTZ et FAWCETT, 1952).

- **Exocortis des citrus**

L'exocortis est une maladie qui cause des craquellements de l'écorce sur *Poncirus trifoliata*, ses hybrides et sur diverses variétés telles que la lime Rangpur. La maladie cause l'écaillage de l'écorce sur *Poncirus trifoliata* (porte-greffe), Des bandes de 1 à 3 cm de large se forment après la craquelure de l'écorce, et observation d'un mauvais état de l'arbre au point de greffe (mauvaise affinité) et un rabougrissement de la frondaison (TAHIRI, 2007).

- **Le stubbon**

Cette maladie est due à un virus : *Citriovirus pertinaciae* (TAHIRI, 2007). Maladie très largement diffusée à travers le monde. Elle entraîne un dépérissement des arbres. La propagation de la maladie se fait par le bois de greffe, ainsi par plusieurs espèces de cicadelles : *Eucelidius plebejus*, *Scaphytoplus nitridus*, *Circulifer tenellus* (LOUSSERT, 1989d).

2.2. Les ravageurs des agrumes

Comme toutes les cultures, les agrumes sont très sensibles aux nombreuses maladies, et aussi à beaucoup de ravageurs, qui causent des dégâts énormes et non négligeables sur les fruits et influent sur la rentabilité des vergers d'agrumes.

La très grande diffusion des agrumes dans le monde, de l'Est à l'Ouest, du Nord au Sud, sous des climats extrêmement différents, chauds et humides, sous les Tropiques chaud et sec en Californie, ou au Proche-Orient, ou encore tempérés en Espagne, fait que le nombre d'espèces animales se développant, se nourrissant au détriment des agrumes sont extrêmement nombreuses et variées (PRALORAN, 1971). On trouve 5 espèces de Gastéropodes, 12 espèces d'Acariens, 352 espèces d'Insectes, 11 espèces de Mammifères auxquelles il faut ajouter 186 espèces de Nématodes. Des Insectes, Nématodes et Acariens divers s'attaquent aux agrumes, dans certains cas pour nourrir, dans d'autres pour accomplir une partie de leur cycle biologique. Ces attaques sont à l'origine de dégâts qui ont lieu directement par la destruction de différentes parties de l'arbre ou indirectement par la transmission de certaines maladies (OUEDRAOGO, 2002).

2.2.1. La mineuse des agrumes (*Phyllocnistis citrella*)

La mineuse des feuilles des agrumes *Phyllocnistis citrella* est l'une des principales contraintes de la production des agrumes. C'est un micro-lépidoptère originaire du Sud-est Asiatique, elle a été décrite pour la première fois à Calcutta en Inde. *P.citrella* a été observé pour la première fois en Algérie, dans les régions Ouest notamment à Misserghin et à Mohammadia. Depuis ces premières observations, le déprédateur s'est rapidement propagé à l'ensemble des zones agrumicoles du pays (BICHE, 2012). Le papillon est de 2 à 4, 5 mm de longueur, de couleur argentée avec une tache noire sur chaque aile. Les antennes sont brunes, le papillon est couvert de soies, il est actif la nuit, il apparait clairement le matin surtout dans les premières heures (MILLE, 2003). Les vols diurnes, souvent occasionnés par l'activité humaine, sont rares et généralement courts et rapides (MILLE, 2003). La durée du cycle biologique est sous la dépendance des facteurs climatiques, en total le cycle est de 13 à 15 jours à des températures variant entre 26 et 28°C. En Algérie, la durée du cycle biologique sur citronnier et oranger est de 20 jours à une température moyenne de 21°C et une humidité relative de 50% (BICHE, 2012). L'accouplement survient au crépuscule entre 9 et 12 heures après l'émergence des adultes. La femelle pond plus de 50 œufs dans sa vie et ce 24 heures seulement après l'accouplement, à raison de 20 œufs par nuit. L'éclosion, rapide, survient en 24 heures. Cette larve façonne alors un cocon sur le bord de la feuille et évolue en puppe. L'adulte émerge 6 jours après (Figure 1) (MILLE, 2003).

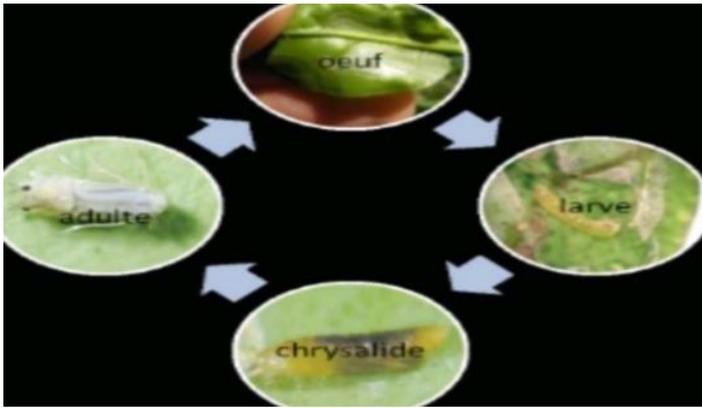


Figure 1 : Cycle biologique de *Phyllocnistis citrella* (BRUNSTEIN, 2005).

Phyllocnistis citrella cause des dégâts sur les jeunes feuillages. Les feuilles sont déformées et enroulées par les chenilles qui broutent les cellules épidermiques du limbe, formant ainsi les mines caractéristiques (Figure 2). La surface photo synthétiquement active de la feuille s'en trouve ainsi diminuée. (KNAPP et al., 1995).



Figure 2 : Détail de la mine et la chenille de *Phyllocnistis citrella* (Originale).

2.2.2. Cératite des agrumes (*Ceratitis capitata*)

Communément appelée «Mouche méditerranéenne des fruits», est considérée comme étant l'insecte le plus redoutable sur les agrumes. C'est un Diptère qui appartient au groupe des Schizophora, à la famille des Tephritidae et à la tribu des Ceratitidini. (WHITE et ELSONHARRIS, 1992). *Ceratitis capitata* est une mouche de 4,5 à 6mm de long. Il est caractérisé par un mésonotum noir luisant, avec quatre bandes grises, une tête d'un blanc jaunâtre avec une bande brune claire entre les deux yeux qui sont pourpres à reflets dorés. L'abdomen est brun jaunâtre avec des bandes transversales grises. Les ailes sont larges et présentent trois bandes orangées (FERON, 1962; WHITE et ELSON- HARRIS, 1992). Le mâle et la femelle sont facilement distinguables grâce à deux caractéristiques morphologiques ; le mâle est muni de soies céphaliques orbitales noires et aplaties en lamelle à l'apex dont le rôle est inconnu. La femelle possède, par ailleurs, une tarière de ponte bien visible

(oviscapte). Sur la figure 3 nous distinguons un mâle et une femelle ainsi que la différence au niveau de l'extrémité abdominale entre les deux sexes (DUYCK, 2005).

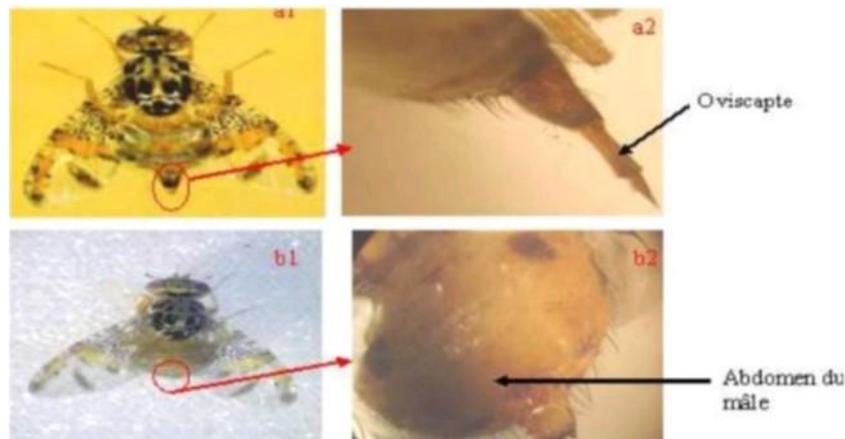


Figure 3 : Adulte de la cératite (a1 et a2 : femelle ; b1 et b2 : mâle) (RIGAMONTI, 2005).

D'après DELRIO (1985), la durée du cycle de développement de la cératite dans la zone méditerranéenne, varie de 20 jours en été à 2 ou 3 mois en hiver (ELAINI, 2003). L'incubation des œufs est de 2 à 5 jours en été et plus de 20 jours en hiver (DELASSUS et al., 1931). La durée du développement larvaire, qui comprend trois stades (L1, L2, L3), peut varier fortement pour une espèce donnée en fonction du fruit hôte (CAREY, 1984 ; ZUCOLOTO, 1993). La larve de troisième stade « asticot » quitte le fruit par une brusque détente. Elle retombe sur le sol dans lequel elle s'enfonce pour se nymphoser, donnant alors une puppe. Cette transformation ne dure que quelques heures (DUYCK, 2005). De cette puppe émerge un adulte qui recommence le cycle à nouveau (ALI AHMED- SADOUDI, 2007). On dénombre 12 à 13 générations à Honolulu, 12 à Calcutta, 9 au Caire, 6 à 7 dans le Sud de l'Italie, 5 sur le littoral algérien, 3 ou 4 à Nice et 2 dans la région parisienne (Figure 4) (BALACHOWSKY & MESNIL, 1935).

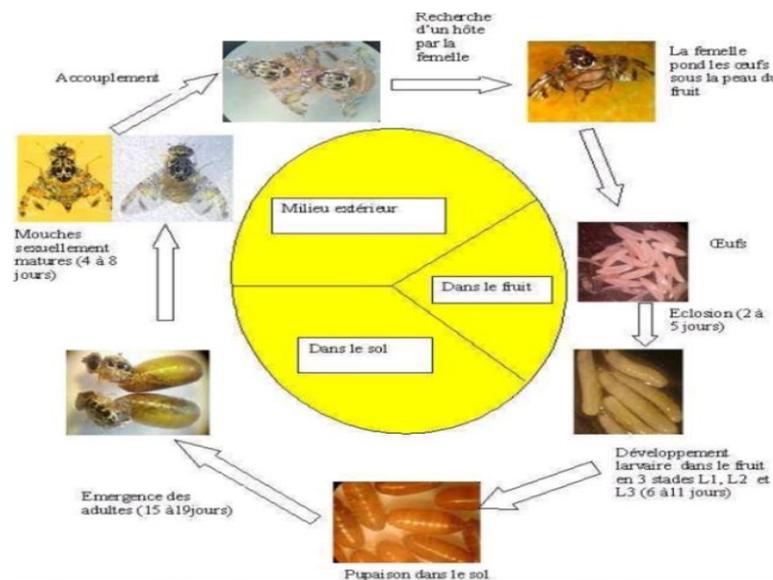


Figure 4 : Cycle de développement de *Ceratitit Capitata* (RIGAMONTI, 2005).

Elle cause des dommages provoqués par les piqûres des femelles sur les fruits, ce qui leur donnent un mauvais aspect et sont automatiquement rejetés aux postes de contrôles. De plus, cela provoque la chute et la pourriture des fruits par des champignons (CAYOL et al., 1994).

2.2.2. Les cochenilles des agrumes

• Définition

Selon LOUSSERT (1989c) , les cochenilles constituent un groupe de ravageurs particulièrement dangereux pour les agrumes tant par les dépréciations qu'elles causent aux fruits que par les affaiblissements qu'elles entraînent sur les arbres où elles pullulent. De nombreuses espèces sont présentes sur agrumes .Appartiennent aux 3 groupes : les cochenilles Diaspines dont le développement se fait à l'abri d'un revêtement protecteur ou bouclier (Ex : la cochenille virgule ou *Lepidosaphes beckii*), les cochenilles Lecanines qui n'ont pas de bouclier indépendant (Ex : cochenilles chinoise ou *Ceroplastes sinensis*) et les Pseudococcines ou cochenilles farineuses dont le corps est recouvert de téguments mous constitués par une sécrétion soyeuse pulvérulente (Ex : la cochenille farineuse des agrumes ou *Planococcus citri*).

• Description

Toutes les cochenilles ont la possibilité de sécréter de la cire dont la forme, la consistance et la couleur jouent un rôle important dans la classification. Cette sécrétion peut être solide, dure et constitue un véritable revêtement extérieur à l'insecte : un " Bouclier " protecteur d'aspect rugueux ou écailleux chez les Coccidae, cette sécrétion imprègne complètement la cuticule de l'insecte et la rend rigide et coriace. Les mâles, sous leur forme adulte sont des insectes élancés, de très petite taille avec thorax, tête et abdomen bien séparés, aux

antennes longues, toujours pourvus d'une seule paire d'ailes arrondies, ils possèdent en plus des pièces buccales atrophiées.

- **Cycle Biologique**

Les cochenilles passent par quatre stades de développement : l'œuf, la larve, la nymphe qui est mobile et l'adulte. La femelle adulte peu mobile se fixe sur l'épiderme de la plante afin de se nourrir puis pond de nombreux œufs très petits. Les œufs sont pondus sous le bouclier, sous le corps de la femelle ou encore groupés dans un ovisac (selon l'espèce). L'éclosion des œufs a lieu après deux semaines d'incubation. Les larves de premier stade mobile se fixent en se protégeant d'une matière cireuse pour se nourrir. Le nombre de générations des cochenilles dépend des espèces et des conditions climatiques (ANONYME, 2012).

- **Classification**

D'après FBERNERD en 2012, plus de 6 000 espèces ont été décrites par la plupart des « Coccidologistes » qui les ont classées dans une vingtaine de familles. Historiquement la classification des cochenilles est basée sur la morphologie des femelles. Les caractères morphologiques internes des larves et la carte génétique sont des outils précieux pour l'identification des espèces. Ainsi trois grandes familles de cochenilles ont été constituées selon LOUSSERT, (1987a) qui est :

Les cochenilles à corps mou (farineuses) : les pseudococcidés.

Les cochenilles à carapace : les coccidés.

Les cochenilles à bouclier : les diaspididés.

- **Les Dégâts causés par les cochenilles des agrumes**

En cas de pullulation les dégâts peuvent être très graves :

Les dégâts directs : le prélèvement de sève, les blessures sur l'écorce, les déformations et les suintements.

Les dégâts indirects : la sécrétion d'un miellat abondant favorise le développement de la fumagine (ensemble de champignons noirs se développant sur le miellat) qui aggrave la situation. Effectivement la fumagine réduit la photosynthèse et constitue une souillure souvent inesthétique.

Sans traitement adéquat (biologique ou chimique) ces dégâts compromettent la production et peuvent entraîner à terme la mort de l'arbuste.



Figure 5 : Fumagine sur une feuille d'agrumes (Site : <<https://www.jardiner-malin.fr>>).

❖ Principaux cochenilles des agrumes

• Famille diaspididea

1. Le pou noir (*Parlatoria ziziphi*)

C'est une espèce commune, appelée localement pou noir de l'oranger. Elle peut manifester des pullulations intenses dans les vergers serrés, mal aérés. Elle prend une importance économique particulière du fait qu'elle résiste bien aux nettoyages, au cours du conditionnement des fruits (Sigwalt, 1971).

L'enveloppe de la femelle adulte mesure environ 1,25-1,4 mm de long et 0,6-0,75 mm de large ; composée d'exuvie sub-rectangulaire avec des coins arrondis, avec une frange étroite de cire blanche sur la marge postérieure. L'exuvie du premier stade est attachée à la marge antérieure de l'exuvie du deuxième stade. La carapace du mâle est blanche; allongée, plate, avec de grandes exuvies terminales noires à brunes et représentant environ 1/3 de la taille de la femelle (Fasulo et Brooks, 2004 ; Miller et Davidson, 2005).

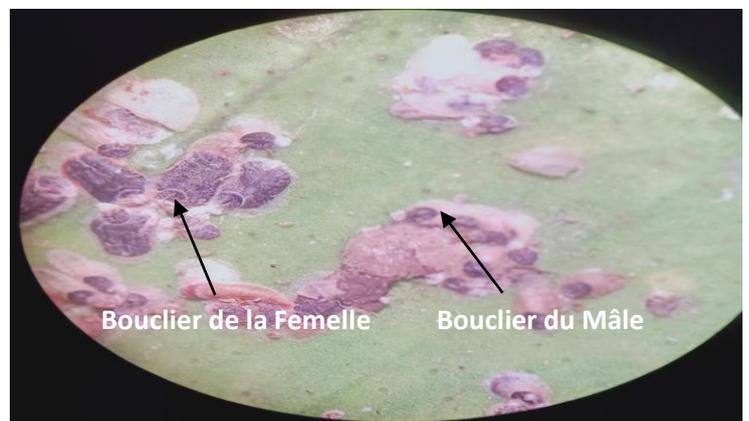
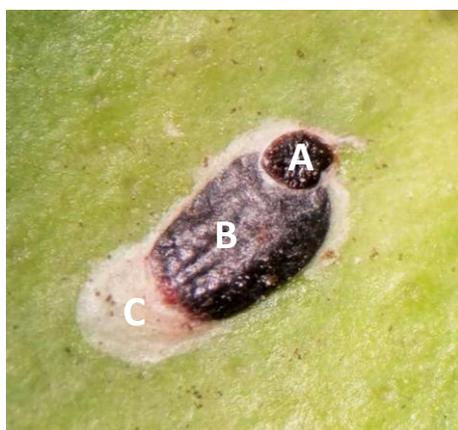


Figure 6 : Mâle et femelle d'une cochenille noire sur une feuille d'agrumes (Originale).

A : Exuvie du 2ème stade -B : Bouclier de la femelle couvrant les œufs -C : Voile

2. La cochenille virgule (*Lepidosaphes beckii*)

L'insecte est caractérisé par un long stylet, correspondant aux pièces buccales des piqueurs suceurs, six à huit fois plus long que son corps. La plupart des espèces blindées hivernent sous forme d'œufs sous le bouclier femelle. L'éclosion des œufs se fait au printemps par de minuscules larves mobiles qui migrent vers de nouveaux sites d'alimentation. Récemment, la cochenille violette *L. beckii* est devenue l'un des ravageurs les plus dangereux des agrumes. C'est une espèce polyphage qui a été observée sur de nombreux hôtes appartenant à 45 genres et 11 familles, y compris les agrumes. Il attaque les feuilles et les fruits (Davison et Miller, 1990).

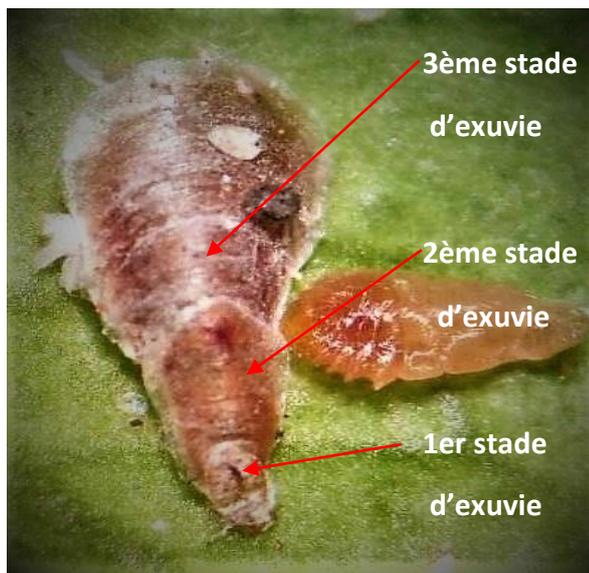


Figure 7 : *Lepidosaphes beckii* sur feuille d'agrumes (KRACHE et BENDENIA, 2018).

3. La cochenille serpette (*Lepidosaphes gloverii*)

Le bouclier des femelles mesure 2,5-3,5mm de long, est allongé et légèrement convexe. Brun-jaune chez les femelles jeunes, il devient brun noir chez les femelles âgées. Les mâles adultes sont ailés. Le bouclier larvaire des mâles est similaire à celui des femelles mais plus petit. Les femelles passent par deux stades larvaires. Le stade L2 présente un point rouge brun distinctif à l'extrémité de la partie postérieure (Anonyme, 2018).



Figure 8 : *Lepidosaphes gloverii* sur feuille d'agrumes (KRACHE et BENDENIA, 2018).

4. *Chrysomphalus aonidum*

Les femelles adultes et intermédiaires forment des écailles circulaires plates à modérément convexes jusqu'à 2 mm de diamètre, chacune avec un point subcentral légèrement surélevé qui est parfois pâle. Si l'échelle est décollée avec la pointe d'une aiguille, l'insecte en dessous est jaune et mesure jusqu'à 1,7 mm de long. Les écailles mâles sont légèrement plus pâles que les écailles femelles et sont ovales allongées et la moitié de la taille. Le mâle adulte mesure 0,7 mm de long et possède une seule paire d'ailes, deux paires d'yeux simples, aucune pièce buccale et des organes génitaux très longs. Les nymphes du premier stade mesurent 0,3 mm de long et ont des pattes, mais se déposent rapidement pour former des écailles blanches circulaires (stade de la blancheur) jusqu'à 0,4 mm de diamètre. Ceux-ci s'intègrent dans les échelles des stades ultérieurs, formant le point subcentral plus pâle.

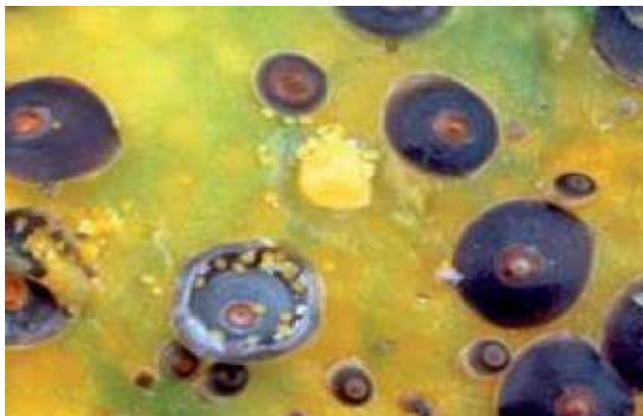


Figure 9 : *Chrysomphalus aonidum* (GARCIA MARI, 2009).

5. *Chrysomphalus dictyospermi* (pou rouge des orangers)

Chrysomphalus dictyospermi est un ravageur dangereux des agrumes (LOUSSERT, 1989d). "Pou rouge des orangers" a un bouclier rouge sur femelle jaune-citron. Les boucliers des femelles adultes sont presque circulaires, 1,5 à 2 mm de diamètre, grisâtres à brun-rouge et plats.

Les boucliers des mâles sont semblables à ceux des femelles mais plus allongés et ovales. On compte généralement 3 générations par an (Mars-Avril, Juin, Août) qui se superposent et selon les régions et les conditions climatiques une quatrième génération peut avoir lieu mais les individus auront du mal à survivre pendant l'hiver (PRALORAN, 1971).

Sur les arbres où il pullule, le pou rouge se localise essentiellement sur la face supérieure des feuilles et sur les fruits, il provoque des déformations de l'écorce. Sur les fruits murs, son points de fixation sur l'écorce laisse apparaître une tache jaune-verdâtre qui déprécie la valeur marchande de la récolte (LOUSSERT, 1989d).



Figure 10 : *Chrysomphalus dictyospermi* (BICHE, 2012).

6. *Parlatoria pergandii* (pou gris de l'oranger)

C'est une espèce spécifique aux Citrus dans le bassin méditerranéen. Elle attaque toutes les parties aériennes de l'arbre, surtout les plus âgés, et se localise sur la face inférieure des feuilles, le long des nervures, les rameaux, les branches charpentiers, fruits en cours de maturation et laisse des plages jaunes. L'espèce développe 2 générations annuelles sur les citrus (LOUSSERT, 1989d).



Figure 11 : *Parlatoria pergandii* (INRA, 2014).

7. *Aonidiella aurantii*

Aonidiella aurantii est supposé originaire du Sud-est asiatique, il se rencontre aujourd'hui dans quasiment toutes les zones agrumicoles (Amérique du Nord, du Sud, Australie, Nouvelle-Zélande, Afrique du Sud, bassin méditerranéen, ...). Signalé pour la première fois en Corse dans les années 70. Espèce polyphage, on l'observe en Italie sur agrumes, amandier, vigne, poirier, prunier, jujubier, caroubier et rosier (ANONYME, 2009).

Le bouclier de la femelle 1,8 mm de diamètre et environ 2mm de long, est subcirculaire à circulaire et de couleur rouge-orangé.

Les boucliers des mâles 0,8 à 1,2 mm, sont nettement ovales, plus clairs que ceux des femelles tirant vers le gris (MERAHI, 2002).

La larve jaunâtre 0,2 mm de long, est d'abord mobile puis se fixe et prend alors une forme circulaire et sécrète son bouclier (ANONYME, 2009).



Figure 12 : Femelle d'*Aonidiella aurantii* (BICHE ,2012).

- **Répartition géographique des Diaspididae inféodées aux agrumes en Algérie**

Il existe au Nord d'Afrique près de six cochenilles diaspidines provoquant des dégâts sur agrumes (Anonyme s.d), il s'agit de : *Chrysomphalus dictyospermi* (pou rouge de l'oranger) ; *Aonidiella aurantii* (pou de la Californie) ; *Lepidosaphes beckii* (la cochenille virgule des

agrumes) ; *Lepidosaphes gloverii* (la cochenille serpette); *Parlatoria ziziphi* (pou noire des agrumes) et *Parlatoria pergandii* (la cochenille blanche des agrumes) ; (Gherbi,2008).

En Algérie, nous avons rencontré quatre espèces de diaspiques redoutables pour les agrumes, par ordre de virulence nous citons *Parlatoria ziziphi*, *Aonidiella aurantii*, *Lepidosaphes beckii* et *Chrysomphalus dictyospermi*. L'aire de répartition de *Parlatoria ziziphi* coïncide partout avec celle de sa plante hôte (Balachowsky. 1932). Sa présence a été signalée depuis 1867 par Boisduvalier Comme un ravageur économique important depuis 1975 par Talhouk et. Mentionnée dans diverses régions du pays. Même dans les oasis par Ouzzani (1997) et Belguendouz et Biche (2006).

Lepidosaphes beckii a été rencontré en Algérie, dans la région de Boufarik, par Jafjaf (1978). Khoudour (1980). Mouas (1985), Mouandza (1990), Chouchaoui (1991), et signalé pour la première fois par Balachowsky (1930d) ; Saïghi et al, en 2005, et Belguendouz (2006).

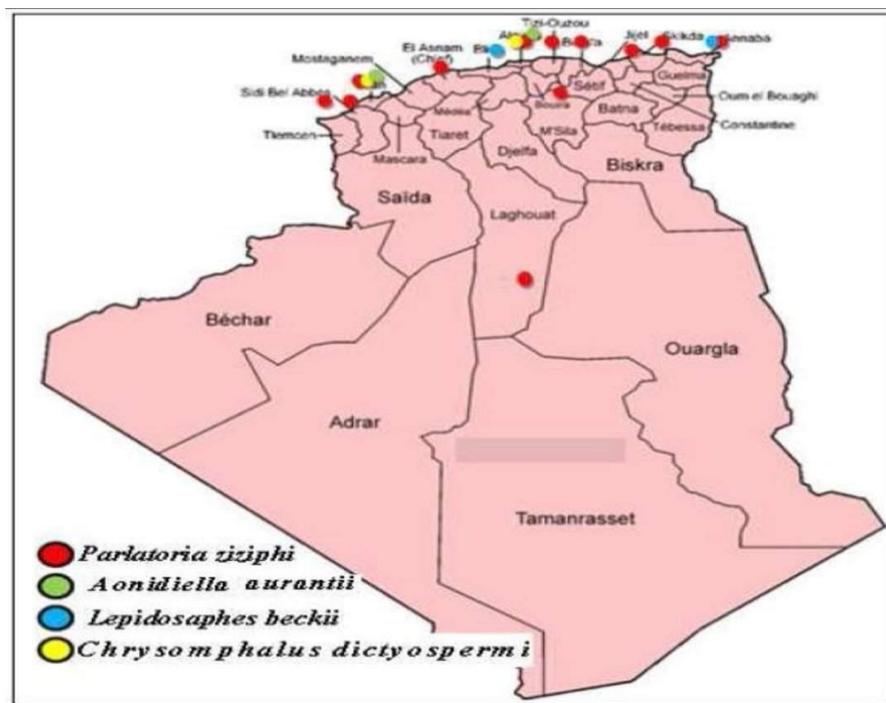


Figure 13 : Répartition des quatre diaspiques inféodées aux agrumes en Algérie (BELGUENDOZ, 2014).

- **Famille Margarodidae**

- 1. Cochenille australienne (*Icerya purchasi*)**

Icerya purchasi Maskell 1878 (Hemiptera : Coccoidea : Monophlebidae : Iceryini) (Causton et al., 2006) est un ravageur cosmopolite originaire d'Australie et de Nouvelle-Zélande,

connu sur plus de 200 espèces végétales différentes (Caltagirone et Duott, 1989 ; Causton, 2001). Cet hémiptère a été observé pour la première fois aux îles Galapagos en 1982.

Les femelles matures (en fait parthénogénétiques) ont des corps orange-rouge, jaune ou brun vif (Ebeling, 1959). Le corps est partiellement ou entièrement recouvert de cire jaunâtre ou blanche. La caractéristique la plus évidente est le grand ovisac cannelé, qui est souvent 2 à 2,5 fois plus long que le corps. L'ovisac contient environ 1000 œufs rouges (Gossard, 1901).

Les mâles sont rares. Ils sont ailés avec un corps rouge foncé et des antennes de couleur sombre. Les verticilles foncés des soies s'étendent de chaque segment antennaire, sauf le premier (Ebeling, 1959).



Figure 14 : Mâle d'*Icerya purshasi* (GARCIA MARI ,2009).



Figure 15 : Cochenille australienne adulte sur feuille d'agrume (KRACHE et BENDENIA, 2018).

- **Famille Pseudococcidae :**

- 1. Cochenille farineuse des agrumes (*Planococcus citri*)**

Planococcus citri Risso (1813) (Hemiptera : Pseudococcidae), est l'un des principaux ravageurs des agrumes et de nombreuses autres cultures de vergers et de plantes

ornementales dans la région subtropicale et tropicale du monde (Williams et Watson, 1988 ; Blumberg et al., 1995).

La femelle *Planococcus citri* adulte a un corps ovale allongé d'environ 3 mm de long et 1,5 mm de large, plat avec 18 paires de filaments cireux courts autour de la marge du corps, dont les 17 paires sont égaux et l'anal est un peu plus long (pas plus de deux fois la longueur des autres).

(Ortu et al., 2002).

Le mâle *Planococcus citri* adulte est un minuscule insecte ressemblant à des moucheron. Il a un corps allongé (Ortu et al., 2002 ; Anonyme, 1984).

Les mâles sont de couleur semblable à celle des femelles et ont deux longs fils de cire blanche en saillie vers l'arrière. Les mâles adultes sont ailés et donc capables de voler vers de nouvelles plantes hôtes à des fins d'accouplement (Anonyme, 2007).



Figure 16 : Cochenille farineuse sur une feuille d'agrumes (KRACHE et BENDENIA, 2018).

- **Famille : Coccidae**

1. *Ceroplastes sinensis Del Guercio* : La cochenille chinoise

La Cochenille chinoise passe l'hiver à l'état larvaire et femelles adultes. A la fin du printemps, les femelles pondent sous leur bouclier et meurent. Il y a une génération par an et la reproduction est pathogénique. Si la Cochenille chinoise représente un important ravageur en Australie, elle ne provoque pas de dégâts significatifs en Europe (LINUS, 2012).

Cette cochenille se reconnaît facilement par sa taille (5 à 6 mm de longueur) et par l'aspect de sa carapace cireuse composée de six plaquettes latérales de couleur blanc sale, plus ou moins fusionnées et d'une plaquette dorsale. Au milieu de chacune des plaques, se trouve une ponctuation rouge avec au milieu un petit point blanc (Figure 17).

Les jeunes larves ont un aspect étoilé caractéristique, de couleur rouge violacé, avec des appendices cireux d'un blanc pur ; ces jeunes larves se remarquent aisément car elles se

portent à la face supérieure des feuilles et s'établissent le long de la nervure centrale (ANONYME, 2009).

Elle est phytophage, c'est un piqueur suceur qui ponctionne de la sève élaborée pour s'alimenter. Cela peut provoquer une diminution de l'intensité de la floraison, une augmentation de la chute des jeunes fruits et/ou l'obtention de fruits de petit calibre. Ce prélèvement de sève s'accompagne d'une sécrétion abondante de miellat, sur lequel se développe un complexe de champignons : la fumagine. Elle finit par recouvrir les feuilles entravant l'activité photosynthétique et les fruits les rendant impropres à la commercialisation (ANONYME, 2009).

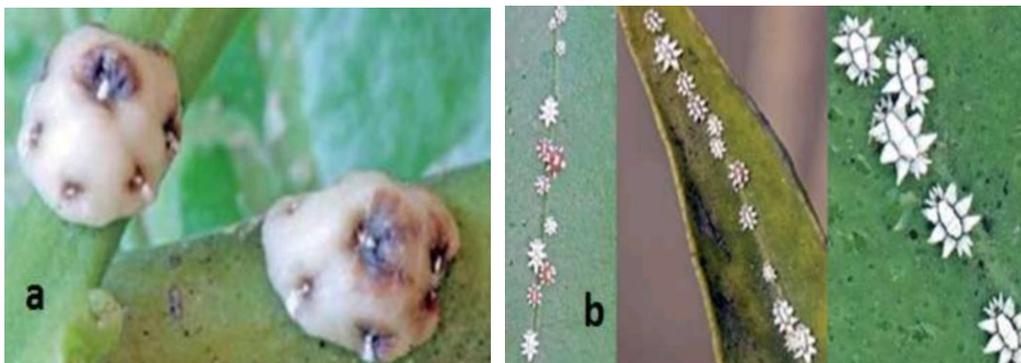


Figure 17 : Femelles adultes de *Ceroplastes sinensis* (a), larves sur la nervure principale (b) (GARCIA MARI, 2009).

2. *Coccus hesperidum* (La cochenille plate)

C'est une espèce très polyphage qui se rencontre sur de nombreuses espèces végétales. Cette espèce mesure 3 à 4 mm de long, avec un corps de forme ovale, très aplati avant la période de ponte et prenant ensuite un aspect bombé. La coloration de cette cochenille est assez constante : brun clair brillant avec une zone plus foncée au centre. Les femelles adultes sont aptères et portent une carapace et non un bouclier (Figure 18) (ANONYME, 2009).

Il y a trois stades larvaires. Les larves L1 possèdent 3 paires de pattes, sont blanc-rosé avec à l'extrémité de l'abdomen deux grandes soies.

Les œufs 0,2 à 0,3 mm sont ovales, jaunâtres et pédunculés (BICHE, 2012).



Figure 18 : Aspect général de *Coccus hesperidum* (GARCIA MARI, 2009).

3. *Coccus pseudomagnoliarum*

C'est les mêmes caractéristiques comme la précédente, mais la différence est dans la couleur avec des taches foncées qui recouvrent presque la totalité du corps de la femelle (Figure 19).



Figure 19 : Femelles adultes de *Coccus pseudomagnoliarum* (GARICA MARI, 2009).

4. *Coccus viridis*

Coccus viridis Green est une cochenille de la famille des Coccidae. Les femelles adultes, aplaties et ovales, sont vert-pâle avec une ligne ponctuée en forme de U noirâtre que l'on peut distinguer à l'œil nu (Figure 14). Elle se nourrit le long des nervures médianes des feuilles et sur les jeunes pousses non lignifiées. Les femelles, parthénogénétiques, déposent leurs œufs à l'abri sous leur corps. Les œufs éclosent quelques heures après l'oviposition. Les larves néonates, munies de pattes, se dégagent du bouclier maternel et se dispersent sur les organes proches. Après avoir trouvé le meilleur site, les larves se fixent et perdent leurs pattes (ANONYME, 2008).



Figure 20 : Femelles adultes de *Coccus viridis* (GARCIA MARI, 2009).

3. La protection des vergers agrumicoles contre les principaux ravageurs d'agrumes par la lutte biologique

3.1. Définition de la lutte biologique

Elle consiste selon OILB (Organisation Internationale de Lutte Biologique) en 1971 in (BICHE ;2012) à utiliser des organismes vivants ou leurs produits, pour empêcher les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles aux productions végétales. Elle exclut l'emploi de tous produits issus de l'industrie chimique. Les principaux moyens utilisables en lutte biologique sont : les lâchers d'entomophages, l'emploi de biopesticides (baculovirus, trichoderme ...) l'emploi des outils biotechniques (confusion sexuelle, piégeage ...) auxquels on peut ajouter la lutte autocide (L'utilisation de mâles stérile). Les interventions par les méthodes de lutte biologique s'appuient sur la connaissance de l'équilibre naturel, elles utilisent les facteurs de limitation de populations de ravageurs. La lutte biologique peut alors constituer une mesure complémentaire, mais il faut des conditions spéciales, des services et des connaissances.

La lutte biologique reste la méthode la plus respectueuse de l'environnement. Elle consiste à utiliser des ennemis naturels de l'insecte nuisible afin de minimiser l'effectif des populations du ravageur. De point de vue efficacité, cette méthode pose beaucoup de problèmes concernant les difficultés dans l'élevage de l'insecte ennemi ainsi que la difficulté de la relation hôte-parasite (Aboussaid et al., 2007).

3.2. Principales méthodes de lutte biologique

D'une manière générale, 4 grandes catégories de méthodes de lutte ont été définies (Eilenberg et al., 2001) :

✓ Classique ou par acclimatation

Consiste à introduire des organismes exotiques (non indigènes = allochtones) dans un territoire avec l'espoir qu'ils s'y établissent pour lutter de manière durable contre des organismes exotiques nuisibles.

✓ **Néoclassique**

Consiste à introduire des organismes exotiques pour lutter contre les organismes indigènes (autochtones).

✓ **Inoculative ou inondative**

Ces méthodes consistent à augmenter des populations d'organismes indigènes par lâchers soit dans le but qu'ils se multiplient rapidement et contrôlent les organismes cibles (inoculative) ; soit des lâchers en nombre suffisant pour qu'ils contrôlent directement les cibles (inondative). Ce type de lutte n'est pas forcément durable mais vise surtout à protéger une culture pendant une période donnée.

✓ **Par conservation**

Ce sont tous les méthodes qui permettent d'augmenter d'organismes indigènes par exemple en modifiant l'environnement ou les pratiques agricoles.

3.3. Les auxiliaires de lutte biologique

La définition donnée par l'AFPP (association française de protection des plantes) est : Un auxiliaire de lutte biologique est un animal prédateur ou parasite qui par son mode de vie apporte son concours à la destruction de ravageurs nuisibles aux cultures .Ces auxiliaires ou agents de lutte biologique sont souvent classés en trois catégories en raison de leur mode d'action : prédateurs, les parasitoïdes et les entomopathogènes. (SUTY, 2010).

3.3.1 Méthode de lutte biologique utilisant des parasitoïdes

Les parasitoïdes constituent un second groupe d'ennemis naturels très intéressant. Le mode d'action des parasitoïdes est la ponte dans le corps (endoparasitisme) ou sur le corps (ectoparasitisme) de leur hôte. Ensuite, le développement de l'œuf dans le corps de l'hôte entraîne inévitablement la mort de l'hôte. Chez les parasitoïdes, on retrouve différents ordres d'insectes comme les Coleoptera, les Neuroptera, les Lépidoptère et les Trichoptère (Jaloux, 2016). Cependant il s'agit principalement des insectes de l'ordre des Hyménoptère (superfamilles des Ichneumonoidea et des Chalcidoidea) et des Diptère chez lesquels on observe ce comportement. Les insectes parasitoïdes déposent alors leur ponte dans leurs hôtes.

Il existe plusieurs parasitoïdes pour la cératite comme *Opius concolor*, *Opius incisi*, *Opius kraisi* qui ont pu atténuer l'effectif de la population du ravageur. D'autres parasitoïdes comme *Diachasmimorpha tryoni* et *Fopius arisanus* ont été utilisé en Australie, Hawaï et dans le sud et le centre de l'Amérique et qui ont prouvé une efficacité satisfaisante (Wong et al., 1992).



Figure 21 : Parasitoïde *Fobius arisanus* utilisée contre cératite (RUDOLPH, 2009).

Principaux parasitoïdes contre les aleurodes :

Cales noacki, est utilisé pour la lutte contre *Aleurothrixus floccosus* (l'aleurode floconneux des citrus), (Howard 1907).

Amitus spiniferus (Brethes 1994) est utilisé aussi pour lutter contre l'aleurode floconneux des citrus (*Aleurothrixus floccosus*).



Figure 22 : Hyperparasite *Cales noacki* pondant dans une nymphe d'*Aleurothrixus floccosus*. Aleurode floconneux des citrus (CHAMONT, 2018).

Tableau 01 : Liste des parasitoïdes connus des ravageurs d'agrumes en Martinique (LEBLANC, 2000).

Groupes de ravageurs	Ravageurs	Parasitoïde
Aleurode	<i>Aleurodicus dispersus</i>	Euphidae: <i>Aleuroctonus sp</i> /Aphelinidae: <i>Encarcia sp</i>
	<i>Aleurothrixus floccosus</i>	Aphelinidae: <i>Encarcia basicincta</i> et <i>Eretmocerus portoricensis</i>
		Signiphoridae : <i>Signiphora sp</i>
	<i>Dialeurode citrifolii</i>	Aphelinidae: <i>Encarcia basicincta</i> et <i>Eretmocerus portoricensis</i>
		Signiphoridae : <i>Signiphora sp</i>
	<i>Orchamoplatus mammaeferus</i>	Aphelinidae: <i>Eretmocerus sp</i>
Puceron	<i>Toxoptera citricida</i>	Braconidae: <i>Lysiphlebus testaceipes</i> /Pteromalidae: <i>Pachyneuron sp</i>
Lépidoptère	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Eulophidae: <i>Galeopsomyia fausta</i> , <i>Horismenus sp</i> et <i>Cirrospilus sp</i>
	<i>Spodoptera dolichos</i>	Scelionidae: <i>Telenomus sp</i> /Eulophidae: <i>Eulectrus sp</i>
Thrips	<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i>	Trichogrammatida: <i>Megaphragma sp</i>

En fonction du stade parasité, on retrouve des parasitoïdes de type oophage (croissance du parasitoïde dans l'œuf de l'hôte), de type larvaire (croissance du parasitoïde dans la larve de l'hôte), de type nymphaux (croissance du parasitoïde dans la nymphe de l'hôte) ou bien parfois sur plusieurs stades. En Martinique, les pucerons *Toxoptera citricida* semblent être parasités par *Lysiphlebus testaceipes* (Braconidae) et *Pachyneuron sp.* (Pteromalidae), pour les autres parasitoïdes de pucerons des agrumes en Martinique il n'existe aucune autre donnée (Leblanc, 2000). Pour les autres ravageurs des Agrumes, des parasitoïdes ont été identifiés par Leblanc en 2000 (Tableau 1) (LEBLANC, 2000).

3.3.2. Méthode de lutte biologique utilisant des prédateurs

La plupart des prédateurs sont polyphages (ou généraliste) et vont chercher leur nourritures en s'attaquant à des espèces très variées, aussi bien utiles que nuisible, ce qui relativise leur utilité en tant qu'auxiliaire de lutte biologique. Les prédateurs utilisés comme auxiliaires de lutte biologique sont des insectes, des arachnides et autre invertébrés, des vertébrés et des nématodes (SUTY, 2010).

Les coccinelles et autres prédateurs

Afin d'utiliser des méthodes de lutte biologique, il est particulièrement bien important d'étudier l'écologie et la biologie du ravageur et l'auxiliaire, s'il s'agit d'une technique utilisant ce type de solution (Rice et al., 1988). L'utilisation de coccinelles en tant que bio régulateurs de populations de ravageurs a été très souvent démontrée dans des systèmes agro écologiquement gérés, notamment contre des populations de pucerons, de cochenilles, d'aleurodes ou bien de psylles (Michaud, 2002 ; Iperiti, 1983 ; Dixon et al., 1997). Les coccinelles en tant que prédateurs se divisent en plusieurs groupes. On retrouve ainsi, principalement des coccinelles aphidiphages (s'alimentant de pucerons), des coccinelles coccidiphages (s'alimentant de cochenilles), des coccinelles aleurodiphages (s'alimentant des aleurodes), et des coccinelles acariphages (s'alimentent des acariens tétranyques) (LUCAS, 2012). Il existe également des coccinelles mycophages se nourrissant de champignons (notamment d'oïdium) ou même phytophages (LUCAS, 2012).

En plus des coccinelles majoritairement utilisées pour leur comportement de prédation, on trouve d'autres auxiliaires et notamment des araignées pouvant être également utilisées en

lutte biologique. Parmi ces espèces, on retrouve en Martinique les Lampyridae avec la luciole *Aspisma ignitum* (ordre des Coleoptera), les Carabidae avec le carabe *Calosoma alternans* ou la cicindèle *Brasiella argentata* (ordre des Coleoptera) et toute une batterie d'araignées qui peuvent également participer à la régulation des ravageurs de cultures (Peck, 2011). Cependant, ces insectes généralistes (s'alimentant de pucerons, de cochenilles, de lépidoptères, de mollusques et d'autres coléoptères) semblent être moins efficaces que les coccinellidae aphidiphages, aleurodiphages et coccidiphages spécialisées dans un type particulier de proies (Peck, 2011 ; Arim et Marquet 2004). Parmi l'ordre des Neuroptera (Névroptères), différentes familles peuvent présenter des intérêts agro écologiques, telle que la famille des Chrysopidae (Chrysopes) et des Hemerobiidae (Hémérobos) dont les larves de certaines espèces se nourrissent principalement de pucerons (jusqu'à 500 pucerons par larves sur une durée de 15 jours). Cependant, le régime de ce type de larve peu se diversifier en fonction de la présence ou non de pucerons (Paulian 1999). Ainsi, les larves peuvent se nourrir de psylles, de cochenilles, d'aleurodes, d'œufs et de jeunes larves de lépidoptères, d'hyménoptères, de coléoptères, de diptères, de thysanoptère et d'acariens présents sur d'autre plantes, présents ou non sur la parcelle (Paulian 1999). Les diptère (notamment les insectes de la familles des Syrphidae et des Asilidae), les Hemiptera (notamment les punaises prédatrices de la famille Nabidae et des Reduviidae), les Thysanoptera et les Hyménoptera (notamment la famille de Formicidae et des Vespidae) sont également des ordres d'insectes intéressants en lutte biologique en tant que prédateurs.

3.3.3. Méthode de lutte biologique en utilisant des organismes entomopathogènes

La lutte biologique microbienne a été définie par (Wraight et al., 2016) comme étant l'utilisation des microorganismes vivants, capables de causer des maladies aux organismes pathogènes des cultures, comme des agents de lutte contre ces derniers. En ce qui concerne les insectes ravageurs, de nombreux agents microbiens ont été démontrés comme des moyens entomopathogènes efficaces, notamment les bactéries, les champignons et les virus (Lacey & Shapiro-Ilan, 2008 ; Mazid et al., 2011). En effet, il y a 150 ans, l'idée d'utilisation de ces derniers a été établie (Ravensberg, 2011). Depuis, il y a plus de 50 microorganismes entomopathogènes qui sont actuellement commercialisés pour être employés surtout dans la lutte biologique augmentative (Lacey et al., 2015). Toutefois, malgré l'important intérêt donné à la production des pesticides microbiens, ils ne représentent que 1 à 2% de tous les pesticides disponibles sur le marché (Lacey et al., 2015). Enfin, les revenus annuels des ventes de ces pesticides représentent seulement le 2,5% de la valeur des ventes des pesticides chimiques avec un montant de 750 millions de dollars en 2008 (Ravensberg, 2011). Les principaux organismes entomopathogènes utilisés dans la lutte biologique sont :

- **Le champignon *Beauveria bassiana***

Beauveria bassiana est un hyphomycète naturellement présent dans les sols du monde entier (SABBAHI, 2008). C'est l'espèce avec la plus grande distribution géographique au sein

du genre *Beauveria* (Zimmermann, 2007). Il est cosmopolite, ubiquitaire et saprophyte (Ishii et al., 2015; Ortiz-Urquiza et al., 2010 ; Sabbahi, 2008). Ce champignon est généraliste (Shimazu, 2004) et s'attaque à un large éventail d'insectes ravageurs (Gupta et al., 1999 ; Saranraj & Jayaparakash, 2017), soit 707 espèces dispersées dans 15 ordres, 149 familles et 521 genres (Zimmermann, 2007), et il a souvent été retrouvé sur des insectes infectés dans les zones tempérées et tropicales (Zimmermann, 2007). Malgré l'identification de *Cordyceps bassiana* comme le téléomorphe potentiel de *B. bassiana* (Li et al., 2001), ce mycète est souvent décrit comme mitosporique (Ortiz-Urquiza et al., 2010) qui se multiplie par reproduction asexuée (Sabbahi, 2008; Ziani, 2008) en produisant des spores de coloration blanchâtre à jaunâtre (Saranraj & Jayaparakash, 2017). Les champignons affectent les insectes susceptibles par une pénétration directe à travers leurs cuticules (Butt et al., 2016; Sabbahi, 2008 ; Vega et al., 2009). À la suite de la réussite du contact avec la cuticule, l'unité infectieuse du champignon, la spore, germe et exerce des pressions enzymatiques et mécaniques pour pénétrer via les téguments (Mondal et al., 2016). Le champignon colonise ensuite l'hémocèle et les organes internes de l'insecte et induit sa mort pour pouvoir sporuler ainsi à l'extérieur de l'insecte (Ferron, 1978; Sabbahi, 2008). Le contact et l'attachement des spores à la cuticule sont les étapes prérequis pour la pathogenèse (Samson et al., 1988). Le processus d'infection de *B. bassiana* s'accomplit en quatre étapes différentes : l'attachement, la germination, la pénétration et la dissémination.

L'identification de *B. bassiana* comme agent de lutte biologique contre les insectes remonte à l'année 1835 (Ishii et al., 2015; Khan et al., 2016; Zimmermann, 2007). Les mycoïsecticides produits à la base de *B. bassiana* sont les plus répandues à l'échelle commerciale (33,9%), suivie par ceux à base de *Metarhizium anisopliae* (33,9%), *Isaria fumosorosea* (5,8%) et *Beauveria brongniartii* (4,1%) (Faria & Wraight, 2007).

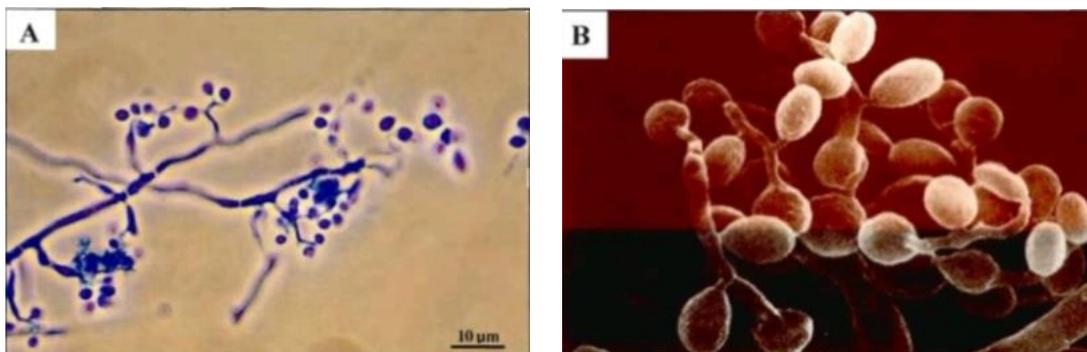


Figure 23 : Morphologie de *Beauveria bassiana*. A - Hyphes et mycélium de *Beauveria bassiana* (Par David Ellis, source : <http://www.mycology.adelaide.edu.au/... /beauveria l.gif>) ; B - Spores de *B. bassiana* : Unités infectieuses (Par John Bisselt Source : http://www.vertigo.uqam.ca/... /beauveria_bassiana_l.jpg).

- **Les bactéries du genre *Bacillus***

Les bactéries du genre *Bacillus* sont naturellement présentes dans le sol. Elles jouent un rôle majeur en l'agriculture, dans l'industrie et même en médecine. Ces bactéries Gram-positifs, aérobies ou facultativement anaérobies et formatrices de spores, sont largement distribuées dans le monde. D'ailleurs, grâce à leur capacité à produire des endospores et à tolérer les variations extrêmes des conditions climatiques, ces bactéries occupent des niches écologiques variables et colonisent la majorité des organes des plantes (Fekete, 2009). La formation d'endospores par ces *Bacillus* spp. a été décrite par Nicholson (2002) comme « un mécanisme de fuite spatiale et temporelle des conditions locales défavorables ». En effet, ces spores sont tolérantes aux mauvaises conditions telles que l'augmentation de la salinité, l'alcalinité, l'acidité et la température (Zouari et al., 2016). De plus, plusieurs études ont démontré qu'ils ont une longue longévité qui peut aller jusqu'à 250 millions d'années (Nicholson, 2002).

C'est en France, en 1938 que le premier bio insecticide a été produit et commercialisé sous le nom commercial "Sporeine". Il était élaboré avec des spores de la bactérie *B. thuringiensis* (Ravensberg, 2011). Cette bactérie est la plus utilisée en lutte biologique microbienne (Bravo et al., 2011; Lacey & Goettel, 1995; Mazid et al., 2011; Tanada, 1959). En outre, en raison de leurs larges gammes d'hôtes (Lépidoptères, Diptères, Coléoptères et acariens), les produits formés des sous espèces de *B. thuringiensis* représentent 98% des pesticides microbiens bactériens (Lacey et al., 2015). L'utilisation de cette bactérie offre de multiples avantages : *B. thuringiensis* agit d'une façon rapide comparable à celle des insecticides chimiques envers ses hôtes, se conserve pour une longue durée, possède un processus de formulation, de production et d'application facile et économique et finalement ne constitue pas un risque pour l'environnement (Lacey et al., 2015).

Plusieurs études ont démontré une synergie et un effet additif en combinant le Bt avec *B. bassiana* ou *Metarhizium robertsii* (S.P.Wraight & Ramos, 2005, 2017 ; Yaroslavtseva et al., 2017).



Figure 24 : Aspect macroscopique des colonies de *Bacillus thuringiensis* isolées (MAJDOUB, 2010).

- **Les nématodes**

Les nématodes appartenant à la microfaune du sol, agissent en symbiose avec des bactéries pour réussir leur activité insecticide (Wraight et al., 2016b). La majorité des nématodes entomopathogènes appartiennent principalement aux deux familles Steinernematidae et Heterorhabditidae (Lacey et al., 2015; Lacey & Shapiro-Ilan, 2008). Ces derniers sont facilement reproductibles in vitro et in vivo et sont ainsi commercialisables et déjà disponibles sur le marché depuis plus que 25 ans (Lacey et al., 2015). De plus, le nombre d'insectes cibles de ces agents continue à augmenter, et une tendance vers les insectes du sol a été remarquée (Lacey et al., 2015). En effet, ces nématodes ont démontrés récemment être des supprimeurs de multiples insectes foreurs des racines ainsi que des larves d'autres insectes passant une période de leur vie dans le sol (Lacey et al., 2015). D'autre part, plusieurs avancements notables sur l'écologie et la biologie de ces nématodes, dans les techniques de leur production et leur application ainsi que dans leurs interactions avec leurs cibles ont été faits. Cependant, des recherches supplémentaires sont exigées pour améliorer l'implication de ces agents dans la lutte biologique. La seule lutte biologique efficace recommandée pour contrôler les charançons est l'application de nématodes entomopathogènes. La pression du charançon des agrumes s'est avérée très forte sur nos parcelles expérimentales. L'efficacité du nématode pour les réguler a été démontrée. Il est donc recommandé d'appliquer les nématodes à la plantation (début de la saison des pluies) et de ré-inoculer trois mois après (toujours en saison humide). Même si ce moyen de lutte semble efficace, d'autres méthodes de contrôle de ce ravageur doivent être mises en œuvre simultanément. (Fabrice B et al., 2010).

Tableau 02 : Les principaux auxiliaires entomopathogènes.

(JESSE et al, 1985 ; ALONSO et al, 1998 ;BODENHEIMER, 1951).

Type d'organisme	Nom	Mode d'action	Cibles principales
Bactéries	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Entomopathogènes/production des toxines insecticides	<i>Ceratitis capitata</i>
Champignons	<i>Beauveria bassiana</i>	Entomopathogènes	<i>Aleurothrixus floccosus</i>
Nématodes	<i>Neoplectana carpocapsae</i>	Entomoparasite	<i>Diaprepes abbreviatus</i>

3.4. Autres méthodes de lutte biologique

Selon BOLLER (1983), le principe de la lutte biotechnique consiste à utiliser des stimuli physiques et chimiques ou agents qui agissent sur le comportement ou le développement des insectes nuisibles.

3.4.1. L'anéantissement des mâles

C'est une méthode basée sur l'utilisation des attractifs sexuels mélangés avec des insecticides. Ces attractifs attirent les mâles et les tuent par contact. En visant sélectivement les mâles, le sexe ratio de la population est perturbé et diminue ainsi le nombre des œufs fécondés. Bien que la théorie montre l'efficacité de cette méthode, les données

expérimentales prouvent que cette méthode n'a pas trouvée d'écho favorable envers la cératite (Aboussaid et al., 2007).

3.4.2. Confusion sexuelle

D'après Carey et Dowell (1989), Le principe de cette méthode consiste à diffuser dans l'atmosphère du verger des quantités importantes de phéromones sexuelles de synthèse pour la désorientation des mâles et empêcher ainsi la rencontre des deux sexes. Cette méthode présente l'inconvénient du coût élevé de phéromones sexuelles.

3.4.3. Piégeage massif

À cause des problèmes rencontrés par l'utilisation des insecticides (efficacité, environnement, maintien de la biodiversité...), plusieurs auteurs se sont intéressés à l'étude des facteurs biotiques et abiotiques pouvant affecter les populations de mouches via des perturbations des organes olfactifs et visuels. Le piégeage de masse est une technique largement développée qui permet de réduire les populations, et de capturer un nombre impressionnant d'adultes par l'utilisation d'un ensemble de stimuli par le biais d'un grand nombre de pièges (Warlop F., 2003). L'utilisation des pièges Mc-Phail (figure 25) appâtés avec des attractifs alimentaires et des chimio-stérilisants réduit significativement l'infestation. Cette technique permet de réduire aussi bien la densité de la population que le taux d'infestation des fruits sous certaines conditions climatiques (température, pluviométrie.). Les pièges appâtés à l'attractif alimentaire et à la phéromone sexuelle capturent plus de femelles que ceux appâtés uniquement à la phéromone. En piégeage de masse, la combinaison des deux types d'attractifs sur le même piège est plus performante (Barclay et Bell 1988). Le piégeage peut apporter une réponse satisfaisante dans un certain nombre de cas :

- Pression suffisamment faible pour que les captures entraînent une réduction significative des pontes et dégâts.
- Parcelle suffisamment grande pour limiter les «effets de bordure »qui génèrent une attraction forte des populations voisines, et un ré infestation dommageable.
- Parcelle de surface quelconque mais bien isolée de toute autre source d'inoculum.
- Coût de la pose inférieure au coût des pertes : ce coût est lié à plusieurs éléments : coût du matériel, temps de pose, nombre de pièges/ha, nombre de poses annuelles (1 ou 2), temps de retrait des pièges avant récolte... (Warlop, 2003).



Figure 25 : piège Mc Phail (www.biobest.be).

3.4.4. La Technique de l’Insecte Stérile (TIS)

La lutte biologique via l’utilisation de la Technique de l’Insecte Stérile (TIS) s’avère une méthode très respectueuse de l’environnement et efficace (Roessler, 1994). Elle consiste à lâcher d’un nombre important de mâles stériles parmi la population sauvage de la Cératite afin d’impliquer une forte probabilité d’accouplement entre mâles stériles et femelles sauvages de la Cératite. Le principe consiste à traiter des mouches mâles avec de faibles doses d’irradiations (rayons Gamma) qui sont capables de stériliser l’insecte (Knipling, 1995). Les étapes de cette technique sont l’élevage de masse de l’insecte, la stérilisation et la dispersion des insectes stériles dans le champ. Cette technique a été largement utilisée pour la lutte contre la cératite au Costa Rica, en Espagne, aux États –Unis, en Italie, au Mexique, au Nicaragua, au Pérou (Roessler, 1994).

3.5. La lutte biologique contre les cochenilles des agrumes

Les agrumes sont très sensibles à de nombreuses espèces de cochenilles. En verger biologique, la conduite de l’arbre (taille d’aération pour permettre une meilleure pénétration des traitements) et l’observation sont essentielles pour lutter contre ces ravageurs (I.N.P.V).

3.5.1. La lutte biologique contre pou noir (*Parlatoria ziziphi*)

- En utilisant des parasitoïdes

Fasulo et Brooks (2004), signalent que les parasitoïdes inféodés à *Parlatoria ziziphi* et s’attaquant aux nymphes et aux adultes sont :

- *Aphytis proclia* ;
- *Encarsia citrina*;
- *Encarsia lounsburyi* ;
- *Habrolepis aspidioti*.

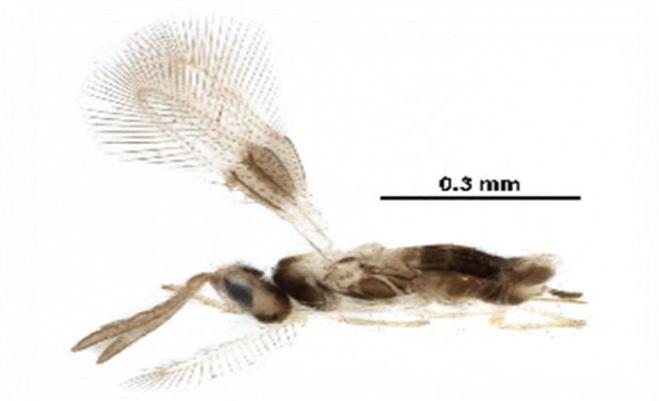


Figure 26 : *Encarsia lounsburyi* parasitoïde de la cochenille noire des agrumes (FORSTER, 1878).



Figure 27 : *Aphytis proclia* parasitoïde de la cochenille noire des agrumes (WALKER, 1839).

- **En utilisant des prédateurs**

Fsulo et Brooks (2004) ont également reporté les principaux prédateurs des nymphes et des adultes de *P. ziziphi* comme suit :

- *Chilocorus nigrita*
- *Halmus chalybeus*
- *Rhyzobius lophantha*
- *Chilocorus bipustulatus*



Figure 28 : *Chilocorus nigrita* prédateur de la cochenille noire des agrumes (FABRICIUS, 1798).



Figure 29 : *Rhyzobius lophanthae* prédateur de la cochenille noire des agrumes (BLAISDELL, 1892).



Figure 30 : *Chilocorus bipustulatus* prédateur de la cochenille noire des agrumes (LINNAEUS, 1758).

3.5.2. La lutte biologique contre Cochenille virgule (*Lepidosaphes beckii*)

- En utilisant des parasitoïdes

Parmi les parasitoïdes de *Lepidosaphes beckii*, nous notons *Aphytis aonidiae*, *Aphytis chilensis* et *Aphytis lepidosaphes* (Belguendouz, 2006), *Aphytis lepidosaphes* reste le plus efficace sur *Lepidosaphes beckii*.

- En utilisant prédateurs

Tableau 03 : Prédateurs de *Lepidosaphes beckii* en Algérie (Belguendouz, 2006)

Prédateurs	Sources bibliographiques	
Coccinellidae	<i>Rhyzobius lophantae</i>	Sahraoui (1987)
	<i>Rhyzobius chrysomeloides</i>	
	<i>Chilocorus bipustulatus</i>	
	<i>Exocomus quadripustulatus</i>	
	<i>Exochomus quadripustulatus</i> <i>var.floralis</i>	Sahraoui (1988)

3.5.3. La lutte biologique contre cochenille serpette (*Lepidosaphes gloverii*)

- En utilisant des parasitoïdes

Tableau 04 : Principaux parasitoïdes de *Lepidosaphes gloverii*.

Parasitoïdes	Sources bibliographiques	
	Signphoridae	Teran et al., (1985)
Encyrtidae	<i>Adelencyrtus inglisiae</i>	Konar(2001)
Aphelinidae	<i>Encarsia herndoni</i>	Viggiani et Liotta (1989)
	<i>Aphytis lingnanensis</i>	Wooley (1994)
	<i>Encarsia elongata</i>	Benassy et Brun (1989)
	<i>Aphytis Lepidosaphes</i>	Schoeman (1990)
	<i>Aspidiotiphagus citrinus</i>	
	<i>Aspidipophagus lounsburyi</i>	Ceballos et al., (1988)

- En utilisant des prédateurs

Tableau 05 : Principaux prédateurs de *Lepidosaphes gloverii*.

Prédateurs		Sources bibliographiques
Coccinelidae	<i>Zagloba beaumonti</i>	Arias (1990)
	<i>Pentilia discors</i>	
	<i>Chilocorus nigrita</i>	Bruwer et Schoeman (1990)

3.5.4. La lutte biologique conte la cochenille australienne (*Icerya purchasi*) :

- En utilisant des prédateurs

La coccinelle prédatrice *Rodolia cardinalis* (Mulsant), a été proposée comme une potentielle option de contrôle (Causton et al., 2004). Au cours des 120 dernières années, *Rodolia cardinalis* a réussi à supprimer les populations d'*Icerya purchasi* dans de nombreux pays (Caltagirone et Doust, 1989).

Entre 2002, 2005 et 2006 les adultes de *Rodolia cardinalis* ont été lâchés sur 10 îles différentes, les populations se sont facilement établies et se sont disséminées. Tous les habitats (zones naturelles, urbaines et les zones agricoles) infestés par *I. purchasi* ont été confrontés à la coccinelle *R. cardinalis* ce qui a montré une régulation rapide de la cochenille dans les zones à forte densité, ceci parfois dans les 3 mois suivants les lâchers (Calderon- Alvarez et al., 2012).



Figure 31 : *Rodolia cardinalis* prédateur de la cochenille Australienne (MULSANT, 1850).

3.5.5. La lutte biologique contre Pou rouge de Californie (*Aonidiella aurantii*)

- **En utilisant des parasitoïdes**

Une lutte biologique est aussi possible avec des parasitoïdes hyménoptères *Aphytis melinus*. Les stades d'*Aonidiella aurantii* parasités sont L2 et début adulte pour les femelles et L2 pro-nymphes pour les mâles. *Encarsia citrina* joue aussi un rôle dans la régulation naturelle du pou rouge.

3.5.6. La lutte biologique contre *parlatoria pergandii*

- **En utilisant des parasitoïdes**

Aphytis hispanicus : attaque les œufs, les nymphes et les adultes, en Italie ; Espagne ; Chine ; Mexique ; USA, Texas ; Caucase ; Ghana et Maroc. (Rosen & DeBach, 1979).

Aphytis melinus : attaque les œufs, les nymphes et les adultes, en Inde, au Pakistan. Introduite en États-Unis (Californie), l'Afrique du Sud, l'Australie, l'Argentine, le Chili, Chypre, Italie. (Rosen & DeBach, 1979).

Encarsia citrina : attaque les nymphes et les adultes, au Japon, au Ghana. Introduite en USA ; Australie ; Bassin méditerranéen ; Inde ; Italie, Indonésie (Bali), Tahiti, Fidji, les îles Cook et l'Afrique. (Rosen & DeBach, 1979).

- **En utilisant des prédateurs**

Chilocorus bipustulatus : attaque les nymphes et les adultes, en Israël, en Espagne, au Maroc et en Grèce. (Rosen & DeBach, 1979).

Chapitre 2 :

MATERIELS ET

METHODES

1. Présentation de la région d'étude

1.1. Situation géographiques de la wilaya de Blida

La Wilaya de Blida se situe dans la partie Nord du pays dans la zone géographique du Tell central. Elle est limitée au nord par les wilayas d'Alger et Tipaza, à l'ouest par la Wilaya de Aïn Defla, au sud par la Wilaya de Médéa à l'est par les Wilayas de Bouira et de Boumerdes.



Figure 32 : Limite géographique de la wilaya de Blida (ANDI, 2013).

Selon DSP de Blida, La superficie globale de Wilaya de Blida est de 1478,62 Km²

L'agriculture reste la vocation essentielle de la wilaya de Blida avec la plaine de la Mitidja et ses terres très fertiles.

L'agriculture constitue donc le principal secteur d'activité avec une superficie agricole totale (S.A.T) qui s'élève à 67 700 ha. La Superficie Agricole Utile (S.A.U) totalise 56 474 ha et représente 83,42 % de la S.A.T. 44, 8 % de la S.A.U est irriguée avec une superficie de l'ordre de 25 300 ha. Les agrumes occupent 17 449 ha soit plus de 56,1 % de la superficie utilisée par l'arboriculture. (ANDI, 2013).

Le relief de la wilaya se compose principalement d'une importante plaine (la Mitidja) ainsi que d'une chaîne de montagnes au sud de la wilaya (zone de l'Atlas Blidéen et le piémont).

La plaine de la Mitidja : Un ensemble de terres très fertiles et à faibles pentes. La partie occidentale de cette plaine a une altitude qui va en décroissant du sud vers le nord (150 à 50 mètres). Les pentes sont faibles, parfois nulles. Elle offre les meilleurs sols de la wilaya. Les sols limoneux mêlés de cailloux sur le piémont de la Mitidja, des sols limoneux rouges, profonds, faciles à travailler : région de Mouzaia, et des sols sablo argileux de la basse plaine, plus lourds.

La zone de l'Atlas Blidéen et le piémont : La partie centrale de l'Atlas culmine à 1 600 mètres. Les pentes très fortes (supérieures à 30%) sont sujettes à une érosion intense, là où la couverture forestière fait défaut. Seul le piémont, d'altitude variant entre 200 et 600 mètres, présente des conditions favorables à un développement agricole.

1.2. Présentation des sites d'étude

La réalisation de la partie expérimentale de cette étude sur terrain s'est déroulée dans deux communes (Chebli et Mouzaia) Wilaya de Blida.

- La commune de Chebli est située au nord-est de la wilaya de Blida, à environ 23km nord-est de Blida et environ 29km au sud d'Alger et environ 50km au nord-est de Médéa.

Les communes limitrophes de Chebli :

Nord: Ouled Chebel, Sidi Moussa (wilaya d'Alger)

Sud : Bouinan

Est : Bougara

Ouest : Boufarik

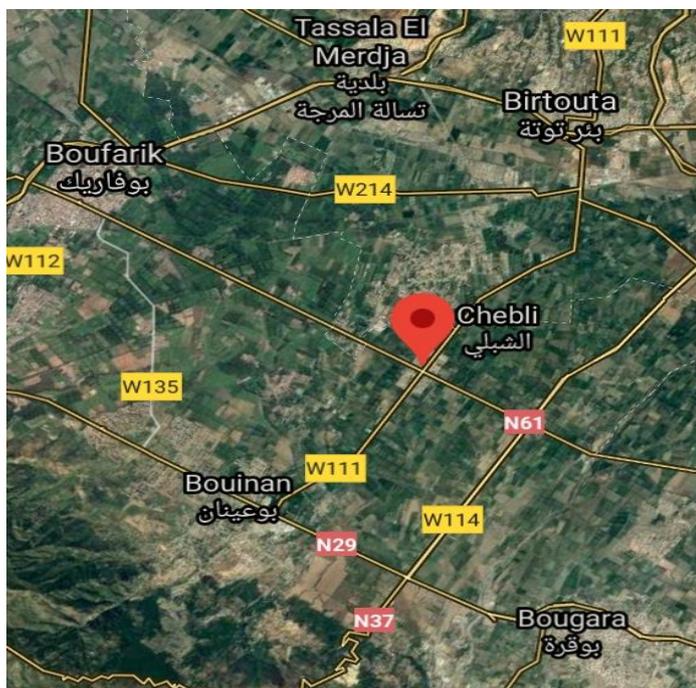


Figure 33 : Présentation du site d'étude Chebli (Photo satellite).

- La commune de Mouzaia est située à l'ouest de la wilaya de Blida, à environ 14 km à l'ouest de Blida, à environ 59 km au sud-ouest d'Alger et à environ 28 km au nord de Médéa.
- Le site est enclavé au nord par la commune d'Attatba, au sud par Ain Romana, à l'ouest par la commune d'El Affroun et à l'est par Chiffa.

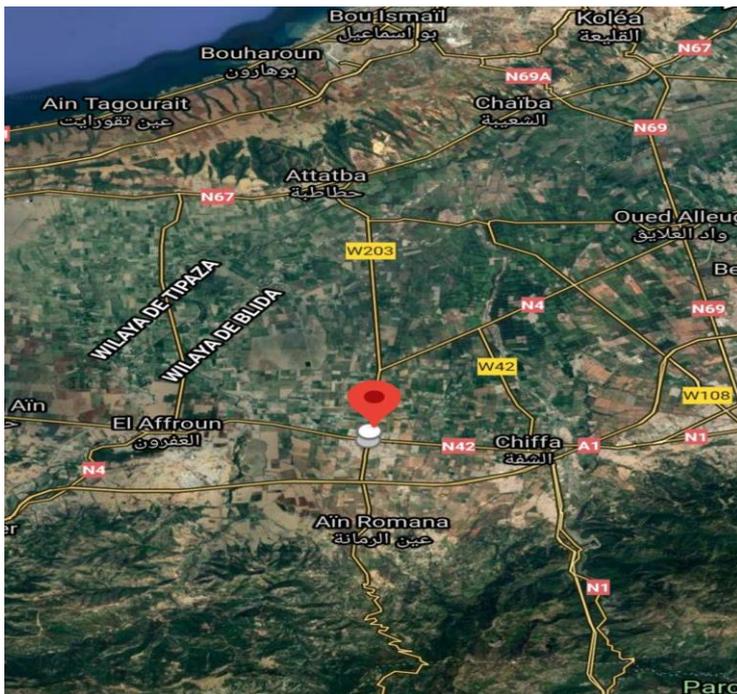


Figure 34 : Présentation du site d'étude de Mouzaia (photo satellite).

1.3. Présentation des vergers d'études

Les parcelles d'étude sont des vergers d'agrumes (orangers) qui se situent dans la wilaya de Blida.

- **Présentation du premier verger (chebli)**

Ce verger se situe dans la commune de Chebli, il occupe une superficie de près de 8 ha. Il comporte la variété de Thomson. Ce verger est limité au nord par verger de pêche, à l'est et ouest par des vergers d'agrumes et au sud par la route national 61 Chebli Boufarik. Il est exploité pendant 30 ans.

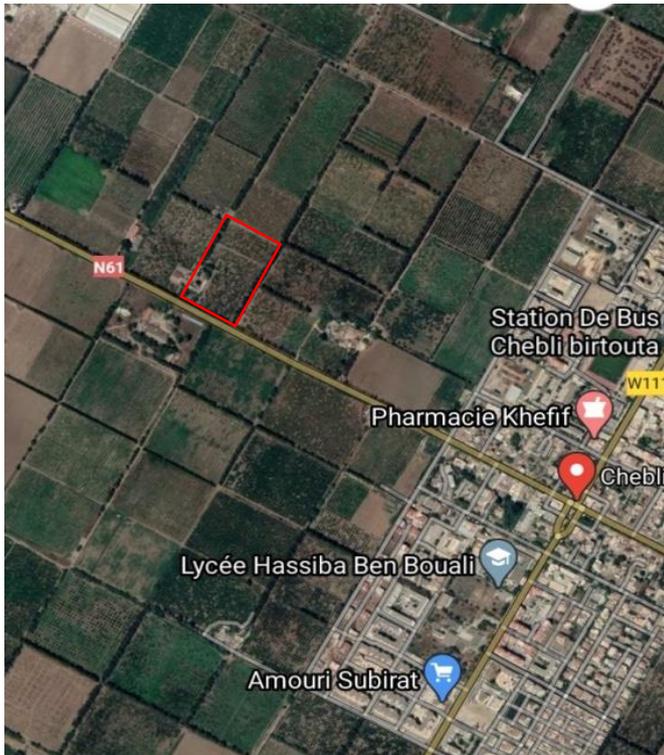


Figure 35 : Présentation des limites du verger de Chebli (photo satellite).

- **Présentation du deuxième verger (Mouzaia)**

Ce verger est situé à la commune de Mouzaia ; il occupe une superficie de près de 4 hectares. Il comporte les variétés d'orangers qui sont Washington, Thomson et aussi les citrons. Ce verger est limité au Nord et ouest par des vergers d'agrumes. À l'est par verger de grenade et au sud par une route. Il est exploité pendant 18 ans.



Figure 36 : Présentation des limites du verger de Mouzaia (photo satellite).



Figure 37 : l'état des vergers d'étude dans lesquels nous avons travaillé (originale).

2. Méthodologie d'étude

Pour l'étude de l'infestation des agrumes par les insectes ravageurs, les techniques utilisées sur terrain sont présentées, ainsi que celles adoptées au laboratoire. La manière avec laquelle l'exploitation des résultats est abordée est développée par la suite.

2.1. Sur terrain

L'étude de la biodiversité entomologique de nos vergers d'agrumes (Orangers), est réalisée par deux méthodes ; la première est par prélèvement des feuilles infestées et la deuxième par l'utilisation des pièges jaunes englué.

Nous avons tout d'abord délimité une surface homogène de 1 hectare, dans laquelle 12 arbres ont été choisis à chaque fois au hasard.

L'expérimentation est effectuée sur 6 sorties Pendant 1mois (de 28 Janvier à 4 Mars), à raison d'une sortie chaque semaine.

Le travail consiste à un échantillonnage de 10 feuilles par arbre, nous les avons mis dans des sachets en mentionnant leurs directions (nord, sud, est, ouest et centre).

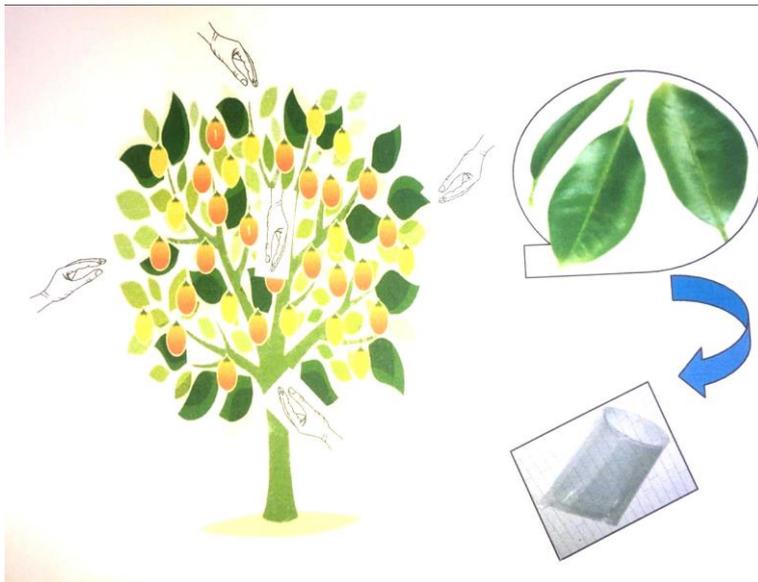


Figure 38 : Représentation schématique de la méthode d'échantillonnage utilisée (KRACHE et BENDENIA, 2018).

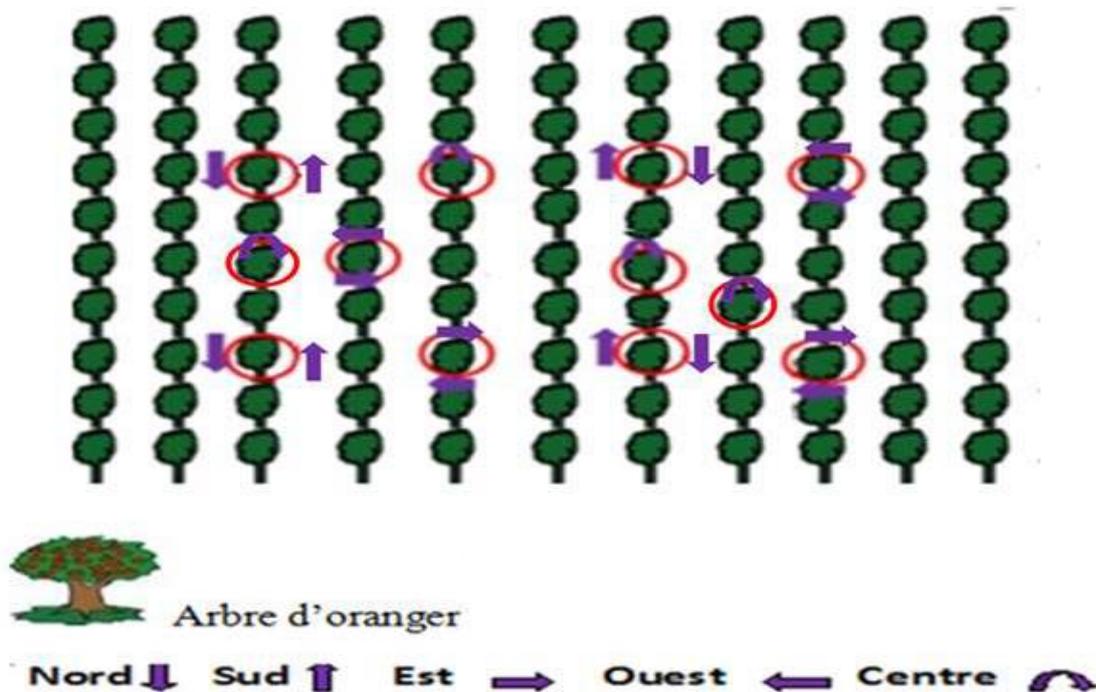


Figure 39 : Dispositif expérimental sur la parcelle d'étude (ARABA et BOUCHMEL., 2016).

La deuxième méthode de suivi consiste à l'installation des pièges jaunes englués dans les vergers d'étude à chaque fois qu'on fait le prélèvement des feuilles.

Le travail proprement dit consiste à l'installation d'une plaque engluée d'une manière aléatoire au sein de la canopée. La récupération des pièges s'est effectuée après chaque sept jour de leur dépôt. Chaque piège est entouré avec un film plastique transparent et sur lequel on note la date de sortie.



Figure 40 : Piège englué accroché sur un rameau d'un arbre (originale).

2.2. Tri et identification des insectes au laboratoire

Au laboratoire nous avons déterminé et dénombré les différents ravageurs nuisibles trouvés sur feuilles plus précisément les cochenilles et ainsi les parasitoïdes et les prédateurs capturés par les pièges jaunes. Les plaques engluées et les feuilles échantillonnées ont été observées à l'aide d'une loupe binoculaire aux trois grossissements (X 2, X4, X8) pour des besoins de reconnaissance de certains caractères d'identification. Certains taxons ont été identifiés jusqu'à l'espèce, d'autres ont été déterminés par type de ravageur « cas des pièges jaunes » à raison de la difficulté d'identification.

Nous avons utilisé plusieurs guides simplifiés de l'identification des ravageurs et ennemis naturels des agrumes.



Figure 41 : Matériels utilisé au laboratoire (originale).

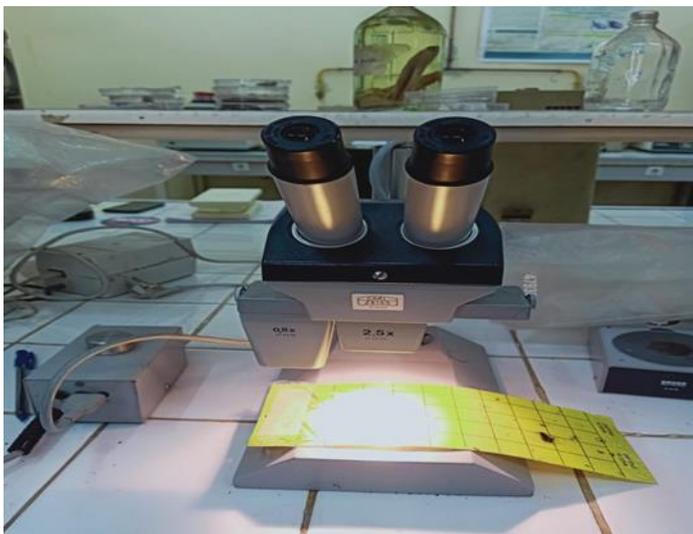


Figure 42 : piège jaune sous la loupe binoculaire (originale).

3. Etude climatique

Le climat joue un rôle très important dans la dynamique des populations des insectes. Il est évident que les facteurs climatiques essentiellement la température, la pluviométrie et l'hygrométrie, contribuent au développement de la végétation et influence croissance et la durée de développement des ravageurs et leur ennemis naturels, c'est pour cela que nous devons faire une étude de tous les facteurs climatiques.

3.1. Climat de la wilaya de Blida

Le climat joue un rôle essentiel dans les milieux naturels. Il intervient en ajustant les caractéristiques écologiques des écosystèmes (Ramade, 1993).

En effet, le climat intervient sur la physiologie des végétaux, réglant la phénologie des plantes. Ce qui, par contre coup, peut avoir une influence sur le comportement des insectes (Aouar-Sidali, 2009). L’action multiple de divers facteurs climatiques sur la physiologie et le comportement des insectes et des autres animaux joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (Dajoz, 1998).

La région de la Mitidja est soumise à un climat méditerranéen caractérisé, généralement par une saison douce et humide allant de Novembre à Avril, et d’une saison chaude et sèche, qui s’étend de mois de Mai à Octobre. Les conditions climatiques sont dans l’ensemble favorables. La pluviométrie est généralement supérieure à 600 mm par an en moyenne. Elle est importante dans l’Atlas. Les précipitations atteignent leur apogée en Décembre, Février, mois qui donnent environ 30% à 40% des précipitations annuelles. Inversement, les mois d’été (juin, aout) sont presque toujours secs (Loucif et Bonafonte, 1977).

Nous relatons pour la région d’étude les principaux paramètres climatiques que nous avons pu synthétiser.

Tableau 06 : Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie de l’année 2019-2020 à Blida.

	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr
T moy (°c)	16	21	25	25	22	18	11	12	9	12	11	14
T max (°c)	24	30	34	33	30	26	17	18	16	20	18	21
T min (°c)	20	26	30	29	26	22	14	15	13	16	14	17
P (mm)	22	9	7	11	90	35	152	18	33	1	100	202

Source : Historique météo.

T moy : Température moyenne ; **T min** : Température minimale ; **T max** : Température maximale ; **P** : précipitation.

A l’aide du diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN et du climagramme pluviométrique D’EMBERGER, nous allons essayer de dégager certaines caractéristiques du climat de notre région d’étude à partir desquelles, nous pouvons interpréter nos résultats du terrain.

3.2. Diagrammes Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)

BAGNOULS et GAUSSEN (1953 in DAJOZ, 1985), définissent le mois sec lorsque la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) est inférieure ou double de la température de ce mois (P/2T). Ils ont proposé un diagramme où on juxtapose les précipitations et les températures. Lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière, nous avons une période sèche.

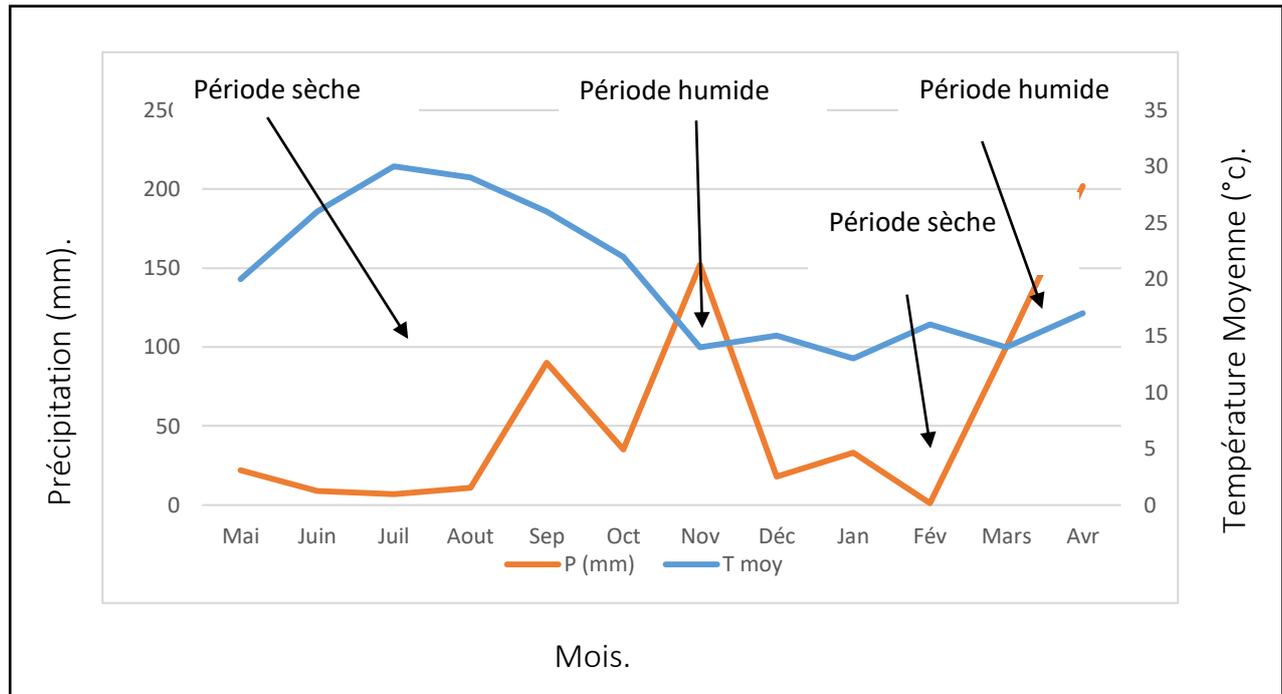


Figure 43 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région d'étude de l'année (2019-2020).

D'après le diagramme ombrothermique établis de l'année 2019_2020, la période sèche commence avec début de mois de Mai jusqu'à la fin de mois d'Octobre, vient ensuite une période humide qui s'étend du mois d'octobre jusqu'à la fin de Novembre, elle est très courte par rapport les autres périodes .on constate li y' a une autre période sèche non saisonnière qui s'étend de la fin de Novembre jusqu'à début de Mars. Nous remarquons aussi une deuxième période humide qui s'est présenté pendant le mois de Mars jusqu'à fin d'Avril.

4. Analyse statistique

4.1. L'abondance relative

L'abondance relative (AR%) est le rapport du nombre d'individus d'une catégorie de proie (ni) au nombre total de proies (N) toutes catégories confondues. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$AR \% = \frac{ni \times 100}{N}$$

AR % : Abondance relative ou fréquence centésimale

ni : Nombre d'individus de l'espèce rencontrée.

N : Nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

4.2. La fréquence de consommation

La fréquence des espèces proies consommées ou fréquence d'occurrence en % est égale au nombre de fois où l'espèce proie est rencontrée **K** sur le nombre de fientes analysées **n**.

La fréquence d'occurrence F_i d'une espèce i

$$F_i = K \times 100 / n$$

Une espèce est qualifiée d'accidentelle si $F_i < 25 \%$.

Elle est accessoire si $25 \% \leq F_i < 50 \%$.

Elle est régulière si $50 \% \leq F_i < 75 \%$.

Elle est constante si $75 \% \leq F_i < 100 \%$.

Elle est omniprésente si $F_i = 100 \%$.

Chapitre 3 :

RESULTATS ET

DISCUSSION

1. Résultats de l'inventaire des cochenilles recensées.

Tableau 07 : Statut écologique de la biocénose agrumicole dans le verger de Chebli.

Cochenilles \ Sorties	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Ni	AR %	Fi%	Statut écologique
<i>Parlatoria ziziphi</i>	1873	1997	1186	951	1072	1151	8200	49,6	100	Omniprésente
<i>Lepidosaphes beckii</i>	438	682	603	429	509	619	3280	19,84	100	Omniprésente
<i>Lepidosaphes gloverii</i>	629	813	640	579	641	685	3987	24,11	100	Omniprésente
<i>Chrysomphalus aonidum</i>	35	43	26	19	28	52	203	1,22	100	Omniprésente
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	43	68	35	27	51	58	282	1,7	100	Omniprésente
<i>Parlatoria pergandii</i>	41	51	36	30	62	87	307	1,85	100	Omniprésente
<i>Aonidiella aurantii</i>	36	45	33	26	44	84	268	1,62	100	Omniprésente
<i>Icerya purchasi</i>	1	0	0	0	0	1	2	0,01	33,33	Accessoire
<i>Planococcus citri</i>	0	1	0	0	0	0	1	0,006	16,66	Accidentelle

Le tableau 1, révèle la présence de plusieurs espèces de cochenilles qui sont omniprésentes durant toutes les sorties (*Parlatoria ziziphi*, *Lepidosaphes beckii*, *Lepidosaphes gloverii*, *Chrysomphalus aonidum*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Parlatoria pergandii*, *Aonidiella aurantii*), une espèce accessoire (*Icerya purchasi*) et une espèce accidentelle (*Planococcus citri*).

D'après le tableau on remarque que l'abondance relative de *Parlatoria ziziphi* est la plus représentative (49,6%) suivi par *Lepidosaphes gloverii* (24,11%) puis *Lepidosaphes beckii* (19,84%).

Tableau 08 : Statut écologique de la biocénose agrumicole dans le verger de Mouzaia.

Cochenilles \ Sorties	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Ni	AR%	Fi%	Statut ecologique
<i>Parlatoria ziziphi</i>	1115	1307	1340	1397	1462	1492	8113	60,01	100	Omniprésente
<i>Lepidosaphes beckii</i>	198	229	251	304	330	455	1767	13,07	100	Omniprésente
<i>Lepidosaphes gloverii</i>	233	461	501	562	600	948	3305	24,44	100	Omniprésente
<i>Chrysomphalus aonidum</i>	3	6	8	10	13	18	58	0,42	100	Omniprésente
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	3	5	7	8	11	16	50	0,36	100	Omniprésente
<i>Parlatoria pergandii</i>	8	11	13	19	49	65	165	1,22	100	Omniprésente
<i>Aonidiella aurantii</i>	1	4	9	13	15	19	61	0,45	100	Omniprésente

Le tableau 2, révèle la présence de plusieurs espèces de cochenilles qui sont omniprésentes durant toutes les sorties (*Parlatoria ziziphi*, *Lepidosaphes beckii*, *Lepidosaphes gloverii*, *Chrysomphalus aonidum*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Parlatoria pergandii*, *Aonidiella aurantii*).

D'après le tableau on remarque que l'abondance relative de *Parlatoria ziziphi* est la plus représentative (60,01%) suivi par *Lepidosaphes gloverii* (24,44%) puis *Lepidosaphes beckii* (13,07%).

2. Evolution temporelle des effectifs totaux des cochenilles trouvées :

- Les effectifs totaux des cochenilles trouvés durant notre période d'échantillonnage dans le verger de Chebli sont représentés dans les figures suivantes :

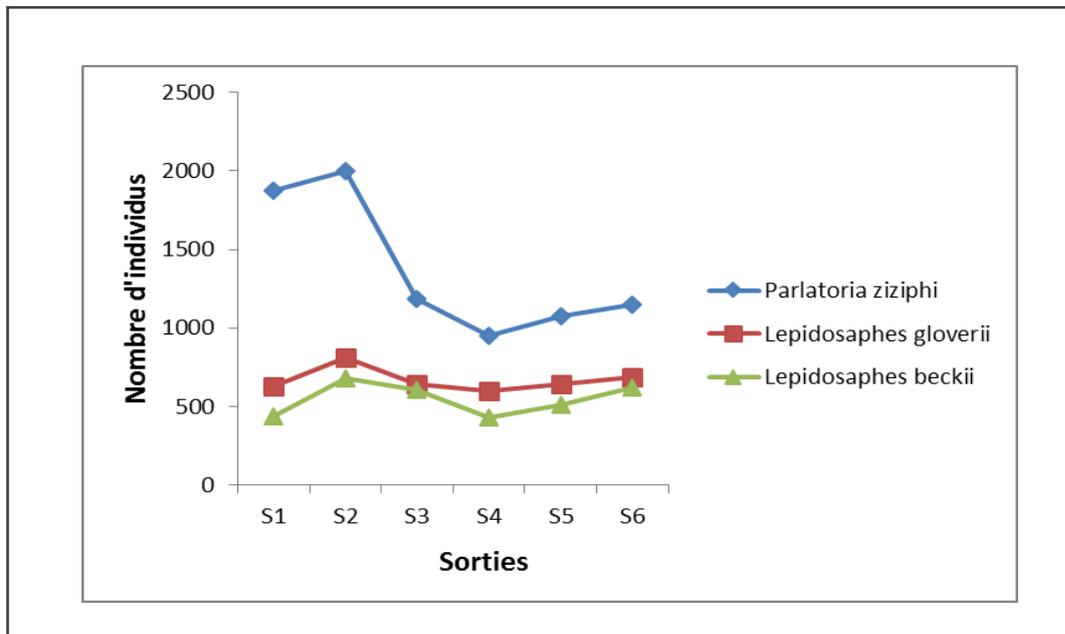


Figure 44 : Évolution temporelle des espèces les plus représentatives dans le verger de Chebli.

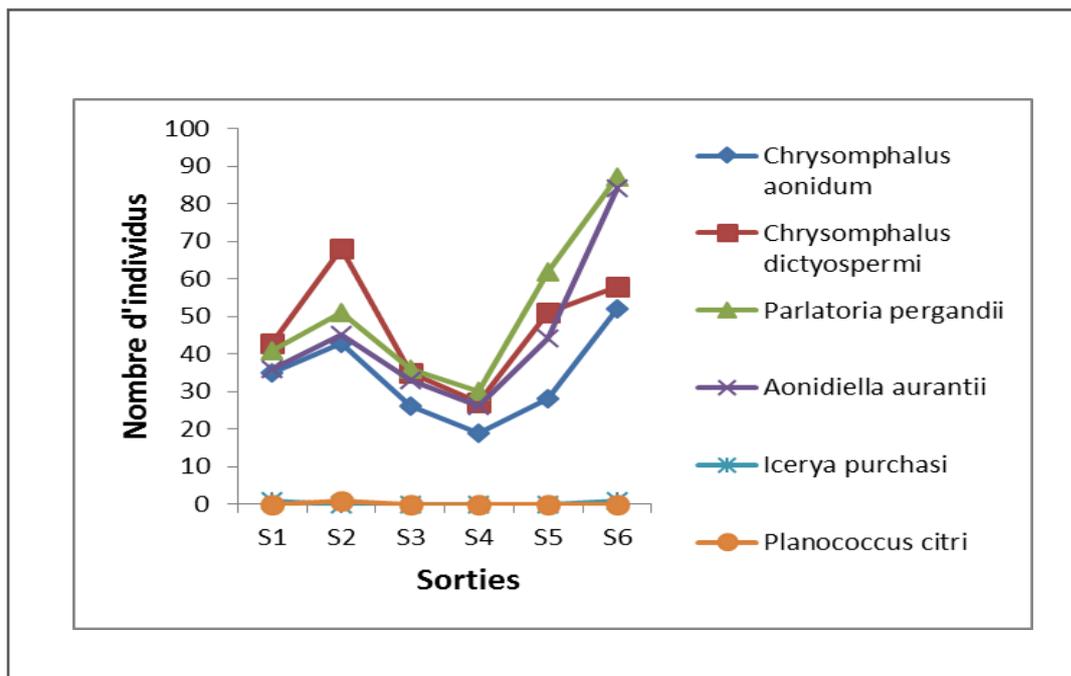


Figure 45 : Évolution temporelle des espèces les moins représentatives dans le verger de Chebli.

D'après les figures 44 et 45, nous remarquons une présence simultanée de plusieurs espèces durant notre période d'échantillonnage avec des variations dans leurs effectifs d'une sortie à l'autre.

Figure 44, montre un effectif important de *parlatoria ziziphi* (1997 individus) suivi par *Lepidosaphes gloverii* et *Lepidosaphes beckii* respectivement dans la première et la deuxième sortie.

En revanche, nous avons remarqué le nombre des effectifs de ces dernières espèces (PZ, LG, LB) s'affaiblit en troisième sortie, puis il remonte progressivement à partir de cinquième sortie.

Figure 45, montre les effectifs des espèces les moins représentatives (*Parlatoria pergandii* et *Aonidiella aurantii*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Chrysomphalus aonidum*, *Icerya purchasi* et *Planococcus citri*).

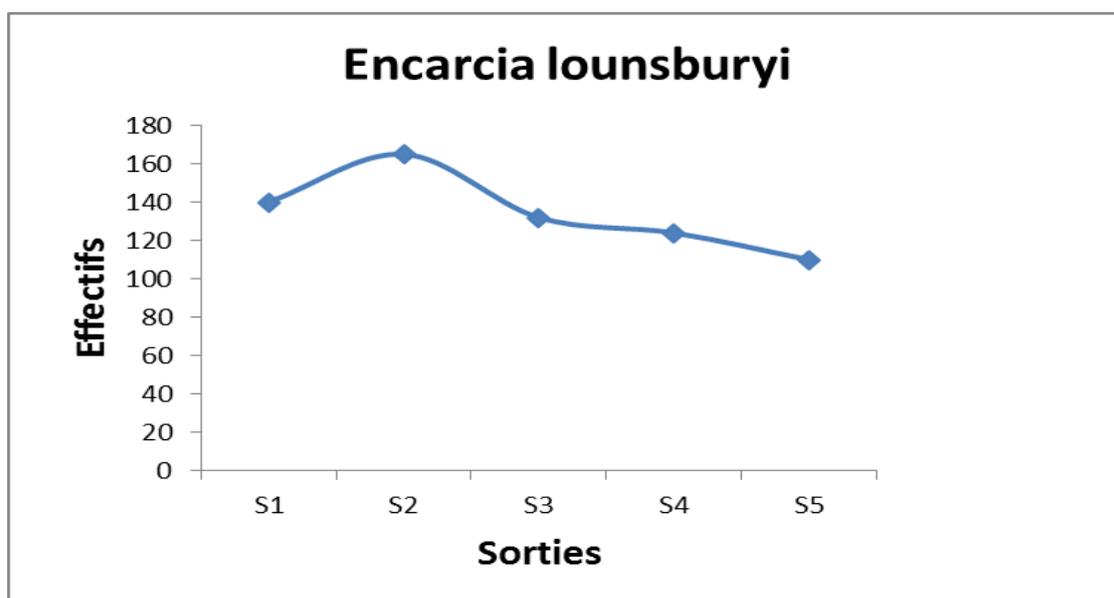


Figure 46 : Evolution moyenne du parasitoïde de *Parlatoria ziziphi* (*Encarsia lounsburyi*).

D'après la figure 46, on remarque que le maximum de capture d'*Encarsia lounsburyi* est enregistré dans la première et deuxième sortie.

En revanche le nombre des effectifs de cette dernière s'affaiblit à partir de troisième sortie jusqu'à cinquième sortie.

- Les effectifs totaux des cochenilles trouvés durant notre période d'échantillonnage dans le verger de Mouzaia sont représentés dans les figures suivantes :

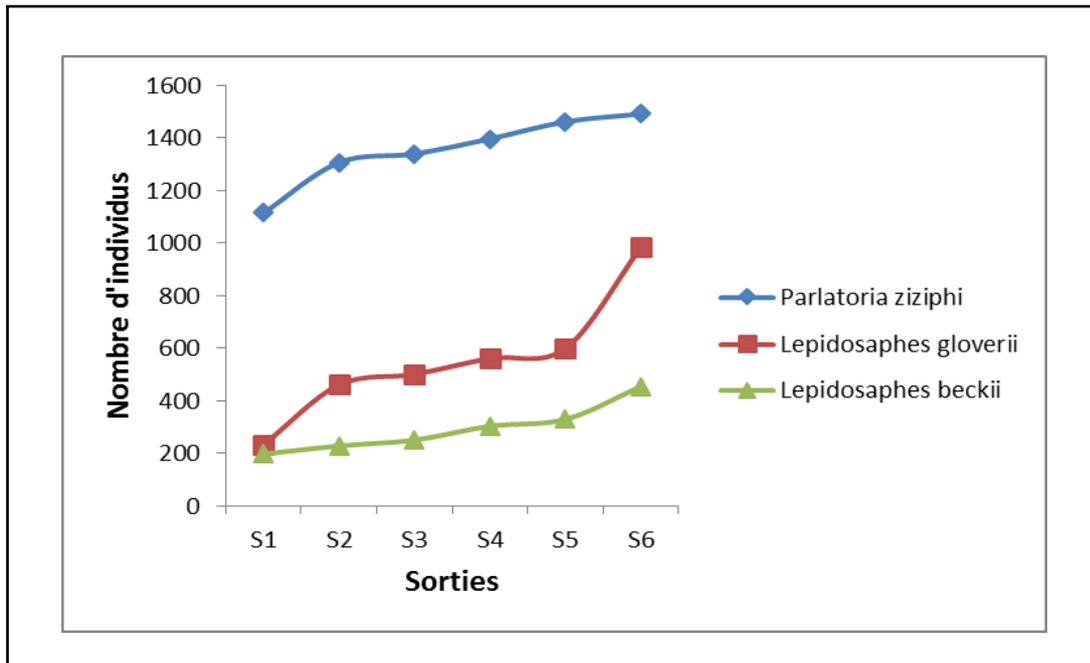


Figure 47 : Évolution temporelle des espèces les plus représentatives dans le verger de Mouzaia.

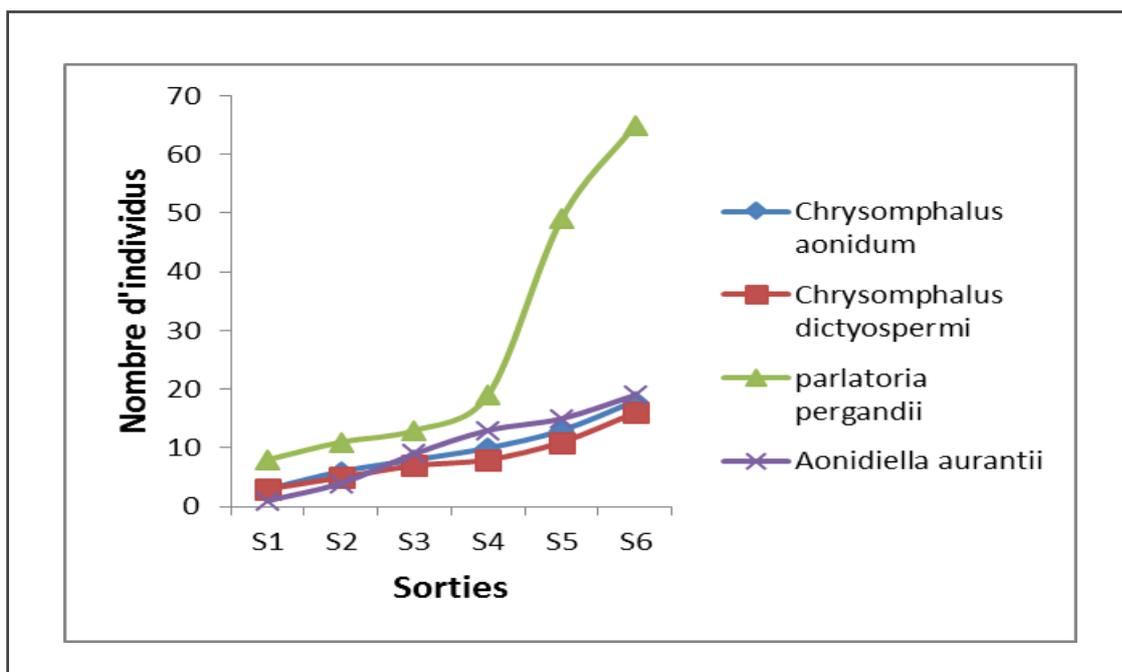


Figure 48 : Évolution temporelle des espèces les moins représentatives dans le verger Mouzaia.

La figure 47, montre un effectif important de *parlatoria ziziphi* (1492 individus) suivi par *Lepidosaphes gloverii* et *Lepidosaphes beckii* respectivement.

Nous avons remarqué le nombre des effectifs de ces dernières espèces (PZ, LG, LB) augmente progressivement durant toute la période d'étude.

La figure 48, montre les effectifs des espèces les moins représentatives (*Aonidiella aurantii*, *Parlatoria pergandii*, *Chrysomphalus aonidum*, *Chrysomphalus dictyospermi*).

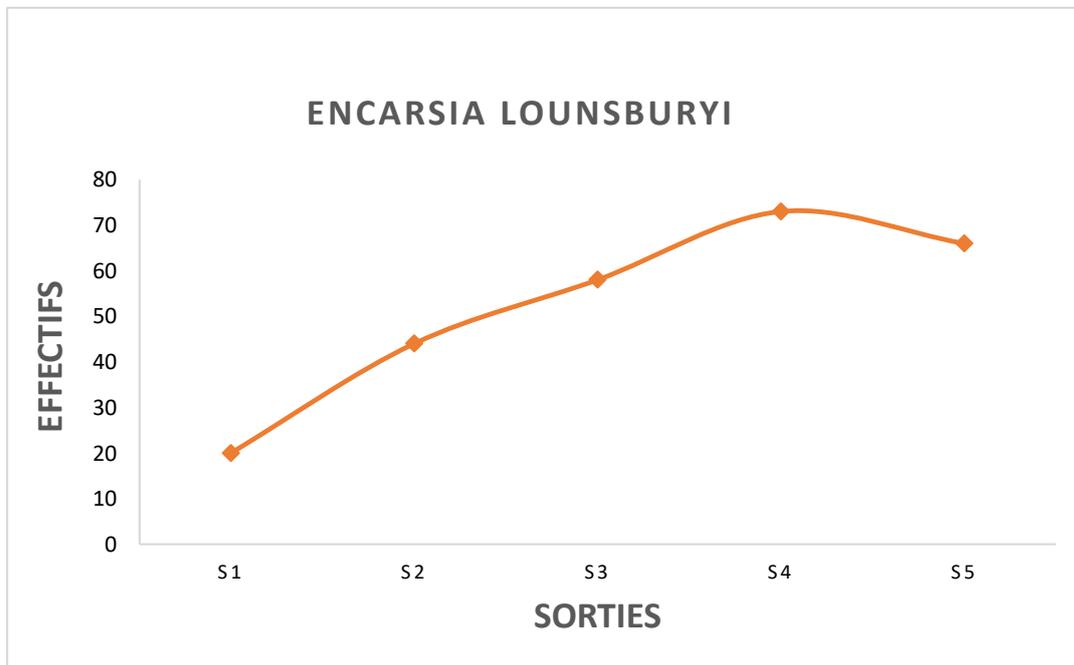


Figure 49 : Evolution moyenne du parasitoïde de *Parlatoria ziziphi* (*Encarsia lounsburyi*).

D'après la figure 49, on remarque que le nombre des effectifs d'*Encarsia lounsburyi* augmente progressivement durant tout la période d'étude, le maximum de capture est enregistré dans la quatrième sortie. En revanche, le nombre des effectifs de cette dernière s'affaiblit en cinquièmes sortie.

3. Évolution spatiale des espèces de cochenilles trouvées durant la période d'étude :

- Les résultats d'évolution spatiale des cochenilles trouvées dans le verger de Chebli sont représentés dans la figure suivante :

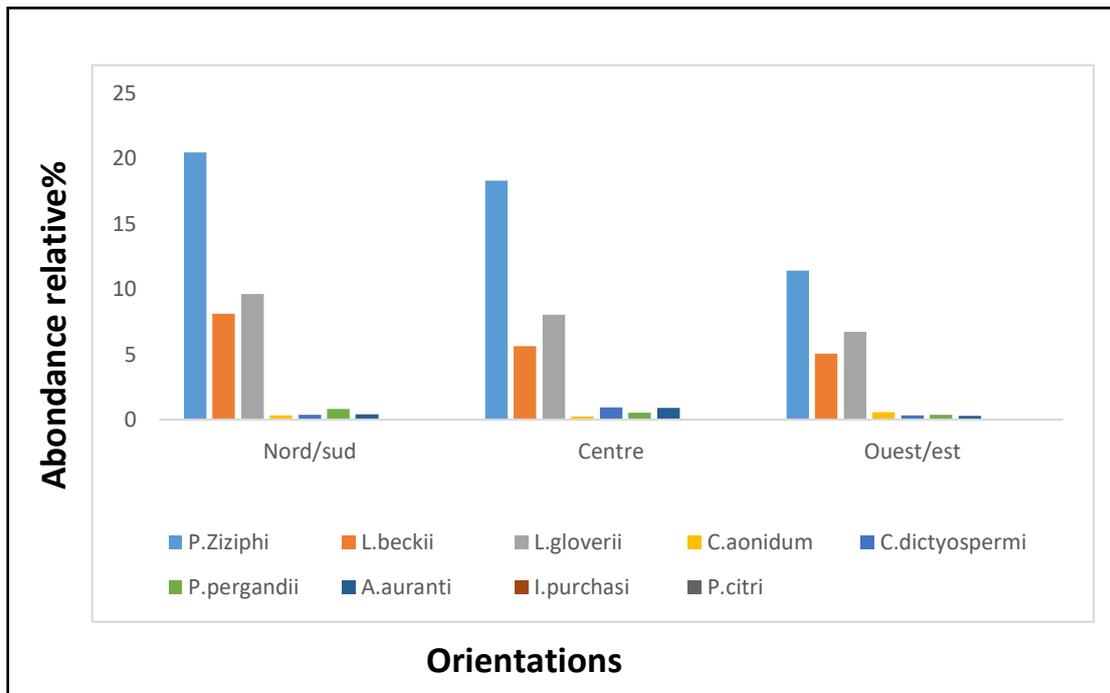


Figure 50 : fluctuations globales des cochenilles trouvées selon les orientations cardinales dans le verger de Chebli.

- D'après la figure, nous remarquons que le verger de Chebli est représenté par plusieurs espèces à savoir *Parlatoria ziziphi*, *Lepidosaphes beckii*, *Lepidosaphes gloverii*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Chrysomphalus aonidum*, *Parlatoria pergandii*, *Aonidiella aurantii*, *Icerya purchasi* et *Planococcus citri*.
- Les cochenilles, *Parlatoria ziziphi*, *Lepidosaphes gloverii*, *Lepidosaphes beckii*, *parlatoria pergandii* sont plus importants au côté Nord/Sud de l'arbre.
- Les cochenilles, *Aonidiella aurantii*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Icerya purchasi*, *Planococcus citri* sont plus important au côté centre de l'arbre.
- La cochenille, *Chrysomphalus aonidum* est plus importante au côté Est/ Ouest de l'arbre.

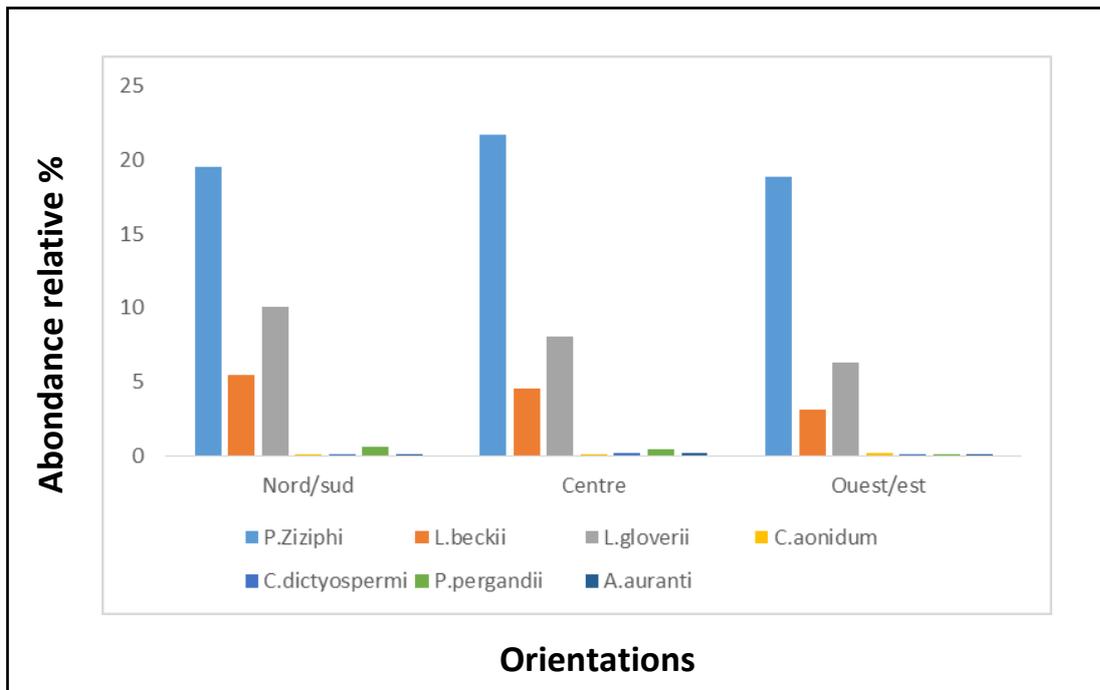


Figure 51 : fluctuations globales des cochenilles trouvées selon les orientations cardinales dans le verger de Mouzaia.

- D'après la figure, nous remarquons que le verger de Mouzaia, est représenté par plusieurs espèces à savoir *Parlatoria ziziphi*, *Lepidosaphes beckii*, *Lepidosaphes gloverii*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Chrysomphalus aonidum*, *Parlatoria pergandii*, *Aonidiella aurantii*.
- Les cochenilles, *Lepidosaphes gloverii*, *Lepidosaphes beckii*, *parlatoria pergandii* sont plus importants au côté Nord/Sud de l'arbre.
- Les cochenilles, *Parlatoria ziziphi*, *Aonidiella aurantii*, *Chrysomphalus dictyospermi* sont plus important au côté centre de l'arbre.
- cochenille, *Chrysomphalus aonidum* est plus importante au côté Est/ Ouest de l'arbre.

DISCUSSION

L'agrumiculture présente un intérêt capital pour un grand nombre de pays à travers le monde, en plus de son rôle alimentaire, les vergers fruitiers représentent le fleuron de l'économie des pays avec un apport de plusieurs millions de dollars annuellement (BOUKOFTANE, 2006). En effet, les infestations et les dégâts en Algérie sont causés principalement par les cochenilles sur toute la bande Nord (BICHE, 2012).

Les cochenilles provoquent le jaunissement des feuilles accompagnées bien souvent de fumagine. La respiration et la photosynthèse de l'arbre sont fortement perturbées par les encroûtements d'individus et par la pellicule de fumagine. Les fortes attaques entraînent l'affaiblissement de l'arbre (ANONYME, 2012).

Cette étude nous a permis d'établir un suivi spatiotemporel dans les différentes directions cardinales de l'arbre ; pour mettre en évidence la présence, la dynamique et la diversité des espèces dans un verger d'oranger Thomson. L'étude de ces derniers va permettre d'avoir la possibilité de lutter contre ces ravageurs dans le but d'améliorer les vergers d'agrumes.

Selon TAKARLI (2012), l'espèce *Parlatoria ziziphi* préfère le Centre de la fronde de l'arbre, alors que selon MEZIANE (2007), les expositions Nord et Centre sont celles les plus favorables pour le développement de la cochenille, cette cochenille préfère les endroits ombragés à l'abri de la lumière.

Selon CHELGHOUM (2014), l'espèce *Parlatoria ziziphi* a été trouvée dans le sud de l'arbre.

De point de vue répartition spatiale, nous avons remarqué une préférence d'installation dans le centre d'arbre par *Aonidiella aurantii* et *Chrysomphalus dictyospermi*, et dans l'Est par *Chrysomphalus aonidum*.

Nous avons remarqué que l'espèce *Parlatoria ziziphi* est beaucoup plus dans la direction Nord/Sud de l'arbre du verger d'étude de Chebli et dans le centre du verger d'étude de Mouzaia.

Selon BICHE & BOURAHLA en 1993 et BICHE & SELLAMI en 1999, l'*Aonidiella aurantii* présente une affinité plus ou moins marquée pour l'orientation centre : l'espèce recherche les milieux les moins ensoleillés qui lui procurent les conditions les plus favorables à son développement. Dans notre étude, nous avons trouvé *Aonidiella aurantii* beaucoup plus dans l'orientation centre.

Les directions cardinales ont un effet significatif sur la densité des cochenilles. Plusieurs auteurs ont trouvé que ces derniers préfèrent la direction sud de la canopée à raison de son microclimat spécifique (ALEXANDRAKIS et MICHELAKIS, 1980 ; RODRIGO et GARCIA-MARI, 1994 ; CAMPOLO et al., 2014), alors que d'autres ont trouvé que la cochenille *Aonidiella aurantii* présente une tendance vers le centre de l'arbre (Biche et al., 2012).

D'après plusieurs auteurs, la relation entre la température et le développement des insectes a un effet important sur la dynamique saisonnière des populations (REGNIERE et al., 2012).

D'autres ont dit que ce facteur n'est que l'un de nombreux facteurs écologiques pouvant influencer la dynamique des populations d'arthropodes, (ROY et al., 2002; KARUPPAIAH et SUJAYANAD, 2012).

Nous pouvons trouver dans les vergers algériens de fortes infestations, la première intervient avec la poussée végétative de printemps, la seconde avec le flash végétatif d'automne. Les conditions du milieu de ces deux périodes sont favorables à l'accélération du rythme des pontes et des éclosions, les températures sont douces et le taux d'humidité est important (BICHE, 2012).

Nous avons enregistré un déclin dans la troisième et quatrième sortie dans le verger de Chebli due à l'application des traitements phytosanitaire de matière active (Chlorpyriphos 480%) dans la semaine qui précède, alors que un pic enregistré dans la cinquième et sixième sortie, selon (TAKARELI et al., 2015) l'augmentation du nombre de cochenilles remarqués est le résultat de fortes pluies causant la fuite des auxiliaires, ou en tant que ravageurs les cochenilles résistent à la lutte chimique en se protégeant avec leur bouclier ; plusieurs méthodes alternatives sont disponibles où restent à mettre au point pour le contrôle de leur population.

Selon BICHE (2012), le nombre de générations de *Parlatoria ziziphi* varie entre 3 et 4 selon les conditions climatiques et le milieu, elles sont toutes chevauchantes, les individus de tous les stades de développement peuvent être observé durant toute l'année.

La cochenille *Aonidiella aurantii*, non contrôlé, est capable de détruire complètement les vergers contaminés en deux à trois années (GUIROUA et al., 2003). D'après certains auteurs, cet insecte peut développer trois générations par an dans le climat algériens ; en coïncidence avec les trois poussées de sève (BELGUENDOZ-BENKHELFA et al., 2013). L'abondance trouvé dans les deux vergers et surtout dans le verger de Mouzaia était faible, cela peut être dû à la variété d'oranger qui se caractérise par la présence d'un nombre important de glande huileuse et qui peuvent diminuer à leurs tours les attaques (HABIB et al., 1972). Dans le verger de Mouzaia, l'abondance du pou rouge est très faible, cela probablement dû à la masse foliaire faible il s'agit d'un jeune verger par rapport au verger de Chebli, puisque selon plusieurs auteurs, cet insecte aime les milieux ombragés (BICHE, 2012).

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

CONCLUSION GÉNÉRALE

Ce travail s'intègre dans le cadre de l'étude de la structuration des communautés des cochenilles. Il a pour objectif d'estimer les effets des orientations cardinales, facteurs environnementaux sur la disponibilité et la diversité spatiotemporelle de ces espèces.

L'espèce *Parlatoria ziziphi* est la plus dominante et représentative du point de vue d'abondance relative dans les deux vergers, suivi par *Lepidosaphes gloverii* puis *Lepidosaphes beckii*.

Concernant la répartition spatiale, nous avons remarqué que les directions cardinales ont un effet important sur la répartition des espèces dans la canopée de l'arbre. Certaines comme *Parlatoria ziziphi*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Aonidella aurantii*, *Icerya purchasi* et *Planococcus citri* ont présenté une préférence vers le centre de l'arbre, alors que les autres espèces préfèrent les parties les plus ensoleillées.

En perspectives, il serait judicieux de faire un inventaire de ces cochenilles tout au long de l'année et en fonction des poussés de sève pour avoir une idée exacte sur la bioécologie de ces ravageurs de nos vergers d'agrumes et leurs auxiliaires et cela dans le cadre de l'application d'une lutte intégrée. Il serait intéressant de faire l'inventaire dans des vergers jeunes et âgés pour vérifier l'influence de l'âge d'un verger sur la biodiversité des cochenilles.

Il serait intéressant aussi d'étudier la dynamique des populations de ces insectes dans différents étages bioclimatiques.

Concernant l'effet des directions cardinales, il serait intéressant aussi d'approfondir les études pour confirmer la différence entre nos résultats et les résultats des autres auteurs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

ADJDIR Z. et BENSNOUCI A., 2009. Bilan d'une Agrumeraie.cas de la ferme pilote Moussadek Abdalkader (Remchi Wilaya de Tlemcen). Mémoire d'ingénieur, Univ, Tlemcen, 81 p.

ANONYME, 2007. Agriculture et développement. Revue de vulgarisation et de communication. N004, INVA, 71p.

ANONYME., 2006. Développement des agrumes et de l'olivier. ITAF. Séminaire, Oran le 17/07/2006.

ANONYME, 2019. Journal El moujahid. Production d'agrume à Blida plus de quatre millions de qx prévus, vol 2, p.11. [En ligne]. Disponible sur: << www.elmoujahid.dz >> (consulté le 05/06/2020).

ANONYME., 2008. Les cochenilles vertes (Coccus Viridis).ED, CIRAD.

Consulté le 08/05/2020 au site web : <http://www.techagrumes.educagri.fr/fiches-dinformation/ravageurs/lescochenilles/#>.

ANONYME., 2009. Formations aux métiers de l'agriculture de la forêt, de la nature et des territoires : les cochenilles. Ed. EDUTER-CNERTA, consulté le 17/06/2020 au site web : <http://www.techagrumes.educagri.fr/fichesdinformation/Ravageurs/les-cochenilles/#c417>.

ANONYME., 2010.La production d'agrume dans le monde. Ed : CNUCED : Conférence des Nation Unies sur le Commencer et Développement .Consulté le : 25/02/2014 au site web : www.unctad.info/fr/Infocomm/ProduitsAgricoles/Agrumes/Marche/.

ANONYME., 2013.Agence Nationale de Développement de L'investissement (ANDI).201. Aonidiella aurantii Mask (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier dans la région applications à trois espèces nuisibles. Ann. Zool. Ecol. Anim., 8 (1): 5 -15pp.

AUBERT B. et VULLIN G., 1997. Pépinière et plantation des agrumes. Ed .Cirad . Quae .France.184p.

AUBERT B., 2004. Pépinière et plantation des agrumes. Ed.Cirad.france.184p.

AYRESS A J., 2001. Le contrôle des maladies des agrumes au Brésil. Symposium sur les agrumes chine/FAO 2001. pp 109-117.

BACHE M., 2004. Agrumes : Comment les choisir et les cultiver facilement .Ed .INRA, Paris .210p .

BAILET J-M., 2011.Les ravageurs des Agrumes. Journée Biologique du Phoenix, 405, Promenade des Anglais, 06200 Nice, pp9-13.

Références bibliographiques

- BELGUENDOZ R., (2006):** Biosystématique des cochenilles diaspidines (Diaspididae) d'Algérie. Mem.Magist., Inst. Nat. Agron, El Harrach (Alger), 194p.c417.
- BELGUENDOZ R., 2014-**Relations plantes hôtes-cochenilles diaspidines sur les agrumes (citrus spp) en Algérie : cas de *Parlatoria ziziphi* (Lucas, 1853) (Homoptera : Diaspididae), thèse doctorat, école nationale supérieure agronomique –el Harrach Alger, 325p.
- BERTIN Y. et FLHOR C., 2002.** Note technique sur la culture des agrumes. Projet d'appui aux producteurs de fruits des marquises, 17 p.
- BICHE M., 2012.**les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et ennemis naturels. Algérie.35p.
- BRUNNSTEIN E., 2005.** La mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella*. Fiche technique no1, labovert, FREDON, 2p.
- BULL C.T., DE BOER S.H., DENNY T.P., FIRRAO G., FISCHER-LE SAUX M., SADDLER G.S., SCORTICHINI M., STEAD D.E. et TAKIKAWA Y., 2010.** Comprehensive list of names of plant pathogenic bacteria, 1980–2007. *Journal of Plant Pathology*, 92(3), pp 551–592.
- CASSIN J., 1983.** Diversification agricole et travaux de la station de recherche agronomiques de son Guiliana en Corse. Colloque agrumicole du CLAM. Ed. catarriapaterno- Italie.
- CAYOL J.P., CAUSSE R., LOUIS C. et BARTHES J., 1994.** Medfly *Ceratitis capitata* as a Not victor in laboratory condition. *Journal of applied Entomology* N°117, pp 338-343.
- CHAHBAR N., 2004.** Dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella* station 1856 (Lepidoptera- Gracillariidae) sur citrus près de Rouïba. Influence des extraits foliaires et des huiles minérale sur l'ovipositeuse de mineuse en pépinière. Thèse Mag, INA, El Harrach, 179p.
- CHELGHOU M., 2014.**Contribution à l'étude éco-éthologique des cochenilles des agrumes dans la région de Gualma. Thèse master. Univ. Gualma. 87P
de Boufarik. Mém. Ing. Agro., Inst. Nat. El-Harrach, Alger, 59p.
- DUYCK P.F., 2005.** Compétitions interspécifique et capacités invasives. Le cas des Tephritidae. De l'île de La Réunion. Thèse Doctorat en biologie animale, Université de la Réunion, 93p
- Ebeling W. (1959):** Subtropical Fruit Pests. University of California Press, Los Angeles. 436 p.
- Fasulo, T.R. and Brooks, R.F. (2004):** Scale Pests of Florida Citrus, series ENY-814 of the Entomology and Nematology. <http://www.edis.ifas.ufl.edu/>.
- GAUTIER M., 1987.** Arbre fruitière. Volume II .les production fruitière. 2ème Ed. Tec et Doc., 655p.
- Gherbi R., 2008-**Impact du complexe coccinelles coccidiphages-parasites hyménoptères dans des peuplements de cochenilles diaspidines (Homoptera, Diaspididae) sur agrumes à Rouïba, thèse magistère, école nationale supérieure agronomique-El Harrach ,100p.

Références bibliographiques

GOTO M., 1992. Citrus canker. In J. Kumer, H.S. Chaube, U.S. Singh and A.N. Mukhopadhyay, eds. Plant diseases of international importance. Vol. III, Diseases of fruit crops, pp 170–208. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall.

GRAHAM J. H. et TIMMER L.W., 2003. Phytophthora diseases of citrus. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 11p.

GRISONI M., 2003. La culture des agrumes à l'île de la réunion. 2ème Ed. Lavoisier. Paris cedex, France, 260 p.

IMBERT E., 2005. Méditerranéen Citrus. CLAM Économico commission secretary. Department of the Cirad. Market News service. Fruit rop monthly.

ITAF., 1995. Conduite d'un verger d'agrumes. ITAF, Algérie.

JARDINER MALIN NATURE ET JARDIN. « Fumagine : lutte et traitement bio ». [en ligne], juil, 2015, <<https://www.jardiner-malin.fr>>, (consulté le 26 Mai 2020).

KLOTZ L.J. et FAWCETT H.-S., 1952. - Maladies des Citrus. Ed. Setco, Institut des Fruits et Agrumes coloniaux, France, 152 p.

KNAPP, CHAIR J.L., ALBRIGO L.G., BROWING H.W., BULLOCK R.C., HEPPNER J.B., HALL D.G., HOY M.A., NGUYEN R., PENA J.E. et STANSLY P.A., 1995. Citrus leafminer, phyllocnistis citrella stai ton, current status in florida, p 1-34.

Krache F et Bendenia S., 2018- Etude bioécologique de l'entomofaune de deux espèces d'agrumes (oranger et citronnier) dans la région de Mostaganem, thèse Master, univ. Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 175p.

LINUS., 2011. RAVAGEURS DE NOS JARDINS. à Nice, France. Mém. Institut

LOUSSERT R., 1985. Les agrumes arboriculture, ed. Baillié, paris. 136 p.

LOUSSERT R., 1989 a. Les agrumes ; production .Paris :Ed Lavoisier. Volume II, 125p. 62

LOUSSERT R., 1987 b. les agrumes, l'arboriculture, Ed. Balliére, Paris 136p

LOUSSERT R., 1987a. Les agrumes ; arboriculture .Paris : Ed Lavoisier .Volume I, 113 P. 60

LOUSSERT R., 1989a. Les agrumes production. Ed. Sci, Univ, Vol, 2, Liban, 280p.

LOUSSERT R., 1989c. Les agrumes : arboriculture. Vol, 1. Ed. lavoisier, Paris, France, 113p.

LOUSSERT R., 1989d. Les agrumes : production. Vol. 2. Ed. Lavoisier, Paris, France, 125p.

MERAHI K., 2002. Contribution à l'étude de la population du pou de Californie

Miller, D.R. and Davidson, J.A. (2005): Armored Scale Insect Pests of Trees and Shrubs. Cornell Univ Press, Ithaca, NY. 442 pp.

MOREL., 1969. le livre des arbres et arbustes et arbrisseaux. 1er Ed. 512p

Océanogr. Ed. Paul Ricard. 113p.

Références bibliographiques

- Ortu, R., Pollini, K. and Kobbe, C. (2002):** Mealybugs : Identification and Behavior Aspen
- PRALORAN J. C., 1971.** Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicale. Ed. G.-P.Maisonneuve et Larose, Paris, 565 p.
- PRALORAN J. C., 1971.** Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicale. Ed. G.-P.Maisonneuve et Larose, Paris, 565 p.
- PRALORAN J. C., 1971.** Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicale. Ed. G.-P.Maisonneuve et Larose, Paris, 565 p.
- Publishers Inc., Gathersburg, 210 p.
- QUILICI S., 2003b.** Analyse du risque phytosanitaire (ARP); organisme nuisible : *Parlatoria ziziphi* sur les agrumes, 28 p
- REBOUR H., 1948.** La culture des agrumes en Algérie. Série économique : agriculture, no49, 4p.
- REBOUR H., 1966 a .** Les agrumes .5ème édition .J.B .Bailliez, 269 p.
- RIGAMONTI I., 2005.** *Ceratitis capitata* in Lombardia. Quaderni Della Ricerca N°47, Copyright Regione Lombardia, 40p.
- ROISTACHER C.N., 1991.** Graft transmissible diseases of Citrus. In handbook for detection and diagnosis. FAO. Rome Ed. 286p.
- SAYAH H ., 2000.** Contribution à l'étude du nématode des agrumes dans la région d'EL .Taraf et Guelma. Mémoire Ing. Univers. Annaba. 68
- Sigwalt B., (1971) :** Les études de démographie chez les cochenilles Diaspines à l'oranger en
- SWINGLE W.T., 1948.** Citrus industry chaps IV (the botany of Citrus and its wild relatives of the orange Subfamily). Univ. of California Press, Berkeley and Los Angeles, 605 p.
- TAHIRI A., 2007.** Les maladies virales des agrumes. Département de protection des plantes, ENA Meknés, Maroc, 10p.
- TAKARLI F., 2012.** Eco-éthologie de la cochenille noire *Parlatoria ziziphi* LUCAS (homoptera) sur Clémentinier de Mitidja. Mem. Magi Agro, Blida (Algérie) ,126P.
- TAKARLI F., BELGUENDOZ R., BENRIMA A., 2015.** Etude de la dynamique des populations de *Parlatoria ziziphi* LUCAS sur clémentinier dans la région de Mitidja. Agrobiologia, Blida (Algérie) N°7, 25p.
- Tunisie. Cas particulier d'une espèce à générations chevauchantes : *Parlatoria ziziphi* Lucas,
- WALALI L., SKIREDJ A. et ELATTI H., 2003.** Transfert de la technologie en agriculture, fiche technique (bananier, la vigne et les agrumes). Ed. PNTTA. Maroc. 3p.
- WHITE I.M. et ELSON-HARIS M.M., 1992.** Fruit Flies of Economic Significance: their identification and bionomics. C.A.B. ACIAR, 601p.