

UNIVERSITE BLIDA-1-
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département de biotechnologie

MÉMOIRE DE MAGISTER

En sciences agronomiques
Spécialité : Biodiversité et bioprotection

EVALUATION DU POTENTIEL DES COMMUNAUTES AUXILIAIRES SPECIFIQUES AUX ECOTOPES DES RAVAGEURS DANS DES REGIONS AGRUMICOLES D'ALGERIE

Par

Farid HAMAS

Devant le jury composé de :

DJAZOULI. Z.E	Professeur	U. Blida 1	Président
GUENDOZ-BENRIMA. A	Professeur	U. Blida 1	Promotrice
KARA. F.Z	Professeur	U. Blida 1	Examinatrice
BOUNACEUR. F	Professeur	U. Tiaret	Examineur

Blida, Février 2018

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie **Dieu** de m'avoir donné la force et le courage nécessaire pour réaliser ce travail.

Je tiens à témoigner et exprimer toute ma gratitude et tout mon respect à ma promotrice professeure GEUNDOUZ BENRIMA A., pour avoir accepté de m'encadrer et pour toute l'aide précieuse et généreuse sa patience, sa compréhension, ses qualités humaines, ses conseils et ses intérêts portés pour le sujet tout en croyant et en me faisant confiance.

Mes remerciements et reconnaissances s'adressent aux membres de jury qui m'ont fait l'honneur de juger ce travail de thèse :

À, Monsieur DJAZOULI Z.E Professeur au département de biotechnologie de l'université de Blida –1- d'avoir eu l'amabilité d'accepté de présider le jury de soutenance.

À, Mme KARA F.Z Professeur à la faculté de biologie de l'université de Blida – 1- qui me fait l'honneur d'examiner mon travail .

À, Monsieur BOUNACEUR F Professeur à l'Université de Tiaret de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.

Je remercie particulièrement Monsieur MAHDJOURI DJ pour sa précieuse présence à mes côtés et à toute l'aide précieuse et généreuse sa patience son soutien et les conseils scientifiques prodigués.

Je tiens à remercier Mr YEKEN Rachid et Mr BAHOUICHE Rachid de m'avoir donné l'opportunité de réaliser mon travail au sein de leurs fermes à IDERAKEN (wilaya de Bejaia).

Un merci particulier à ma famille en qui j'ai trouvé un soutien constant et pour leurs encouragements. Je remercie également toute personne ayant contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

RESUME

EVALUATION DU POTENTIEL DES COMMUNAUTES AUXILIAIRES SPECIFIQUES AUX ECOTOPES DE RAVAGEURS DANS DES REGIONS AGRUMICOLES D'ALGERIE

Notre travail a été réalisé dans deux vergers agrumicoles à Timezrite de la wilaya de Bejaia, L'étude biocénotique comparative entre les deux communautés entomologiques des deux vergers montre que la diversité est corrélée directement aux fréquences saisonnières et l'emploi répétitif des insecticides. L'analyse factorielle des correspondances a montré que de nombreux espèces auxiliaires sont groupées, ces populations ont nettement régressés dans la station traitée, il en y de même pour l'espèce *Semidalis aleurodiformis*. Présente que dans le verger non traité. L'inventaire des espèces entomologiques a révélé la présence de de 21 familles dont 5 familles prédatrices avec l'abondance de la famille des Coccinellidae, et 16 familles sont des parasitoïdes appartenant à l'ordre des hyménoptères, la Classification Ascendante Hiérarchique ainsi définis révèle la présence de potentialités contrastées (intragilde, compétition) pour le complexe auxiliaire dont ils permettront de mieux dominer et caractériser les biotopes des citrus.

Mots clés : Auxiliaire, Insecticides, parasitoïdes, *Semidalis aleurodiformis*, citrus.

ABSTRACT

EVALUATION OF THE POTENTIAL OF SPECIFIC AUXILIARY'S COMMUNITIES IN PESTS ECOTOPS OF SOME *CITRUS* ORCHARDS IN ALGERIA

Our study has been realized in two *Citrus* orchards in Timezrite (Bejaya), comparative biocenotic study between the entomological communities of the two orchards show us that the diversity is directly correlated with seasonal frequencies and the use of pesticides. Factorial correspondence analysis has shown that many auxiliaries species are divided into groups, these populations are clearly decreased under the use of pesticides, such as *Semidalis aleurodiformis*, present only in the exempt orchard from pesticides. The inventory of the entomological species has revealed the presence of 21 families with only 5 families of predators and the rest of the families are parasitoids of the order Hymenoptera. Cluster analysis show contrasted potentials for the auxiliary complex (competition) that allow for more domination and characterization in *Citrus* biotopes.

Key words: Auxiliary, pesticides, parasitoids, *Semidalis aleurodiformis*, *Citrus*,

ملخص

تقييم إمكانيات المجتمعات المساعدة الخاصة بمكافحة الآفات في المناطق الحامضية في الجزائر

أجريت دراستنا في بستانين من الحمضيات في تيمزريت ولاية بجاية، تبين الدراسة ان المقارنة التعايشية بين المجتمعات الحشرية لكل من البستانين تبين أن التنوع مرتبط ارتباطا مباشرا مع الترددات الموسمية والاستخدام المتكرر للمبيدات الحشرية. وقد أظهرت تحليل احصائي أن العديد من الحشرات المساعدة متجمعة، وهذه الاخيرة قد انخفضت بشكل ملحوظ في البستان المعالج، وينطبق الشيء نفسه على *Semidalis aleurodifformis*. الموجود فقط في البستان غير المعالج، دراسة تعداد الأنواع الحشرية كشفت عن وجود 21 عائلة منها 5 عائلات مفترسة الحشرات الضارة ، و16 عائلة من الطفيليات التي تنتمي لرتبة غشائيات الأجنحة، وكما يكشف Classification Ascendante Hiérarchique عن وجود تناقضات لمركب الحشرات المساعدة الذي يسمح للسيطرة بشكل أفضل وتميز مواقع الحمضيات.

الكلمات المفتاحية: الحمضيات، مبيدات الحشرات، الطفيليات, *Semidalis aleurodifformis*.

LISTE DES ILLUSTRATIONS ET GRAPHIQUES

Figure 1.1. Classification et phylogénie des agrumes (Jacquemond <i>et al.</i> , 2013).....	17
Figure 1.2. Planches illustratives de <i>Citrus sinensis</i> (oranger doux). (A) Branche, fleurs et fruits d'oranger doux (Köhler, 1887) ; (B) Coupe transversale d'orange douce (Praloran, 1971).....	19
Figure 1.3. Origine géographique et dispersion des agrumes dans le monde (Jacquemond <i>et al.</i> , 2013).....	21
Figure 1. 4. Répartition géographique de la production mondiale d'agrume (Anonyme ,2013).....	25
Figure 1. 5. Répartition des vergers d'agrumes en Algérie par wilaya (Anonyme, 2006).....	26
Figure 1. 6. Evolution de la production des agrumes en algerie entre (2002-2014) (statistiques ITAFV).....	27
Figure 3. 1. Limite géographique de la wilaya de Bejaia, et de la commune de Timezrite (Anonyme, 2011).....	53
Figure 3. 2. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de bejaia (A :2006 à 2015 B :2015).....	57
Figure 3. 3. Localisation de la wilaya de Bejaia dans le climagramme D'EMBERGER	59
Figure 3.4. Situation des sites expérimental de la région de Bejaia (Google Earth, 2015).....	60
Figure 3.5. Dispositif expérimental sur la parcelle d'étude.....	63
Figure 3.6. Matériels utilisé sur terrain (a : loupe de poche ; b : cercle en métal; c : plaque jaune englués (Originale ,2015).....	64
Figure 3.7. Matériels utilisé au laboratoire (Originale ,2015).....	64
Figure 4.1: Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel AFC.....	76
Figure 4.2: Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel CAH.....	77

Figure 4.3. Evolution temporelle des groupes fonctionnelles durant l'année d'étude.	78
Figure 4.4. Effectifs moyens annuels des groupes fonctionnelles.....	79
Figure 4.5. Abondances relatives comparées des différentes familles d'auxiliaires dans les deux vergers pendant la saison hivernale.....	83
Figure 4.6. Abondances relatives comparées des différentes familles d'auxiliaires dans les deux vergers pendant la saison printanière.....	84
Figure 4.7. Abondances relatives comparées des différentes familles d'auxiliaires dans les deux vergers pendant la saison estivale.....	84
Figure 4.8. Abondances relatives comparées des différentes familles d'auxiliaires dans les deux vergers pendant la saison automnale.....	85
Figure 4.9. Variation des abondances relatives des différentes catégories d'auxiliaires dans les deux vergers.....	87
Figure 4.10. Ajustement des fluctuations des abondances des communautés entomologiques des quatre saisons au model Motomura dans les deux station d'études.....	89
Figure 4.11. Variabilité d'apparition des espèces d'auxiliaires dans les communautés spécifiques pendant la saison hivernale dans les deux vergers.....	91
Figure 4.12. Variabilité d'apparition des espèces d'auxiliaires dans les communautés spécifiques pendant la saison printanière dans les deux vergers.....	92
Figure 4.13. Variabilité d'apparition des espèces d'auxiliaires dans les communautés spécifiques pendant la saison estivale dans les deux vergers.....	93
Figure 4.14. Variabilité d'apparition des espèces d'auxiliaires dans les communautés spécifiques pendant la saison automnale dans les deux vergers.....	94
Figure 4.15. Evolution temporelle des captures de : (a) l' <i>Aleurothrixus floccosus</i> et (b) son parasitoïde <i>Cales noacki</i>	97
Figure 4.16. Evolution temporelle : (a) des larves de la mineuse des agrumes <i>Phyllocnistis citrella</i> et (b) son parasitoïde <i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	99

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1. Température de l'année 2006-2015.....	55
Tableau 3.2. Température de l'année 2015(Béjaia).....	55
Tableau 3.3. Les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année expérimentale 2015(bejaia).....	55
Tableau 3.4. Moyennes mensuelles de la vitesse du vent pour l'année expérimentale 2015.....	56
Tableau 3.5. Programme de traitements des agrumes Compagne 2015/2016 pour le verger traité.....	62
Tableau 4. 1. Inventaire des espèces entomologiques dans les deux stations d'oranger de Bejaia (Algérie).....	69
Tableau 4. 2. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques des deux vergers.....	73
Tableau 4. 3 : Analyse MANOVA des effectifs moyens selon les groupes fonctionnels dans les deux vergers.....	80
Tableau 4.4. Effet des traitements sur les groupes fonctionnels.....	80
Tableau 4. 5. Pourcentage de présence et d'absence des espèces inventoriées dans les deux vergers.....	81
Tableau 4.6. Résultats des comparaisons des diversités des communautés saisonnières des espèces dans les deux vergers.....	90

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

RESUME

ABSTRACT

ملخص

LISTE DES ILLUSTRATIONS ET GRAPHIQUES 6

LISTE DES TABLEAUX..... 8

INTRODUCTION..... 13

CHAPITRE 1

PRESENTATION DE LA PLANTE HOTE ET ETAT PHYTOSANITAIRE

1.1.	Les agrumes.....	16
1.1.1.	Aspects botaniques des agrumes	16
1.1.1.1.	Origine génétique et taxonomie des agrumes.....	16
1.1.1.2.	Description morphologique des agrumes.....	18
1.1.2.	Origine et diffusion géographiques des agrumes	19
1.1.3.	Ecologie et phénologie des agrumes.....	22
1.1.3.1.	Ecologie.....	22
1.1.3.2.	Phénologie	22
1.1.4.	Importance économique	23
1.1.4.1.	Dans le monde	23
1.1.4.2.	En Algérie.....	25
1.2.	Etat phytosanitaire des agrumes	27
1.2.2.	Les accidents physiologiques	27
1.2.2.1.	Les troubles génétiques.....	27
1.2.2.2.	Les troubles physiologiques	28
1.2.2.3.	Les effets des carences	28
1.2.3.	Les maladies.....	29
1.2.3.1.	Les maladies à virus ou viroses.....	29
1.2.3.2.	Les maladies bactériennes.....	30

1.2.3.3. Les maladies fongiques.....	30
1.2.4. Les principaux ravageurs.....	31
1.2.4.1. Les acariens.....	31
1.2.4.2. Les diptères.....	32
1.2.4.3. Les homoptères.....	33
1.2.4.4. Les lépidoptères.....	34
1.2.4.5. Les nématodes.....	35

CHAPITRE 2

REGULATION NATURELLE ET LUTTE BIOLOGIQUE

Introduction.....	37
2.1. Les interactions multitrophiques.....	38
2.2. La lutte biologique.....	39
2.2.1. Définition.....	39
2.2.2. Les grands types de lutte biologique.....	39
2.2.2.1. La lutte biologique par introduction ou l'acclimatation.....	39
2.2.2.2. La lutte biologique augmentative.....	39
2.2.2.3. La lutte biologique par conservation.....	40
2.2.3. Les organismes utilisés en lutte biologique.....	40
2.2.3.1. Les microorganismes.....	41
2.2.3.2. Les nématodes entomophages.....	42
2.2.3.3. Les prédateurs.....	42
2.2.3.3.1. Principaux Coléoptères prédateurs.....	42
2.2.3.3.2. Principaux diptères prédateurs.....	44
2.2.3.3.4. Les parasitoïdes.....	46

CHAPITRE 3

MATÉRIELS ET MÉTHODES

3.1. Présentation de la région d'étude.....	52
3.1.1. Situation géographique de la wilaya de Béjaïa.....	52
3.1.2. Etude climatique.....	53
3.1.3. Climat de la wilaya de Béjaïa.....	54
3.1.3.1. La température.....	54
3.1.3.2. Pluviométrie.....	55
3.1.3.3. Le Vent.....	55

3.1.4. La synthèse climatique.....	56
3.1.4.1. Diagramme Ombrothermique.....	56
3.1.4.2. Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER).....	58
3.2. Présentation des stations d'étude	60
3.2.1. Présentation des stations d'étude.....	60
3.2.2. Les techniques culturales	61
3.2.3. Calendrier des sorties	62
3.2.4. Méthodologie d'étude	62
3.2.5. Identification des insectes	65
3.2.5.1. Sur terrain.....	65
3.2.5.2. Au laboratoire	65
3.3. Exploitation des résultats	65
3.3.1. Indices écologiques	65
3.3.1.1. Indices écologiques de composition	65
3.3.1.1.1. Richesse totale (S)	65
3.3.1.1.2. Fréquence centésimale ou abondance relative	65
3.3.1.2. Indices écologiques de structure	66
3.3.1.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver	66
3.3.2. Analyse statistique.....	66

CHAPITRE 4

RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1. Inventaire des populations d'insectes dans les stations expérimentales	68
4.2. Caractérisation des communautés entomologiques.....	73
4.2.1. Indices et paramètres écologiques	73
4.2.2. Diversité spécifique (Diversité de Shannon et équitabilité)	73
4.2.3. Diversité entomologique globale.....	74
4.3. Evolution temporelle des groupes fonctionnels dans les vergers d'études	78
4.4. Influence des traitements phytosanitaires sur les groupes fonctionnels	79
4.5. Influence des traitements phytosanitaires sur la présence et l'absence des espèces inventoriées.....	81
4.6. Le complexe auxiliaire des deux vergers: évolution et possibilités de régulation des populations des bioagresseurs	82
4.6.1. Abondances relatives et diversités comparées des familles d'auxiliaires rencontrées dans les deux vergers.....	83

4.6.2. Comparaisons des abondances relatives saisonnière	83
4.6.3. Abondances relatives des espèces au sein des familles.....	86
4.7. Diagrammes rang-fréquence.....	88
4.8. Ordre d'apparition des communautés d'espèces selon les saisons	90
4.9. Evolution temporelle des effectifs de l' <i>Aleurothrixus floccosus</i> et son parasitoïde <i>Cales noacki</i>	95
4.10. Evolution temporelle des effectifs de la mineuse des agrumes <i>Phyllocnistis citrella</i> et son parasitoïde <i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	97
4.11. Discussion générale	100
4.11.1. Evolution temporelle des populations d'auxiliaires	101
4.11.2. Evolution spatiale des populations d'auxiliaires	103
4.11.3. Incidence de l'activité des auxiliaires sur les populations des bio-agresseurs.....	106
4.11.4. Les Coccidiphages et Aphidiphage.....	107
4.11.5. Les Aleurodiphage	113
4.11.6. La mineuse et ses espèces parasites	115
CONCLUSION GENERALE	120
APPENDICE	123
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	140

INTRODUCTION

Au cours du dernier siècle, les systèmes agricoles ont subi de profondes transformations. L'augmentation de la population humaine a nécessité de passer d'un mode de gestion des systèmes agricoles issu de plusieurs siècles d'essais, en relatif équilibre avec le milieu, à un mode de gestion permettant certes une bien meilleure productivité mais parfois au détriment de cet équilibre écologique [1]. Cette évolution du monde agricole a également eu des conséquences au niveau de l'organisation spatiale des paysages.

Les agrumes sont les fruits les plus produits dans le monde, l'Algérie qui été traditionnellement exportatrice d'agrumes éprouve à l'heure actuelle des difficultés à satisfaire les besoins de consommation qui ne cessent de croître sous l'effet de la consommation en fruits frais [2] Non seulement la demande ne cesse de grandir, mais la productivité nationale reste encore faible parce qu'elle connaît des fluctuations qui varient d'une année à une autre. De multiples contraintes contribuent à cette faiblesse en particulier les problèmes liés aux facteurs de productions et les contraintes abiotiques et biotiques, notamment les perturbations et les pertes engendrées par les ravageurs.

Actuellement, On se sert largement des pesticides de synthèse pour lutter contre les insectes ravageurs. Ces produits chimiques sont considérés comme l'arme la plus efficace pour faire face à ces problèmes [3 ; 4] . Le recours abusif à la lutte chimique, prôné au détriment des autres techniques et moyens de lutte, a engendré des situations, parfois irréversibles et des conséquences néfastes sur :

- L'environnement comme l'accumulation de résidus et la pollution des sols
- L'apparition et la généralisation des mécanismes de résistance chez les pathogènes,
 - Le déséquilibre écologique, dû au fait que beaucoup de ces composés de synthèse ont un large spectre d'action, détruisant non seulement les agents nuisibles, mais également les autres populations de l'écosystème.

-Si les répercussions écologiques ne sont pas à démontrer, la santé de l'homme a été aussi affectée directement sur les usagers exposés à ces produits chimiques ou sur la santé des consommateurs à la suite d'accumulations des résidus dans les produits finis.

L'usage des produits pesticides est en constante augmentation à travers tous les pays du monde. Selon les constatations des experts mondiaux, la demande en pesticides est telle que leur quantité de production double pratiquement tous les 10 ans depuis 1945. Ce sont les pays en voie de développement qui les utilisent de plus en plus. Au niveau mondial, la valeur marchande des pesticides est de l'ordre de 32 milliards de dollars, dont 3 milliards pour les pays en voie de développement [5].

Au regard de ces inconvénients, il est important de trouver des solutions alternatives qui permettront de continuer à lutter contre les ravageurs et les phytopathogènes tout en diminuant l'emploi de produits chimiques. Le contrôle des insectes nuisibles réside dans le concept de la lutte intégrée, une approche multidisciplinaire et écologique de gestion des populations de ravageurs qui repose sur l'utilisation concertée d'une variété de méthodes de contrôle, qu'elles soient chimiques, biologiques, culturales, transgéniques, physiques ou autres.

La lutte biologique consiste en l'utilisation d'organismes vivants (insectes prédateurs et parasites, nématodes, agents microbiens) comme «guerriers naturels», pour le contrôle des organismes nuisibles. La lutte biologique s'intègre désormais dans les politiques de recherche et de développement de plusieurs gouvernements et organismes internationaux [6] et soutient une industrie en pleine croissance.

Le succès d'un agent de lutte biologique repose en grande partie sur (i) ses qualités intrinsèques, c'est-à-dire sa capacité à détecter et à exploiter un ravageur, (ii) des phénomènes écologiques de densité-dépendance, dont les réponses fonctionnelles et numériques d'un prédateur face à l'abondance de sa proie, et (iii) le synchronisme des activités entre les ravageurs et leurs ennemis naturels.

En entomologie appliquée, les auxiliaires entomophages utilisés dans la lutte biologique, sont regroupés en deux catégories en fonction de leur mode alimentaire. Ils sont désignés de façon conventionnelle sous les termes de 'prédateurs' et de 'parasitoïdes'. Les prédateurs poursuivent leurs proies pour s'en alimenter, alors que le terme parasitoïde est utilisé pour faire distinguer les organismes parasites dont les larves se développent aux dépens d'un seul hôte [7] et l'adulte est généralement libre et mobile. Selon les estimations, les parasitoïdes représentent entre 8 % à 20 % des espèces d'insectes décrites à ce jour. La majorité des parasitoïdes appartient soit à l'ordre des Hyménoptères (50 000 espèces) ou à l'ordre des Diptères (16 000 espèces) [8].

Les objectifs spécifiques de cette étude se résument comme suit :

- Voir l'influence des traitements chimiques sur les auxiliaires entomophages dans les vergers agrumicoles.
- Inventorier les peuplements des espèces prédateurs et les parasitoïdes dans les vergers agrumicoles et d'acquérir les informations de bases indispensables à l'élaboration de techniques de lutte biologique, faisant intervenir en particulier les ennemis naturels.
- L'évaluation du potentiel des communautés auxiliaires spécifiques des ravageurs d'agrumes.

Notre présente étude s'articule autour de quatre chapitres qui se présentent comme suit : après une synthèse bibliographique sur la plante hôte et les différents bioagresseurs qui s'attaquent et influencent la productivité des agrumes, un deuxième chapitre des généralités sur la lutte biologiques et le cortège auxiliaires spécifique associées au régions agrumicoles, la troisième partie est consacrée à une description générale de la région de Bejaia ainsi que les aspects du milieu naturel qui compose le territoire de la wilaya. Dans le troisième chapitre, nous décrivons la méthodologie d'étude adoptée envers les paramètres de l'étude. Un quatrième chapitre aborde les résultats obtenus et leurs interprétations suivis par une discussion générale de ces résultats.

CHAPITRE 1

PRESENTATION DE LA PLANTE HOTE ET ETAT PHYTOSANITAIRE

1.1. Les agrumes

1.1.1. Aspects botaniques des agrumes

1.1.1.1. Origine génétique et taxonomie des agrumes

Les agrumes sont des angiospermes dicotylédones appartenant à l'ordre des Sapindales et à la famille des Rutacées (sous-famille des Aurantioideae, tribu des Citreae, sous-tribu des Citrinae). Cette famille comprend environ 160 genres et 1900 espèces de plantes [9]. Le groupe formé par les agrumes vrais comprend six genres sexuellement compatibles qui sont : *Citrus*, *Fortunella*, *Poncirus*, *Microcitrus*, *Eremocitrus* et *Clymenia* [10].

Le genre *Citrus* renferme la plupart des agrumes cultivés pour leurs fruits ou leurs huiles essentielles. Deux classifications du genre prévalent. Celle de Tanaka[11] identifie 156 espèces, tandis que celle de Swingle et Reece [12] n'en distingue que 16 espèces. En référence à cette dernière classification, les huit espèces cultivées sont : *C. sinensis* (L.) Osb., l'oranger ; *C. aurantium* L., le bigaradier ; *C. reticulata* Blanco, le mandarinier ; *C. paradisi* Macf., le pomelo ; *C. maxima* (Burn.) Merr., le pamplemoussier ; *C. limon* (L.) Burm., le citronnier ; *C. aurantifolia* (Christm.) Swing., le limettier et *C. medica* L., le cédratier. Ces espèces renferment un grand nombre de variétés.

Certaines études répartissent ces 8 espèces d'importance économique dans 3 grands groupes en fonction des similarités génétiques. Il s'agit du groupe des orangers et mandariniers, du groupe des pomélos et pamplemoussiers et du groupe des limes et citronniers [13]. Dès le milieu des années soixante-dix, des chercheurs se sont penchés sur l'origine génétique des espèces cultivées d'agrumes. Dans un premier temps, il était admis que les agrumes du genre *Citrus* dériveraient de croisements entre trois taxons ancestraux : les pamplemoussiers (*Citrus maxima*), les mandariniers

(*Citrus reticulata*) et les cédratiers (*Citrus medica*) [10 ; 14]. Plus récemment, les études phylogénétiques sur les agrumes ont permis l'ajout d'un quatrième taxon représenté par les papedas (*Citrus micrantha*) [15; 16; 17 ; 18]. Ainsi, les hybridations entre ces quatre espèces ancestrales auraient permis de retrouver toute la structuration génétique qui existe aujourd'hui (Figure 1.1).

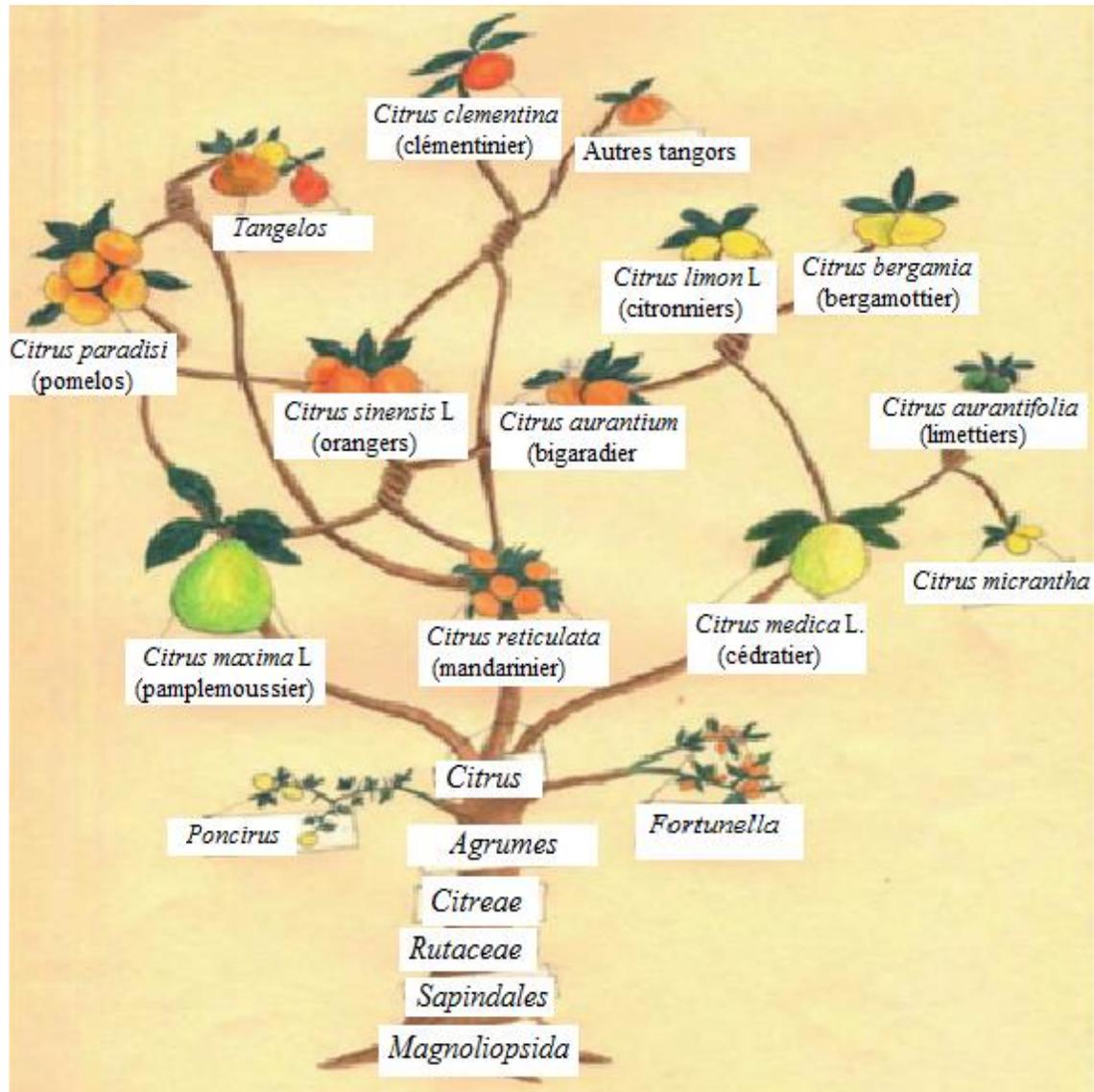


Figure 1.1. Classification et phylogénie des agrumes [19].

L'oranger doux (*Citrus sinensis*) est issu de croisements successifs entre mandarinier et pamplemoussier [19]. L'oranger amer ou bigaradier (*Citrus aurantium*)

est un hybride direct de mandarinier et de pamplemoussier. Dans les deux cas, le pamplemoussier est le géniteur femelle. Le pomelo (*Citrus paradisi*) dérive d'une hybridation entre un oranger doux et un pamplemoussier. Il peut lui-même être croisé avec un mandarinier pour donner les tangelos. Le clémentinier (*Citrus clementina*) est issu d'un croisement entre un oranger doux et un mandarinier, croisement qui donne aussi d'autres tangors. Le citronnier semble dériver d'un croisement entre un oranger amer et un cédratier. En étant lui-même croisé avec un bigaradier, il donnerait le bergamottier (*C. bergamia*). Quant au limettier (*C. aurantifolia*), il provient de l'hybridation d'un cédratier avec un papéda.

1.1.1.2. Description morphologique des agrumes

Les agrumes sont des arbres ou arbustes allant de trois à quinze mètres de haut [20]. Leurs feuilles sont luisantes, simples ou trifoliées, persistantes et présentent généralement un pétiole ailé (Figure 1.2-A). Les branches sont souvent munies d'épines plus ou moins grandes. Les fleurs sont hermaphrodites et possèdent généralement cinq pétales blancs (parfois teintés de rose) et 20 à 40 étamines entourant l'ovaire fixé sur un disque nectarifère [21]. Les feuilles et fleurs produisent des essences ayant une odeur caractéristique. Les fruits sont de taille et de forme variables en fonction des variétés d'agrumes. Ils sont de deux parties: la peau également appelée péricarpe et la pulpe appelée aussi endocarpe. Le péricarpe est composé d'un épicarpe qui correspond au flavédo et d'un mésocarpe qui correspond à l'albédo (Figure 1.2-B). Le flavédo peut être vert ou jaune à rouge en fonction de sa composition en flavonoïdes (pigments) et présente des glandes schizolysigènes contenant des essences conférant leur odeur caractéristique aux agrumes.

L'albédo est plus ou moins épais selon les espèces ; il peut aller de quelques millimètres chez certaines mandarines à plus de cinq centimètres chez certains cédrats ou pamplemousses. Quant à l'endocarpe, il est constitué de différents segments ou carpelles contenant des poils à jus et des pépins et entourés d'une membrane appelée septa (Figure 1.2-B).

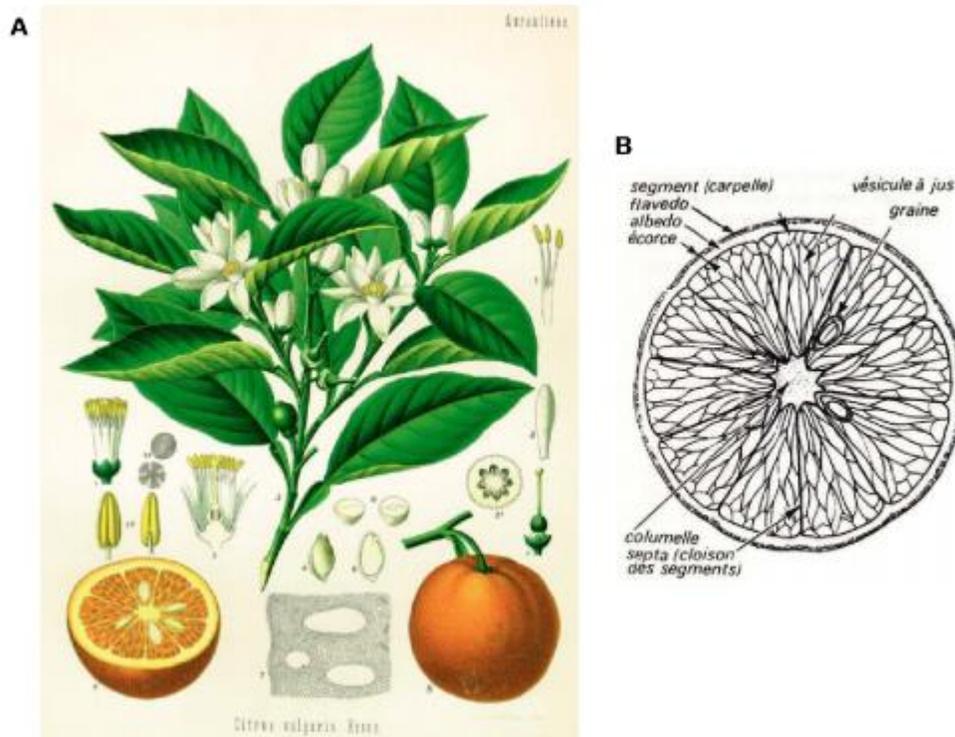


Figure 1.2. Planches illustratives de *Citrus sinensis* (oranger doux). (A) Branche, fleurs et fruits d'oranger doux (Köhler, 1887) ; (B) Coupe transversale d'orange douce[21].

1.1.2. Origine et diffusion géographiques des agrumes

Les agrumes sont originaires du sud-est asiatique [22](Figure 1.3) et en particulier d'un foyer principal comprenant le nord du Myanmar et la région Assam [23]. Ils se seraient ensuite dispersés vers des centres secondaires à l'ouest (sud de l'Himalaya et Inde), à l'est (Chine du sud) et au sud (péninsule indochinoise). Il existerait deux autres centres secondaires d'origine des agrumes qui sont la région côtière de la Chine du sud (îles de Haïnan, Taïwan et sud du Japon) et l'Insulinde jusqu'aux îles Samoa et Fidji. Il semblerait que l'agrumiculture existe depuis le premier millénaire avant J.-C. en Inde et en Chine [21]. La diffusion des agrumes à travers le Monde s'est faite très lentement. Cependant, ce ne serait qu'à partir des XIXème et XXème siècles qu'elle se serait répandue dans le monde entier [19] (Figure 1.3). Selon, Praloran [21], c'est aux alentours de l'an 1400, après le voyage de Marco polo en Chine (1287), que les Portugais introduisaient l'oranger en Méditerranée.

Le premier agrume introduit dans le bassin méditerranéen serait le cédrat à l'époque d'Alexandre le Grand (III^{ème} siècle avant J.-C.), qui avait des usages cosmétiques et pharmaceutiques. Il semblerait que les autres variétés d'agrumes (en particulier l'oranger, le bigaradier et le citronnier) ne soient arrivées en Occident qu'à partir du X^{ème} siècle, lors des échanges commerciaux entre le bassin méditerranéen et l'Asie. Par la suite, les orangers furent introduits au Maghreb et à l'ouest de la Méditerranée par les Maures. Le second voyage de Christophe Colomb en 1493 a permis l'implantation des agrumes aux Caraïbes qui ont ensuite été dispersés sur tout le continent américain aux XVI^{ème} et XVII^{ème} siècles.

Il est à noter que contrairement aux autres agrumes (dont les pamplemousses), les pomelos sont originaires de l'île Barbade dans les Caraïbes [24]. Finalement, les mandariniers et clémentiniers ne sont apparus en Europe qu'aux XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles respectivement.

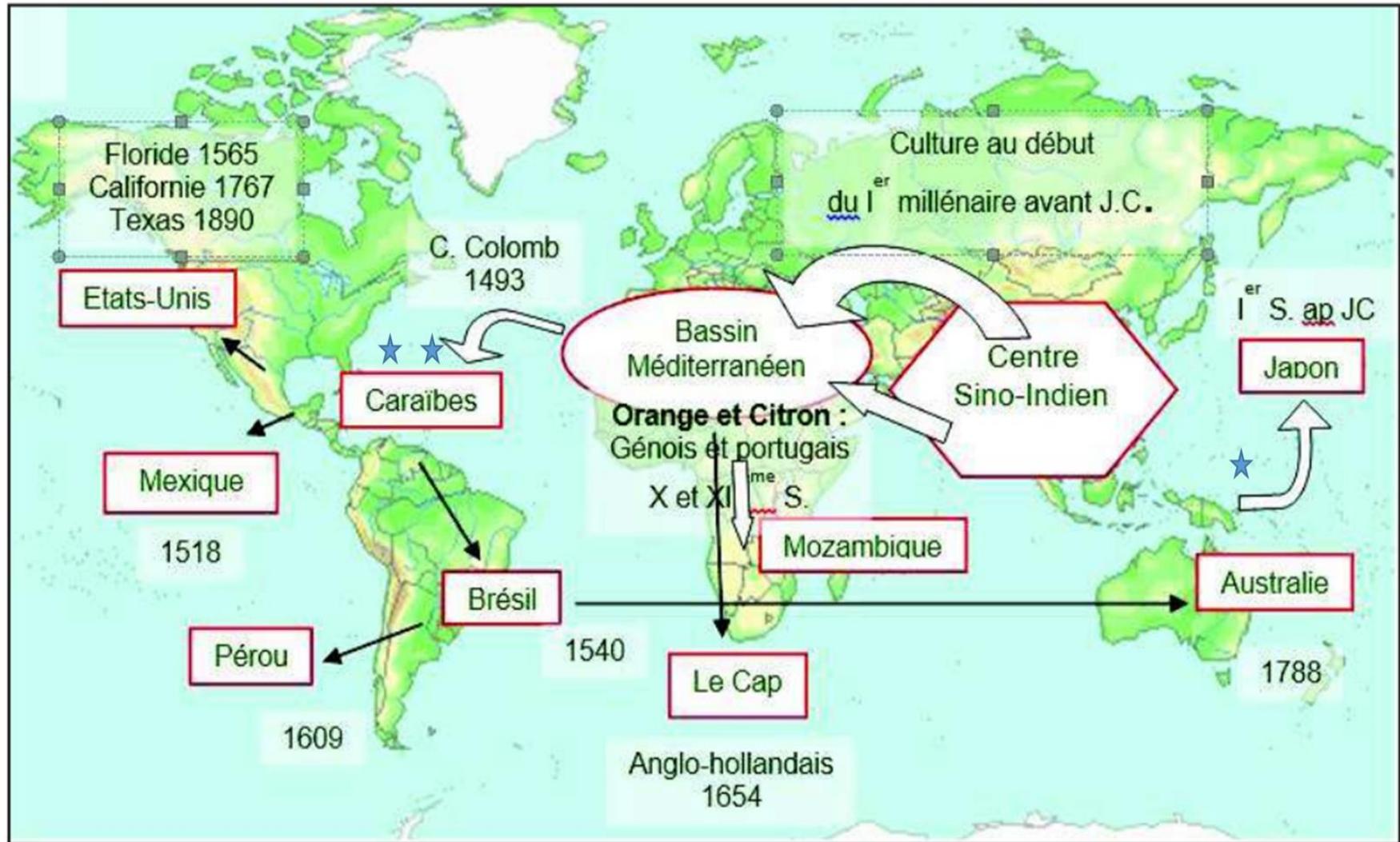


Figure 1.3. Origine géographique et dispersion des agrumes dans le monde. *Origine et aire de répartition primaire ; **Aires de répartition secondaires [19] .

1.1.3. Ecologie et phénologie des agrumes

1.1.3.1. Ecologie

Les agrumes présentent une grande capacité d'adaptation à des conditions pédoclimatiques très différentes. La culture des agrumes est possible partout où la température moyenne de l'année est supérieure à 13°C et inférieure à 39°C. Les agrumes préfèrent les climats maritimes des zones subtropicales. En terme de besoins en eau, 120 mm par mois, soit 1200 à 1500 mm par an, représentent une quantité d'eau au-dessous de laquelle la culture des agrumes nécessite une irrigation [25].

La lumière a une action très remarquée sur la qualité et la coloration des fruits. Les arbres fruitiers sont plus exigeants sur les caractéristiques physiques du sol et non sur les caractéristiques chimiques qui peuvent être corrigées par des apports d'engrais et d'amendements. Les sols doivent être profonds et de préférence légers (sablo-argileux ou argilo-sableux), bien drainés. Les agrumes redoutent les eaux salines (au-dessus de 0,5‰). Le pH idéal est situé entre 5,5 et 7,5 [26]. C'est à cet effet que le choix du porte-greffe est un des facteurs essentiels de réussite car il peut conférer à la plante une tolérance à des maladies et à des contraintes abiotiques (salinité, pH, froid, sécheresse, calcaire...). L'optimum d'altitude pour un bon développement des agrumes se situe entre 1000 et 1300 m car ces derniers ne doivent pas être trop exposés aux vents. Loussert [27] signale qu'au-dessous de 800 m, les fruits manquent de saveur. La peau des oranges reste verte, les cloisons deviennent plus épaisses.

1.1.3.2. Phénologie

Le développement de la frondaison des agrumes se fait sous forme de flux végétatif ou poussée foliaire (flush). Ces flux végétatifs succèdent à des périodes d'arrêt végétatif. Ce phénomène s'observe même en climat tropical humide où les conditions permettent une activité végétative continue [21]. Il existe généralement 3 flux végétatifs par an. Ils commencent avec le début des pluies.

- Le premier flux, qui est de loin le plus important (longueur et nombre de rameaux émis), se manifeste au printemps de la fin de Février au début de Mai avec le

retour des pluies, dite la poussée de printemps. Les ramifications s'allongent et se développent avec de jeunes feuilles de coloration claire, très distincte des autres feuilles, plus âgées, colorées en vert sombre. Sur ces nouvelles ramifications apparaissent en Avril – Mai, les poussées fruitières qui sont les boutons floraux, puis les fleurs [27].

- En été, au courant du mois de Juillet –Août, se développe la poussée d'été qui est la deuxième poussée de sève (P.S.2). Cette poussée est plus ou moins vigoureuse suivant les températures, les irrigations et la vigueur des arbres. Cette poussée est en général moins importante que les poussées de printemps et d'automne [27].
- Le dernier flux se manifeste en automne entre Octobre et la fin Novembre dite poussée d'automne, elle assure en partie le renouvellement du feuillage.

La floraison se produit en même temps que la pousse qui suit le repos végétatif. Les fleurs sont isolées ou en grappes et se forment sur le bois de l'année précédente [21]. La floraison est continue tout au long de l'année sur les citronniers et limettiers. Sur les autres espèces on peut avoir une ou 2 périodes de floraisons par an. Sur un même arbre, on peut ainsi retrouver des feuilles, des fleurs et des fruits de différents âges [28].

1.1.4. Importance économique

1.1.4.1. Dans le monde

La production d'agrumes est très répandue autour du globe. Selon les données statistiques de la FAO, en 2012, plus de 146 pays produisaient des agrumes. bien que la majeure partie de la production se concentre principalement dans certaines zones géographiques.

Les agrumes constituent un produit agricole essentiel assurant les sources nationales de revenus et d'emplois dans les zones rurales et périurbaines. comme se sont des plantes ornementales, ils contribuent à la création d'agro écosystèmes plus stables et à la protection de l'environnement [29].

Cette culture présente une importance économique considérable en tant que culture de rapport dans de nombreux pays, en tant que produit d'exportation dans la plus part d'entre eux et enfin comme source d'emploi et d'activité économique [30]. Les agrumes représentent le groupe de fruit le plus important du commerce international. Il existe deux marchés clairement différenciés : le marché du frais, avec une forte présence des oranges et le marché des produit transformés, principalement le jus d'orange.

la production annuelle totale d'agrumes s'est élevée à plus de 123 million de tonnes sur la période 2009-2010 ; les oranges constituent la majeure partie de la production d'agrumes avec plus de la moitié (55%) durant cette même période. Les agrumes occupent les premières places en productions fruitières dans le monde, dont 60% d'orange, 18% de petits agrumes(Mandarines et Clémentines), 11% de Citrons et limes, et 5% de pomelos [31].

Les agrumes représentent la première production fruitière mondiale avec plus de 135 millions de tonnes en 2013, répartis comme suit : plus de 71 millions pour les oranges, plus de 28 millions pour les mandarines, plus de 15 millions pour les citrons et limes et plus de 8 millions pour les pomelos [30]. La production d'agrumes dépasse ainsi celle des bananes (plus de 106 millions de tonnes), des pommes (près de 81 millions de tonnes) et du raisin (plus de 77 millions de tonnes). Les premiers pays producteurs d'agrumes dans le monde sont dans l'ordre : la Chine (plus de 33 millions de tonnes en 2013, soit environ 24 %), le Brésil (près de 20 millions de tonnes en 2013, soit environ 15 %) et les États-Unis et l'Inde avec chacun plus de 10 millions de tonnes en 2013, soit environ 7 %. La région du bassin méditerranéen joue aussi un rôle important en tant que producteur d'agrumes et l'Espagne en joue un rôle clé à l'intérieur de celle-ci. En 2012, ce pays a fourni 25,7% de la production méditerranéenne soit 4,1% de celle mondiale (Figure 1.4).

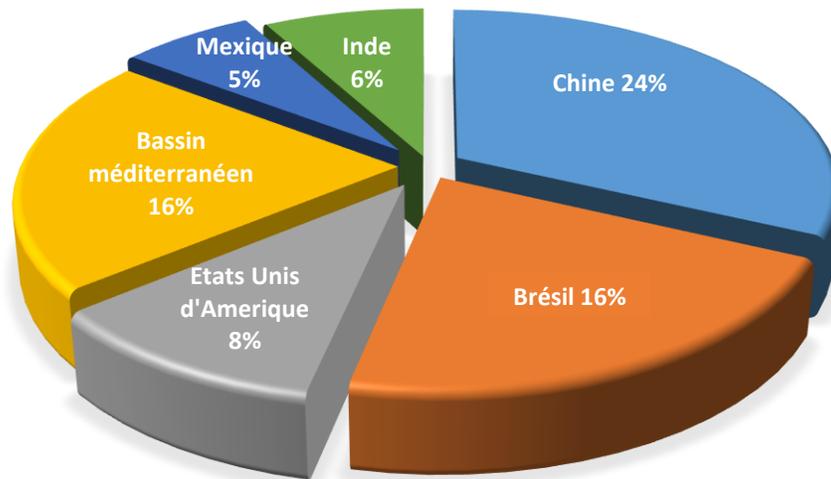


Figure 1. 4. Répartition géographique de la production mondiale d'agrumes [31].

1.1.4.2. En Algérie

La culture des agrumes en Algérie remonte à une époque lointaine. Son développement a pris de l'ampleur à partir du XIV^{ème} siècle avec l'arrivée des musulmans d'Andalousie. L'essor du commerce des produits agrumicoles se situe au XIX^{ème} siècle avec le déclin de l'agrumiculture Espagnole. Durant les années soixante l'Algérie exportait, en moyenne, 25% de sa production. La période 1970/80 a connu la réorientation de la production destinée à l'exportation vers la satisfaction de la demande du marché intérieur. De la fin des années 80 jusqu'à 1999, l'agrumiculture a connu une régression dont les effets sont : un arrêt de développement, une érosion du savoir-faire due à un délaissement des vergers. Avec l'avènement des différents programmes, dès 1999, l'agrumiculture au même titre que les autres filières a bénéficié d'une relance grâce à des mesures incitatives aussi bien financières, socio-économiques, technico-scientifique qu'organisationnelles. Le programme du renouveau de l'économie agricole et rural vise l'augmentation et l'amélioration qualitative de la production pour la satisfaction des besoins de la population et l'exportation. La culture des agrumes représente pour notre pays un segment stratégique.

Les superficies agrumicoles algériennes sont concentrées au centre et à l'ouest du pays sur quinze wilayates. Blida a toujours été la plus importante avec 16 583 ha,

plus de 5 000 ha pour les wilayates de Chelef et Alger, plus de 4 000 ha pour Relizane, Mostaganem et Mascara, plus de 3 000 ha pour Tipaza. Les sept wilayates qui disposent d'un verger de plus de 2000 ha sont : Bejaia, Tlemcen, Skikda, Boumerdes, Taref et Ain-Defla. Les autres wilayates disposent d'un verger de 500 à 1 500 hectares [32](Figure 1.5).

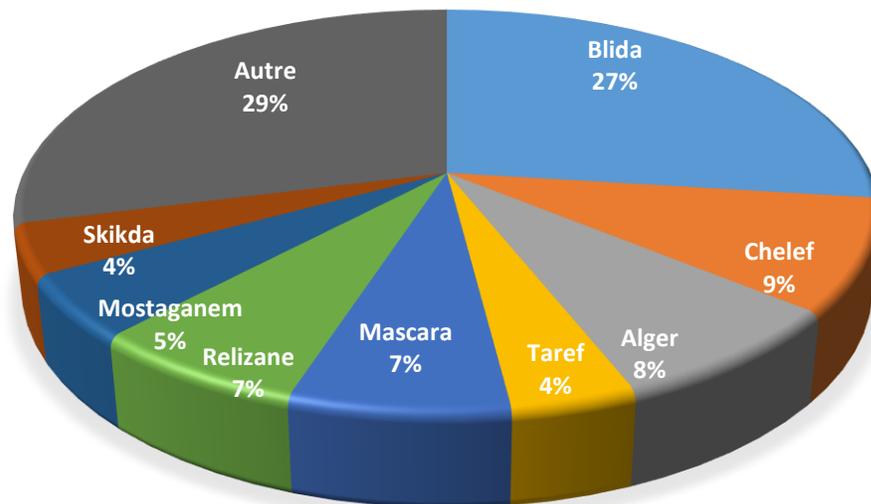


Figure 1. 5. Répartition des vergers d'agrumes en Algérie par wilaya [33].

D'après la Figure 1.6 on remarque une nette amélioration de la production agrumicole et en particulier l'oranger entre l'année 2002 et l'année 2014, à l'exception de l'an 2010 où on assiste à une légère diminution selon les données recueillies par les services de l'institut technique d'Arboriculture Fruitière et de la Vigne de Tassala elmarja.

Le rendement moyen en 2014 enregistré est de 214 qx/ha il a connue une progression par rapport aux années précédentes.

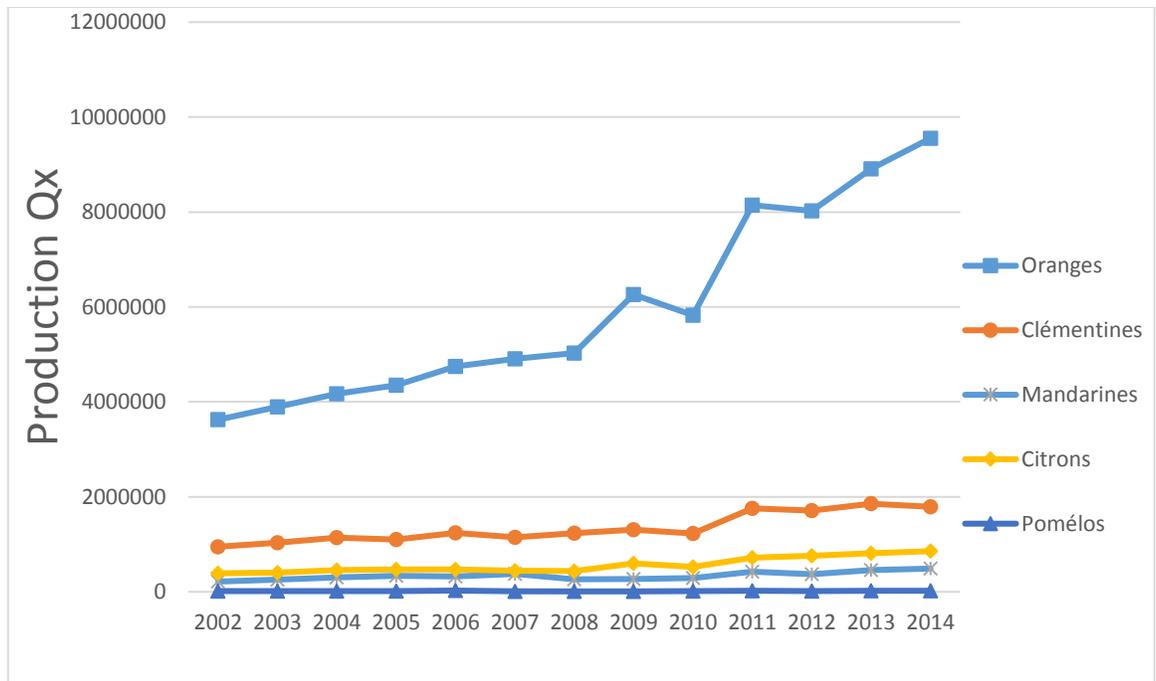


Figure 1. 6. Evolution de la production des agrumes en algerie entre (2002-2014) (statistiques ITAFV).

1.2. Etat phytosanitaire des agrumes

Les agrumes souffrent de différentes maladies et ravageurs qui peuvent affecter considérablement la récolte en détruisant les fruits et/ou les arbres.

1.2.2. Les accidents physiologiques

1.2.2.1. Les troubles génétiques

Parmi les causes de diminution de la production, il est nécessaire de citer divers troubles transmissibles par greffage mais qui ne semblent pas pathologiques, les plus souvent rencontrés sont : La Panachure sur feuilles et fruits, Les fentes des fruits et la fasciation des rameaux et des fruits.

Aucun traitement curatif ne peut être conseillé. Dans tous les cas on évitera de prélever des greffons sur arbres présentant de ces troubles [34].

1.2.2.2. Les troubles physiologiques

Parmi les troubles physiologiques [34], les plus importants sont :

- ✓ Le gaufrage : Il n'est pas d'affection d'origine physiologique qui soit aussi grave que le gaufrage. C'est un phénomène accidentel, fréquent (sauf chez le citronnier). Les fruits présentent sur l'épiderme des dépressions et des bosses légèrement marquées. Ils éclatent rarement sur l'arbre mais plus souvent en emballage. Les remèdes contre le gaufrage n'existent pas.
- ✓ L'altération du col : On observe autour du calice de petites zones.
- ✓ Nécrosées qui s'aggravent après la récolte.
- ✓ L'altération de l'écorce : Les symptômes se présentent sous forme de zones irrégulières nécrosées sur l'écorce de fruits.
- ✓ La nécrose de la partie stylaire.
- ✓ L'éclatement de fruits.

1.2.2.3. Les effets des carences

Les carences affectent beaucoup les agrumes bien qu'elles apparaissent comme secondaires aux agrumiculteurs. Certaines d'entre elles seraient facilement corrigibles et à peu de frais, entraînant ainsi un substantiel accroissement des récoltes en qualité et en quantité. Parmi les carences les plus importants sont :

- La carence en zinc est universellement répandue, il est peu d'orangeries où il ne soit pas possible d'en déceler les symptômes. Elle est particulièrement marquée avec une diminution très nette de la taille des feuilles et un rabougrissement des rameaux. Ses symptômes, en particulier la marbrure jaune des limbes, ont souvent tendance à disparaître en été, faisant penser à l'agrumiculteur que la carence a disparu.
- La chlorose ferrique produite par immobilisation des sels de fer en milieu alcalin. Toutefois, les citronniers, montrent assez souvent des symptômes

foliaires de cette carence. La chlorose ferrique s'accroît par des irrigations trop importantes.

- La carence en manganèse est rarement décelable, car ses symptômes sont souvent associés à ceux de la carence en zinc. Néanmoins elle a pu être mise en évidence dans quelques cas, sur des arbres présentant un feuillage de belle taille, alors que la carence en zinc aurait entraîné une diminution du calibre des feuilles.
- La carence en magnésium est souvent masquée par les effets de la carence en zinc, et par là, il est difficile d'identifier qu'il s'agit bien d'une carence de manganèse.

Nous avons consigné en annexe les principaux effets des déficiences et excès de quelques éléments minéraux sur les agrumes, (APPENDICE A). Par ailleurs, l'excès d'eau, entraîne un jaunissement entier des arbres, le feuillage flétri se dessèche et tombe en grande partie [34].

1.2.3. Les maladies

L'attaque des maladies occasionne des préjudices souvent irréparables pour les vergers d'agrumes, et certaines maladies arrivent à anéantir la plantation. Pour cela les agriculteurs doivent apporter un soin particulier au cours de la croissance des arbres et les fruits, ainsi qu'avant la récolte des fruits.

Les principales maladies que les agrumiculteurs rencontrent régulièrement dans leurs vergers et qui causent très souvent des dommages considérables aux plantes, et affectent les récoltes en détruisant les fruits sont les suivantes :

1.2.3.1. Les maladies à virus ou viroses

Les agrumes sont soumis aux problèmes de la propagation des maladies à virus et à phytoplasmes ces derniers temps. Ce sont des maladies transmissibles par bouturage, greffage, ou par des Homoptères agrumicoles polyphages. Les virus et les viroïdes déterminent un certain nombre d'effets généraux tels que les anomalies de la croissance et les inhibitions de la formation des pigments [35 ; 36] (APPENDICES B).

Les maladies virales importantes et qui touchent les agrumes dans le monde sont : Le Greening qui est transmise par 2 espèces de psylles *Diaphorina citri* et *Trioza erythrae*. Le Stubbon causé par un mycoplasme *Spiroplasma citri* qui se propage par le bois de greffé et des cicadelles. L'Exocortis causé par un viriote et se transmis par voie mécanique, le complexe de la Psorose causé par *Citricolletia psorosis* et souvent une maladie latente sur la plupart des espèces des agrumes, elle se diffuse par greffage, la Tristeza causée par *Citricolletia psorosis* est une virose qui affecte les agrumes, transmise par greffage et surtout par des insectes vecteurs, en particulier le puceron noir *Toxoptera aurentii*. Le début d'attaque de cette maladie s'observe sur le point de soudure greffon/porte-greffe par une nécrose du phloème dans l'écorce. Les tubes criblés et les cellules compagnes au-dessous du point de greffe dégénèrent, entraînant l'arrêt du mouvement de sève élaborée vers les racines [27].

1.2.3.2. Les maladies bactériennes

La bactériose des agrumes est provoquée par la bactérie *Pseudomonas syringae* Vanhall. Cette maladie se manifeste surtout les feuilles et les rameaux. Les attaques sont observées aussi sur citronnier [27]. De nombreuses maladies engendrées par les bactéries présentent divers aspects et provoquent sur les végétaux la pourriture, la Tumeur, les chancres par les toxines qu'elles émettent. Elles peuvent causer des lésions à distances. La propagation des maladies bactériennes peut se faire par de nombreux agents citons en particulier le vent, l'eau et les semences [35] (APPENDICES C).

1.2.3.3. Les maladies fongiques. (APPENDICES D)

En dehors des maladies virales dont les principaux vecteurs sont des insectes, les agrumes font face à plusieurs maladies fongiques. La phaeoramulariose, et la gommose sont les principales affections dues aux champignons sur agrumes.

La gommose parasitaire des agrumes, *Phytophthora* sp. (Peronosporales-Pythiacées) Plusieurs dizaines d'espèces sont recensées comme pathogènes des agrumes. Toutefois, les deux principales espèces inféodées aux agrumes sont *P.*

citrophthora (Smith and Smith) Leonian et *P. parasitica* (Dastur) Waterhouse [37]. Les pertes dues à la gommose 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. Les symptômes s'expriment au niveau du collet pour les arbres non-greffés et au-dessus de la ligne de greffe pour les arbres greffés. La couleur de l'écorce devient foncée et on assiste à des craquelures longitudinales puis latérales sur le tronc, d'où les exsudations de gomme. L'écorce affectée et le cambium se dessèchent, ce qui découvre le bois sous-jacent et peut entraîner la mort de l'arbre. Quant aux feuilles, elles jaunissent en commençant par la nervure centrale, puis les rameaux et les branches se dessèchent [37 ; 38].

1.2.4. Les principaux ravageurs

Un ravageur est un insecte nuisible pour une production agricole. En région méditerranéenne, la culture des agrumes est particulièrement agressée par différents ravageurs.

Selon Praloran [21], le nombre d'espèces animales qui se développent et qui se nourrissent au détriment des agrumes sont extrêmement nombreuses et variées, pour cela nous allons étudier seulement les espèces qui causent d'importants dégâts à ces derniers.

1.2.4.1. Les acariens

Bien que le nombre d'acariens ravageurs des agrumes soit très faible en comparaison de celui d'autres insectes ravageurs, les dommages qu'ils provoquent peuvent être importants. Ils se manifestent sous diverses formes : perturbent le métabolisme des plantes, détruisent les végétaux et freinent le développement de la végétation jusqu'à entraîner dans certains cas la chute des feuilles, des bourgeons, des fruits et le dépérissement des organes aériens et souterrains.

Les acariens sont des ravageurs minuscules parmi les espèces les plus dangereuses chez les agrumes il en existe trois :

- ✓ L'Acarien des bourgeons '*Aceria sheldoni*'
 - ✓ L'Acarien tisserand '*Tetranychus cinnabarinus*'
 - ✓ L'Acarien ravisseur '*Hemitarsonemus latus*'
- Les attaques des acariens des bourgeons interviennent essentiellement sur les organes fructifères, bourgeons fleurs et jeunes fruits du citronnier. A la suite de ces attaques un important pourcentage de fleurs et fruits chutent ; les fruits qui arrivent à maturité présentent des malformations caractéristiques d'où le nom de "fruits monstrueux".
 - Les attaques des Acariens tisserands débutent dès le mois de février, elles se localisent sur les jeunes feuilles des premières nouvelles pousses de l'année ; les fruits sont attaqués durant l'été sur la partie attaquée l'écorce prend une décoloration bronzée.
 - Les attaques des Acariens ravisseurs apparaissent sur les jeunes feuilles des nouvelles pousses à partir de la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. La feuille attaquée se gondole et le limbe prend une coloration vert clair. Les fruits sont attaqués dès leur formation, les parties touchées de l'écorce deviennent liégeuses à la maturité des fruits [32].

1.2.4.2. Les diptères

Cet ordre se limite à une seule espèce *Ceratitis capitata*, appelée communément mouche méditerranéenne, elle s'attaque aux fruits de divers Citrus à savoir : les mandariniers, les pomelos et les orangers, tandis que les citronniers sont pratiquement indemnes Rebour [39] et Dridi [40], rapporte que les dégâts provoqués par cette mouche sont de deux types :

- ✓ Dommages causés par des piqûres des femelles provoquant la pourriture de la pulpe du fruit.
- ✓ Dommages causés par les larves qui se développent à l'intérieur des fruits entraînant leurs pourritures et les rendant impropres à la consommation.

1.2.4.3. Les homoptères

-Les cochenilles

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 [27]. Les diaspines sont les plus représentées, ensuite viennent par ordre d'importance numérique décroissante : les lécanines, les Pseudococcines et les Monophlebines. Les dégâts que les unes et les autres occasionnent par suite de leur localisation possible sur les troncs, les branches, les rameaux, les feuilles et les fruits revêtent économiquement deux aspects :

- Le premier toujours à chiffrer est d'ordre quantitatif. Il touche à la production annuelle ou future des vergers. Ce sont les cas des chutes prématurées des fruits enregistrés au printemps lors des sévères attaques d'*Aonidiella aurantii*, de *Saissetia oleae* ou *Pseudococcus sp.* Cette défoliation est accompagnée d'un dessèchement plus au moins poussé de rameaux et de branches charpentières avec un effet plus lointain, une réduction sensible et plus ou moins rapide de la production au cours des quelques années suivantes.
- Le deuxième aspect des dégâts vise la qualité des fruits récoltés qui immédiatement sera observé en station d'emballage et qui constitue pour les producteurs les dégâts types à éviter s'ils veulent exporter. A ces dégâts sur fruits s'ajoute encore le noircissement dont sont responsables les Lécanines et les Pseudococcines par suite du développement sur l'abondant miellat qu'elles secrètent de nombreuses fumagines (APPENDICES E)

-Les Aleurodes

Parmi ces mouches blanches, plusieurs espèces sévissent sur le pourtour méditerranéen et en l'occurrence en Algérie. Trois espèces ont causé des dégâts importants sur nos citrus, il s'agit de *Dialeurodes citri* Ashmead [41 ; 42], *Aleurothrixus floccosus* Maskell [42], et *Parabemisia myricae* Kuwana [43]. (APPENDICES F)

- *Dialeurodes citris* (ASHMEAD), cette espèce affaiblit l'arbre par son prélèvement continu de sève et le développement associé de la fumagine inféodée aux agrumes en Algérie, d'origine asiatique, elle présente trois générations par an [41].
- *Aleurothrixus floccosus* (MASKELL), appelé communément l'aleurode floconneux des agrumes, il est originaire des régions tropicales et subtropicales de l'Amérique [44]. Cette espèce a été introduite accidentellement en Algérie plus exactement en Oranie en 1981 en provenance d'Espagne ou du Maroc. En 1986 elle s'est propagée jusqu'à Skikda et Annaba. C'est un ravageur très dangereux vu l'importance des dégâts qui cause. Cette espèce développe quatre générations annuelles en Algérie [45].
- *Parabemesia myricae* (KUWANA), c'est une espèce très polyphage que l'on peut rencontrer sur un grand nombre de plantes hôtes ligneuses, plus petite que les deux premières et dont les larves produisent un miellat abondant qui tombe sur la face supérieure des feuilles situées sous l'infestation. Elle a été signalée pour la première fois en Algérie en 1990 [40].

-Les pucerons

Les pucerons se caractérisent par leurs apparitions massives sous forme de colonies denses serrées. Ils s'installent pratiquement sur tous les organes végétatifs, mais On les observe le plus souvent sur les feuillages et les jeunes pousses [34]. Ils ont développé au cours de leur évolution, de remarquables capacités d'adaptation au milieu : fécondité élevée, modes de reproduction variés, alternance d'individus ailés et aptères et utilisation de plusieurs plantes-hôtes. Ceci leur permet d'exploiter au mieux les plantes sur lesquelles ils vivent [46]. Les dégâts dus à ces espèces se traduisent par l'affaiblissement de l'arbre en prélevant la sève et en réduisant la surface photosynthétique des feuilles suite à l'installation de la fumagine. De plus, se sont de redoutables vecteurs de maladies virales, tels que la mosaïque et la jaunisse [47]. Les espèces le plus fréquemment rencontrées sont : le puceron vert (*Aphis spiraecola*), le puceron noir (*Toxoptera aurantii*)(APPENDICES G).

1.2.4.4. Les lépidoptères

On distingue les espèces suivantes :

- *Prays citri*, est un micro-lépidoptère de la famille des Tortricidae dont la chenille est nuisible aux fleurs, aux pousses tendres et aux jeunes fruits des divers citrus, elle provoque des dégâts importants à la production avec une préférence marquée pour le citronnier et le cédratier [48]. Selon PIGUET [49]. Les attaques sur citronnier peuvent être intenses allant jusqu'à la destruction de plus de 90% des organes fructifères.
- *Phyllocnistis citrella* (STANTON), appelé communément mineuse des agrumes, un micro lépidoptère appartenant à la famille des Gracillariidae [50]. Ce ravageur possède en effet un très grand pouvoir d'adaptation aux conditions climatiques, en raison de son mode de vie strictement endophyte. *Phyllocnistis citrella* est un ravageur essentiellement inféodé aux agrumes [51], aussi peut s'attaquer à d'autres plantes telles que le jasmin (Oleaceae), le saule (Salicaceae), la vigne (Vitaceae) et le maïs (Poaceae) sur lesquelles il est cependant incapable d'achever son cycle biologique [52]. Selon BERKANI [53], les larves vit dans une mine creusée sous l'épiderme de la jeune feuille et des bourgeons en croissance. Les feuilles se déforment et s'enroulent et les tissus affectés par la galerie se nécrosent, dans certains cas la chute des feuilles. Les bourgeons attaqués présentent les mêmes symptômes qu'une attaque de puceron. Les dégâts occasionnés peuvent favoriser l'apparition et le développement du Chancre citrique dû à la présence d'une bactérie *Xanthomonas compestris* pv. *citri*. QUILICI et al [54] et ABBASSI et al [55], considèrent que les dégâts sont plus importants sur pomelo et citronnier ensuite viennent les variétés à petit fruit (mandarines) et enfin les variétés d'orangers, la sensibilité serait liée à la taille des feuilles. Selon ABBASSI et al. [55], le seuil économique tolérable de cette mineuse est de 0,74 larves par feuille.

1.2.4.5. Les nématodes

L'espèce la plus importante des Nématodes qui évolue sur le citrus *Tylenchulus semipénétrans* Cobb ce dernier évolue sur les racines d'un grand nombre de cultures. Son attaque est localisée sur les racines et les radicules sur lesquelles on observe des

nécroses. Sur les racines endommagées s'installent les champignons de la pourriture qui dans certains cas entraînent la mort des arbres. Les nématodes sont des vers parasites minuscules mesurent 0,3 mm. L'infestation des citrus est liée à la température, l'humidité, la structure physique du sol, du stade physiologique et de la variété de la plante ainsi que la méthode culturale [32].

CHAPITRE 2

REGULATION NATURELLE ET LUTTE BIOLOGIQUE

Introduction

Les plantes et les insectes coexistent depuis environ 100 millions d'années, les insectes représentent les trois-quarts des espèces animales décrites sur la planète avec environ six millions d'espèces à l'heure actuelle. Les végétaux (environ 300 000 espèces) représentent, quant à eux, le groupe d'organismes avec la plus forte biomasse. Ainsi, les communautés d'insectes et de végétaux jouent un rôle primordial dans le fonctionnement de la biosphère [56].

Les plantes et les insectes ont développé une importante variété d'interactions bénéfiques et délétères [57]. Des interactions à bénéfices réciproques (mutualisme) s'expriment par exemple dans le cadre de la pollinisation entomophile où la fécondation croisée des plantes est favorisée par la recherche de nectar par l'insecte [58]. C'est également le cas lorsque qu'une plante produit un nectar attractif pour un insecte capable d'éliminer ses compétiteurs, comme cela a été montré avec le Mimosa ou l'Acacia chez les fourmis [59]. A contrario, il existe aussi clairement, des interactions de type prédateur-proie entre plantes et insectes : les plantes sont souvent attaquées et endommagées par des insectes antagonistes qui en consomment différentes parties (feuilles, racines, fleurs, fruits...) de façon plus ou moins sélective selon les espèces. L'intensité des dommages causés à la plante dépend du type et de la fréquence des attaques ainsi que du stade de développement de la plante au cours duquel elles se produisent [60]. L'étude des interactions plantes-insectes représente donc des enjeux scientifiques et sociétaux particulièrement importants puisqu'elles affectent la distribution et l'abondance des plantes, et par conséquent le fonctionnement et la diversité biologique des écosystèmes [61].

2.1. Les interactions multitrophiques

L'étude des interactions multitrophiques (MTI), à l'origine celles tritrophiques entre les plantes, les herbivores et leurs ennemis naturels, a permis de mettre en évidence les mécanismes moléculaires, physiologiques, écologiques et comportementales qui régissent les relations entre les organismes des différents niveaux trophiques, ainsi que d'explorer leur influence sur la dynamique des populations et sur la structure des communautés [62]. Il a ainsi été possible d'établir les bases théoriques de deux modèles déterminants de la régulation des populations: « Top-Down » [63] et « Bottom-Up » [64]. Récemment, les écologistes s'entendent sur le fait que la régulation des populations des phytophages procède à la fois du haut vers le bas (Top-Down) par l'entremise des ennemis naturels et du bas vers le haut (Bottom-Up) via les mécanismes de défense des plantes et la disponibilité des ressources [65]. L'importance relative de ces deux types de régulation peut varier temporellement et spatialement selon les systèmes biologiques [66 ; 67]. L'identification des facteurs qui influencent les mécanismes de régulation est d'une grande importance dans les domaines de l'écologie des populations et de la lutte biologique [68], la défense des plantes a été identifiée comme étant un point central des MTI. La défense des plantes peut ainsi avoir un effet direct ou indirect sur les insectes déprédateurs et leurs ennemis naturels. Les attributs des plantes, structures et métabolites secondaires, peuvent influencer non seulement la capacité des insectes herbivores à localiser leur hôte mais également leur survie, leur développement et leur potentiel reproducteur. La défense des plantes peut être induite par l'attaque des phytophages et aura des conséquences directes et indirectes sur les autres membres du système MTI [69 ; 70 ; 71]. Ainsi, en affectant la qualité ou l'abondance d'un herbivore, la plante influence indirectement la physiologie, le comportement et le développement des organismes du troisième niveau trophique, les ennemis naturels [72], voire ceux du quatrième niveau trophique, les hyperparasitoïdes [73].

2.2. La lutte biologique

2.2.1. Définition

Le concept de la lutte biologique sous sa forme « scientifique » contre les ravageurs est connu pratiquement depuis plus d'un siècle. Pendant cette période, des efforts considérables ont été réalisés pour développer cette méthode de la lutte contre les ravageurs [74]. Il existe de nombreuses définitions de la lutte biologique mais nous nous en tiendrons à une définition générale telle que celle proposée par [75] : « La lutte biologique est un processus agissant au niveau des populations et par lequel la densité de population d'une espèce est abaissée par l'effet d'une autre espèce qui agit par prédation, parasitisme, pathogénéicité ou compétition ». La lutte biologique est donc l'utilisation d'organismes vivants dans le but de limiter la pullulation et/ou la nocivité des divers ennemis des cultures « rongeurs, insectes, nématodes, maladies des plantes et mauvaises herbes » [76]; [77]; [78]; [79]. Cela implique que nous avons affaire à des systèmes biologiques complexes qui varient dans le temps et dans l'espace [80]. La lutte biologique se base sur la régulation préventive et durable d'importants ravageurs par leurs ennemis naturels. Cette interaction se base alors sur trois éléments : le ravageur, l'auxiliaire et son habitat [81].

2.2.2. Les grands types de lutte biologique

On reconnaît classiquement trois types de lutte biologique [76 ; 75 ; 82 ; 83]

2.2.2.1. La lutte biologique par introduction ou l'acclimatation

Où des auxiliaires exotiques sont introduits pour contrôler les ravageurs exotiques. Cette approche a été utilisée avec succès dans les champs ouverts [83]. Cette tactique a conduit à la réduction permanente de plus de 165 espèces de ravageurs dans le monde entier [85].

2.2.2.2. La lutte biologique augmentative

Les auxiliaires exotiques ou indigènes sont périodiquement libérés à des périodes choisies, soit en inondant un champ avec un grand nombre d'individus sans que l'établissement et la reproduction de ceux-ci soient visés (lutte biologique inondative), soit en inoculant de relatives faibles quantités d'auxiliaires qui doivent

s'établir, se multiplier et coloniser une zone donnée et c'est donc leur descendance qui sera efficace (lutte biologique inoculative). Cependant cet établissement n'est généralement pas permanent et des introductions doivent être faites une ou plusieurs fois par saison. Cette tactique est employée souvent dans des systèmes agricoles fermés comme les serres [83]. D'après [84], la lutte biologique augmentative a été employée depuis 90 années, et plus de 150 espèces d'auxiliaires sont disponibles commercialement pour la lutte contre environ 100 espèces de ravageurs.

2.2.2.3. La lutte biologique par conservation

La lutte biologique par conservation tend à manipuler l'habitat afin d'augmenter l'impact des auxiliaires déjà présents dans la culture, en utilisant les pesticides au minimum et en fournissant les ressources écologiques principales (infrastructures écologiques). L'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB) définit l'Infrastructure écologique comme « toute infrastructure, dans une ferme ou dans un rayon d'environ 150 m, qui a une valeur écologique, telle que la haie, la prairie, la bande florale, le tas en pierre, etc. » et juge que son utilisation judicieuse augmente la biodiversité fonctionnelle de la ferme [81].

2.2.3. Les organismes utilisés en lutte biologique

Dans un contexte de lutte biologique en agriculture, et surtout en ce qui concerne la lutte biologique contre les insectes ravageurs, les auxiliaires à la même signification qu'antagoniste ou ennemi naturel. Pratiquement tous les organismes vivants peuvent être considérés comme des auxiliaires selon l'angle avec lequel on examine leur écologie. Lorsqu'on s'intéresse aux arthropodes ravageurs, on peut les subdiviser en quatre groupes d'organismes sont surtout utilisés. Ce sont les microorganismes, les nématodes, les prédateurs et les parasitoïdes [76 ; 75 ; 82 ; 81].

Les ennemis naturels constituent une composante essentielle des écosystèmes agricoles. De par leur abondance et leur activité, les parasitoïdes, prédateurs, nématodes et organismes entomopathogènes causent une mortalité naturelle importante chez de nombreuses espèces d'insectes ravageurs, lesquelles peuvent ainsi être maintenues sous des seuils acceptables de dommages économiques en milieu agricole [85]. Plusieurs qualités sont requises pour qu'un ennemi naturel s'avère

un agent de lutte biologique efficace. Il doit démontrer une grande voracité (capacité d'infecter, de parasiter ou de consommer une proie) et posséder un taux de croissance de ses populations similaire ou supérieur à celui du ravageur.

2.2.3.1. Les microorganismes

Les microorganismes regroupent des bactéries (environ une centaine d'espèces), des virus (650-1200 espèces), des champignons (700 espèces) et des protozoaires (six phyla) pathogènes aux insectes [82].

Deux groupes de bactéries entomopathogènes sont à signaler :

- Le premier groupe sont : les bactéries asporogènes telles les Pseudomonadaceae (*Pseudomonas*) et les Enterobacteriaceae (*Aerobacter*, *Cloaca*, *Serratia*), ces bactéries se trouvent dans le sol et souvent dans le système digestif des insectes [75]. Leur manque de spécificité et surtout leur relative pathogénicité envers les mammifères les ont tenus à l'écart des programmes de lutte biologique.
- Le deuxième groupe : les bactéries sporogènes tels les Bacillaceae (*Bacillus*, *Clostridium*). Ces bactéries sont plus spécifiques et spécialisées. Ce sont surtout des espèces de *Bacillus* telles *B. thuringiensis*, *B. popillae* et *B. sphaericus* qui ont été étudiées [75].

La plupart des virus pathogènes aux insectes ont été décrits chez les Lépidoptères [86].

Les champignons entomopathogènes se regroupent dans cinq sous-divisions: les Mastigomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina et Deuteromycotina. Seulement environ une vingtaine d'espèces ont cependant été étudiées dans un contexte de lutte biologique [82].

Finalement les protozoaires infectant les insectes se retrouvent dans six phyla: les Zoomastigina (Flagellés), Rhizopoda (Amibes), Apicomplexa (Grégarines,

Eugrégarines, Néogrégarines, Coccidies), Microspora (Microsporidies), Haplosporidia et Ciliophora (Ciliés) [82].

2.2.3.2. Les nématodes entomophages

Les nématodes entomophages exploitent les insectes comme ressource pour se développer et se reproduire. On retrouve des nématodes entomophages dans 30 familles différentes ce qui représente environ 4000 espèces [84].

Parmi les principales familles qui offrent le meilleur potentiel en lutte biologique on trouve : les Steinernematidae, Heterorhabditidae et Mermithidae [87 ; 88].

2.2.3.3. Les prédateurs

Les prédateurs sont des insectes qui tuent leur proie pour satisfaire leurs besoins nutritifs [89]. On distingue deux types de prédateurs à savoir les Sténophages et les Euryphages [90]. Les premiers sont des spécialistes et leur cycle biologique est synchronisé à celui de leurs proies [91]. En lutte biologique, les familles les plus utilisées sont certaines espèces de Syrphidae, Cecidomyidae, Coccinellidae et Chamaeyiidae [92 ; 93]. Les seconds sont plutôt généralistes et peuvent utiliser d'autres sources de nutrition non-animale comme le pollen, champignon ou matière végétale [90 ; 94]. En lutte biologique, certaines espèces du groupe des acariens et des insectes appartenant à l'ordre des Coléoptères, Dermaptères, Hemiptères, Neuroptères sont les plus utilisés.

Parmi les prédateurs entomophages s'attaquant aux bioagresseurs des agrumes, les coccinelles tiennent une place de choix sur les plans quantitatifs et qualitatifs. Viennent ensuite les Diptères Syrphidae les Névroptères Chrysopidae et Conioptérygidae, les Hétéroptères Anthocoridae, et les Arachnides (acariens et araignées). L'action des prédateurs est rapide, directe et non spécifique [46].

2.2.3.3.1. Principaux Coléoptères prédateurs

Les coléoptères ont les ailes antérieures (élytres) épaisses et cornées, qui, à l'exception des staphylins, couvrent la totalité de l'abdomen. Les pièces buccales sont broyeuses. Les Coléoptères ont une métamorphose complète avec quatre états bien caractérisés : œuf, larve, nymphe et adulte. Les larves sont très différentes des adultes,

mais ont, la plupart du temps, le même type de nourriture. Les insectes coléoptères qui ont eu une très importante place en lutte biologique sont les suivants :

➤ Les Coccinelles (Coleoptera, Coccinellidae)

Elles sont de petites taille, très bombées et de forme circulaire. Les couleurs sont vives et les dessins très variables. Les espèces peuvent être identifiées en regardant le pronotum (plaque qui couvre le thorax) et les élytres (ailes qui couvrent l'abdomen) [95].

Les coccinelles sont réparties dans tous les continents, bien que plusieurs auteurs [96] les positionnent dans les zones tropicales et sub-tropicales. D'autres affirment que pour chaque continent est inféodé une faune spécifique de coccinelles.

Les coccinelles font partie de la famille des coccinellidae qui comprend environ 4000 espèces connues, réparties dans le monde entier. Elles font partie de l'ordre des Coléoptera, du sous-ordre des Polyphagae et à la superfamille des Cucujoidae [97].

Les coccinelles (Coccinellidae) se nourrissent généralement de pucerons, d'acariens, de chenilles et d'autres ravageurs à corps mous. Les larves et adultes sont prédateurs. Il existe beaucoup d'espèces et plusieurs se retrouvent en milieu agricole. Elles ne développent généralement qu'une génération par an. Le stade larvaire dure un mois. En cas de forte attaque de pucerons, la coccinelle ne s'adapte pas. En revanche, elle est précoce au printemps et donc capable de combattre efficacement les premières pullulations de pucerons [95]. Selon [98] Les site d'estivo-hivernation de la coccinelle sont : sous les écorces d'arbres, sous les pierres, en montagne dans les bosquets ou les touffes d'herbes, en plaine aux pieds des collines et dans la litière à la base des touffes d'herbes, dans la couche superficielle du sol.

En Algérie, la faune des coccinelles renferme 48 espèces dont 46 sont des agents de lutte biologique susceptible de jouer un rôle dans la protection des plantes contre certains bio-agresseurs. Les espèces répertoriées se répartissent dans six sous-familles, 12 tribus et 22 genres [99]. (APPENDICE H)

La majorité des coccinelles sont actives entre le mois de mai et juillet, c'est aussi la période de multiplication (reproduction) de toutes les coccinelles [100]. Leur cycle de développement comprend 4 stades larvaires séparés du stade adulte par une nymphale [97].

➤ Les carabiques

Ce sont des prédateurs d'insectes vivant le plus souvent au niveau du sol. Les larves, vivant dans le sol, comme l'adulte sont carnivores. Ils sont actifs la nuit. Les pattes, longues et fortes, sont adaptées à la course. Les adultes sont des chasseurs et consomment essentiellement des limaces, des escargots, des vers de taupin et des pucerons [95].

➤ Les staphylins

Ils sont de taille très variable. Les élytres ne couvrent qu'une faible partie de l'abdomen. En position de défense, l'abdomen se relève en forme d'arc de cercle [95].

➤ Les cantharides

Les élytres sont mous. Les adultes colonisent les graminées et les ombellifères, se nourrissant de pucerons et autres ravageurs des cultures. Les larves, également prédatrices, vivent dans le sol. [95].

2.2.3.3.2. Principaux diptères prédateurs

Chez les Diptères, on retrouve des familles où seules quelques espèces sont prédatrices, tels les Tipulidae, Culicidae, Chironomidae, Rhagionidae, Asilidae, Empidae, Dolichopodidae, Drosophilidae et d'autres où la majorité des espèces ont un mode de vie de prédateur : Cecidomyiidae, Syrphidae et Chamaemyiidae [82].

La famille importante et relativement bien connue est la famille des Syrphidae. On compte 4500 espèces sont recensées actuellement dans le monde. Ces diptères sont assez répandus dans la nature, parfois très communs. La plupart des espèces sont floricoles. Leur vol est très rapide et vif. On les trouve dans les endroits ensoleillés [101].

2.2.3.3.3. Les Neuroptère, Chrysopidae (APPENDICE I)

A côté des coccinelles et des syrphes, les chrysopes appartiennent à la guilde des insectes aphidiphages et présentent de ce fait un intérêt certain pour les agriculteurs.

Ces insectes se caractérisent par deux paires d'ailes disposées en toit au repos et qui comportent de nombreuses nervures. Ils ont une métamorphose complète. Les familles, dont les larves consomment des pucerons sont les Chrysopes et les Hémerobes. Une larve peut consommer 500 pucerons sur 15 à 20 jours. Les adultes sont floricoles [95].

Ces insectes sont rarement inféodés à une culture et se déplacent vers les sources de nourriture qui assureront le développement de leur progéniture quel que soit le support végétal. La chrysope la plus étudiée dans le monde et jugée partout comme la plus efficace est la chrysope verte commune *Chrysoperla carnea* (Stephens). Cette espèce Active du printemps à l'automne, les femelles pondent plusieurs centaines d'œufs. Dans les conditions optimales de fécondité, la femelle peut pondre en moyenne plus de 20 œufs par jour. La fécondité peut atteindre 70 œufs par jour chez l'espèce méridionale *Chrysopa formosa*[102].

La jeune larve de chrysope est très vorace et bien que son attrait pour les pucerons soit connu depuis longtemps, elle s'attaque sans commune mesure à des proies toutes aussi nombreuses que variées : c'est le cas de *C. carnea*, espèce cosmopolite et prédateur efficace des ravageurs des cultures.

Le cycle larvaire dure 15 à 20 jours en passant par 2 mues. La prise alimentaire au cours de cette période est très importante : il est signalé que la larve de *Chrysopa perla* L. consomme entre 300 et 450 pucerons noirs de la luzerne (*Aphis craccivora* Koch, puceron polyphage et rencontré sur légumineuses maraîchères) ; *C. carnea* peut tuer en laboratoire plus de 12 500 œufs de Tétranyques (Acariens jaunes et rouges) ou 230 chenilles de premier stade (L1) de la Noctuelle du chou, *Mamestra brassicae* (Linné). Plus des trois quarts de ces proies sont ingérés par la larve de dernier stade (L3), [103].

2.2.3.3.4. Les parasitoïdes

Les parasitoïdes représentent une classe d'auxiliaires qui se développent sur ou dans un autre organisme « hôte » dont ils tirent leur moyen de subsistance et le tuent comme résultat direct ou indirect de leur développement [7]; [81]. Quand l'insecte parasitoïde émerge de sa chrysalide en tant qu'adulte, il se nourrit habituellement sur le miellat, le nectar ou le pollen, bien que quelques adultes se nourrissent des fluides du corps des hôtes et que d'autres exigent de l'eau additionnelle. Normalement, les parasitoïdes sont plus petits de leurs proies et s'attaquent à un stade particulier de développement de la proie. Les parasitoïdes laissent souvent des traces de leur activité (par exemple, les momies des pucerons). Le mode de vie parasitoïde, tel que défini plus haut, représente entre 5 et 20% des espèces d'insectes [104 ; 7].

Il existe deux grands groupes de parasitoïdes : les koinobiontes permettent à leur hôte de continuer son développement alors que les parasitoïdes idiobiontes exploitent la ressource définie par leur hôte au moment de l'oviposition. Fréquemment, les parasitoïdes idiobiontes utilisent un venin paralysant pour arrêter le développement de leur hôte [7]. Les parasitoïdes peuvent se développer seul ou en groupe (solitaire vs grégaire), à l'intérieur ou à l'extérieur de l'hôte (endoparasitoïde ou ectoparasitoïde). L'hypothèse de la course aux armements entre les endoparasitoïdes et leurs hôtes a été proposée comme mécanisme explicatif de la grande diversité des adaptations structurales, comportementales, moléculaires, physiologiques et symbiotiques retrouvées chez le parasitoïde et son hôte; ce serait le résultat d'étroites interactions entre l'endoparasitoïde et le système immunitaire de son hôte [7]. Différentes formes d'exploitation de l'hôte se rencontrent chez les parasitoïdes. Lorsque des larves de deux espèces de parasitoïdes exploitent un même hôte et entrent en compétition on parle alors de multiparasitisme. Alors que le superparasitisme permet le développement de plusieurs larves d'une même espèce sur le même hôte. L'hyperparasitisme survient lorsqu'un parasitoïde attaque un autre parasitoïde. Ce cas de figure peut prendre la forme d'hyperparasitisme stricte : c'est-à-dire que l'hyperparasitoïde nécessite la présence de son hôte parasitoïde afin d'assurer son développement. Dans un autre cas, l'hyperparasitisme est facultatif : c'est-à-dire que

la présence d'un premier parasitoïde n'est pas nécessaire à son développement, il se développe donc comme parasitoïde ou hyperparasitoïde selon le type d'hôte. Contrairement aux hyperparasitoïdes, les cleptoparasitoïdes usurpent les ressources de leurs hôtes. Cela n'implique pas directement la mort de l'hôte, mais lorsque c'est le cas, l'hôte n'est pas consommé. Par exemple, certains cleptoparasitoïdes utilisent un trou foré dans le bois par un parasitoïde pour atteindre son hôte afin de profiter également de cette ressource [7].

On retrouve des espèces ayant un mode de vie parasitoïde dans 6 ordres: Hyménoptère (67000 espèces, environ 75% des parasitoïdes), Diptère (16000 espèces), Coléoptère (4000 espèces), Neuroptère (50 espèces), Lépidoptère (11 espèces) et Trichoptère (une espèce) [82].

✓ Principales familles des parasitoïdes utilisées en lutte biologique

Les hyménoptères parasitoïdes sont parmi les ennemis naturels les plus abondants dans les cultures arboricoles. Les espèces les plus importantes en lutte biologique classique appartiennent aux super familles suivantes : Ichneumonoidea, Chalcidoidea et Proctotrupeoidea [105].

La super famille Ichneumonoidea est représentée avec deux famille ; Ichneumonidae et Braconidae. Ichneumonidae se développe principalement des larves de lépidoptères et de coléoptères. Braconidae renferme actuellement plus de 40 000 espèces, les Aphidiinae, spécialisés dans parasitisme des pucerons, sont les plus importants [105].

Dans la super famille Chalcidoidea comprend les familles Aphelinidae, Encyrtidae, Eulophidae, Mymaridae, Pteromalidae et Trichogrammatidae. Les familles les plus importantes en lutte biologique classique qui ont fourni 80 % des succès obtenus contre les insectes déprédateurs des cultures ou des milieux forestiers [105]

➤ Aphelinidae (APPENDICE J1)

Cette famille est largement distribuée dans le monde entier avec plus ou moins 33 genres et 1168 espèces placés dans 7 sous-familles : Aphelininae, Azotinae, Calesinae, Coccophaginae, Eriaphytinae, Eriaporinae et Eretmocerinae.

Avec les Encyrtidae, les Aphelinidae sont l'une des familles de Chalcidoidea les plus importantes dans la lutte biologique, plus de 90 succès d'acclimatations (Ferriere, 1965). Ils sont endoparasites, ectoparasites ou hyperparasites principalement d'Aleyrodoidea, d'Aphidoidea, d'Auchenorrhyncha, de Psylloidea (Hémiptères) mais spécialement de Coccoidea (Homoptères). Ils sont également parasites d'œufs de Lépidoptères et d'Orthoptères, de larves et pupes de Diptères, ainsi que de larves d'autres Chalcidoidea et Dryinidae (Hyménoptères). Chez quelques espèces, les femelles sont endoparasites et les mâles ectoparasites de la même espèce hôte tandis que chez d'autres, les mâles sont hyperparasites de femelles de leurs propres espèces (autoparasitisme) ou d'autres espèces d'Aphelinidae (adelphoparasitisme) [106].

Cette famille comprend de nombreuses espèces qui ont un grand intérêt dans la lutte biologique contre les ravageurs d'agrumes, comme *Cales noacki* Howard, un ennemi naturel de l'une des espèces d'aleurode, *Aleurothrixus floccosus*, qui est peut-être l'hyménoptère parasitoïde le plus abondant dans les vergers d'agrumes [107]; [108]. Ce parasite de l'Aleurode a dû être importé en Oranie en 1981 vraisemblablement en même temps que le déprédateur [109].

L'espèce *Encarsia lahorensis* Howard (Hymenoptera-Aphelinidae), parasite de *D. citri* a été identifiée dans le nord de l'Inde en tant que *Prospaltella lahorensis* Howard. Plus tard, il est placé dans le genre *Encarsia* [110].

Aphytis melinus est considéré comme le parasitoïde le plus efficace dans le contrôle d'*Aonidiella Aurantii* dans presque toutes les régions d'agrumes du monde où il a été introduit [111].

➤ Encyrtidae (APPENDICE J 2)

Cette famille de Chalcidoidea est l'une des plus grandes et des plus diversifiées structurellement avec plus ou moins 460 genres et 3735 espèces décrits placés dans 2 sous-familles : Encyrtinae et Tetracneminae [106].

C'est également l'une des familles les plus importantes dans la lutte biologique. La plupart sont endoparasites de Coccoidea (Homoptères), mais aussi d'œufs et de larves de Coléoptères, Diptères, Lépidoptères, Hyménoptères, Neuroptères, Orthoptères, Hémiptères et Arachnides [106].

Il existe une tribu (Copidosomatini), principalement parasites de Lépidoptères, possédant un processus inhabituel de multiplication des œufs dans la larve hôte à partir d'un seul œuf. Celui-ci se divise par mitose pour former plusieurs individus, c'est ce qu'on appelle de la polyembryonie. Les larves endoparasites résultantes consomment la larve hôte, émergent ensuite de celle-ci des adultes tous du même sexe, sauf si plusieurs œufs ont été pondus initialement [112].

➤ Eulophidae (APPENDICE J 3)

C'est l'une des plus importantes familles des Chalcidoidea avec plus ou moins 297 genres et 4472 espèces divisés en 4 sous-familles : Euderinae, Eulophinae, Entedoninae et Tetrastichinae. C'est également l'une des familles les plus importantes économiquement de par leur utilisation en lutte biologique à travers le monde. La plupart des espèces (solitaires ou grégaires) sont parasites de larves de Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères et Coléoptères [106].

➤ Pteromalidae (APPENDICE J 4)

Leur distribution est assez large avec plus ou moins 588 genres et 3506 espèces divisés en 31 sous-familles.

Les associations avec leurs hôtes sont extrêmement diverses. Ils sont solitaires ou grégaires, ectoparasites ou endoparasites, parasites primaires ou secondaires, idiobiontes ou koinobiontes et certains sont mêmes prédateurs [106].

Les espèces parasitoïdes de cette famille jouent un rôle important dans la lutte biologique contre les insectes nuisibles. Nombre d'entre eux sont utilisés avec succès dans des programmes de lutte biologique dans le monde entier [113 ; 114]

➤ Mymaridae (APPENDICE J 5)

Les Mymaridae sont largement distribuées à travers le monde avec plus ou moins 103 genres reconnus comme valides et 1424 espèces. Ils sont endoparasites solitaires ou grégaires (Brasero et Martin, 2009). Cette famille comprend de nombreuses espèces qui sont des parasitoïdes d'oeufs des insectes. Les Mymaridae sont des opportunistes dans la sélection et le choix de l'hôte [115].

La plupart des espèces de cette famille sont des parasitoïdes des Hémiptères, notamment les Auchenorrhyncha (Cicadellidae, Delphacidae, Membracidae). Il y a aussi des enregistrements chez Psocoptera, Coleoptera, Orthoptera et Diptera.

Trois genres de cette famille ; *Anagrus* Haliday, *Anaphes* Haliday et *Gonatocerus* Nees renferment la plupart des espèces qui sont importantes, dont certaines ont été utilisées avec succès dans la lutte biologique [115].

En Algérie, Il n'y a pas de citations sur les espèces de cette famille qui sont des parasitoïdes des ravageurs d'agrumes, bien que [116] citent *Stethynium* Enock et *Anagrus* Haliday comme parasitoïdes des cicadelles d'agrumes en Australie. En Espagne, dans les arbres fruitiers, [117] signalent que les parasitoïdes les plus importants de cicadelles sur le genre Prunus sont hyménoptères appartenant à la famille des Mymaridae, mais ne précisent pas les espèces spécifiques. BÖLL et HERRMANN, [118] citent deux espèces ; *Stethynium triclavatum* Enock et *Anagrus atomus* (L.) comme des parasites d'œufs des cicadelles, comme *Empoasca vitis* (Gothe) (Hemiptera: Cicadellidae) dans les vignobles allemands et en Italie [119].

➤ Trichogrammatidae (APPENDICE J 6)

Dans cette famille plus ou moins 83 genres sont reconnus comme valides pour plus ou moins 839 espèces. Les Trichogrammatidae sont principalement solitaires ou

grégaire ectoparasites de tous les œufs du très large groupe des Holométaboles (où la larve diffère totalement de l'adulte) et des Homoptères, Hémiptères, Orthoptères et Thynasoptères. Les femelles de certaines espèces essayent d'introduire leur ovipositeur dans plus ou moins tout ce qui possède une taille et une forme acceptables [106].

Les espèces du genre *Trichogramma* ont été utilisées largement dans des programmes de contrôles biologiques (particulièrement contre les Lépidoptères).

➤ Braconidae (APPENDICE J 7)

La famille des Braconidae comprend 52 genres et 400 espèces spécialisées dans le parasitisme des pucerons [120]. Les Aphidiinae sont des endoparasitoïdes, koïnobiontes et solitaires. Plusieurs espèces d'Aphidiinae sont actuellement employées comme agents de lutte biologique contre des pucerons [121].

De plus, ce sont des parasitoïdes à parthénogenèse arrhénotoque, c'est-à-dire les œufs qui sont pondus par des femelles non fécondées donnent des mâles (haploïdes) et les œufs pondus par des femelles fécondées donnent des femelles (diploïdes) et des mâles (haploïdes). Ces espèces sont plutôt synovogéniques car, si elles émergent avec un stock d'œufs matures, elles peuvent continuer à produire et mûrir des œufs durant leur vie adulte [122]. Les espèces les plus étudiées sont *A. colemani*, *A. ervi*, [123 ; 124 ; 125].

En Algérie, *Aphidius matricariae* est l'espèce la plus dominante sur les pucerons inféodés aux plantes spontanées et cultivées, il a été signalé sur 23 espèces de pucerons installés sur 38 espèces végétales [126] et [127]. L'espèce *Aphidius colemani* occupe le deuxième rang. Il a été signalé sur 4 espèces de pucerons inféodés à 9 plantes ornementales. Ce parasitoïde préfère s'installer sur des aphides appartenant à la famille des Aphididae.

CHAPITRE 3

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Dans cette partie, la première étape consiste à la présentation des caractéristiques climatiques de la zone d'étude, ensuite la description des différents vergers d'études, puis l'explication de la technique d'échantillonnage des données sur l'infestation de la cératite à l'aide d'une fiche d'inventaire et enfin un aperçu sur la méthode d'analyse des données recueillies.

3.1. Présentation de la région d'étude

L'inventaire des ravageurs d'agrumes et leurs ennemis naturels a été réalisé dans des exploitations agrumicole, situées dans la commune de Timezrite, circonscription administrative de la wilaya de Béjaia. Le suivi sur le terrain et l'échantillonnage ont été effectués sur deux vergers d'oranger durant l'année 2015.

3.1.1. Situation géographique de la wilaya de Béjaia

La wilaya de Béjaia est située au nord-est du pays, sur le littoral méditerranéen. Le Chef-lieu de wilaya est située à 220 km à l'est de la capitale, Alger. Elle s'étend sur une superficie de 3 261 km². Elle est limitée par : La mer méditerranéenne au Nord, La wilaya de Jijel à L'Est, Les wilayas de Sétif et Bordj-Bou-Argeridj au Sud, et Les wilayas de Tizi Ouzou et Bouira à l'ouest (Figure 3.1) [128].

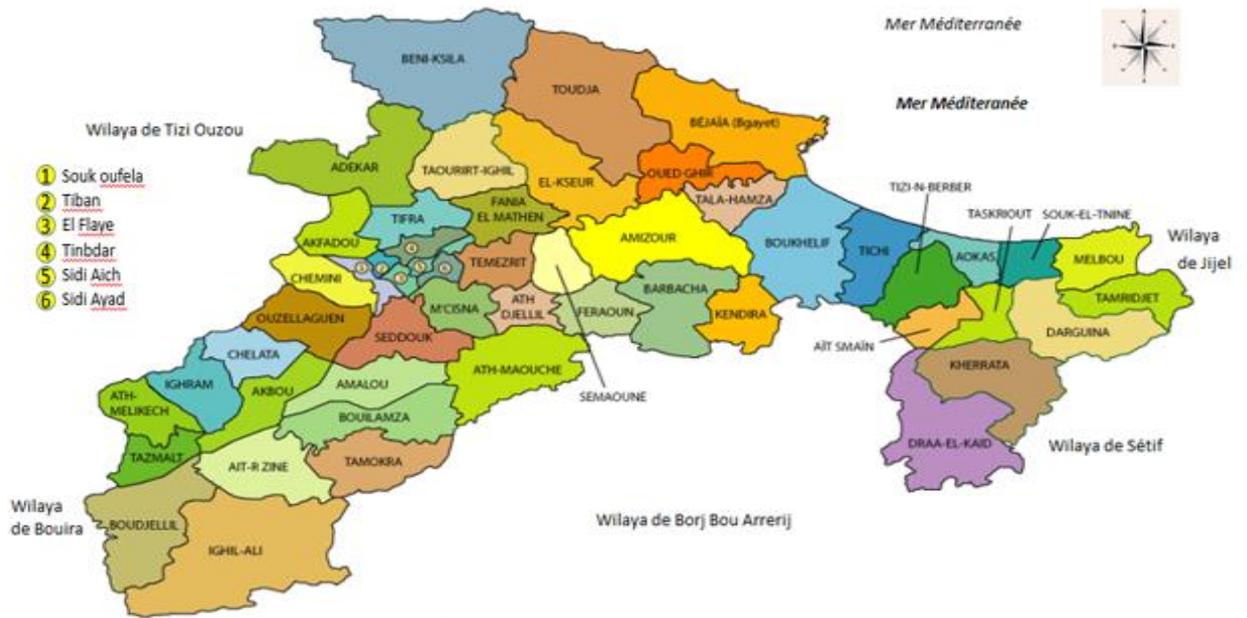


Figure 3. 1. Limite géographique de la wilaya de Bejaia, et de la commune de Timezrite [128].

3.1.2. Etude climatique

Les facteurs climatiques conditionnent l'évolution des êtres vivants, qu'ils soient d'origine animale ou végétale. Leurs actions interviennent aux différentes phases du cycle biologique, du stade embryonnaire jusqu'au stade adulte.

Le climat influence de manière dynamique les interactions entre les plantes, les insectes ravageurs et les ennemis naturels. La température s'avère un facteur abiotique déterminant de la dynamique entre les ravageurs et leurs ennemis naturels, lesquels possèdent chacun leurs propres limites et optimum thermique [129].

Vu le rôle important que joue le climat dans la dynamique des populations des insectes, il est nécessaire de donner un aperçu sur les fluctuations climatiques, à savoir les précipitations, les températures et l'hygrométrie.

Il est évident que les facteurs climatiques essentiellement la température, la pluviométrie et l'hygrométrie, contribuent au développement de la végétation et influent la croissance et la durée de développement des ravageurs et leurs ennemis naturels.

C'est pour cela que nous devons faire une étude de tous les facteurs climatiques. Les relevés proviennent de l'Office National de Météorologie.

3.1.3. Climat de la wilaya de Béjaia

3.1.3.1. La température

Afin de connaître le climat d'une région déterminée, on doit se pencher sur les variations de la température qui représente un facteur limitant, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces des communautés des êtres vivants dans la biosphère.

Les données thermiques, à savoir, les températures minimales (m), maximales (M) et moyennes mensuelles $[(m + M) / 2]$ au cours de l'année expérimentale de la décennie 2006-2015 et l'année 2015 sont représentées respectivement dans les tableaux (3.1 et 3.2)

Les données thermiques, à savoir, les températures moyennes minimales et maximales au cours de la décennie (2006-2015) font ressortir que les basses températures sont enregistrées aux mois de janvier et février. Les hautes températures sont notées le mois d'août. Les moyennes des minimas du mois le plus froid sont enregistrées au mois de février, avec une température de 7.01 °C, alors que les moyennes des maximas du mois le plus chaud sont notées le mois d'août, avec 30,64 °C (Tableau 3.1).

Le Tableau 3.2, nous indique qu'au cours de l'année 2015 les plus basses températures sont observées respectivement au mois de janvier et février avec une valeur de 7,1°C et 7,5 °C, cependant les températures les plus élevée sont enregistrées respectivement au mois de juillet et août avec une valeur de 31,2°C et 31,4°C.

Tableau 3. 1. Température de l'année 2006-2015.

Mois	jan	fev	Mar	avr	Mai	Jui	jul	Août	Sep	oct	nov	dec
T (C°)	11,46	11,18	13,52	16,21	18,82	22,32	25,43	25,90	23,54	20,55	15,91	12,78
TM(C°)	17,09	16,61	19,00	21,43	23,72	27,04	30,13	30,64	28,60	26,09	21,53	18,80
Tm(C°)	7,50	7,01	8,98	11,58	14,18	17,67	20,70	21,35	19,17	16,37	11,97	8,89

Tableau 3. 2. Température de l'année 2015(Béjaia).

Mois	Jan	fev	Mar	avr	Mai	Jui	Jul	Août	sep	oct	nov	Dec
T(C°)	11,1	10,9	13,1	16,3	19,6	22,3	26,2	26,7	23,9	20,7	15,4	12,7
TM(C°)	16,7	15,4	18,6	21,3	25,2	27,2	31,2	31,4	29,2	26,1	21,1	19,9
Tm(C°)	7,1	7,5	8,6	11,9	14,3	17,2	20,8	22,1	19,7	16,5	11,4	8,5

3.1.3.2. Pluviométrie

L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique.

Comme toutes les régions du littoral algérien, les précipitations mensuelles de Béjaia ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été, varient entre 600 et 1200 mm en fonction de la région considérée.

Le tableau 3.3, représente les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année 2015. Le mois le plus pluvieux durant l'année expérimentale est celui de février avec une valeur enregistrée de 155,43 mm.

Tableau 3.3. Les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année expérimentale 2015(Bejaia).

Mois	Jan	fev	mar	avr	mai	Jui	jul	Août	Sep	oct	Nov	Dec
PP(mm)	135,12	155,43	70,86	3,05	19,3	1,78	0	10,16	20,58	41,65	51,56	0

3.1.3.3. Le Vent

Le vent est un déplacement d'air provoqué par une différence de pression d'un lieu à un autre [130]. Il fait partie des facteurs les plus caractéristiques du climat. Il agit

comme un agent de transport [131]. Pour les vergers de Béjaia Les vents les plus redoutés sont ceux qui soufflent en hiver, Ils frappent parfois fortement à la fin de l'automne, or les vents desséchant dans la vallée de la Soumam considérée comme un couloir de passage du sirocco, provoquent des dommages aux vergers lorsqu'ils sont insuffisamment protégés.

Pour l'année 2015, la moyenne annuelle de la vitesse du vent est de 12,85 Km/h, la plus grande valeur a été enregistrée le mois de décembre avec 18,5 Km/h.

Tableau 3. 4. Moyennes mensuelles de la vitesse du vent pour l'année expérimentale 2015.

mois	jan	Fev	mar	avr	mai	jui	Jul	Août	sep	oct	nov	dec
V (Km/h)	15,3	16,8	13,1	9,9	12,1	10,2	10,4	10,9	9,6	14,2	13,2	18,5

3.1.4. La synthèse climatique

3.1.4.1. Diagramme Ombrothermique

Les diagrammes ombrothermique sont utilisés pour refléter une image de synthèse sur le climat. Ce diagramme a été réalisé avec les données relevées de l'Office National de Météorologie.



BAGNOULS et GAUSSEN [132]. 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.

Le Diagramme Ombrothermique pour la wilaya de Béjaia des années (2006-2015) représenté dans la Figure 3.2(A) montre que la période sèche s'étale sur quatre mois à partir de mi-mai jusqu'au mi-août, et une période humide qui s'étale sur huit mois allant de la mi-août jusqu'au mi-mai. Pour l'année 2015, figure 3.2(B) montre une irrégularité du climat où on remarque l'apparition de deux périodes sèches, la première s'étale sur six mois allant de mi-mars jusqu'au mois d'Octobre et une deuxième représenté par le mois de décembre, et deux périodes humide, la première s'étale sur trois mois d'Octobre à la mi-mars et la deuxième s'étale d'octobre jusqu'à la fin de mois du novembre.

3.1.4.2. Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER)

L'indice d'EMBERGER permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans les différents étages bioclimatiques.

L'indice d'EMBERGER où le quotient pluviothermique est calculé selon la formule [133] :

$$Q = 3,43 \frac{P}{M-m}$$

Avec :

P : pluviométrie annuelle (mm) ;

M : Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud ;

m : Moyennes des températures minimales du mois le plus froid.

Q (Béjaia) : P=814.25mm ; M= 30,64°C ; m=7,01°C.

Q (Béjaia)= 3,43*814,25 / (30,64-7,01)

Q (Béjaia)=118,19

En plaçant les valeurs (Tmin ; Q2) sur le diagramme d'EMBERGER, de notre région d'étude, nous avons défini l'étage bioclimatique pour la wilaya de Béjaia qui

se situe sur le même étage Sub-humide à hiver doux pour les dix ans de 2006 à 2015 (Figure 3. 3).

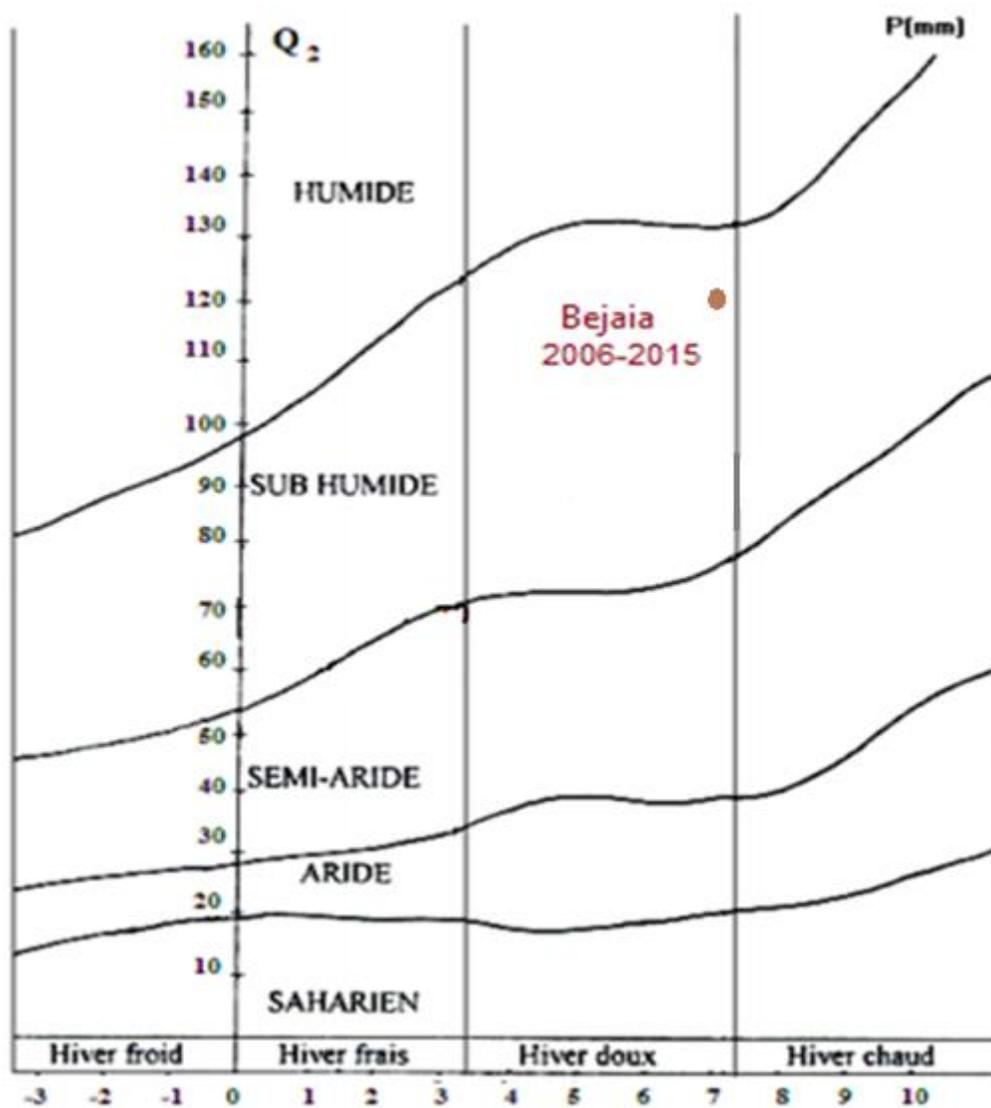


Figure 3. 3. Localisation de la wilaya de Bejaia dans le climatogramme D'EMBERGER

3.2. Présentation des stations d'étude

Pour la réalisation de notre travail, nous avons procédé à un échantillonnage des espèces entomologiques d'intérêt au niveau de deux vergers d'agrumes traité et non traité, situés dans la région de Bejaia. Au cours de notre travail sur terrain il est à signaler que les mêmes méthodes d'échantillonnages ont été menées dans les deux vergers d'étude.

3.2.1. Présentation des stations d'étude

Nos stations d'étude sont des vergers agrumicoles de propriété privée situés dans le village d'Ideraken de la commune de Timezrite. Le premier verger est installé depuis 1984 (âgé de 32ans) occupe une superficie de 2 ha, le deuxième âgé de 27 ans a été installé depuis 1989 sa superficie est de 1.7 ha (figure 3.4).

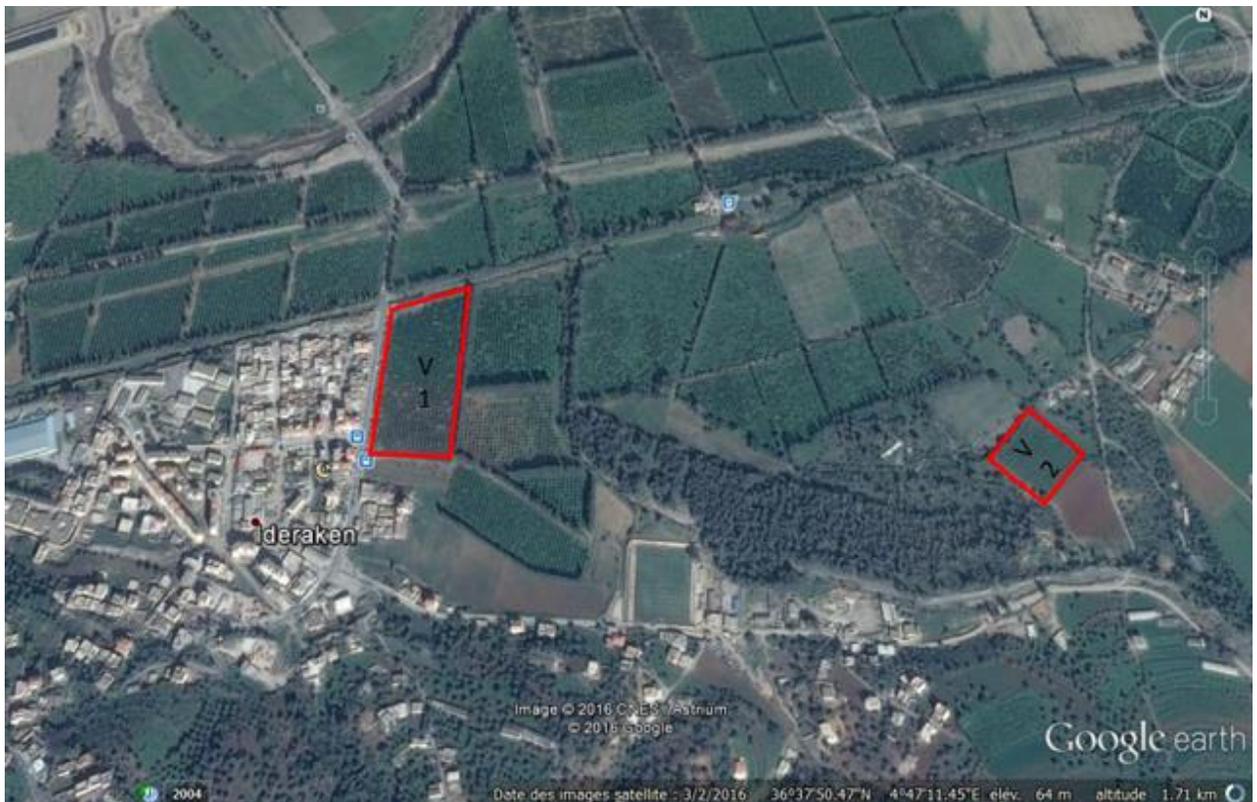


Figure 3.4. Situation des sites expérimental de la région de Bejaia (Google Earth, 2015).

3.2.2. Les techniques culturales

Plusieurs travaux culturaux ont été réalisés à savoir :

✓ Le désherbage et travail de sol

Un désherbage mécanique est pratiqué, durant le printemps. Les opérations de travail du sol et discage ont été réalisées en avril et juin.

✓ Taille d'entretien

C'est une opération indispensable car elle conditionne la régularité de la production et assure un renouvellement de la charpente à venir. Il faut pratiquer une taille par éclaircie. L'intérieur des arbres doit être dégagé sans enlever tous les rameaux dirigés vers le centre qui garnissent les branches. La taille se pratique entre la cueillette et la floraison. Une taille d'entretien est réalisée en janvier 2015.

✓ Irrigation

Les besoins en eau des agrumes sont estimés à environ 1200 mm par an, répartis sur toute l'année. Dans la région de Bejaia où les précipitations atteignent 814 mm comme précipitation annuelle, le déficit de 386 mm doit être comblé par l'irrigation à partir du mois de Mai jusqu'au Septembre-Octobre avec des apports modulés d'après les valeurs de l'évapotranspiration potentielle. Pour certaines périodes, un déficit hydrique même temporaire est préjudiciable à la production. Pour cela un système d'irrigation goutte à goutte a été mise en place.

✓ Traitement phytosanitaire

Durant la campagne 2015-2016, des traitements phytosanitaires sont appliqués qu'au niveau du verger traité. Le Tableau 3.5 fournis les noms des différentes matières actives appliquées avec le calendrier d'application.

Tableau 3.5. Programme de traitements des agrumes Compagne 2015/2016 pour le verger traité.

Matière active	Famille	cible	Date d'application
Mancozèbe	Carbamates	Champignon	28/03/2015
Acetamebride	Organochloré	Mineuse et Aleurodes	28/03/2015
Acetamebride	Organochloré	Mineuse et Aleurodes	16/04/2015
Diméthoate	organophosphoré	Cochenilles , Puceron et Thrips	16/06/2015
Acetamebride	Organochloré	Mineuse et Aleurodes	06/08/2015
Diméthoate	organophosphoré	Cochenilles , Puceron et Thrips	27/08/2015
Mancozèbe	Carbamates	Champignon	27/08/2015

3.2.3. Calendrier des sorties

La période d'échantillonnage s'est étendue du janvier 2015 à décembre 2015 pour les deux vergers d'étude. Nous avons réalisé 2 sorties par mois (APPENDICE K).

3.2.4. Méthodologie d'étude

L'échantillonnage a été réalisé par deux techniques, la première consiste à l'utilisation du cercle et le prélèvement des feuilles dans le cas d'incertitude pour l'évaluation de la disponibilité des ravageurs dans la frondaison. Pour la deuxième technique la capture est assurée par le dépôt des pièges jaunes englués.

À l'aide d'un cercle de 20 cm de diamètre placé dans la frondaison de l'arbre, on limite le nombre des feuilles à examiner. Nous avons choisi au hasard cinq arbres pour les deux vergers, dont on a effectué nos prélèvements. Pour chaque arbre une direction cardinale est choisie, à l'exception du cinquième arbre dont l'échantillonnage est effectué au centre (Figure 3.5.). Ce cercle est placé à hauteur d'homme.

Durant notre expérimentation les prélèvements ont été effectués deux fois par mois. Le comptage des insectes a été réalisé sur terrain à l'aide d'une loupe de poche, par contre la détermination des taxons entomologiques a fait l'objet d'un travail au laboratoire après prélèvement des échantillons de feuilles sur terrain.

Les pièges chromatiques ont été conçus pour l'identification, le suivi régulier et le contrôle des populations d'insectes dans les cultures. Les pièges jaunes attirent la majorité des insectes dont les aleurodes, pucerons, parasitoïdes...etc.. Les insectes attirés sont retenus par la glue des pièges chromatiques.

Une semaine après installations des pièges sur quatre arbres avec différentes directions cardinales, avec un film alimentaire transparent les plaques ont été enveloppés pour préserver les insectes capturés, ces plaques ont été étiquetées et récupérées pour une identification. L'identification des espèces capturées par les pièges jaunes a été faite au niveau du laboratoire de Zoologie au département de biotechnologies à l'université de Blida 1 (Figure 3.7).

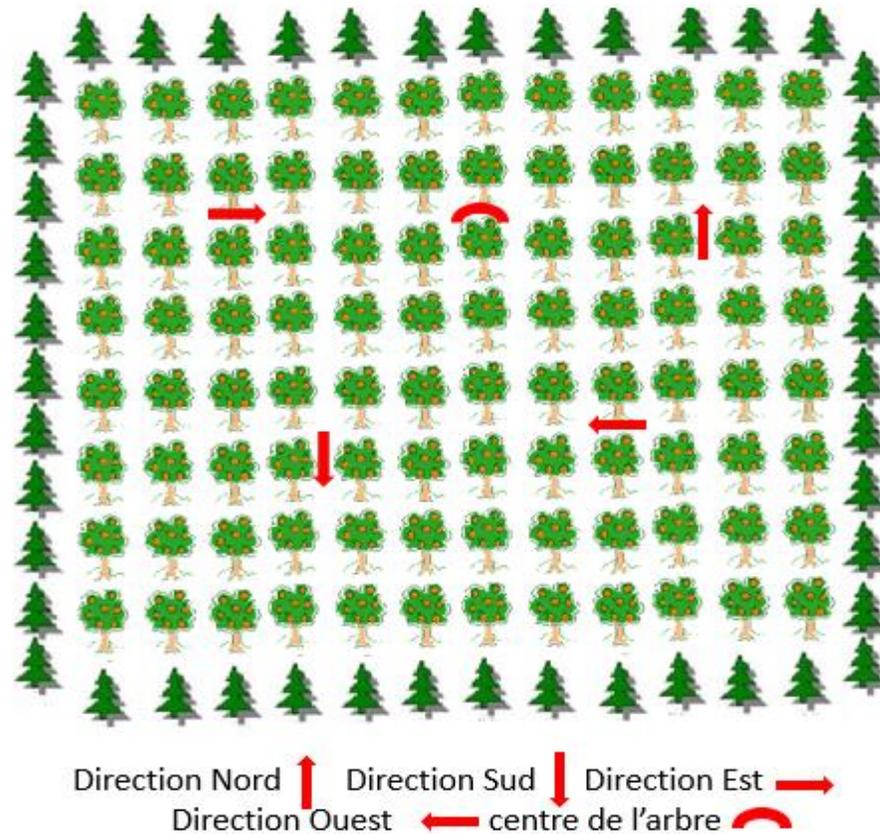


Figure 3.5. Dispositif expérimental sur la parcelle d'étude.

Matériels utilisés

- ✓ Loupe de poche
- ✓ Cercle en métal ;
- ✓ Plaques jaunes englués ;
- ✓ Film alimentaire en plastique transparent ;
- ✓ Loupe binoculaire (au labo).
- ✓ Clés de détermination.

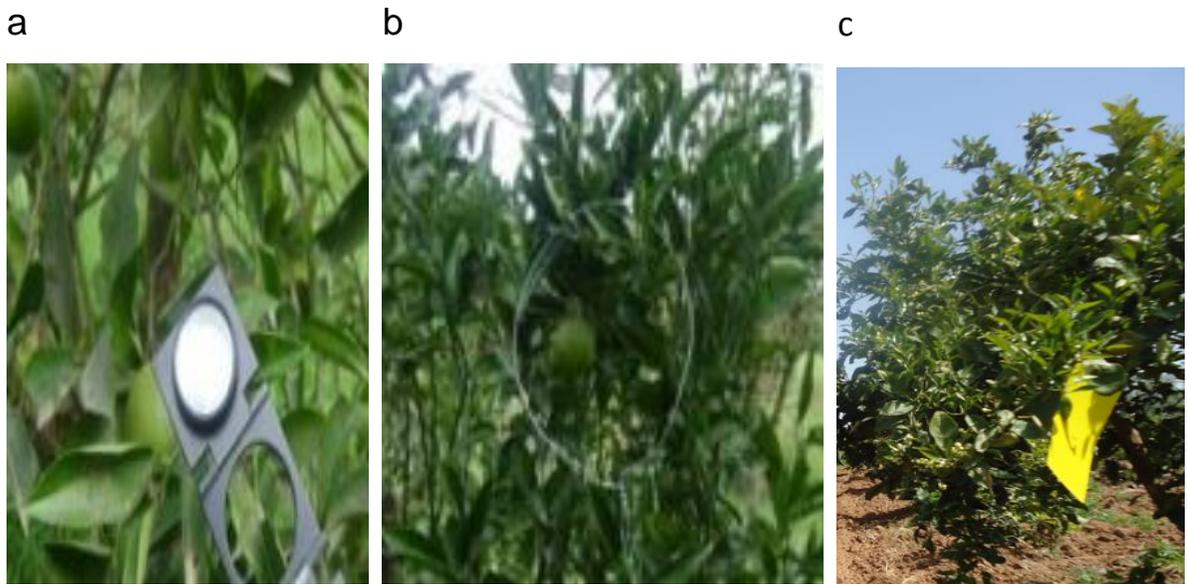


Figure 3.6. Matériels utilisés sur terrain (a : loupe de poche ; b : cercle en métal ; c : plaque jaune englués (Originale ,2015).



Figure 3.7. Matériels utilisés au laboratoire (Originale ,2015).

3.2.5. Identification des insectes

3.2.5.1. Sur terrain

L'identification des insectes ravageurs sur les feuilles au niveau de la parcelle ont été observés à l'aide d'une loupe de poche.

3.2.5.2. Au laboratoire

Les plaques engluées ont été observés à l'aide d'une loupe binoculaire aux trois grossissements (X 2, X4 et X8) pour des besoins de reconnaissance de certains caractères d'identification des parasitoïdes et hyperparasitoïdes sur la base de la nervation alaire ou des antennes (nombre d'articles et disposition sur la tête de l'insecte). Certains taxons ont été identifiés jusqu'à la famille, pour d'autres on est arrivé à identifier le genre et l'espèce. Nous avons utilisé plusieurs guides d'identification des ravageurs et ennemis naturels des agrumes. Nous nous sommes aussi basés sur les techniques de reconnaissance des insectes auxiliaires établies par le laboratoire d'Entomologie de l'Institut méditerranéen d'agroforesterie (Université polytechnique de Valence, Espagne).

3.3. Exploitation des résultats

3.3.1. Indices écologiques

Les indices écologiques qui retiennent notre attention pour l'exploitation de nos résultats sont les indices écologiques de composition et de structure.

3.3.1.1. Indices écologiques de composition

3.3.1.1.1. Richesse totale (S)

La richesse totale représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement [134]. Selon LE JEUNE [135], la richesse totale (S) est le nombre d'espèces inventoriées au moins une fois.

3.3.1.1.2. Fréquence centésimale ou abondance relative

Selon DAJOZ [136], la fréquence centésimale est le pourcentage des individus d'une espèce (ni) par rapport au nombre total des individus (N). Elle est donnée par la formule suivante :

$$P_i = (n_i \times 100) / N$$

P_i : est la fréquence centésimale ou abondance relative.

n_i : est le nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N : est le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

3.3.1.2. Indices écologiques de structure

3.3.1.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver

D'après BORNARD et al., [137], l'indice de diversité de Shannon-Weaver est calculé par la formule suivante :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

H' : est l'indice de diversité exprimé en unité bits.

P_i : est la fréquence centésimale ou abondance relative.

Selon DAGET [138], la diversité informe sur la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces. La diversité maximale représentée par H'_{\max} , correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement. Elle est calculée par la formule suivante :

3.3.2. Analyse statistique

L'exploitation des résultats a fait appel à une analyse multivariée (AFC, DCA). La matrice des données des groupes trophiques et les familles des espèces d'insectes a été soumise à une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) puis à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).

En raison de la forte dominance de certaines familles, une variante non paramétrique de l'A.F.C a été appliquée, la « Detrended Correspondence Analysis » ou D.C.A. Les distances entre les projections des relevés ou des familles ne sont pas proportionnelles aux distances réelles, comme dans une A.F.C., ce qui permet un

meilleur étalement des points sur le plan factoriel F1-F2 et donc une meilleure efficacité de projection.

La classification hiérarchique des facteurs lignes ou colonnes se fait en considérant les coordonnées sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50 % de la variance cumulée soit observée. La distance euclidienne ainsi que la méthode de « Ward », basées sur les mesures de similarité entre variables a été prise en compte avec le logiciel PAST (version 2.17c).

Pour explorer les différences des structures des peuplements d'insectes, des diagrammes de Rang – abondance ont été tracés, et comparés au modèle de MOTOMURA avec le logiciel PAST version 2,17c [139]: $\log(N) = a * R + b$, où N est l'abondance (valeurs logarithmique) rassemblé pour une espèce et R est la pente [140].

Nous avons réalisé un test binomial l'aide du logiciel SPSS (Version 20.) afin de prendre en considération une vision globale de l'affinité des groupes d'espèces, par leurs présences et absences dans les deux vergers d'étude

CHAPITRE 4

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Il est indispensable de connaître de façon approfondie les différents groupes entomologiques dans leur milieu afin de comprendre les mécanismes responsables des phénomènes de pullulation, ce qui implique la réalisation d'un inventaire des espèces entomologiques dans chaque station d'étude.

4.1. Inventaire des populations d'insectes dans les stations expérimentales

Le tableau 5.1 représente l'ensemble des espèces entomologiques inventoriées dans les deux stations d'étude, leurs effectifs moyens, et leur systématique la plus complète.

Par ailleurs, il est à noter que parmi ces espèces d'insectes capturés il y cohabite bon nombre d'espèces qui sont des ravageurs ainsi que des auxiliaires.

L'étude de l'entomofaune dans deux vergers d'agrumes de la région de Bejaia durant l'année 2015 a permis de répertorier 65 espèces d'insectes repartis en 30 familles. Cet inventaire est encore incomplet si on se refait à une étude complète de l'entomofaune et que notre étude est pour objectif d'étudier les auxiliaires associés aux agrumes. En effet, il est évident qu'un certain nombre d'espèces ont échappé à nos observations. Il convient donc de considérer cette étude comme un inventaire préliminaire.

Au totale 65 espèces entomologique ont été rencontrées dans les deux stations (Tableau 4.1). Celles-ci ont des peuplements très voisins dans la mesure où 89 % des espèces sont en commun. Du point de vue richesse spécifique, nous pouvons constater que les familles les plus représentées sont ceux des *Coccinellidae* représentée par 15 espèces, suivi par les *Mymaridae* avec 9 espèces, et les *Aphelinidae* par 5 espèces. Cependant on compte entre 1 espèce à 3 espèces représentant le reste des familles du tableau 4.1.

Sur le plan trophique, on remarque la prédominance des espèces ravageurs avec des effectifs élevés par rapport aux effectifs des auxiliaires.

En comparant les effectifs moyens des espèces identifiées dans les deux stations on constate qu'il y a une différence apparente avec des effectifs élevés des espèces déprédatrices au niveau de la station non traitée par rapport à celle traitée par contre, pour la plupart des espèces auxiliaires on remarque que les effectifs sont plus importants au niveau de verger non traité.

Tableau 4. 1. Inventaire des espèces entomologiques dans les deux stations d'oranger de Bejaia (Algérie).

Ordre	Super Famille	Famille	Espèce	Effectifs moyenne annuelle	
				verger traité	verger non traité
Thysanoptera		Thripidae	<i>Pezothrips kellyanus</i> (Bagnall, 1916)	42,92	75,38
Thysanoptera			<i>Scirtothrips inermis</i> (Priesner, 1933)	40,13	47,71
Diptera		Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann, 1824)	140,17	124,46
Hemiptera	Aleyrodoidea	Aleyrodidae	<i>Aleurothrixus floccosus</i> (Maskell, 1896)	62,25	16,54
			<i>Dialeurodes citri</i> (Ashmead, 1885)	143,33	44,25
	Membracoidea	Cicadelidae	<i>Cicadelidae sp</i>	4,54	14,96
	Aphidoidea	Aphididae	<i>Aphis spiraecola</i> (Patch, 1914)	57,46	43,71
			<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)	54,96	30,33
	Coccoidea	Diaspididae	<i>Parlatoria ziziphi</i> (Lucas, 1853)	331,25	200,87
<i>Lepidosaphes beckii</i> (Packard, 1869)			8,63	7,54	
Margarodidae		<i>Icerya purchasi</i> (Maskell, 1878)	3,83	0,00	
Lepidoptera	Tineoidea	Gracillariidae	<i>larve Phylocnistis citrella</i> (Stainton, 1856)	12,17	12,83
Hymenoptera	Chalcidoidea	Chalcididae	<i>Chalcididae sp</i>	0,92	4,38
		Eulophidae	<i>Eulophidae sp</i>	13,96	24,75
			<i>Citrostichus phyllocnistoides</i> (Narayanan, 1960)	3,13	7,42
		Encyrtidae	<i>Microterys nietneri</i> (Motschulsky, 1859)	1,67	2,25
			<i>Metaphycus flavus</i> (Howard, 1881)	3,96	7,50
		Pteromalidae	<i>Pteromalidae sp</i>	9,96	33,21
		Aphelinidae	<i>cales noaki</i> (Howard, 1907)	6,71	5,42
			<i>Aphytis sp</i>	5,42	1,63
			<i>Encarcia sp</i>	1,67	2,88
			<i>Aphelinus mali</i> (Haldeman 1851)	0,29	0,96
	<i>coccophagus sp</i>	0,33	0,67		

		Trichogrammatidae	<i>Trichogrammatidae</i>	4,42	3,42	
		Mymaridae	<i>Mymaridae</i>	1,00	0,42	
			<i>Gonatocerus sp</i>	3,63	3,04	
			<i>Comptoptera sp</i>	0,92	1,42	
			<i>Polynema sp</i>	0,17	0,13	
			<i>Stethynium triclavatum</i> (Enock, 1909)	0,33	0,63	
			<i>Alaptus sp</i>	14,25	8,88	
			<i>Anagrus sp</i>	1,92	1,38	
			<i>Anaphes sp</i>	0,00	0,29	
			<i>Mymar taprobanicum</i> (Ward, 1875)	0,00	0,08	
	Cynipoidea		Cynipoidea	<i>Cynipoidea sp</i>	0,42	0,21
		Figitidae	<i>Phaenoglyphis sp</i>	2,54	4,54	
		Figitidae	<i>Alloxysta sp</i>	0,71	0,79	
	Scelionoidea	Selionidae	<i>Selionidae sp</i>	32,29	55,13	
		Platygastridae	<i>Platygastridae sp</i>	2,42	5,38	
	Ichneumonoidea	Ichneumonidae	<i>Ichneumonidae sp</i>	3,79	8,83	
			Braconidae	<i>Braconidae sp</i>	15,83	13,17
				<i>Aphidius sp</i>	2,04	2,58
			<i>Iysiphlibus testaceipes</i> (Cresson, 1880)	0,29	0,42	
	Chrysidoidea	Bethylidae	<i>Bethylidae sp</i>	12,54	10,00	
	Ceraphronoidea	Cerapheronidae	<i>Cerapheronidae sp</i>	8,00	20,46	
		Megaspelidae	<i>Megaspelidae sp</i>	9,75	1,25	
Hemiptera		Anthocoridae	<i>Orius sp sp</i>	0,96	11,79	
		Miridae	<i>Pinulatus sp</i>	0,46	2,04	
		Lygaeidae	<i>oxycarinus sp</i>	0,67	3,17	
Neuroptera		Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	5,96	4,67	
		Coniopterygidae	<i>Semidalis aleyrodiformis</i> (Stephens, 1836)	0,13	0,00	
Coleoptera		Coccinellidae	<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0,04	0,00	
			<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0,25	0,46	
			<i>Adonia variegata</i> (Goeze, 1777)	0,08	0,21	

		<i>Chilocurus bipustulatus</i> (Linnaeus, 1758)	0,21	0,04
		<i>Clitostethus arcuatus</i> (Rossi, 1794)	0,21	0,58
		<i>Delphastus catalinae</i> (Horn, 1895)	0,08	0,38
		<i>Harmonia quadripunctata</i> (Pontoppidan, 1763)	0,00	0,04
		<i>Platynaspis luteorubra</i> (Goeze, 1777)	0,17	0,21
		<i>Rhyzobius lophanthae</i> (Herbst, 1793)	0,21	0,46
		<i>Rodolia cardinalis</i> (Mulsant, 1850)	9,63	3,46
		<i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus, 1758)	0,00	0,17
		<i>Scymnus interuptus</i> (Goeze, 1777)	0,25	1,29
		<i>Scymnys subvillosus</i> (Goeze, 1777)	1,63	6,63
		<i>Scymnus mediterraneus</i> (Lablokoff, 1972)	1,29	1,83
		<i>Stethorus punctillum</i> (Weise, 1891)	1,42	1,54

4.2. Caractérisation des communautés entomologiques

4.2.1. Indices et paramètres écologiques

Les études en écologie portent rarement sur une biocénose entière, du fait des difficultés méthodologiques qu'elles confrontent. On s'intéresse donc seulement au peuplement qui est défini par l'ensemble des populations taxonomiquement voisines, vivant dans une même biocénose à un moment donné [141]. Un peuplement est caractérisé par sa composition : c'est-à-dire les espèces qui le constituent, sa structure : comment les espèces sont organisées et sa dynamique qui se traduit par les rapports entre les différentes espèces.

Dans notre approche, nous allons étudier la diversité des espèces entomologiques inventoriées dans deux stations à Timezrite traitée et non traitée dans un contexte phytosanitaire algérien.

4.2.2. Diversité spécifique (Diversité de Shannon et équitabilité)

Au totale 65 espèces entomologiques ont été rencontrées dans les deux stations (Tableau 4.1). Celles-ci ont des peuplements très voisins dans la mesure où 89 % des espèces sont en commun.

Par ailleurs, La richesse taxonomique et la diversité mesurée par l'indice de Shannon ne diffèrent pas significativement ($p=0$) que ce soit par la méthode des bootstrap ou celle des permutations) (Tableau 4.2). L'indice d'équitabilité tend vers 1 pour les deux stations d'étude. Les populations d'insectes inventoriés sont équitables dans les deux stations (traitée et non traitée).

Tableau 4. 3. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques des deux vergers.

	verger_traité	verger_non_traité	Boot p(eq)	Perm p(eq)
Shannon H	2,62	2,977	0	0
Evenness $e^{H/S}$	0,2289	0,3167	0	0
Equitability J	0,6398	0,7214	0	0

4.2.3. Diversité entomologique globale

La matrice des moyennes mensuelles d'abondance des différentes familles et les espèces recensées dans les deux vergers d'étude au cours des périodes d'échantillonnage a fait l'objet d'une analyse factorielle des correspondances suivie par un cluster analysis.

Les informations apportées par les moyennes d'abondance des insectes dans les deux vergers contribuent avec 35.25% et 15.97% de la variance respectivement sur le plan d'ordination axe1 et axe2 de la DCA (Figure 4.1).

Les résultats de la CAH révèlent la présence de trois groupes caractérisant le verger traité, trois autres groupes caractéristiques du verger non traité et quatre groupes indifférents :

L'assemblage du premier groupe caractéristique du verger traité est représenté par une forte présence de la famille des *Megaspelidae* aux mois de juin et juillet.

Le deuxième groupe est corrélé avec le verger traité au mois d'aout et septembre, dont trois espèces de déprédateurs sont plus abondantes il s'agit de; *Icerya purchasi*, *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, et deux espèces prédatrices *Chrysoperla carnea*, et *Chilocurus bipustulatus*. Si on se réfère au tableau 4.1, nous remarquerons que les espèces qui constituent le nuage de ce groupe sont en effectif important dans la station traitée par rapport à la station non traitée.

Le groupe 3, caractéristique du verger traité pour les mois de novembre, décembre et janvier est représenté par l'abondance d'une espèce prédatrice *Rodolia cardinalis* et sept espèces parasitoïdes ; *Lysiphilus testaceipes*, *Aphidius sp*, *Aphytis sp*, *Cynipoidae sp*, *Mymaridae sp*, *Alaptus sp*, *Anagrus sp*.

Le groupe 4, représenté par les espèces: *Scymnus interruptus*, *Scymnus subvillosus*, *Clitostethus arcuatus*, *Rhyzobius lophanthae*, *Adalia decempunctata*, *Alloxysta sp*, *Mymar taprobanicum*, *Anaphes sp*, caractéristiques du verger non traité avec une importante abondance pendant le mois mai.

Le groupe 5, représenté par les espèces ; *Platynaspis luteorubra*, *Adonia variegata*, *Scymnus mediterraneus*, *Aphelinus mali*, *cales noaki*, *Gonatocerus sp* et *Bethylidae sp*, plus abondantes au mois de juin et juillet dans le verger non traité.

Le groupe 6, est corrélé avec le verger non traité aux mois d'aout et septembre avec une abondance d'une espèce phytophage ; *Cicadelidae sp* et trois espèces prédatrices *Oenopia conglobata*, *Delphastus catalinae*, *Orius sp*, et quatre espèces parasitoïdes ; *Citrostichus phyllocnistoides*, *Pteromalidae sp*, *Chalcidoidea sp*, *Platygastridae sp*.

Le groupe 7, est corrélé avec les deux vergers et représenté par des espèces qui possèdent les mêmes fréquences aux mois de Février et Mars, il s'agit de: *Oxycarinus sp*, *Pinulatus sp*, *Ichneumonidae sp*, *Adalia bipunctata*, *Harmonia quadripunctata*.

Le groupe 8, présente le même assemblage d'espèces au niveau des deux vergers soit : *Polynema sp*, *Aphis spiraecola*, *Aphis gossypii* au mois d'Avril et Mai.

Le groupe 9, regroupe des espèces présentes dans les deux stations d'étude avec les mêmes abondances et souvent aux mêmes époques de l'année. Ce sont les espèces qui ne sont pas affecter par les différents traitements effectués, il s'agit de: *Stethorus punctillum*, *Stethynium triclavatum*, *Comptoptera sp*, *Selionidae sp*, *Phaenoglyphis sp*, *Braconidae sp*, *Ceraphronidae sp*, *Trichogrammatidae sp*, *Encarcia sp*, *Metaphycus flavus*, *Microterys nietneri*, *Eulophidae sp*, *Phylocnistis citrella*, *Parlatoria ziziphi*, *Lepidosaphes beckii*, *Scirothrips inermis*.

Le groupe 10, présente le même assemblage d'espèces au niveau des deux vergers au mois d'Octobre, représenté par : *Ceratitis capitata*, *Coccophagus sp*.

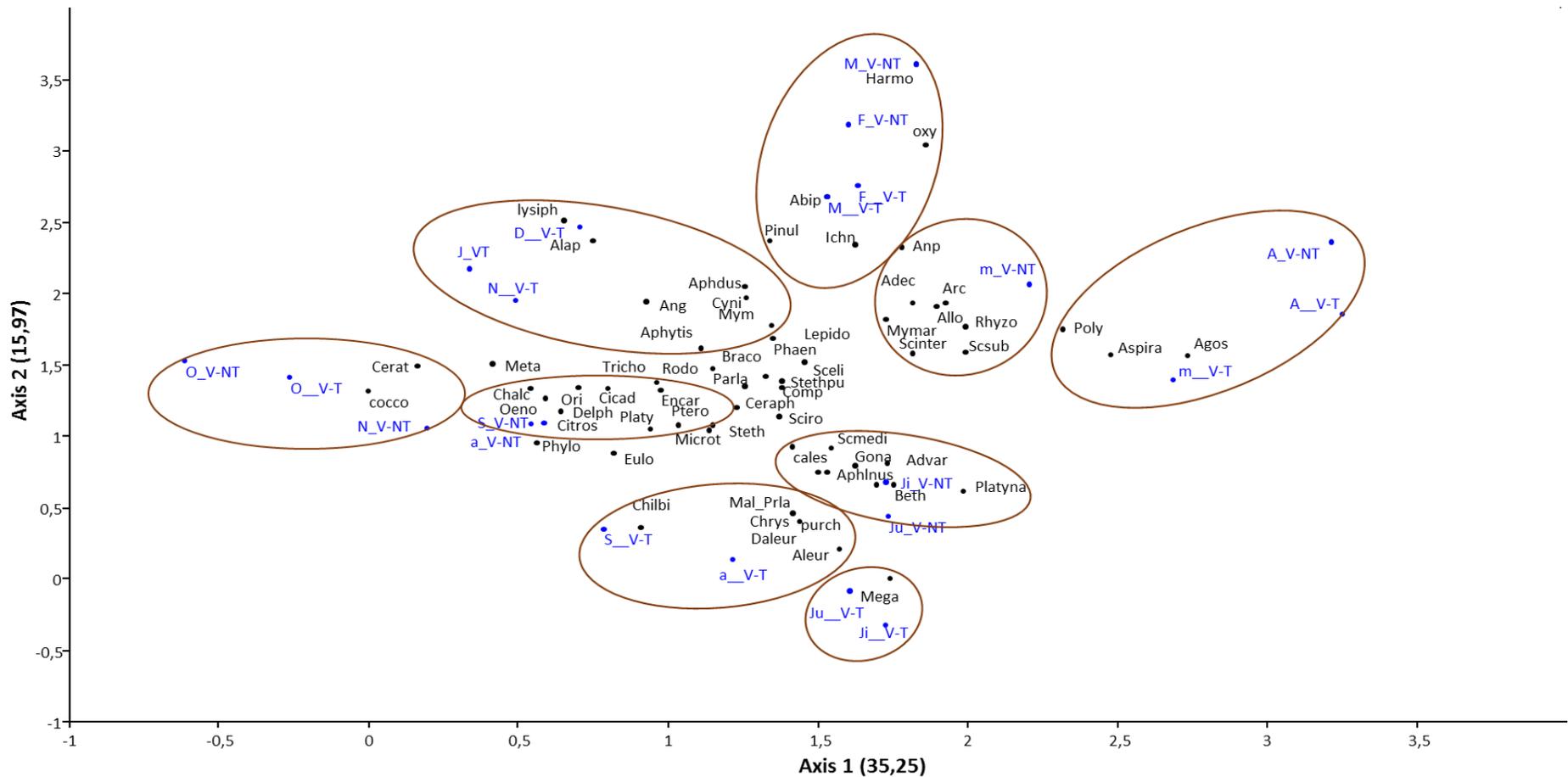


Figure 4.1: Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel AFC.

Liste des abréviations : Pezo: *P. kellyanus* ; Sciro : *S. inermis* ; Cerat : *C. capitata* ; Aleur : *A. floccosus* ; Daleur : *D. citri* ; Cicad : *Cicadelidae* ; Aspira : *A. spiraeicola* ; Agos : *A. gossypii* ; Mal Prla : *Mal P. ziziphi* ; Parla : *P. ziziphi* ; Lepido : *L. beckii* ; Purch : *I. purchase* ; Phylo : *P. citrella* ; Chalc : *Chalcididae* sp ; Eulo : *Eulophidae* sp ; Citros : *C. phyllocnistoides* ; Microt : *M. nietneri* ; Meta : *M. flavus* ; Ptero : *Pteromalidae* sp ; Cales : *C. noaki* ; Aphytis : *Aphytis* sp ; Encar : *Encarcia* sp ; Aphlnus : *A. mali* ; Cocco : *coccophagus* sp ; Tricho : *Trichogrammatidae* sp ; Mym : *Mymaridae* sp ; Gona : *Gonatocerus* sp ; Comp : *Comptoptera* sp ; Poly : *Polynema* sp ; Steth : *S. triclavatum* ; Alap : *Alaptus* sp ; Ana : *Anagrus* sp ; Anaph : *Anaphes* sp ; Mymar : *M. taprobanicum* Cyni : *Cynipoidea* ; Phaen : *Phaenoglyphis* sp ; Allo : *Alloxysta* sp ; Sceli : *Selionidae* sp ; Platy : *Platygastridae* sp ; Ichn : *Ichneumonidae* sp ; Braco : *Braconidae* sp ; Aphdus : *Aphidius* sp ; Lysiph : *lysiphilus testaceipes* ; Beth : *Bethylidae* sp ; Ceraph : *Cerapheronidae* sp ; Mega : *Megaspelidae* sp ; Ori : *Orius* sp ; Pinul : *Pinulatus* sp ; Oxy : *oxycarinus* sp ; Chrys : *C. carnea* Aleyro : *S. aleyrodiformis* ; Abip : *A. bipunctata* ; Adec : *A. decempunctata* ; Advar : *A. variegata* ; Chilbi : *C. bipustulatus* ; Arc : *C. arcuatus* ; Delph : *D. catalinae* ; Platyna : *P. luteorubra* ; Rhyzo : *R. lophanthae* ; Rodo : *R. cardinalis* ; Scinter : *Sc. interruptus* ; Scsub : *Sc subvillosus* ; Scmedi : *Sc mediterraneus* ; Stethpu : *S punctillum* ;

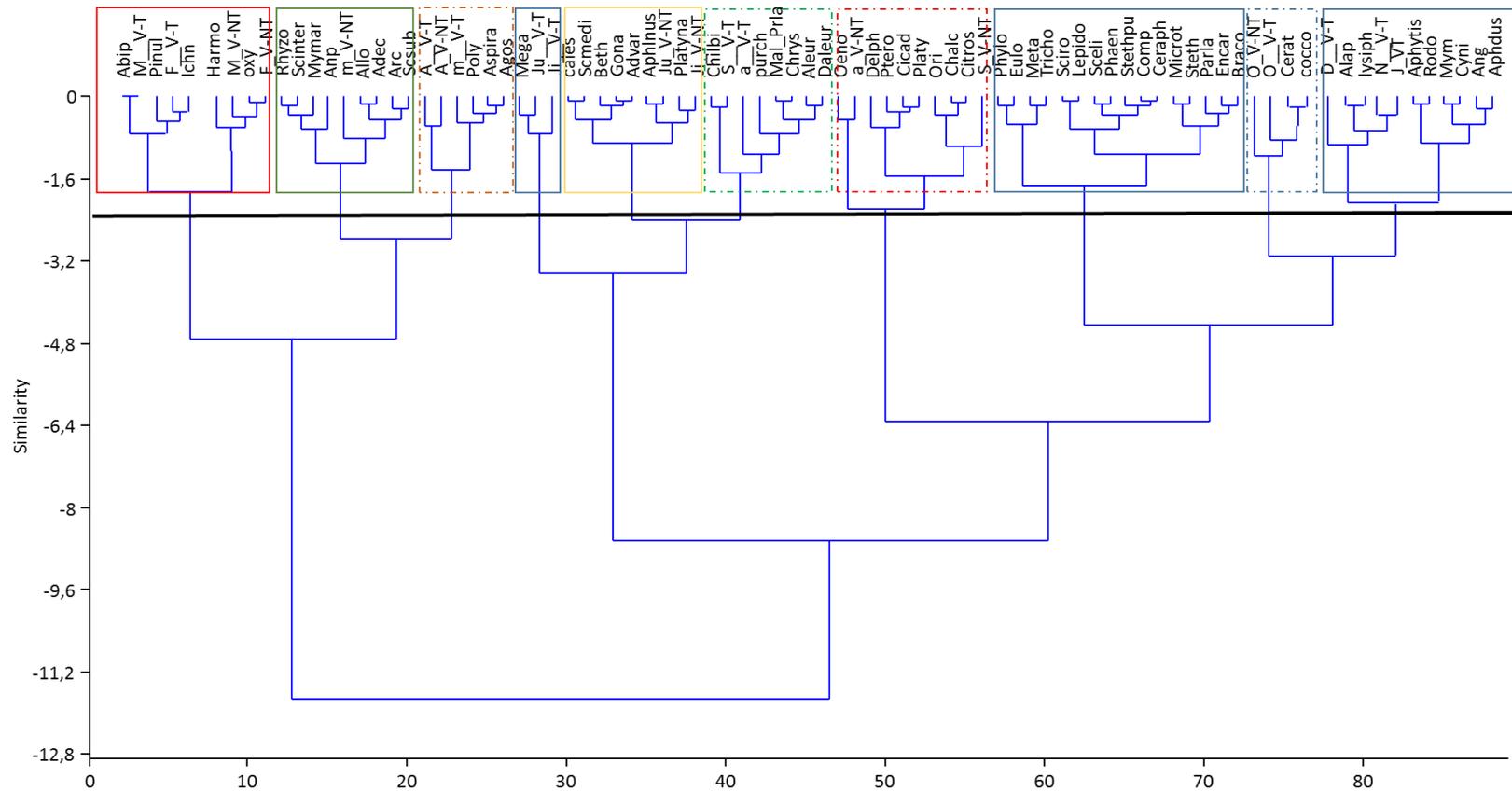


Figure 4.2: Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel CAH.

Liste des abréviations : Pezo: *P. kellyanus* ; Sciro : *S. inermis* ; Cerat : *C. capitata* ; Aleur : *A. floccosus* ; Daleur : *D. citri* ; Cicad : Cicadellidae ; Aspira : *A. spiraeicola* ; Agos : *A. gossypii* ; Mal Prla : *Mal P. ziziphi* ; Parla : *P. ziziphi* ; Lepido : *L. beckii* ; Purch : *I. purchase* ; Phylo : *P. citrella* ; Chalc : Chalcididae sp ; Eulo : Eulophidae sp ; Citros : *C. phyllocnistoides* ; Microt : *M. nietneri* ; Meta : *M. flavus* ; Ptero : Pteromalidae sp ; Cales : *C. noaki* ; Aphytis : *Aphytis* sp ; Encar : *Encarcia* sp ; Aphlnus : *A. mali* ; Cocco : *coccophagus* sp ; Tricho : Trichogrammatidae sp ; Mym : Mymaridae sp ; Gona : *Gonatocerus* sp ; Comp : Comptoptera sp ; Poly : *Polynema* sp ; Steth : *S. triclavatum* ; Alap : *Alaptus* sp ; Ana : *Anagrus* sp ; Anaph : *Anaphes* sp ; Mymar : *M. taprobanicum* Cyni : Cynipoidea ; Phaen : *Phaenoglyphis* sp ; Allo : *Alloxysta* sp ; Sceli : *Selionidae* sp ; Platy : *Platygastridae* sp ; Ichn : *Ichneumonidae* sp ; Braco : Braconidae sp ; Aphdus : *Aphidius* sp ; Lysiph : *lysiphilus testaceipes* ; Beth : Bethyidae sp ; Ceraph : *Cerapheronidae* sp ; Mega : *Megaspelidae* sp ; Ori : *Orius* sp ; Pinul : *Pinulatus* sp ; Oxy : *oxycarinus* sp ; Chrys : *C. carnea* Aleyro : *S. aleyrodiformis* ; Abip : *A. bipunctata* ; Adec : *A. decempunctata* ; Advan : *A. variegata* ; Chilbi : *C. bipustulatus* ; Arc : *C. arcuatus* ; Delph : *D. catalinae* ; Platyna : *P. luteorubra* ; Rhyzo : *R. lophanthae* ; Rodo : *R. cardinalis* ; Scinter : *Sc. interruptus* ; Scsub : *Sc subvillosus* ; Scmedi : *Sc mediterraneus* ; Stethpu : *S punctillum* ;

4.3. Evolution temporelle des groupes fonctionnels dans les vergers d'études

Nous avons rassemblé les différentes espèces rencontrées sur deux vergers par groupes trophiques (phytophage, parasitoïdes et prédateurs).

Les la représentation graphique des résultats dans la figure 4.3 montre que les effectifs des espèces phytophages sont plus élevés dans le verger traité par rapport au verger non traité contrairement aux effectifs des espèces prédatrices et les parasitoïdes qui sont plus importants dans le verger non traité par rapport à celui traité.

La variation des effectifs d'espèces des groupes fonctionnels montre des fluctuations durant l'année avec des effectifs considérablement importants pendant la saison automnale et estivale, contrairement à la période hivernale dont ces effectifs deviennent faibles. De même leurs nombres augmentent dès le mois d'Avril pour atteindre des valeurs maximales pendant la période printanière qui coïncide avec la poussée de sève printanière. Leurs effectifs sont à leur maximum à la fin de la seconde poussée de sève atteignant des valeurs maximales au mois de septembre. Le graphe montre une régression des effectifs des différents groupes pendant la troisième poussée de sève au mois de Novembre.

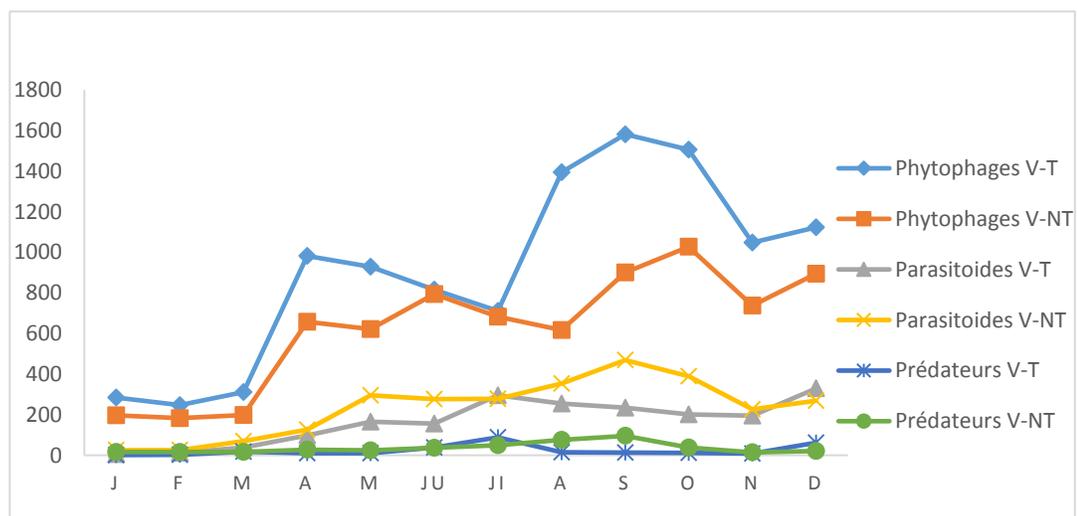


Figure 4.3. Evolution temporelle des groupes fonctionnelles durant l'année d'étude

4.4. Influence des traitements phytosanitaires sur les groupes fonctionnels

La figure 4.4 montre que les effectifs des espèces phytophages sont les plus représentés dans le verger traité par rapport à celui non traité, contrairement aux effectifs des espèces prédatrices et parasitoïdes sont en nombres plus importants dans le verger non traité par rapport au traité.

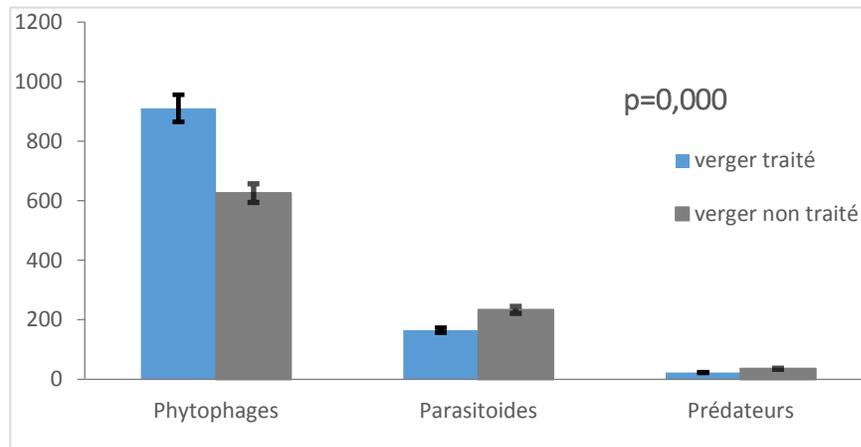


Figure 4.4. Effectifs moyens annuels des groupes fonctionnelles

Les résultats mentionnés dans le tableau 4.3 montrent qu'il y a une différence entre les effectifs moyens annuels des groupes fonctionnels dans les deux parcelles avec une probabilité $p = 0.000$ inférieure à 0.05, et aussi bien une différence significative entre les mêmes groupes des deux vergers avec une probabilité $p=0.02$. Donc on peut constater qu'au moins un groupe parmi les trois montre une différence entre les deux stations d'études.

Tableau 4. 3 : Analyse MANOVA des effectifs moyens selon les groupes fonctionnels dans les deux vergers.

Source	Somme des carrés de type III	Ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Modèle corrigé	7700932,667 ^a	5,00	1540186,53	27,97	0,00
Ordonnée à l'origine	7948084,50	1,00	7948084,50	144,33	0,00
VERG	83232,00	1,00	83232,00	1,51	0,22
Groupe	7185365,08	2,00	3592682,54	65,24	0,00
VERG * Groupe	432335,58	2,00	216167,79	3,93	0,02
Erreur	3634568,83	66,00	55069,22		
Total	19283586,00	72,00			
Total corrigé	11335501,50	71,00			

Les résultats de cette analyse, montrent qu'il y a une différence hautement significative entre le groupe des phytophage au niveau des deux parcelles avec une probabilité ($p=0.004$ inférieur à 0.05), par contre les deux groupes auxiliaires (parasitoïdes et prédateurs) ne montre pas de différence respectivement avec des probabilité supérieur à 0.05 ($p= 0.480$ et $p=0.895$).

Tableau 4.4. Effet des traitements sur les groupes fonctionnels.

Groupe trophique			Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig. ^b	Intervalle de confiance de la différence à 95% ^b	
		Borne inférieure				Limite supérieure	
Phytophages	Verger traité	Verger non traité	284,833 [*]	95,803	0,004	93,557	476,110
	Verger non traité	Verger traité	-284,833 [*]	95,803	0,004	-476,110	-93,557
Parasitoïdes	Verger traité	Verger non traité	-68,083	95,803	0,480	-259,360	123,193
	Verger non traité	Verger traité	68,083	95,803	0,480	-123,193	259,360
Prédateurs	Verger traité	Verger non traité	-12,750	95,803	0,895	-204,027	178,527
	Verger non traité	Verger traité	12,750	95,803	0,895	-178,527	204,027

4.5. Influence des traitements phytosanitaires sur la présence et l'absence des espèces inventoriées

La matrice des fréquences de l'ensemble des espèces identifiées durant les périodes de suivi dans les deux vergers respectifs a fait l'objet d'une analyse non-paramétrique réalisée par le test binomial afin de comprendre la variabilité qui pourrait exister entre la présence ou l'absence des espèces sous l'influence des traitements phytosanitaires.

Dans le tableau 4.5 nous avons retenu que les espèces qui présentent des différences du point de vue significativité par rapport au type de verger.

Tableau 4. 5. Pourcentage de présence et d'absence des espèces inventoriées dans les deux vergers

	Test de proportion	verger traité			verger non traité		
		Proportion d'absence	Proportion de présence	Signification exacte (bilatérale)	Proportion d'absence	Proportion de présence	Signification exacte (bilatérale)
<i>Dialeurodes citri</i>	0,50	0,17	0,83	0,00	0,33	0,67	0,15
<i>Cicadelidae sp</i>	0,50	0,25	0,75	0,02	0,38	0,63	0,31
<i>Mal Prlatoria ziziphi</i>	0,50	0,21	0,79	0,01	0,54	0,46	0,84
<i>Icerya purchasi</i>	0,50	0,58	0,42	0,54	1,00	0,00	0,00
<i>oxycarinus sp</i>	0,50	0,83	0,17	0,00	0,54	0,46	0,84
<i>Pinulatus sp</i>	0,50	0,75	0,25	0,02	0,58	0,42	0,54
<i>Eulophidae sp</i>	0,50	0,29	0,71	0,06	0,13	0,88	0,00
<i>Aphytis sp</i>	0,50	0,25	0,75	0,02	0,50	0,50	1,00
<i>Encarcia sp</i>	0,50	0,46	0,54	0,84	0,42	0,58	0,54
<i>Aphelinus mali</i>	0,50	0,92	0,08	0,00	0,71	0,29	0,06
<i>Stethynium triclavatum</i>	0,50	0,79	0,21	0,01	0,67	0,33	0,15
<i>Alloxysta sp</i>	0,50	0,63	0,38	0,31	0,75	0,25	0,02
<i>Adalia decempunctata</i>	0,50	0,83	0,17	0,00	0,63	0,38	0,31
<i>Clitostethus arcuatus</i>	0,50	0,83	0,17	0,00	0,67	0,33	0,15

Les résultats du tableau 4.5 montrent que parmi les espèces qui présentent des différences du point de vue significativité par rapport au type de verger les espèces phytophages sont plus présentes dans le verger traité par rapport à celles du verger non traité où nous notons les espèces auxiliaires qui sont plus présentes.

Les espèces : *Dialeurodes citri*, *Cicadelidae sp*, le mâle de *Prlatoria ziziphi*, *Icerya purchasi* sont présentes avec des proportions respectivement (83 %,75%, 79%,42%) du total des sorties effectuées (24 sorties) ce qui implique leurs absences avec des proportions respectivement (17%,25%,21%,58%). Cette différence notée entre les proportions est statistiquement significative pour les trois premières espèces ($p= 0.00 < 5\%$) et non significative pour *Icerya purchasi*. Tandis que au niveau du deuxième verger non traité la différence des proportions de présence ou d'absence est non significative pour les trois premières espèces et significative pour l'espèce *Icerya purchasi* ($p=0.00 < 5\%$).

Seulement l'espèce phytophage *oxycarinus sp* qui est plus présente au niveau de verger non traité par rapport au verger traité.

Concernant les espèces auxiliaires on compte sept espèces (*Pinulatus sp*, *Eulophidae sp*, *Encarcia sp*, *Aphelinus mali*, *Stethynium triclavatum*, *Adalia decempunctata*, *Clitostethus arcuatus*) qui sont plus présentes au niveau de verger non traité par rapport au verger traité ou on compte seulement 2 espèces (*Aphytis sp*, *Alloxysta sp*) qui sont plus présentes au niveau de ce dernier qu'au verger non traité.

Le tableau 5.9 nous donne une appréciation sur l'éventuelle influence de l'application des différents traitements chimiques sur la présence des espèces.

4.6. Le complexe auxiliaire des deux vergers: évolution et possibilités de régulation des populations des bioagresseurs

Les auxiliaires étudiées sont représentées par 21 familles dont 5 familles prédatrices les Chrysopidae, les Coniopterygidae, les Coccinellidae, les Anthocoridae et les Miridae et les autres familles sont des hyménoptères parasitoïdes (Braconidae, Ichneumonidae, Chalcididae, Eulophidae, Encyrtidae, Pteromalidae, Aphelinidae, Figitidae, Mymaridae,

Trichogrammatidae, Cynipoidea, Scelionidae, Platygasteridae, Bethyilidae, Cerapheronidae et Megaspelidae).

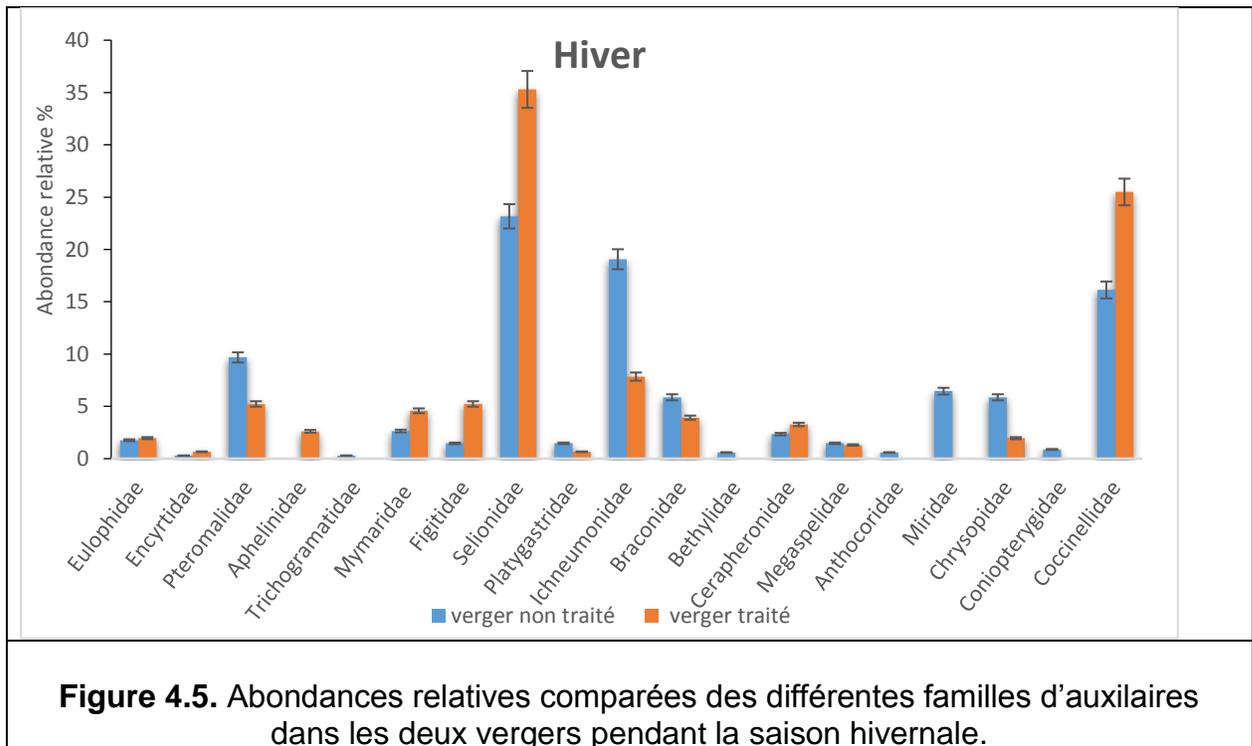
4.6.1. Abondances relatives et diversités comparées des familles d'auxiliaires rencontrées dans les deux vergers

Pour étudier les activités des complexes auxiliaires observés dans les deux vergers respectifs, nous avons eu recours à la comparaison des abondances relatives et des diversités.

4.6.2. Comparaisons des abondances relatives saisonnière (figure 4.5)

Les abondances relatives saisonnières des familles respectives ont été appréciées pour mettre en évidence les familles les plus représentées à ces périodes, dans chaque verger étudié.

Les abondances relatives des différentes familles respectives et circulantes dans les vergers d'oranger étudiés sont présentées dans la Figure 4.5.



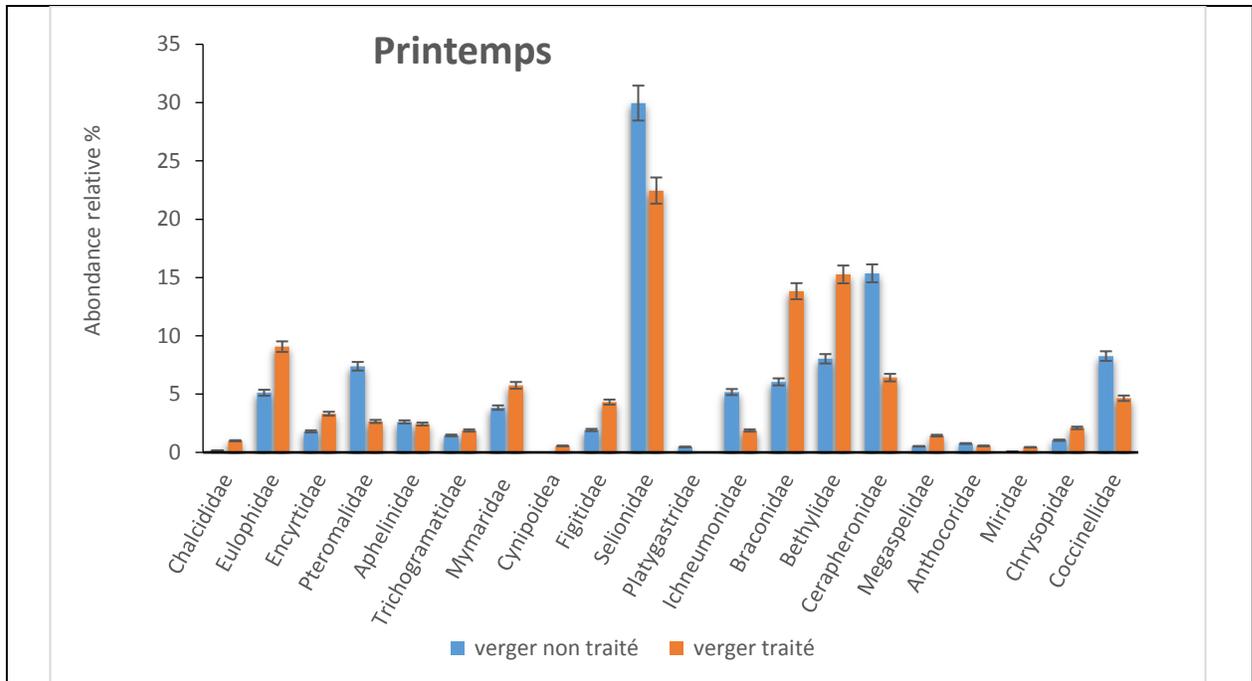


Figure 4.6. Abondances relatives comparées des différentes familles d'auxiliaires dans les deux vergers pendant la saison printanière.

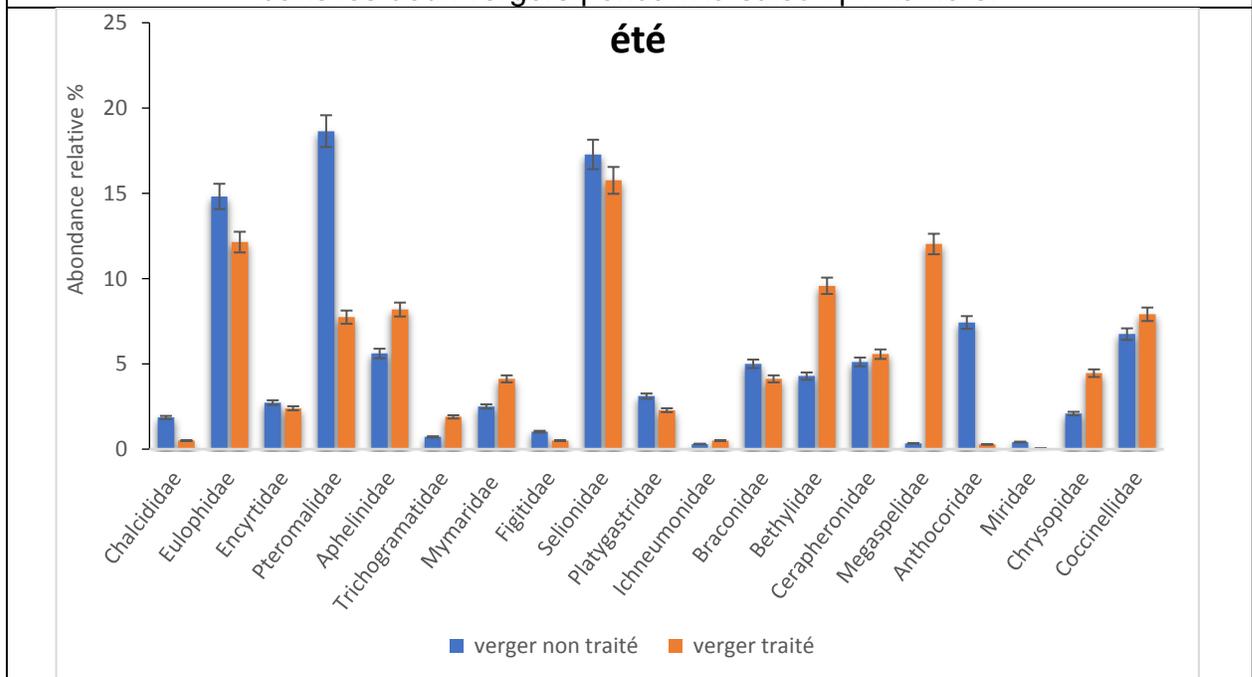
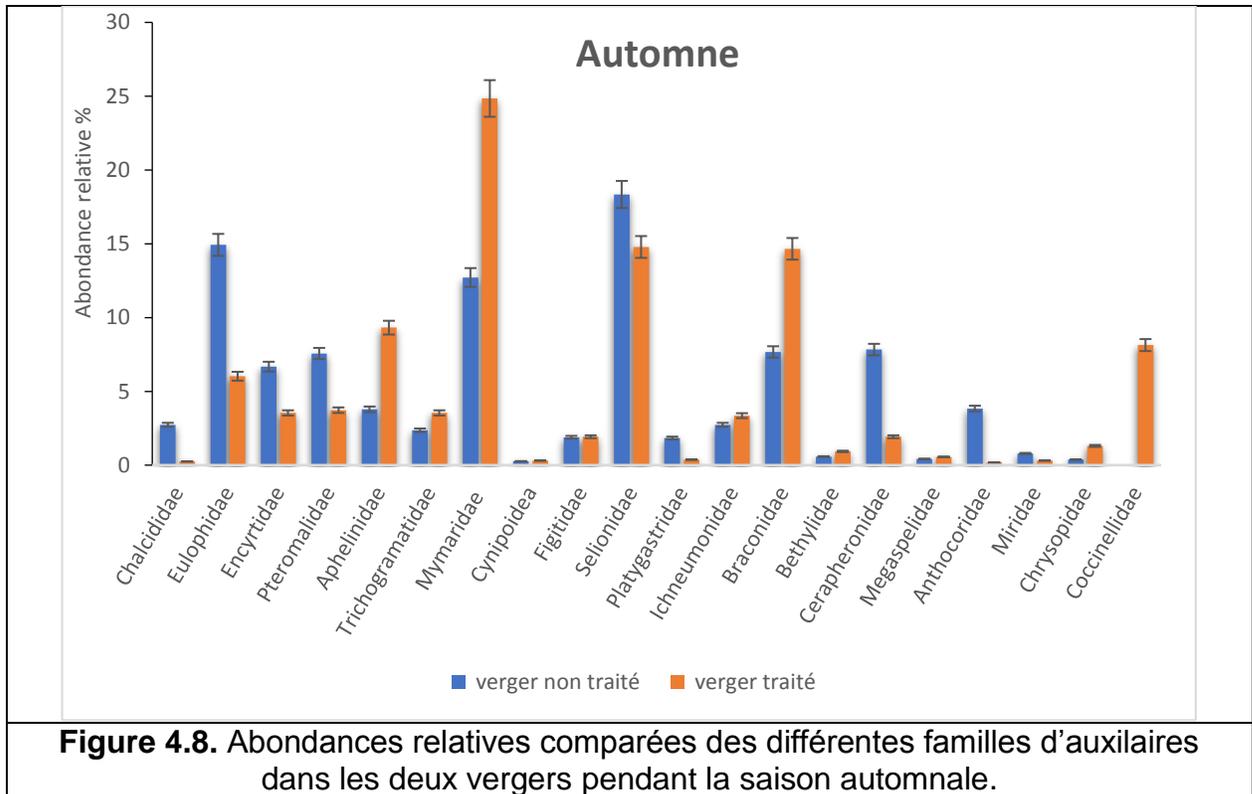


Figure 4.7. Abondances relatives comparées des différentes familles d'auxiliaires dans les deux vergers pendant la saison estivale.



En hiver, l'abondance des familles est différente au niveau des deux vergers étudiés. Les familles sont plus diversifiées au niveau de verger non traité par rapport au verger traité. Pour le verger non traité il y a une prédominance de 3 familles contrairement au verger traité où il y a seulement deux. Les Scelionidae sont les plus représentées par rapport aux Coccinellidae, dans les deux vergers et aux Ichneumonidae dans le verger non traité avec des abondances relatives respectivement (23%, 16% et 19%) au niveau de verger non traité et (35 %, 25,5% et 8%) de pour le verger traité alors que les abondances relatives ne dépassent pas les 10 % pour les autres familles (Figure 4.5)

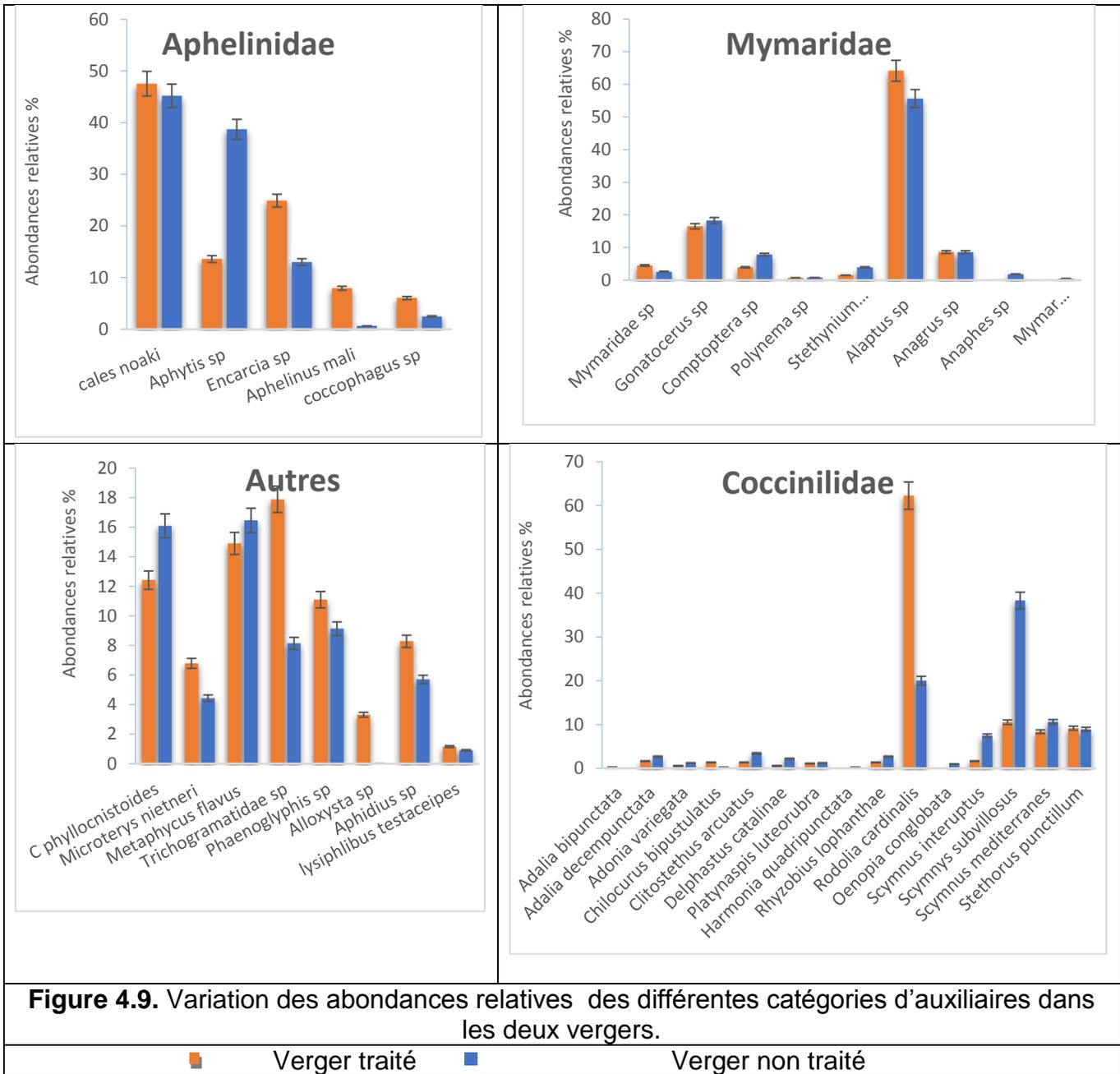
Pendant la période printanière, on remarque que Les Scelionidae sont les plus représentées par rapport aux autres familles. On remarque que il y a seulement deux familles au niveau de verger non traité et trois au niveau de verger traité où les abondances dépassent les 10%. Ce sont particulièrement les Scelionidae et les Ceraphronidae qui dominent au verger non traité et les Scelionidae, les Braconidae et les Bethyidae au niveau de verger traité. Tout le reste des familles reste faible en abondance ($\leq 10\%$) (Figure 4.6).

Pendant la période estivale, on remarque que Les Pteromalidae sont les plus représentées au niveau verger non traité par rapport aux autres familles avec une abondance de 18,6% par rapport aux Scelionidae (17%) et les Eulophidae (14,9%) contrairement au verger traité ou cette abondance ne dépasse pas les 10%. On remarque que les Scelionidae les Eulophidae et les Megaspelidae sont les plus représenté dans le verger traité par rapport aux autres familles qui restent leurs abondances faibles ($\leq 10\%$) (Figure 4.7).

Pour la période d'automne, les deux vergers présentent une abondance importante de 2 familles similaire; les Mymaridae, et les Scelionidae. Aussi bien les Braconidae pour le verger traité et les Eulophidae pour le verger non traité (Figure 4.8).

4.6.3. Abondances relatives des espèces au sein des familles

En raison de leurs effectifs importants, nous avons pris comme référence de l'impact du parasitisme dans les vergers étudiés, les familles des Aphelinidae qui sont des parasites de Coccidae. Les Mymaridae qui sont des parasites oophages notamment, les prédateurs représentés par les espèces de la famille coccinellidae. le groupe des autres comprend 2 espèces de la famille des Encyrtidae (*Metafecus flavus* et *Microterys nietneri*), 2 espèces de la famille des Braconidae (*Aphidius* sp, *lysiphlibus testaceipes*), 2 espèces de la famille des Cynipoidae (*Phaenoglyphis* sp, *Alloxysta* sp) et une espèce de chacune des familles ; Eulophidae et Trichogrammatidae respectivement : *Citrosticus phyllocnistoides* et *Trichogrammatidae* sp.



Chez les Aphelinidae, *Cales noacki* est l'espèce la plus abondante ; au niveau des deux vergers ainsi que l'espèces *Aphytis sp* au niveau de verger non traitée avec plus de 35 %. Au niveau de verger traitée on note l'espèces *Encarcia sp* qui est plus abondante après *Cales noacki*. Chez la famille des Mymaridae on note l'espèce *Alaptus sp* qui est plus abondante.

L'inventaire nous a permis d'identifier six espèces Aphidiphage deux espèces Aleurodiphage quatre espèces coccidiphages et une espèce acariphage qui sont présentes sur les agrumes: *Scymnus subvillosus*, *Scymnus interruptus*, *Platynaspis luteorubra*, *Adalia decempunctata*, *Adalia bipunctata*, *Adonia variegata* (Aphidiphage); *Delphastus catalinae*, *Clitostethus arcuatus* (Aleurodiphage) , *Chilocurus bipustulatus*, *Rhyzobius lophanthae*, *Rodolia cardinalis*, *Scymnus mediterraneus* (coccidiphages), *Stethorus punctillum* (acariphage).

Pour les espèces de la famille Coccinilidae on note seulement une l'espèce *Rodolia cardinalis* qui est plus abondante avec 62.2%, au niveau de verger traitée et 2 espèces au niveau de verger non traité (*Scymnus subvillosus* et *Rodolia cardinalis*) respectivement 38.3% et 20 %.

Dans le groupe des autres on note 2 espèces qui sont plus abondantes au niveau de verger non traité (*Citrostichus phyllocnistoides*, et *Metaphycus flavus*). Au niveau de verger traitée ont compté 3 espèces plus abondantes (*Aphidius* sp, *Trichogrammatidae* sp et *Phaenoglyphis* sp).

4.7. Diagrammes rang-fréquence

Pour chaque station, l'ajustement des abondances des communautés (abondance transformée en Lag.) au modèle de Motomura [139] a été évalué par le calcul du Coefficients de Pearson. Nous avons considéré pour chacune des saisons définies l'ensemble des espèces présentes, qu'elles soient caractéristiques ou non de la saison en question. Nous avons dressé des diagrammes rang fréquence (Figure 4.10) pour étudier les diversités des communautés des espèces deux à deux d'une part, et d'autre part entrevoir les ordres d'installation de ces communautés dans chaque verger respectif en fonction du temps. Le modèle de Motomura a été adopté pour comparer les tendances des fluctuations des abondances.

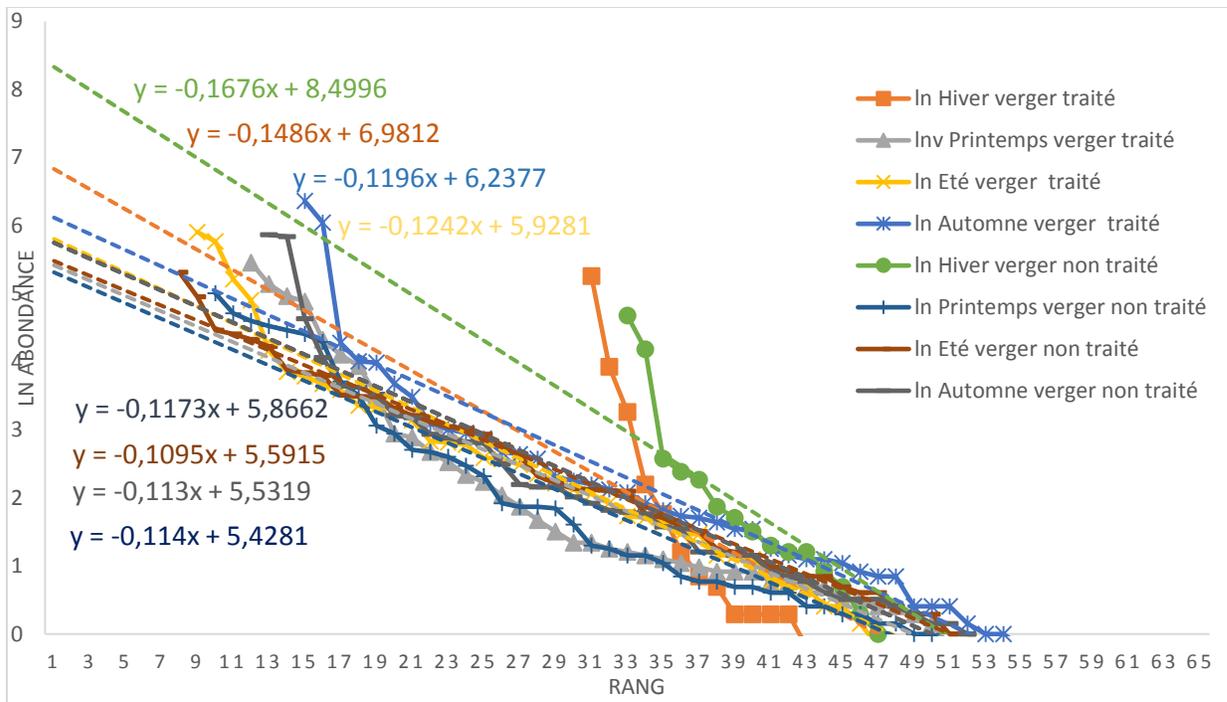


Figure 4.10. Ajustement des fluctuations des abondances des communautés entomologiques des quatre saisons au model Motomura dans les deux station d'études.

Les fluctuations des abondances (transformées en logarithmes) des communautés des espèces pour les quatre saisons rejoignent les courbes de tendance linéaire correspondantes au modèle de Motomura, ce qui signifie que ces communautés sont homogènes du point de vue de leur diversité en espèces.

Nous avons analysé les diversités comparées des trois groupes fonctionnels dans les deux vergers. Le tableau 4.6 comporte les résultats finaux des probabilités (P) du rapprochement des fluctuations des groupes entomofauniques au modèle Motomura [139] et les probabilités (P) associées aux pentes des ajustements des séries géométriques entre les groupes deux à deux dans les deux vergers d'agrumes.

L'ajustement à la série géométrique du modèle de Motomura calculé par les coefficients de Pearson est statistiquement significatif pour les assemblages des saisons pour chacun des deux vergers. Les calculs ont mis en évidence des différences hautement significatives de la diversité des communautés saisonnières à l'exception de la communauté automnale des deux vergers qui ne diffère pas significativement (P=

0,14269 > 5%), ainsi que la communauté automnale et printanière dans le verger non traité et traité ne montre pas une différence significative ($P= 0,90924$ verger traité > 5%, $P= 0,29149$ verger non traité > 5%).

La comparaison des pentes a révélé la présence d'une probabilité hautement significative entre les communautés estivale et printanières des deux vergers, une probabilité marginale entre les communautés hivernales ($p= 0,04$) et une probabilité non significative entre les communautés automnales ainsi que la diversité des communautés automnales et printanières du verger non traité ne montre pas de différence significative.

Tableau 4.6. Résultats des comparaisons des diversités des communautés saisonnières des espèces dans les deux vergers.

	In Hiver verger traité	Ln Printemps verger traité	In Été verger traité	In Automne verger traité	In Hiver verger non traité	In Printemps verger non traité	In Été verger non traité	In Automne verger non traité
p(uncorr)	9,17E-13	2,93E-31	1,41E-47	1,42E-31	4,35E-18	2,44E-40	2,88E-59	2,46E-36
Slope a	-0,14857	-0,11303	-0,12415	-0,11956	-0,16757	-0,11396	-0,10953	-0,11735
err a	0,013286	0,0043907	0,0024785	0,0043196	0,0092195	0,0030402	0,0013784	0,0035132
variance (err a)²	0,0001765	0,0000193	0,0000061	0,0000187	0,0000850	0,0000092	0,0000019	0,0000123
In Hiver verger traité		2,42E-12	6,25E-25	3,72E-12	0,04			
Inv Printemps verger traité			3,84E-05	0,90924 NS		0,0076766		
In Été verger traité				7,29E-05			1,72E-05	
In Automne verger traité								0,14269NS
In Hiver verger non traité						1,73E-12	3,84E-30	1,21E-09
In Printemps verger non traité							1,48E-08	0,29149NS
In Été verger non traité								5,83E-11
In Automne verger non traité								

4.8. Ordre d'apparition des communautés d'espèces selon les saisons

Pour chaque saison nous avons établi l'ordre d'apparition des différentes espèces auxiliaires dans les deux vergers respectifs traité et non traité.

L'ordre d'arrivée des espèces auxiliaires est différent au niveau des deux vergers. Pour chaque saison on remarque que y a une différence entre le nombre des auxiliaires qui s'installe et l'ordre d'apparition et d'installation de ces derniers.

Pour chaque communauté, nous avons un ordre d'apparition des différentes espèces qui ne sont pas forcément les mêmes pendant les quatre saisons dans les deux parcelles.

Pendant la saison hivernale, on peut remarquer que le nombre et l'ordre d'arrivée des espèces auxiliaires est différent au niveau des deux vergers. On compte plus d'espèces qui s'installe au niveau de verger non traité par rapport au verger traité respectivement (10 et 6 espèces). *Scelionidae sp*, la première espèce qui arrivent dans les deux parcelles. *Scymnus subvillosus* est présente en sixième position dans le verger traité et en quatrième position dans le verger non traité (Figure 4.11). La mise en place de l'espèce se fait dans le même ordre dans les deux vergers.

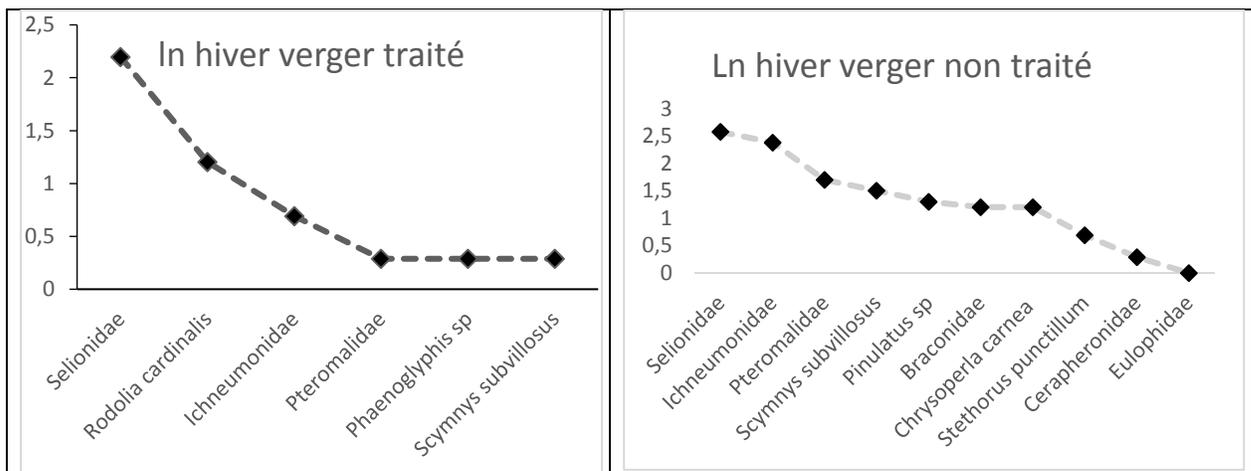
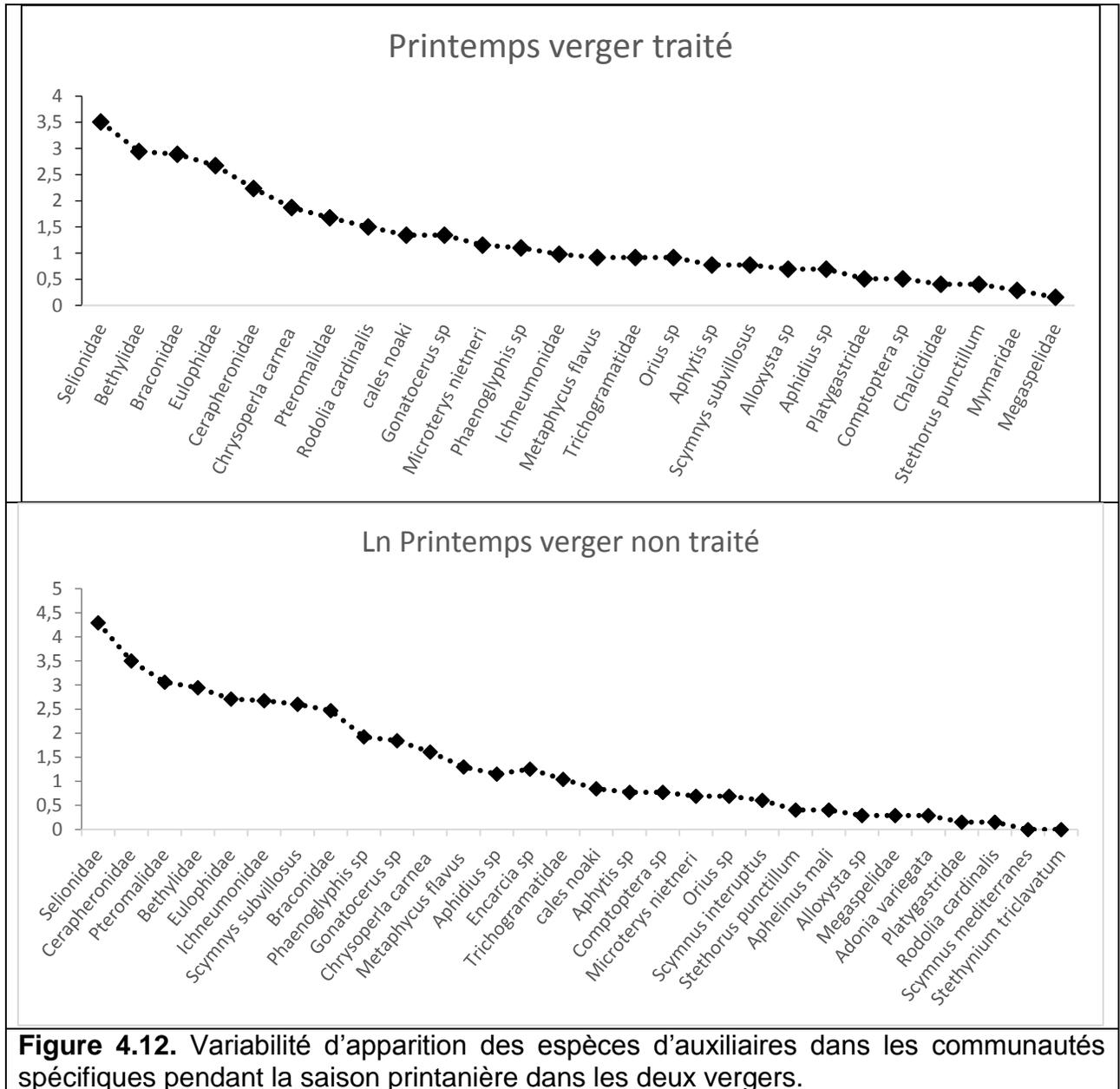


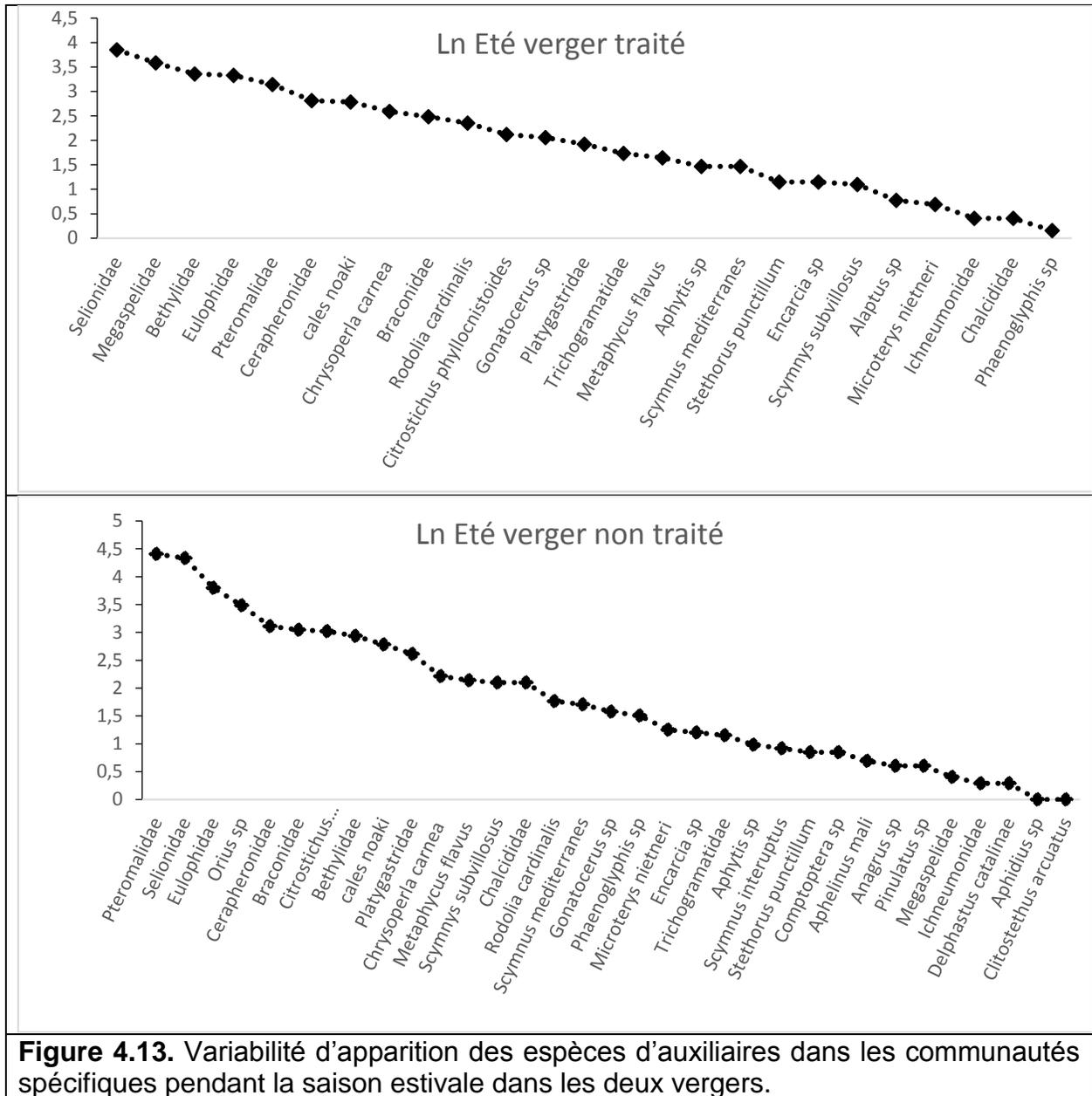
Figure 4.11. Variabilité d'apparition des espèces d'auxiliaires dans les communautés spécifiques pendant la saison hivernale dans les deux vergers.

Pendant la saison printanière, on peut remarquer que l'ordre d'arrivée des espèces auxiliaires est différent au niveau des deux vergers mais le nombre des espèces qui s'installe est plus élevé par rapport à la saison hivernale. On compte plus d'espèces qui s'installe au niveau de verger non traité par rapport au verger traité respectivement (30 et 25 espèces). On peut aussi remarquer la présence et l'installation de 6 espèces dans le verger non traité et leurs absences dans le verger traité, il s'agit des espèces suivantes ; *Adonia variegata*, *Encarcia sp*, *Aphelinus mali*, *Scymnus interruptus*, *Scymnus*

mediterranes Stethynium triclavatum. Ainsi la présence de l'espèce *Mymaridae sp* dans le verger traité et son absence dans le verger non traité.

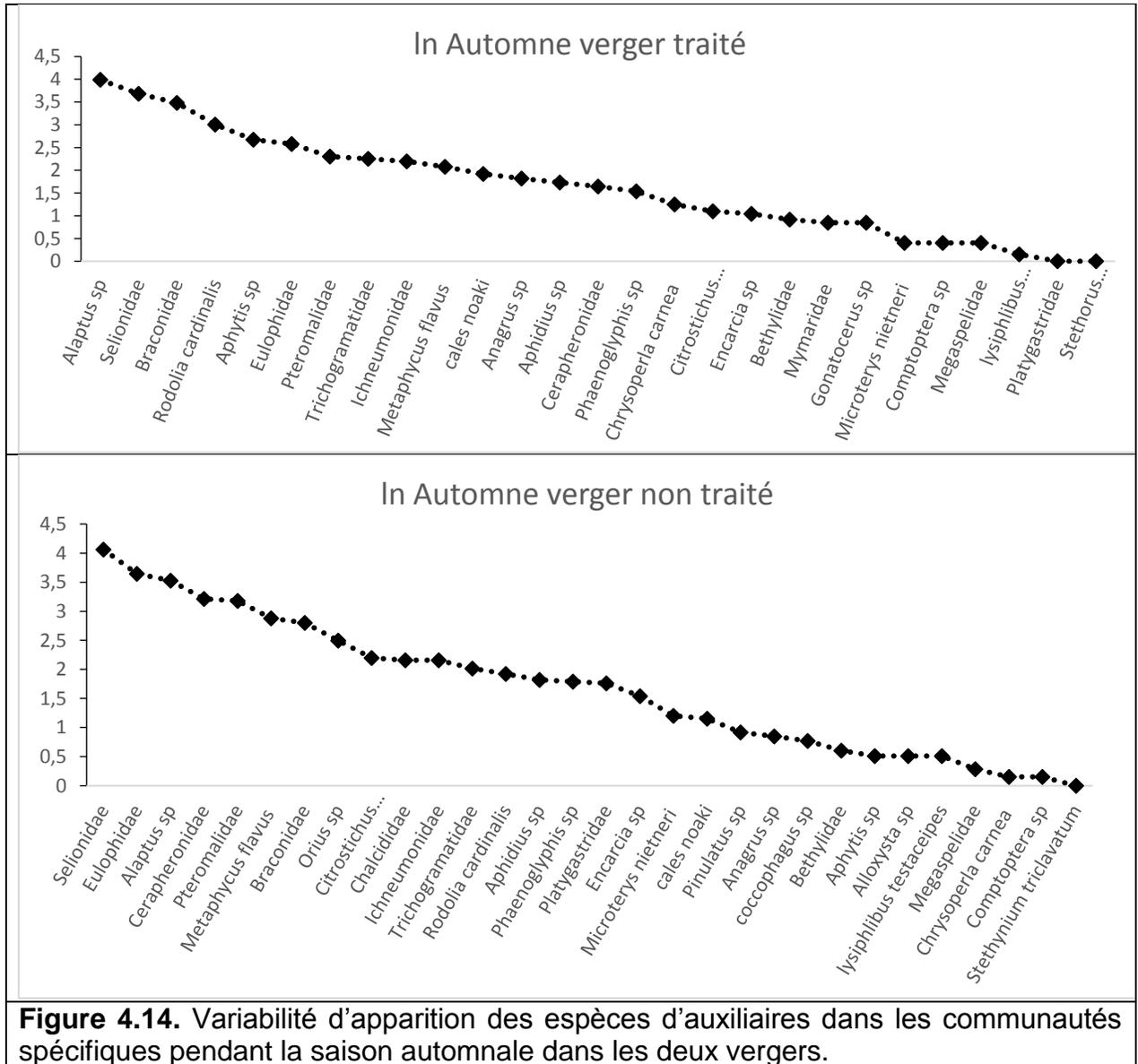


Pour la saison estivale, on compte 33 et 25 espèces installés respectivement dans le verger non traité et le verger traité. L'espèce *Alaptus sp* marque sa présence dans le verger traité et son absence dans le verger non traité en contrepartie les espèces ; *Aphidius sp*, *Aphelinus mali*, *Comptoptera sp*, *Anagrus sp*, *Orius sp*, *Pinulatus sp*, *Delphastus catalinae*, *Clitostethus arcuatus*, *Scymnus interruptus*, marquent leurs présences dans le verger non traité et son absence dans le verger traité.



La même chose aux autres saison, la saison automnale montre un nombre plus élevé des espèces qui s'installe dans le verger non traité (30 espèces) que dans le verger traité(27espèces). Les résultats représentés sur la figure 4.14 montre la présence et l'installation des 6 espèces dans le verger non traité et leurs absences dans le verger traité, il s'agit des espèces suivantes ; *Orius sp*, *chalcididae sp* *Pinulatus sp*, *coccophagus sp*, *Alloxysta sp*, *Stethynium triclavatum*. Ainsi la présence de trois espèces dans le verger traité et son absence dans le verger non traité *Stethorus punctillum*, *Gonatocerus sp*, *Mymaridae*.

Enfin, on peut constater que la richesse spécifique des espèces auxiliaires augmente avec l'arrivée de la période printanière et on trouve moins d'espèces auxiliaires à la parcelle traité par rapport à la parcelle non traité.



4.9. Evolution temporelle des effectifs de l'*Aleurothrixus floccosus* et son parasitoide *Cales noacki*

Le ravageur *Aleurothrixus floccosus* et son principal parasite, *C. noacki*, ont été capturés dans les pièges des deux parcelles échantillonnées. L'évolution des populations était variable en fonction de chacune des parcelles.

La courbe des captures d'*Aleurothrixus floccosus* enregistrées au niveau de verger traité montre 5 pics d'importance numérique inégale. Le ravageur est absent de janvier à mars. Les premières captures ont lieu au cours de la première semaine d'avril. Les captures augmentent pour atteindre un maxima de 28 adultes après une semaine, puis diminuent pour s'annuler à la troisième semaine du mois de mai. Le 2^{ème}, le 3^{ème} et le 4^{ème} pic se succèdent et s'échelonnent sur une durée de 18 semaines, marquant respectivement des maxima de 129 , 112 et 359 mouches. À partir de la première semaine d'octobre, les captures s'annulent à nouveau. L'absence de la mouche est ainsi constatée durant trois semaines. Le cinquième pic est enregistré à la première décade de décembre avec un maxima de 23 ailés (Figure 4.15).

Concernant la parcelle non traitée, nous signalons deux pics seulement le plus important débute au début du mois de juin pour atteindre un maximum de 146 individus à la fin de même mois. Les chutes des effectifs sont plus prononcées en fin juillet. Le deuxième pic est enregistré à la première décade de septembre avec un maxima de 16 adultes ailés.

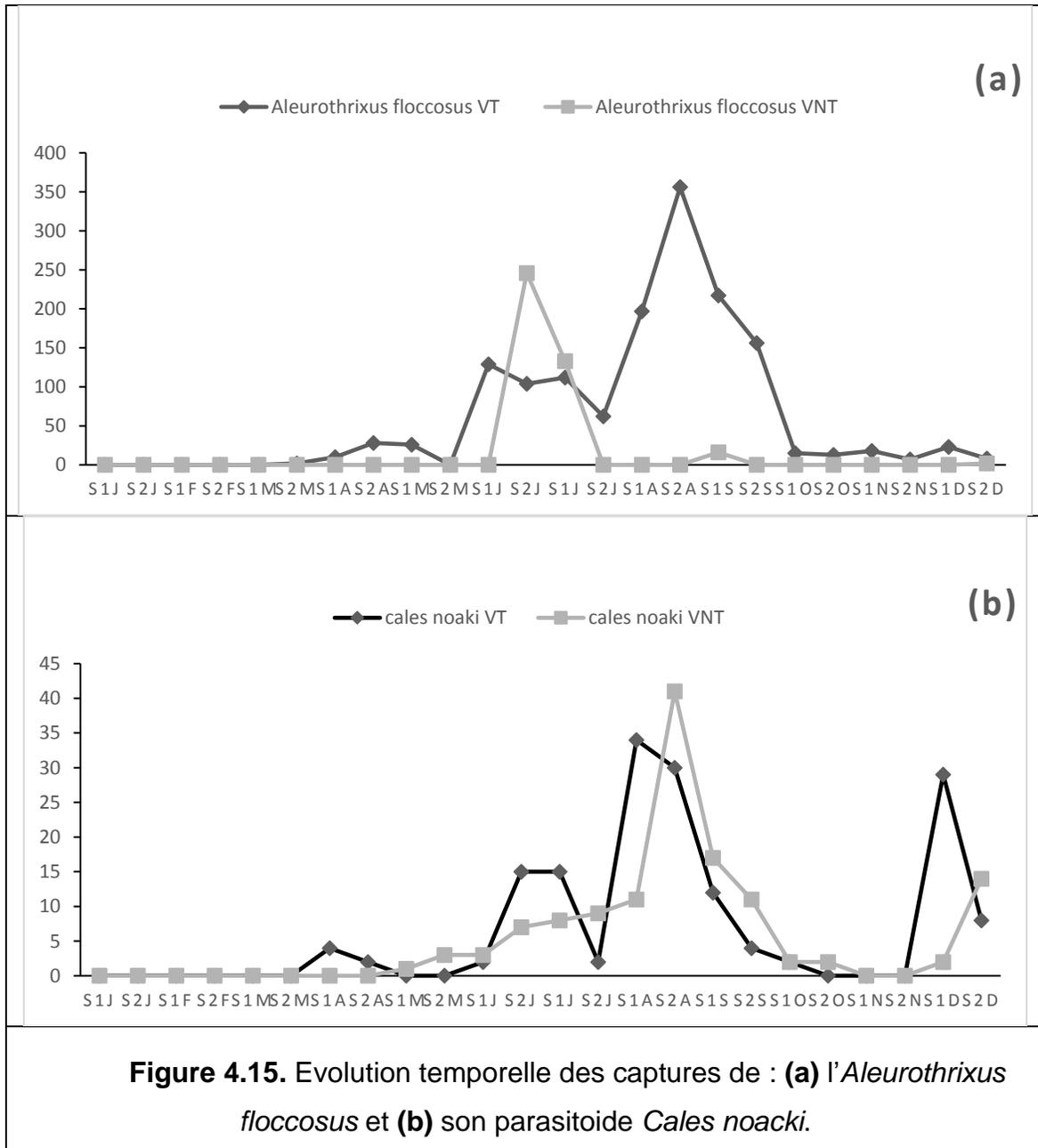
Tous les pics de captures de l'aleurode dans la parcelle traitée sont décalés dans le temps par rapport à ceux de la parcelle non traitée.

Les fluctuations de parasitisme représenté sur la figure 4.15 montre quatre pic pour les populations du *C. noacki* dans le verger traité et deux pic au niveau de verger non traité. En hiver, au niveau des deux parcelles on peut remarquer l'absence de parasitoïde.

Pour le verger traité, le premier pic coïncide avec le premier de son hôte et un décalage du deuxième pic avec un décalage de deux semaines. Le plus important est le troisième pic où on a enregistré un maximum de 34 captures à la deuxième semaine du

mois d'août. Les captures régressent et s'annule à la quatrième semaine d'octobre. Le quatrième pic est enregistré avec un maximum des captures a la deuxième semaine du mois de décembre poursuit avec une diminution des effectifs à la troisième semaine de même mois.

Concernant le verger non traité, le graphe montre une augmentation des effectifs de *C.noacki* qui débute pendant la période printanière à partir de la troisième semaine d'avril. La progression des effectifs continue pour arriver à un maximum de 41 captures à la troisième semaine d'août qui poursuit avec une régression des effectifs et s'annule à la première semaine d'octobre. Le deuxième pic est enregistré deux semaine après le précédent avec un maxima de 14 captures à la troisième semaine de décembre (Figure 4.15 (b)).



4.10. Evolution temporelle des effectifs de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* et son parasitoide *Citrostichus phyllocnistoides*

Les fluctuations des larves de la mineuse *Phyllocnistis citrella* et son parasite, *Citrostichus phyllocnistoides*, qui ont été dénombrés respectivement sur feuilles et capturés dans les pièges des deux parcelles échantillonnées sont représentées sur la Figure 4.16.

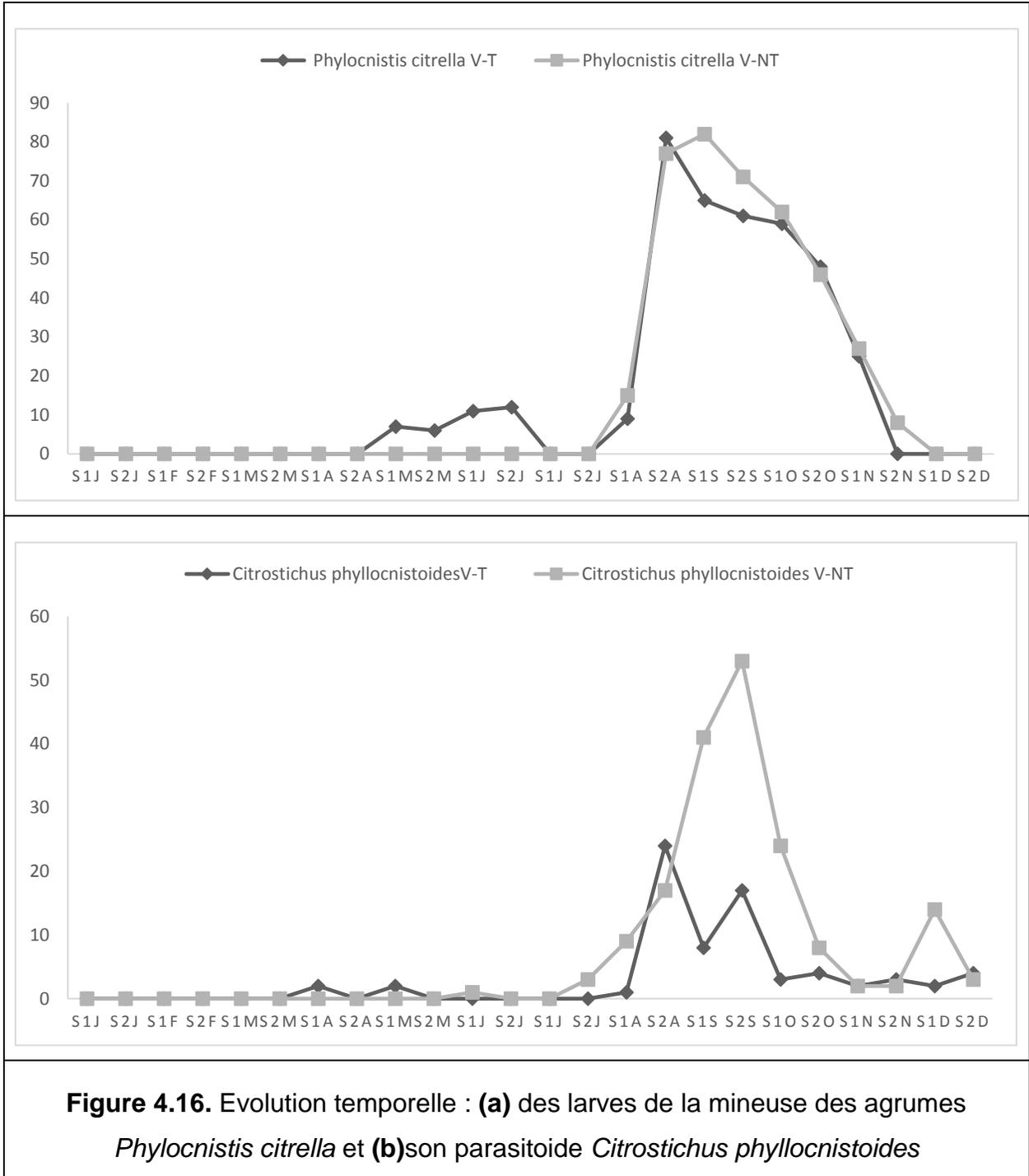
L'évolution des populations était variable en fonction de chacune des parcelles, deux pics sont enregistrés pour les fluctuations des larves de la mineuse dans le verger traité et un pour le verger non traité.

En général, au niveau des deux parcelles on peut remarquer une augmentation importante des populations des effectifs qui début en été au mois d'Aout et poursuit l'augmentation pour arriver au maximum et commence à régresser à la fin de même mois au niveau de la parcelle traitée et à la fin de mois de septembre dans la parcelle non traitée. (Figure 4.16 a).

Cependant, au niveau de la parcelle traitée on remarque un pic à la fin de la période printanière au mois de juillet avec des effectifs faibles.

Les fluctuations des effectifs de parasitoïde *C. phyllocnistoides* comme elle les représente la figure 4.16, montre trois pics des captures dans le verger traité et deux pics pour le verger non traité. Les effectifs de parasites sont plus importants au niveau de verger non traité pendant la période estivale et automnal

Les premières captures ont lieu au cours de la deuxième semaine du mois de mai. Le 2^{ème} et le 3^{ème} pic se succèdent. L'augmentation des effectifs débute à partir de la deuxième semaine d'aout. Les maxima enregistrés au deuxième et le troisième pic avec respectivement 24 et 17 captures. Le graphe montre une augmentation des effectifs de *C. phyllocnistoides* de la parcelle non traitée à partir de la troisième semaine de juillet. La progression des effectifs continue pour arriver à un maximum de 41 captures à la deuxième semaine de septembre qui poursuit avec une régression des effectifs ou on a enregistré un minimum de deux capture au mois de novembre. Le deuxième pic est enregistré à la deuxième semaine de décembre avec un maxima de 14 captures. (Figure 4.16 (b)).



4.11. Discussion générale

L'équilibre de l'écosystème est régie par différents facteurs de nature différente, les plus importants est la régulation naturelle. Les groupements entomologiques, sont tributaires des conditions du milieu dans lequel ils vivent. Le parasitisme, la prédation, et la compétition intraspécifique, sont des phénomènes intrinsèques ; en effet, chaque ravageur possède son propre complexe d'ennemis naturels plus ou moins spécifiques.

L'étude entomologique dans deux vergers d'agrumes de la région de Bejaia durant l'année 2015 a permis de répertorier 65 espèces d'insectes repartis en 30 familles. Cet inventaire est encore incomplet si on se refait à une étude complète de l'entomofaune et que notre étude a pour objectif d'étudier les auxiliaires associés aux citrus. En effet, il est évident qu'un certain nombre d'espèces ont échappé à nos observations. Il convient donc de considérer cette étude comme un inventaire préliminaire.

Au totale 65 espèces entomologiques ont été rencontrées dans les deux stations (Tableau 4.1). Celles-ci ont des peuplements très voisins dans la mesure où 89 % des espèces sont en commun. Par ailleurs, la richesse taxonomique et la diversité mesurée par l'indice de Shannon ne diffèrent pas significativement ($p=0$) que ce soit par la méthode des bootstrap ou celle des permutations (Tableau 4.2). La station non traitée est plus diversifiée et nous avons remarqué un certain équilibre entre les ravageurs et les auxiliaires (en effectifs équilibré) contrairement à la station traitée où les ravageurs prédominent par rapport aux auxiliaires (effectifs des ravageurs plus élevé). L'indice d'équitabilité tend vers 1 pour les deux stations d'étude. Les populations d'insectes inventoriés sont équitables dans les deux stations (traitée et non traitée).

En effet, nous notons que la famille des Coccinellidae est plus diversifiée et plus représentée avec 15 espèces suivi respectivement par la famille des Mymaridae, avec 9 espèces et les Aphelinidae avec 5 espèces, ces deux dernières familles représentent l'ordre des Hyménoptères.

D'après DAJOZ [142], les Coléoptères sont parmi les groupes d'insectes les plus abondants et les plus riches en espèces dont plus de 400.000 espèces sont décrites [143]. Egalement, il est important de signaler la diversité de leurs formes, leurs riches

coloris [144 ; 145 ; 146]. Ainsi que la facilité de leur récolte et de leur conservation [147 ;148]. Les Hyménoptères parasitoïdes sont nettement le groupe d'organisme le plus important en lutte biologique et il est responsable de la majorité des succès tant du point de vue économique qu'environnemental [149]. D'après PESTIMAL- SAINSAUVEUR [150], l'ordre des Hyménoptères, en groupant 280.000 espèces, est quantitativement classé le deuxième après les Coléoptères [151].

Les Hyménoptères parasitoïdes sont souvent présents en faible densité de population dans l'environnement. On pense que ces bas niveaux de population sont dus d'une part au fait que la plupart des Hyménoptères parasitoïdes sont relativement spécialisés et qu'ils agissent sur les populations de leurs hôtes d'une manière dépendante de la densité. En écologie, on qualifie de dépendant de la densité un facteur de mortalité qui augmente avec les populations de proies ou d'hôtes et qui inversement diminue lorsque ces populations diminuent. En conséquence, les niveaux d'équilibre des hôtes et des parasitoïdes sont relativement bas. Le fait que beaucoup d'espèces d'Hyménoptères parasitoïdes soient présentes en basse densité les rends susceptibles aux perturbations environnementales [149]. Or, parmi ces perturbations, plusieurs sont directement reliées aux activités humaines. L'utilisation des pesticides est évidemment mise en cause ainsi que la présence accrue de poussières dans les zones agricoles ou forestières peut diminuer le niveau de parasitisme [152].

4.11.1. Evolution temporelle des populations d'auxiliaires

L'évolution des insectes et leur diversité au cours du temps du mois de Janvier (2015) au mois d'Décembre (2015) varie d'un mois à l'autre.

Les structures des deux communautés retenues sont bien conformes au modèle de Motomura car les probabilités des coefficients de Pearson sont toutes inférieures à $4 \cdot 10^{-2}$ (Tableau 5.10) à l'exception de la période automnal. Les deux stations devraient être bien diversifiées pendant la période printanière et estival [153 ;154 ; 155 ; 156 ;157] s'il n'y avait pas cette différence de diversité due aux traitements chimiques du moment que les deux stations d'étude présentent les mêmes caractéristiques climatiques. La différence entre les deux stations se reflète sur les espèces sensibles aux traitements. Le climat retentit sur la diversité globale en été dans le sens où il y a une meilleure diversité pour

la station qui n'a pas été traitée qui s'explique par l'effondrement des quantités d'espèces sensibles notamment les auxiliaires au niveau de la station traitée. Aussi, nous avons remarqué que l'apparition de certaines espèces est tardive au niveau de la station où les traitements chimiques sont appliqués contre certains ravageurs.

L'activité temporelle des insectes est relativement faible durant la période hivernale durant laquelle la diversité des espèces baissent considérablement ; l'évolution de la richesse spécifique pendant l'hiver peut être expliquée par les conditions climatiques qui font entrer la majorité des insectes en diapause en effet d'après COULSON [158], les mauvaises conditions d'hiver affectent l'abondance des insectes. De même LANDIN [159] et HANSKI [158], ont noté que la composition des communautés est en relation avec les changements de température et d'humidité des différentes saisons.

L'activité des insectes et leurs abondances augmentent progressivement, pendant la période printanière et estivale pour atteindre leur maximum au mois de mai et de juin, ceci coïncide avec la belle saison, où les températures sont favorables au développement de la plupart des insectes. Ceci a été également montré par plusieurs auteurs: CHABOUSSOU [161] ; RIDSDILLSMITH et Hall [162]; MACQUEEN et al [163], qui ont tous noté que l'activité et le développement des insectes sont maximales au printemps où nous avons remarqué le même rythme d'activité. Les résultats d'analyse factorielle des correspondances l'A.F.C ont montré que les plus importants groupements sont observés durant les mois de mai et de juin, avec la présence d'espèces appartenant aux deux groupes trophiques phytophages et auxiliaires.

L'abondance des insectes commence à régresser en automne. Ceci peut s'expliquer par l'étroite relation de l'activité temporelle des insectes avec les différents stades phénologiques d'espèces des citrus donc à la disponibilité et la variabilité de la qualité des ressources alimentaires qui d'après HUGHES et WALKER [164], elles déterminent le développement des insectes.

4.11.2. Evolution spatiale des populations d'auxiliaires

L'étude de la synthèse climatique, en particulier l'indice d'EMBERGER classe la région d'étude à l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux. Différents facteurs influencent les agrégations des arthropodes ou des peuplements d'arthropodes: La distribution des différents habitats SOTHERTON [165], Le microclimat HONEK, [166] ou encore la présence de proies [167]. Pour notre cas, nous supposons que la ressource trophique est le facteur expliquant ces variations spatiales. Ainsi nous signalons que la plupart des insectes préfèrent s'installer sur différentes espèces végétales de la strate herbacée. N'DOYE [168] a noté l'abondance des Hyménoptères Chalcidoidea au niveau de la strate herbacée qui révèlent leur appartenance préférentielle au milieu herbacé.

DAJOZ [136], explique que la discontinuité et la variabilité du milieu naturel constituent un facteur limitatif essentiel de pullulation des organismes.

Selon DAJOZ [169], les facteurs écologiques agissent sur les êtres vivants en modifiant leurs taux de fécondité et de mortalité ainsi que sur les cycles de développement et par la suite sur les densités des populations. De son côté SCHVESTER [170 *in* 171], confirme que la plante hôte intervient comme un véritable facteur écologique dont l'action se superpose à celle des facteurs climatiques.

L'augmentation de la diversité végétale entraîne une augmentation de la diversité des phytophages et en conséquence de leurs prédateurs et parasites [172 ; 173]. D'après BARBAULT [174], la diversité spécifique des plantes peut être par elle-même une cause importante de la diversité de certains peuplements d'insectes. Dans notre cas d'étude la richesse spécifique de la faune entomologique est positivement liée au verger non traité caractérisé par une flore plus diversifiée et plus abondante.

Dans toutes les communautés, la prédation constitue la plus manifeste des relations entre populations et constitue un processus écologique essentiel de contrôle des populations et/ou de l'évolution des espèces [175 ; 176 ; 177]. Les populations de proies conditionnent le taux de croissance de leurs espèces prédatrices et inversement, les populations de prédateurs peuvent réduire le taux de croissance des populations de leurs proies. L'agressivité est un facteur important de l'efficacité des prédateurs. Le paysage peut favoriser la facilitation de rencontre entre proie et prédateur. La présence de

différents habitats de plus, peut permettre le côtoiement d'espèces vivant dans des milieux différents mais pouvant se nourrir sur la même proie [178]. L'augmentation du nombre de proies potentielles peut aussi attirer plus de prédateurs et créer à nouveau des conditions favorables [179 ; 180].

L'hétérogénéité des paysages agricoles joue un rôle important dans la dynamique de la biodiversité. Elle favorise la richesse spécifique et l'abondance pour les communautés d'espèces mobiles notamment, elle renforce le service écologique de régulation biologique en permettant d'augmenter la richesse en insectes auxiliaires. Les espèces les plus affectées par les modifications d'hétérogénéité sont les espèces mobiles, spécialistes. Les éléments semi-naturels sont des constituants importants de cette hétérogénéité, et parmi eux les bords de champs jouent un rôle clé pour la biodiversité. Leur composition et leur gestion déterminent leur qualité d'habitat pour la flore ou la faune.

Dans un programme de lutte biologique contre un ravageur, la meilleure connaissance de l'étroite relation qui existe entre la taille, la disposition dans l'espace et la distance de l'habitat et la culture ; est déterminante de son intérêt pour la culture en place [181]. Dans un autre contexte les auxiliaires peuvent coloniser un habitat, mais leur utilité dans la lutte contre les ravageurs dépendra de leur capacité de dispersion dans ce biotope [182]. Selon THIES et *al.* [183] un moyen de lutte biologique devient inefficace si la taille de l'habitats est estimée à moins de 20% de la surface non agricole. EYRE et *al.*, [184] signalent que plusieurs espèces d'auxiliaires peuvent être affectées par des distances séparant les habitats et plus cette distance est importante entre habitats, la diversité et les effectifs des auxiliaires diminuent [185]. Cependant, plusieurs travaux ont révélé la difficulté de déterminer cette distance idéale de dispersion et d'alimentation des auxiliaires. Certains auteurs ont mis la relation de difficulté de faisabilité de ces expériences (marquage-recapture) avec la petite taille, la forte mobilité, et le nombre important des individus d'espèces étudiés [186] ou par des relations tri-trophiques (plante/ravageur/auxiliaire) difficiles à mettre en évidence [181]. L'exploration des zones est plus large dans le cas des espèces auxiliaires généralistes comparativement aux espèces spécialisées [187 ;181]. BIANCHI et WÄCKERS [188] soulignent qu'un nombre

plus important de parasitoïdes conduit à un meilleur contrôle des ravageurs des cultures qui sont plus fréquents à une petite distance d'une bande fleurie. De même plusieurs études ont montré qu'en fonction de la composition et la structure l'étendu de l'influence peut avoisiner les 300 mètres autour d'un habitat [189]. Par ailleurs, des espèces de Tachinaires (famille de diptère parasitoïde) peuvent progresser sur des biotopes de 125 jusqu'à 400 mètres [190] alors que les chrysope préfèrent les milieux restreints [191].

Selon plusieurs auteurs, les auxiliaires généralistes possèdent des capacités de dispersion élevées leur permettant d'échapper temporairement à des milieux perturbés contaminés pas des molécules xénobiotiques toxiques; ces espèces peuvent exister dans différents habitats naturels, semi-naturels et cultivés d'où leur intérêt dans la lutte biologique même dans des situations difficiles [182].

Sur le plan trophique, la phytophagie est la mieux représentée avec des effectifs des espèces phytophages. Des travaux antérieurs ont d'ailleurs démontré la dominance de cette catégorie trophique [192 ; 193 ; 194 ; 195].

Chez les insectes, plusieurs auteurs ont précisé les caractéristiques communes aux espèces appartenant à différentes séries dans une succession [172]. Les espèces pionnières ont un potentiel élevé de dispersion en rapport avec la grande capacité de vol sur de longues distances ou en rapport avec la longueur des ailes, une fécondité élevée et une résistance à différentes conditions et les espèces tardives sont avantagées dans leur compétition due à une plus grande taille de leurs corps et de leurs progénitures [196 ; 197 ; 198].

L'étude des résultats de l'inventaire effectué dans les vergers d'agrumes a permis de décrire la succession des captures d'insectes auxiliaires dans le temps et de mettre en évidence leur répartition dans l'espace et en fonction du régime alimentaire.

La succession peut être liée à la stratégie des insectes à pouvoir s'échapper des prédateurs. Les premières espèces qui s'installent dans un nouveau milieu sont susceptibles de provenir des écosystèmes avoisinants et dépendent des propriétés intrinsèques des espèces elles-mêmes y compris leur capacité de dispersion et leur potentiel reproducteur [199].

4.11.3. Incidence de l'activité des auxiliaires sur les populations des bio-agresseurs

La régulation des populations de ravageurs est d'autant plus efficace que l'intervention des prédateurs se signale précocement dans la chronologie de la pullulation des phytophages. Plusieurs espèces auxiliaires peuvent être extrêmement vorace [76].

L'inventaire nous a permis d'identifier des auxiliaires qui sont représentés par 21 familles dont 5 familles prédatrices (les Chrysopidae, les Coniopterygidae, les Coccinellidae, les Anthocoridae et les Miridae) et les autres familles sont des hyménoptères parasitoïdes (Braconidae, Ichneumonidae, Chalcididae, Eulophidae, Encyrtidae, Pteromalidae, Aphelinidae, Figitidae, Mymaridae, Trichogrammatidae, Cynipoidea, Scelionidae, Platygastriidae, Bethyidae, Cerapheronidae et Megaspelidae).

Cependant, parmi les familles prédatrices nos résultats révèlent que la famille des Coccinellidae est la mieux représentée et la plus abondante. Cette étude nous a permis d'identifier neuf espèces de la famille des Coccinellidae qui sont Aphidiphage, deux espèces Aleurodiphage quatre espèces coccidiphages et une espèce acariphage qui sont présentes sur les agrumes: *Scymnys subvillosus*, *Scymnus interruptus*, *Platynaspis luteorubra*, *Adalia decempunctata*, *Oenopia conglobata*, *Harmonia quadripunctata* *Adalia bipunctata*, *Adonia variegata* *Oenopia conglobata* (Aphidiphage); *Delphastus catalinae*, *Clitostethus arcuatus* (Aleurodiphage) , *Chilocurus bipustulatus*, *Rhyzobius lophanthae*, *Rodolia cardinalis*, *Scymnus mediterraneus* (coccidiphages), *Stethorus punctillum* (acariphage). Nos résultats se rapproche à ceux de Saharaoui et Hemptinne [200]. dans la région de la Mitidja ou ils ont recenser neuf espèces aphidiphage une espèce aleurodiphage , huit espèces coccidiphage et une espèce acariphage.

Chez les parasitoïdes La famille des Scelionidae, est la plus abondante dont tous les espèces de cette famille sont des endoparasitoïdes idiobiontes d'œufs d'insectes ou d'arachnides [201 ; 202 ; 203]. La majorité des Scelionidae s'attaquent aux œufs de Lépidoptères et d'Hétéroptères, mais certaines espèces sont parasites d'œufs d'Homoptères, de Diptères ou de Neuroptères [201 ; 204].

Deux autres familles s'ajoutent à cette famille qui sont parasitoïdes d'œufs. Les Mymaridae qui sont des parasitoïdes d'œufs des Hemipteres, notamment

Auchenorrhyncha (Cicadellidae, Delphacidae, Membracidae) mais aussi des enregistrements chez Psocoptera, Coleoptera, Orthoptera et Diptera. *Anagrus Haliday*, *Anaphes Haliday* et *Gonatocerus Nees* renferment la majorité des espèces d'importance économique, dont certaines ont été utilisées avec succès contrôle biologique [115]. La deuxième famille est la famille des Trichogrammatidae. En Algérie, les premiers essais de lâchers des trichogrammes ont été réalisés en 1978 dans une carouberaie, puis en 1981 dans un verger d'agrumes où le pourcentage de parasitisme naturel des œufs des ravageurs visés était nul [205]. Dans la carouberaie, 5,8 % des œufs d'*Ectomyelois ceratoniae* ont été parasités au point de lâcher, mais seulement 0,7% à 200 m de ce point. L'installation du chalcidien a été plus rapide sur ce ravageur présent sur les agrumes, le parasitisme atteignant 84,6% au bout de quelques semaines [206].

4.11.4. Les Coccidiphages et Aphidiphage

Les homoptères (cochenilles, pucerons) sont des suceurs de sève redoutables pour les agrumes et apparaissent comme étant le deuxième ravageur après la mouche méditerranéenne des fruits, ils sont souvent polyphages et très nuisibles et causent des dégâts très importants sur les agrumes. Les cochenilles sont pourvues de glandes sécrétant la cire utilisée comme un moyen de protection contre les alias climatiques défavorables et également contre les traitements phytosanitaires. Les sécrétions cireuses forment un bouclier protecteur chez le pou noir *Parlatoria ziziphi* et la cochenille virgule *Lepidosaphes beckii*. En général les dégâts apparaissent sous forme de jaunissement des feuilles accompagné de fumagine. Une forte attaque entraîne l'affaiblissement de l'arbre, la respiration et la photosynthèse de l'arbre sont fortement perturbées par les encroûtements d'individus et par la pellicule de fumagine [207].

Cependant, les seuils de température pour la prédation dépendaient principalement de l'efficacité de recherche du prédateur, ce qui implique que le taux de prédation était principalement déterminé par l'activité de recherche et secondairement par le temps de manipulation des proies. Selon Lucas et Rosenheim [208], l'interaction prédateur-proie et les paramètres énergétiques du prédateur augmentent avec la température, jusqu'aux valeurs optimales, puis diminuent lorsque les températures dépassent cet intervalle.

Les ennemis naturels potentiels pour le contrôle biologique de la plupart des cochenilles semblent être très prometteurs dans de nombreux cas. En outre, de nombreuses espèces de cochenilles ont un complexe diversifié d'ennemis naturels. La grande partie des espèces parasitoïdes sont des hyménoptères de la super familles des chalcidoidea, dont la plupart appartiennent aux familles Encyrtidae, Aphelinidae et Eulophidae [75 ; 209 ; 210]. La famille Aphelinidae est l'un des exemples les plus nombreux en tant qu'agents de contrôle biologique contre les cochenilles Coccoidea [107 ; 108].

Du point de vue voracité, les plus importantes des familles des coccinelles aphidiphages sont les Coccinellinae les scymninae. Ces espèces sont des destructeurs très actifs de pucerons dans leurs formes larvaire et adulte. Leur action régulatrice sur les populations des ravageurs est aussi importante que celle des syrphes et des chrysopes [97].

L'abondance de ces prédateurs peut être favorisée par la pratique des cultures intercalées et par les irrigations qui peuvent créer un microclimat favorable. Selon Sahraoui et Hemptinne [200], les études basées sur l'analyse des variations des facteurs écologiques et trophiques, ont révélé que les résultats quantitatifs annuels indiquent que les années 2003 et 2004 étaient les plus représentées avec respectivement 19 et 16 espèces, alors qu'en 2005, seulement 11 espèces ont été récoltées. Selon ces auteurs, indépendamment des facteurs d'ordres climatiques et trophiques, les coccinelles ont trouvé des conditions microclimatiques très favorables en 2003 et 2004, en raison de l'installation des cultures intercalées et d'irrigations effectuées en été dans les vergers. La pratique de la culture intercalée offre un microclimat idéal pour le développement des coccinelles et autres prédateurs et parasites. Ces cultures intercalaires peuvent héberger différentes coccinelles aphidiphages *C. algerica* et *H. variegata*, acariphage *Stethorus punctillum*, aleurodiphage *Clitosthetus arcuatus*.

La régulation des populations de bio-agresseurs est d'autant plus efficace que l'activité des prédateurs s'exerce précocement dans la chronologie de la pullulation des ravageurs. Ceux-ci doivent également développer leurs stratégies et capacités de prédation sur de faibles surfaces et effectifs de la proie [211] (Doutt et al. 1999). Outre,

ce paramètre est prioritaire pour énumérer les espèces de coccinelles qui sont capables à braver les premières pullulations des ravageurs des agrumes (pucerons, cochenilles) [200].

L'interaction entre deux prédateurs est influencée par de nombreux facteurs tels que la taille relative des protagonistes, leur mobilité, leur spécificité alimentaire, et leur moyen d'attaque et de défense [212 ; 176].

D'autres espèces principalement prédatrices ont été rencontrées dans les deux vergers d'étude à savoir les Chrysopidae, et les coniopterigidae. L'analyse des résultats obtenus montre une prédominance du chrysope *Chrysoperla carnea* dans les deux vergers au cours de la période expérimentale (de début février jusqu'au début d'octobre) et la présence d'une espèce des coniopterigidae *Semidalis aleyrodiformis* dans le verger d'oranger non traité pendant le mois de juillet seulement.

Kytö et *al.*, [213 in 214] signalent que la fertilisation influence le succès du développement d'un défoliateur non seulement au niveau du complexe arbre-déprédateur, mais également au niveau du complexe phytophage parasitoïdes et/ou prédateurs : la fertilisation influence les performances de l'état physiologique des arbres au sol et les caractéristiques du sol en même temps que la végétation. Ce qui implique une abondance et activité des organismes antagonistes des défoliateurs qui pourraient augmenter et entraîner, à plus ou moins long terme, une diminution des dommages causés par les insectes herbivores. Gharbi en [215] mentionnaient que lorsque les vergers étaient complètement abandonnés, un retard dans l'arrivée des poussées de sève et une rareté de la nourriture était provoqué.

Des plantations de haies peuvent être associées aux vergers qui vont jouer le rôle de réservoir de biodiversité ce qui permet de multiplier la faune auxiliaire dans les agro écosystèmes également. Dans un verger agrumicole, Sahraoui et hemptinne [200] suggèrent la plantation des espèces *Pittosporum tobira*, *Legustrum japonicum* et *Nerium oleander* aux alentours immédiats des vergers. Ces espèces sont de véritables biotopes d'ennemis naturels, abritant une dizaine d'espèces de coccinelles qui vivent également sur agrumes en Algérie.

L'augmentation du nombre de proies extraguilides diminue généralement la probabilité de rencontre des prédateurs et, par conséquence, la fréquence des interactions intraguilides [208]. Cette diminution est d'autant plus marquée lorsqu'attaquer la proie intraguilde représente un risque pour le prédateur intraguilde [176]. En revanche, lorsqu'il est plus avantageux de consommer la proie intraguilde que la proie extraguilde, cet effet est atténué car le prédateur intraguilde cherche activement la proie intraguilde.

La prédation intraguilde peut apparaître au sein des communautés naturelles terrestres, d'eau douce, marines, aquatiques de surface, aériennes et des agroécosystèmes cependant, il existe trois types de prédation intraguilde qui correspondent à ce dernier scénario: (1) nutritionnelle en raison de gains nutritionnels importants associés à la consommation de la proie intraguilde, (2) compétitive car consommer la proie intraguilde élimine un compétiteur potentiel, et (3) protectives consommer la proie intraguilde élimine un prédateur potentiel quand l'intraguilde est symétrique [175 ; 176].

Ainsi les Lynphiidae peuvent consommer de 1.5 à 1.7 puceron/m²/9 h ou 0.023-31.2 pucerons/m²/jour soit 105.6 pucerons/m²/saison. Alors que les araignées errantes peuvent consommer 20 pucerons/m²/jour [216 in 217].

L'efficacité d'une lutte biologique contre les cochenilles devra aussi être axée sur La gestion des fourmis qui s'attaquent aux auxiliaires de Coccoidea sécrétant du miellat est un élément clé des vergers d'agrumes et des programmes de lutte biologique, afin d'optimiser l'efficacité des ennemis naturels [218]. Itioka et Inoue [219] ont démontré que les coccinelles (Coccinellidae) et les chrysopes (Chrysopidae) réduisaient de 94% la population de cochenilles, sur l'orange de Satsuma en l'absence des fourmis (*Lasius niger*). Martinez-Ferrer et al (2003) rapportent que le pourcentage de parasitisme par *Aphytis melinus* sur *Aonidiella aurantii* dans le traitement témoin sans fourmis était en moyenne de 24,9% comparé au parasitisme de 2,4 à 11,5% trouvé en présence de trois espèces de fourmis). Franco et al (2004) ont montré qu'en l'absence des fourmis, les populations des cochenilles des agrumes étaient efficacement réduites par leurs ennemis naturels.

Les espèces d'hyménoptères parasitoïdes inventoriées au cours de notre expérimentation appartenant à deux familles ; aphelinidae (*Aphytis* sp , *Coccophagus* sp) et *Encyrtidae* (*Metaphycus flavus* , *Microterys nietneri*).

Cependant plusieurs espèces de la famille des aphelinidae sont considérées comme parasitoïdes des cochenilles *Diaspididae*. Le genre *Aphytis* regroupe des espèces très efficaces dans la régulation des populations de *Diaspididae*, citant les espèces *Aphytis melinus* (DeBach) et *Aphytis chrysomphali* (Mercet), parasitoïdes du pou rouge de Californie *Aonidiella aurantii* [220]. L'espèce *Aphytis melinus* est considéré comme le parasitoïde le plus efficace dans le contrôle de *Aonidiella aurantii* et des espèces indigènes se déplaçant dans presque toutes les régions d'agrumes du monde où elle a été introduite [221 ; 222]. *Aphytis hispanicus* Mercet est commun sur *Parlatoria pergandii* [220] et anecdotique sur *Aonidiella aurantii* [223]. *Aphytis lepidosaphes* Compere est un parasitoïde de la cochenille virgule *Lepidosaphes beckii* [224 ; 225]. Carrero [226] rapporte que son introduction en Espagne en 1976-77 à donner des résultats rapides pour s'établir et atteignent une bonne efficacité et des niveaux élevés de parasitisme.

D'autres auteurs rapportent qu'il existe également des espèces du genre *Coccophagus*, telles que *Coccophagus lycimnia* (Walker) et *Coccophagus scutellaris*, des parasitoïdes de *Saissetia oleae* [227]

Dans la famille des *Encyrtidae*, nous avons identifié deux espèces, l'espèce la plus dominante est *Metaphycus flavus* qui parasite plusieurs espèces de coccoidea, parmi lesquels figurent des ravageurs importants tels que *Saissetia oleae*, *Coccus hesperidum*, *Coccus pseudomagnoliarum* et *Protopulvinaria pyriformis* (Cockerell) [227 ; 228]. La deuxième espèces *Microterys nietneri* (Motschulsky) a été citée sur plusieurs espèces de coccidés dont *Coccus hesperidum* [229] et *Coccus pseudomagnoliarum* [228].

Les pucerons sont des espèces homoptères sternorrhynques et très polyphages. Leur vitesse de reproduction et leur capacité de dispersion leur permettent d'envahir très rapidement une culture. Ils sont caractérisés par des cycles complexes [230]. Ainsi *A. gossypii*, et *A. spiraecola*, se développent par voie parthénogénétique sur les agrumes.

Les espèces des pucerons qui ont été observées et rencontrées dans les deux vergers d'étude à savoir *Aphis spiraecola* et *Toxoptera aurantii* sont les principales

espèces infestant les jeunes pousses des agrumes, avec la dominance de la première espèce.

Concernant les ennemis naturels des aphides, cette étude a révélé la présence de 8 espèces prédatrices appartenant à 2 familles. Parmi elles, la famille des Coccinellidae semble être la plus représentée avec neuf espèces (*Scymnus subvillosus*, *Scymnus interruptus*, *Platynaspis luteorubra*, *Adalia decempunctata*, *Oenopia conglobata*, *Harmonia quadripunctata*, *Adalia bipunctata*, *Adonia variegata*, *Oenopia conglobata*) suivie par celle des Chrysopidae avec une seule espèce (*Chrysoperla carnea*). Nos résultats concordent avec ceux de ROCHAT et al. [231] et KITOUS et LADDAOUI [232], qui en travaillant sur les aphides des agrumes, ont recensé respectivement 13 et 10 espèces aphidiphages. En Mitidja, sur la même culture. AROUN [233], a cité les syrphes, les coccinelles et les chrysopes. Benoufella-Kitous et al. [234 ; 235] notent la présence en verger de *Citrus* des Anthocoridae, des Syrphidae des Chrysopidae et des Coccinellidae. Dans une étude menée sur les coccinelles d'Algérie SAHARAOU [100] a déterminé six régimes alimentaires chez les coccinelles recensées avec la prédominance des aphidiphage.

Les parasitoïdes qui jouent un rôle important dans la régulation des pucerons sont représentés essentiellement par la famille des Aphidiidae. Dans cette étude nous avons identifié trois espèces parasitoïdes des pucerons *Aphidius sp*, *Phaenoglyphis sp* et *Lysiphlibus testaceipes* et une espèce hyperparasitoïde *Alloxysta sp*. BOUALEM et CHERFAOUI [236] dans la région de Mostaganem ont pu identifier trois espèces de genre *Lysiphlibus* (*L. testaceipes*, *L. fabarum* et *lysiphlibus sp*) qui sont parasitoïde d'*Aphis speraecola* et deux espèces hyperparasitoïde *Alloxysta sp* et *Pachyneuron sp*. SAHRAOUI et HEMPTINNE [200] en mitidja, signale une seule espèce parasite des pucerons *Lysiphlebus ambiguus* alors que Aroun [223] cite au moins six espèces : *Aphidius matricarreae* Hal., *Ephedrussp.*, *Lipolexis gracilis* Forst., *Lysiphlebus ambiguus*, *Praon sp.* et *Trioxys sp.*

En Floride, les parasitoïdes. *Lipolexis oregmae* et *Lysiphlebus testaceipes*, sont les plus importants parasitoïdes des aphides des agrumes [237]. En Grèce les parasitoïdes observés sur *Aphis gossypii* sont *Binodoxys angelicae*, *Aphidius colemani* et *Diaertiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) [238]. En Tunisie, le *Lysiphlebus confusus*, *Aphidius matricariae* et *Lysiphlebus testaceipes* sont les plus importants dans

le pays [239 ; 240]. Au Maroc, deux espèces d'aphidiidae parasitoides ont été identifiées sur les pucerons d'agrumes, *Aphidius ervi* et *Lysiphlebus fabarum* [241]. Dans les vergers espagnole plusieurs auteurs signalent que les espèces les plus abondante appartient à la famille des braconidae : *Lysiphlebus testaceipes*, *Trioxys Angelicae* et *Aphidius matricariae* [107 ; 108 ; 242]. Après son introduction en Espagne en 1976, *Lysiphlebus testaceipes* pour but du contrôler le puceron *Aphis spiraeicola*. Cette espèce parasite d'autres espèces des aphides [243].

4.11.5. Les Aleurodiphage

La réduction des populations d'aleurodes par le complexe auxiliaires a fait l'objet de plusieurs études montrant une régression progressive d'activité de ce ravageur dans les années suivant l'introduction des espèces auxiliaires qui font généralement leurs places près des populations de leurs proies, et préfèrent de se nourrir d'œufs de mouche blanche et d'autre part de jeunes nymphes. Les prédateurs qui se nourrissent de nymphes doivent avoir des dispositifs oraux puissants pour traverser la cuticule [244].

Les études d'efficacité des prédateurs sur les aleurodes, principalement axées sur la détermination de l'oviposition, la survie avec différents types de proies ou l'efficacité de la mortalité de leurs proies, sont généralement effectuées en laboratoire dans des conditions contrôlées car leur forte polyphagie rend difficile la détermination de leur efficacité dans des conditions de terrain [244].

Parmi les prédateurs figurent des acarions appartenant à la famille des Phytoseiidae (*Typhlodromus spp.*). Ces acarions Sont des prédateurs actifs d'œufs et de nymphes d'aleurodes [245].

Dans la classe des insectes, plusieurs espèces sont des prédateurs d'aleurodes. La famille des coccinellidae comprend les plus importants tels que *Clitostethus arcuatus*(Rossi) [246] bien qu'ils ne soient généralement pas capables de maintenir les populations d'aleurodes au-dessous du niveau de nuisibilité [247 ; 248].

Certaines espèces des familles Anthocoridae, Miridae peuvent occasionner une importante fraction de mortalité ont une importante activité prédatrice [249]. Les

neuroptères Chrysopidae et Coniopterygidae se nourrissent entre autres de proies sur les œufs et les nymphes des mouches blanches [246 ; 250].

Contrairement aux prédateurs, les espèces parasitoïdes appartenant à l'ordre des Hyménoptère sont une grande capacité de régulation et une efficacité dans le contrôle de la mouche blanche [251]. Debach [44] estime douze espèces parasitoïdes appartiennent aux genres *Encarsia*, *Eretmocerus*, *Amitus*, *Signiphora* et *Cales*. Les piqûres d'alimentation de certains parasitoïdes adultes, comme les genres *Cales*, *Encarsia*, *Eretmocerus* et *Euderomphale*, sont la cause directe de mortalité dans de nombreux aleurodes [244].

À San Diego DeBach et Rose [252] rapportent qu'après une année de l'introduction d'*Amitus spiniferus* en 1967, à montrer un établissement rapide, et une réduction importante des populations d'*Aleurothrixus floccosus* à de faibles niveaux. Plus tard, après l'introduction de parasitoïde *Cales noacki* Howard du Chili en 1970, Les mêmes auteurs [253] signalent, que ce parasitoïde est devenu le plus important régulateur de la mouche blanche. Au Mexique *Eretmocerus paulistus* est le parasite dominant dans plusieurs régions [252].

Dans la région méditerranéenne plusieurs auteurs rapportent l'importance de *Cales noacki* dans lutte biologique et la régulation de bio-agresseur des agrumes *A.floccosus*. En France, Onillon et Onillon [254], constatent que les lâchers de parasitoïde ont montré une grande efficacité dans le contrôle d'*Aleurothrixus floccosus* après une année la mise en place en 1970 de *Cales noacki* importé du Chili.

En Espagne, trois parasites qui ont déjà montré une bonne efficacité en Californie et au Mexique (*Cales noacki*, *Eretmocerus paulistus* et *Amitus spiniferus*) ont été introduites en 1970. Soto et al. [255] ont constaté que *Cales noacki* est un parasite commun et abondant dans tous les domaines, surtout en automne, avec un pourcentage élevé de parasitisme et parfois atteindre 100%.

D'autres auteurs rapportent que ce parasitoïde exerce un contrôle biologique de la mouche blanche et montre une très bonne efficacité [256 ; 257 ; 258 ; 259 : 260]. Garrido [261 ; 262] signale que l'addition de deux parasitoïdes *Cales.noacki*, par *Amitus spiniferus*

pour la lutte contre l' *Aleurothrixus floccosus* montre une complémentarité entre les deux parasites dans le contrôle de ravageur.

En Italie, deux parasites, *Amitus spiniferus* et *Cales noacki*, ont été introduits accidentellement le long de la frontière française avant 1978. *Cales noacki* a montré une meilleure adaptation, avec des taux élevés de parasitisme [263 ; 264 ; 265]. *Amitus spiniferus* était bien établie dans le nord-est du pays avec une activité appréciable [263 ; 266 ; 267], par contre, son installation dans les régions sud du pays n'était pas réussi [264 ; 246].

En Algérie, l'introduction de *Cales noacki* en 1981a montré des résultats positifs d'acclimatation qui ont été signalés en mai 1986 dans la région de la Mitidja. Les lâchers de *Cales noacki* ont montré une grande efficacité et limite les pullulations d'*Aleurothrixus floccosus* sur environ 500 Km². Le taux de parasitisme le plus élevé est obtenu au point de lâcher atteignant 90 % sur Clémentiniers, 84,3 % sur Citronniers et 7.5,3 % sur Orangers [109].

4.11.6. La mineuse et ses espèces parasites

Phyllocnistis citrella, comme tous les êtres vivants est soumis à l'action de ces différents antagonistes, essentiellement des auxiliaires prédateurs et parasitoïdes.

La réduction des populations de *Phyllocnistis citrella* par le complexe parasitaire a fait l'objet de plusieurs études montrant une régression progressive d'activité de ce ravageur dans les années suivant l'introduction des parasitoïdes [268].

Les prédateurs locaux peuvent occasionner une importante fraction de mortalité (chrysopes, araignées et acariens) [269]. En Floride, le recensement des ennemis de *Phyllocnistis citrella* peut concerner de nombreux prédateurs, dont des larves de chrysopes, de fourmis, de thrips, d'araignées et de punaises [270]. Les mêmes auteurs signalent la présence de 41 espèces d'araignées prédatrices de *Phyllocnistis citrella* parmi lesquelles trois clubionides (*Chiracanthium inclusum*, *Clubiona sp.* et *Trachelas volutus*), une anyphaeni de (*Habana velox*) et une salticide (*Hentzia palmarum*) qui sont les plus abondantes [268]. En Thaïlande, MORAKOTE et NANTA [271] ont recensé trois espèces de prédateurs dont deux chrysopes : *Chrysopa octopentata* et *Chrysopa basalis*. En

Chine, *Chrysopa boninensis*, *Chrysopa sinica* et *Crius mineutus* sont considérées comme les prédateurs les plus efficaces [272 in 268].

Parmi les espèces des Neuroptera, *Chrysopa boninensis* peut pondre en moyenne 400 œufs et sa larve a la capacité de consommer jusqu'à 149 chenilles de *Phyllocnistis citrella* [273]. Alors au Nicaragua, les auxiliaires prédateurs les plus fréquents sont des hyménoptères Formicidae : *Solenopsis sp* et *Tapinoma sp.* [268].

D'autres ennemis naturels ayant un impact important sur *Phyllocnistis citrella* sont les hyménoptères parasitoïdes. LA SALLE et SCHAUFF [274]. En 1996 recensaient déjà 5 familles et 36 genres de Chalcidoidea parmi les antagonistes de la mineuse tandis que SCHAUFF et al. [275] signalaient 41 genres et plus de 80 espèces, parmi lesquels plusieurs sont connues pour s'attaquer également aux larves mineuses d'autres insectes : lépidoptères, diptères et coléoptères ou encore à des nymphes d'hyménoptères parasitoïdes ou des œufs d'hyménoptères symphytes.

Au Nicaragua, CANO et al. [276] rapportent qu'une année après son introduction, *Phyllocnistis citrella* était déjà attaquée par des parasitoïdes autochtones (*Cirrospilus sp.*, *Elasmus sp.*, *Galepsomyia sp*) et prédatée par les Formicidae (*Solenopsis sp* et *Tapinoma sp*). La mortalité variait de 0 à 96% dans les régions tropicales sèches, 41 à 50% dans les régions de la côte pacifique et entre 12 et 91% pour les régions de la côte atlantique.

En Australie BEATTIE et SMITH [277] et NEALE et al., [278] signalent comme ennemis naturels de la mineuse, des chrysopes et trois hyménoptères Eulophidae : *Cirrospilus ingenuus*, *Semiela cher petiolatus* et *Sympiesis sp.*, (*S. petiolatus* étant le plus abondant).

Aux Philippines, les taux de parasitisme globaux variaient généralement entre 50 et 80% et pouvaient occasionnellement atteindre les 100% [279].

En Espagne, toutes les attaques parasitaires contre la mineuse des feuilles des agrumes atteignaient le niveau de 60% en automne [280].

XIAO et al. [281] rapportent que la mortalité a concerné 85% des individus de *Phyllocnistis citrella* en Floride : 60% régulés par des prédateurs et 30% par des parasitoïdes.

Sachant que l'action des prédateurs et des parasitoïdes joue un rôle fondamental dans la réduction des populations des ravageurs au sein des agroécosystèmes [282 ; 283], les investigations doivent se centrer sur le complexe des ennemis naturels de *P. citrella*, tout en tenant compte des autres facteurs de mortalités potentiels [292].

Les résultats de notre étude montrent la présence d'une seule espèce qui a été identifiée comme parasitoïde de la mineuse il s'agit de *Citrostichus phyllocnistoides*. BOUALEM [269] a cité cinq espèces parasitoïde ; *Cirrospilus pictus*, *Cirrospilus vittatus*, *Citrostichus phyllocnistoides*, *Pnigalio pectinicornis* et *Semiolachar petiolatus* dans la région de Mostaganem.

La comparaison de l'évolution de ce parasitoïde dans le temps montre une variabilité entre les deux vergers. Ce parasitoïde montre une sensibilité aux traitements appliqués, ce qui traduit par la régression des effectifs au niveau du verger traité au cours de la saison estivale.

En Espagne VERCHER et al [284] rapporte que *Citrostichus phyllocnistoides* est devenu le parasitoïde le plus efficace contre la mineuse après son acclimatation dans les vergers espagnols. Le taux de parasitisme de cette espèce à dépasser celui des autres espèces indigènes.

4.11.7. Impact des produits phytosanitaires sur les populations entomologiques auxiliaires

La directive européenne 91/414/CEE (loi du 5 juillet 1985) interdisent l'usage de pesticides en pleine floraison et exigent que tout fabricant désirant mettre sur le marché un nouveau produit phytopharmaceutique doit fournir, entre autre, la preuve de l'innocuité de ce produit vis-à-vis de l'abeille.

La meilleure connaissance et l'approfondissement des études liées aux produits phytopharmaceutiques avant leur homologation et leur mise sur marché s'avère

essentielle pour minimiser leur impact sur les insectes auxiliaires. La priorité est donc approfondir les recherches traitant les mécanismes d'action des substances actives et leurs métabolites non seulement en toxicologie, mais aussi en éco-toxicologie afin de pouvoir évaluer leurs risques écotoxicologiques.

L'étude des populations d'insectes auxiliaires au niveau des vergers agrumicoles a permis de mettre en évidence des caractéristiques importantes. L'une de ces caractéristiques est la différence de sensibilité des espèces aux traitements, ces produits appartiennent aux différentes familles chimiques à savoir les organochlorés, les carbamates et les organophosphorés et leurs actions diffèrent selon la voie de pénétration.

Chez les espèces hyménoptères, les organochlorés est plus toxique par inhalation que par contact, ce qui n'est pas observé avec la plupart des insecticides employés. Au vu du danger lié à cet insecticide, il ne doit pas être utilisé en pleine floraison et en poussée de sève estivale, pour limiter les risques d'intoxications des espèces parasitoïdes. De plus la caractéristique de la toxicité aiguë des organophosphorés est la rapidité d'apparition des symptômes de neurotoxique et, la mortalité survient rapidement après l'intoxication des individus adultes.

Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances ont mis en évidence la nature de relation entre les espèces *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, *Icerya purchasi* et les traitements phytosanitaires qui varient selon le type du verger, en se référant au tableau 4.1 cette dernière montrent que les espèces Homoptères recensées dans verger traité sont les plus représentées en nombre qu'au verger non traité.

Les prédateurs et les parasitoïdes courent le risque d'exposition à des insecticides qui ne leur sont pas destinés. Nos objectifs consistent à évaluer ce risque sur le terrain et à contribuer à mettre au point des interprétations quantitatives et qualitatives de toxicité pour les deux types d'insectes (Ex : *Adalia decempunctata*, *Clitostethus arcuatus*, *Aphelinus mali*, *Stethynium triclavatum*).

Les traitements pendant la floraison existent et leurs spécificité n'est pas encore très connue. Ces derniers sont nocifs et n'épargnent pas les autres insectes non visés comme les parasites, les prédateurs. Outre les résultats du test binomial nous permettent

de constater des taux de présence très faible des populations d'espèces auxiliaires notamment: *Aphelinus mali* et *Clitostethus arcuatus*. Avec des pourcentages de présence respectivement 8% et 17%.

Ces valeurs révèlent que les matières actives employés durant cette campagne agricole montre un effet destructif sur la structure des populations auxiliaires dans le verger traité.

L'expérimentation en verger agrumicole montre que les traitements insecticides contribuent à retarder l'action des Hyménoptères parasites de pucerons, en verger traité par rapport au verger non traité. Selon Kumar [285], la toxicité varie en fonction du mode de pénétration et de la nature des matières actives. Chez l'abeille, les toxicités par ingestion collective et individuelle ne sont pas toujours comparables. L'importance du phénomène de trophallaxie dans cette différence a été précisée. Cette perturbation pourrait avoir des effets non négligeables sur les insectes auxiliaires dans un environnement pollué par les insecticides.

CONCLUSION GENERALE

L'inventaire des auxiliaires inféodés à chacun des principaux ravageurs des Citrus montre une richesse étonnante. Le complexe des ennemis naturels de ces derniers reste le facteur de régulation des populations le plus important et le plus intéressant. Cette étude nous a permis d'identifier le complexe auxiliaire dans deux vergers agrumicole dans la région de Timezrite (wilaya de Bejaia), et démontrer les effets négatifs des insecticides sur la faune auxiliaire qui se traduit soit par la mortalité, un retard dans la synchronie avec leurs hôtes et une diminution du nombre de momies.

La connaissance de la composition de la faune des auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes) est essentielle aux fins d'études biologiques nécessitant des identifications précises et de leurs applications, y compris la conservation des espèces indigènes et la surveillance du changement faunique. Les vergers agrumicoles renferment un nombre important d'espèces auxiliaires utile dans les programmes de lutte biologique contre les ravageurs d'agrumes.

Pour être réalisés, de tels travaux nécessitent de bonnes connaissances taxonomiques et une identification correcte des espèces étudiées. Un des objectifs de ce travail a été de fournir des informations précises et des mises à jour sur l'inventaire du complexe auxiliaire dans les vergers d'agrumes.

L'étude entomologique dans les deux vergers d'agrumes durant l'année 2015 a permis de répertorier 65 espèces d'insectes repartis en 30 familles. Les auxiliaires étudiées sont représentés par 21 familles dont 5 familles prédatrices et 16 parasitoïdes. Ces derniers jouent un rôle important dans la régulation des bioagresseurs dans le verger en l'absence des traitements phytosanitaires.

Le maintien de l'équilibre biocénotique des cultures repose donc sur une meilleure utilisation des différentes méthodes de lutte à la disposition des agriculteurs et sur la prise en compte du rôle de tous les ennemis naturels. Il faut tenir compte de l'action des Hyménoptères parasitoïdes, même si leur action reste variable car ils constituent un maillon important de l'équilibre écologique par leur position dans la chaîne trophique.

Il est très important dans l'avenir de poursuivre l'étude de la dynamique des populations des espèces ravageurs et leurs auxiliaires, ceci afin de pouvoir suivre réellement l'évolution de ces derniers et en parallèle de mettre en évidence les actions des facteurs de régulation les plus efficaces et les plus fréquents. Il faut en outre, combiner les efforts pour élaborer un programme de lutte intégrée incluant toutes les mesures de lutte biologique adéquates et rentables qui permettront de réduire les infestations des ravageurs au-dessous du seuil de nuisibilité. Ceci en s'assurant de la complémentarité entre les moyens de lutte biologique.

La mise en œuvre de programmes de lutte biologique rentables en Algérie implique une meilleure connaissance de la biologie et de l'écologie des différentes espèces d'auxiliaires intervenant dans la régulation des populations de ces insectes nuisibles. Une meilleure connaissance des hôtes alternatifs de ces entomophages permettrait en particulier en toute connaissance de causes de favoriser le développement de leurs populations grâce au maintien ou à la multiplication de leurs plantes-hôtes aux abords ou à l'intérieur des vergers, comme c'est pratiqué déjà dans plusieurs pays pour la viticulture [286 ; 287]

A l'avenir, il serait important de reprendre les élevages au laboratoire des principales espèces d'entomophages présents dans la région afin de mieux comprendre l'influence des facteurs abiotiques et biotiques sur leur développement biologique et la dynamique de leurs populations, permettant une meilleure maîtrise des facteurs de régulation naturelles des populations des nuisibles. Il est aussi possible de renforcer l'action des ennemis naturels préexistants en les élevant en masse et en les relâchant en grand nombre dans l'environnement au moment où les populations de ravageurs dépassent un certain seuil.

Les vergers d'agrumes, de par leur caractère pérenne, sont des lieux privilégiés pour valoriser la lutte biologique par conservation des habitats si ces derniers, qui y sont naturellement insérés (inter-rang enherbés, talus, fossés, lisières), ne sont pas ou peu perturbés. Ces habitats constituent des zones clés de la valorisation de la lutte biologique par conservation des habitats.

APPENDICE

APPENDICE A (1)

Eléments	Symptoms	Correction
Azote	Réduction de la production. <ul style="list-style-type: none"> • Décoloration plus ou moins marquée. • L'ensemble vert clair à vert jaunâtre, les nervures fortement décolorées. • Chute des feuilles et dessèchement des rameaux. 	Un apport régulier d'azote sous forme de nitrate d'ammoniaque, urée, etc.
Manganèse	Taches de décoloration réparties sur tout le limbe entre les nervures secondaires (Figure B.1).	Pulvérisation foliaire de sulfate de manganèse
Zinc	Feuilles petites et pâles. <ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la photosynthèse. • Réduction de la floraison et limitation de la nouaison (Figure B.2). 	Apport de zinc
Sels (sodium, magnésium)	Jaunissement ou brunissement de la pointe de la feuille. <ul style="list-style-type: none"> • Des taches nécrotiques sur le limbe. • Dépérissement rapide des jeunes arbres (Figure B.3). 	Éviter les plantations dans les zones chargées en eau concentré en sel
Bore	Décoloration jaunâtre des pointes des feuilles. <ul style="list-style-type: none"> • Taches nécrotiques. • Sécrétions gommoses à la face inférieure des feuilles. 	Proscrire l'utilisation d'eaux chargées en bore

APPENDICE A (2)



Figure A.1: Carence en manganèse (Boukaftane, 2010).



Figure A.2: Carence en zinc (BLONDEL, 1959)

APPENDICE B



Figure B.1: Dépressions allongées sur tronc, Symptômes de Tristeza (CHAPOT et DELUCCHI, 1964)



Figure C.2 : Dégâts de stubborn sur les agrumes déformations de fruits (BOVE, 1995)

APPENDICE C

Nom	Agent causal	Symptome	lutte	
	Pseudomonas syringae Van Hall	lésions brunes ou noires se manifestent au point d'attache des pétioles. - nécrose superficielle de l'écorce qui s'étend au pétiole, au limbe et aussi au rameau. - feuille se fane et se dessèche.		Baillay <i>et al</i> , 1980
	Xanthomonas citri (Hasse) Dowson		pulvérisations de bouillie bordelaise.	
Bactériose	Phytomonas syringae VAN HALL	Apparition des tâches de couleur noirâtre sur le pétiole de la feuille	Dans le cas des pluies précoces, une pulvérisation de bouillie bordelaise est indiquée.	Chapot et Deluchi, 1964)

APPENDICE D (1)

Nom	Agent causal	Symptôme	Lutte
gommose ou chancre du collet	<i>Phytophthora citrophthora</i> Leonian <i>P. parasitica</i> Dastur	-Exsudations de gomme très abondantes, qui se produisent au printemps et en automne. - écorce affectée se dessèche et son épaisseur diminue avec une coloration forte du tronc. - Combium est envahie par une production gommeuse claire et limpide (Figure D. 1) - jaunissement des feuilles, - diminution de la récolte	Pour une attaque faible, appliquer sur les plantes malades un produit fongicide et cicatrisant. - Améliorer le drainage - Eviter les excès d'eau. - Eviter la culture des arbres non greffés ainsi que les porte-greffes sensibles, - les troncs doivent être dégagés de la terre et des débris,
Fumagine	<i>Capnodium citri</i> BERK et DESM <i>Capnodium citri</i> Berk. & Desm.	Membranes veloutées noirâtres recouvrant les organes et qui gêne l'assimilation chlorophyllienne (Figure D. 2). - Eliminer les causes favorisant le développement de la fumagine (combattre les cochenilles, les pucerons et les aleurodes	Eliminer les causes favorisant le développement de la fumagine (combattre les cochenilles, les pucerons et les aleurodes) - traiter avec de l'huile blanche tel que l'oliocin ou l'euphitane à raison de 20L/1000L.
Pourridié	<i>Armillariella melle</i> KARST	Les feuilles jaunissent et tombent. - Les rameaux se dessèchent. - La présence d'un réseau de filaments mycéliens blanc devenant brun dans le sol. (Figure D. 3)	Arrachage des arbres malades. - Eviter la plantation des arbres si le sol contient des débris de racines

APPENDICE D (2)

Figure D.1 : des gouttes d'exsudat brun du tronc ou des branches



Figure D.2: Fumagine sur feuilles et fruits d'agrumes

APPENDICE D (3)

Figure D.3: l'aleurode sur feuilles d'agrumes

APPENDICE E



Figure E.1: *Icerya purchasi* (Originale)



Figure E.2: Sac ovigère de la Cochenille australienne (*Icerya purchasi* Maskell) aveOriginale



Figure E.3: Pou noir sur feuille



Figure E.4: Cochenille serpette

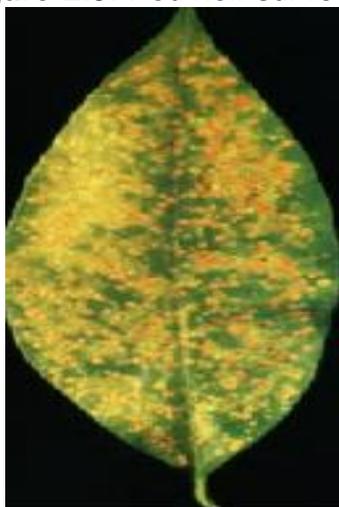


Figure E.5: Pou rouge sur feuille



Figure E.6: Pou de Californie

APPENDICE F



Figure F.1. Adulte de la mouche blanche (*Aleurothrixus floccosus*)



Figure F.2. Symptôme de la présence de *Aleurothrixus floccosus*



Figure F.3. Symptôme de la présence de *Parabemisia myricae*



Figure F.4. Symptôme de la présence de *Dialeurodes citri*

APPENDICE G



Figure G. colonie d'*Aphis spiraecola* sur feuilles d'agrumes(Originale, 2015)

APPENDICE H

APPENDICE H(1)

Tableau H:principales espèces de coccinelles répertoriées en Algérie (SAHARAOUI et al., 2013).

Sous-Familles	Tribus	Espèces de coccinelles
Chilochorinae (Sasaji 1968)	Platynaspini (Mulsant1846)	<i>Platynaspis luteorubra</i> (Goeze 1777)
	Chilocorini (Mulsant 1846)	<i>Chilocorus bipustulatus</i> (Linné 1758) <i>Exochomus (Parexochomus) anchorifer</i> (Allard 1870) <i>Exochomus (Exochomus) nigripennis</i> (Erichson 1843) <i>Brumus quadripustulatus</i> (Linné 1758) <i>Brumus quadripustulatus var floralis</i> (Motschulsky 1837) <i>Exochomus (Parexochomus) pubescens</i> forme <i>apicalis</i> (Weise 1885)
Coccidulinae (Mulsant1846)	Coccidulini (Mulsant 1846)	<i>Rhyzobius lophantae</i> (Blaisdell 1892) <i>Rhyzobius chrysomeloides</i> (Herbst 1793)
Scymninae (Mulsant 1846)	Noviini (Mulsant 1850)	<i>Rodolia (Novius) cardinalis</i> (Mulsant 1850)
	Stethorini(Dobzhansky1924)	<i>Sthetorus punctillum</i> (Weise 1891)
	Scymnini (Mulsant 1846)	<i>Clitostethus arcuatus</i> (Rossi 1794) <i>Scymnus (Mimopullus) marinus</i> (Mulsant 1850) <i>Nephus peyerimhoffi</i> (Sicard 1923) <i>Nephus quadrimaculatus</i> (Herbst 1783) <i>Nephus (bipunctatus) bipunctatus</i> (Kugelann 1794) <i>Scymnus (Pullus) fulvicollis</i> (Mulsant 1846) <i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i> (Goeze 1777) <i>Scymnus (Pullus) suturalis</i> (Thunberg 1795) <i>Scymnus (Pullus)sp.</i> <i>Scymnus (Scymnus) apetzi</i> (Mulsant 1846) <i>Scymnus (Scymnus) bivulnerus</i> (Capra et Fursch 1967)

		<i>Scymnus (Scymnus) interruptus</i> (Goeze 1777) <i>Scymnus (Scymnus) nubilus</i> (Mulsant 1850) <i>Scymnus (Scymnus) pallipediformis</i> (Gunther 1958) <i>Scymnus (Scymnus) rufipes</i> (Fabricius 1798)
	Hyperaspidini (Mulsant 1846)	<i>Hyperaspis marmottani</i> (Fairmaire 1868) <i>Hyperaspis algerica</i> (Crotch, 1874) <i>Hyperaspis sp.</i>
Sticholotidinae (Gordon 1977)	Sticholotidini (Gordon 1977)	<i>Pharoscymnus numidicus</i> (Pic 1900) <i>Pharoscymnus ovoideus</i> (Sicard 1929) <i>Pharoscymnus setulosus</i> (Chevrolat 1861)
Coccinellinae (Latreille 1807)	Coccinellini (Latreille 1807)	<i>Hippodamia (Hippodamia) tredecimpunctata</i> (Linné 1758) <i>Hippodamia (Semiadalia) undecimnotata</i> (Schneider 1792) <i>Hippodamia (Adonia) variegata</i> (Goeze 1777) <i>Adalia (Adalia) bipunctata</i> (Linné 1758) <i>Adalia (Adalia) decempunctata</i> (Linné 1758) <i>Calvia (Anasocalvia) quatuordecimguttata</i> (Linné 1758) <i>Coccinella (Coccinella) septempunctata</i> (Linné 1758) <i>Coccinella (Spilota) undecimpunctata</i> (Linné 1758) <i>Myrrha (Myrrha) octodecimpunctata</i> (Linné 1758) <i>Oenopia dublieri</i> (Mulsant 1846) <i>Oenopia lyncea</i> (Olivier 1808) <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (Linné 1758)
	Tytthaspidini (Crotch 1874)	<i>Tytthaspis (Tytthaspis) phalerata</i> (Costa 1949)
	Psylloborini (Casey 1899)	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (Linné 1758)
Epilachninae (Mulsant 1846)	Epilachnini (Mulsant 1846)	<i>Henosepilachna argus</i> (Goeffroy 1762) <i>Henosepilachna elaterii</i> (Rossi 1794)

APPENDICE H (2)

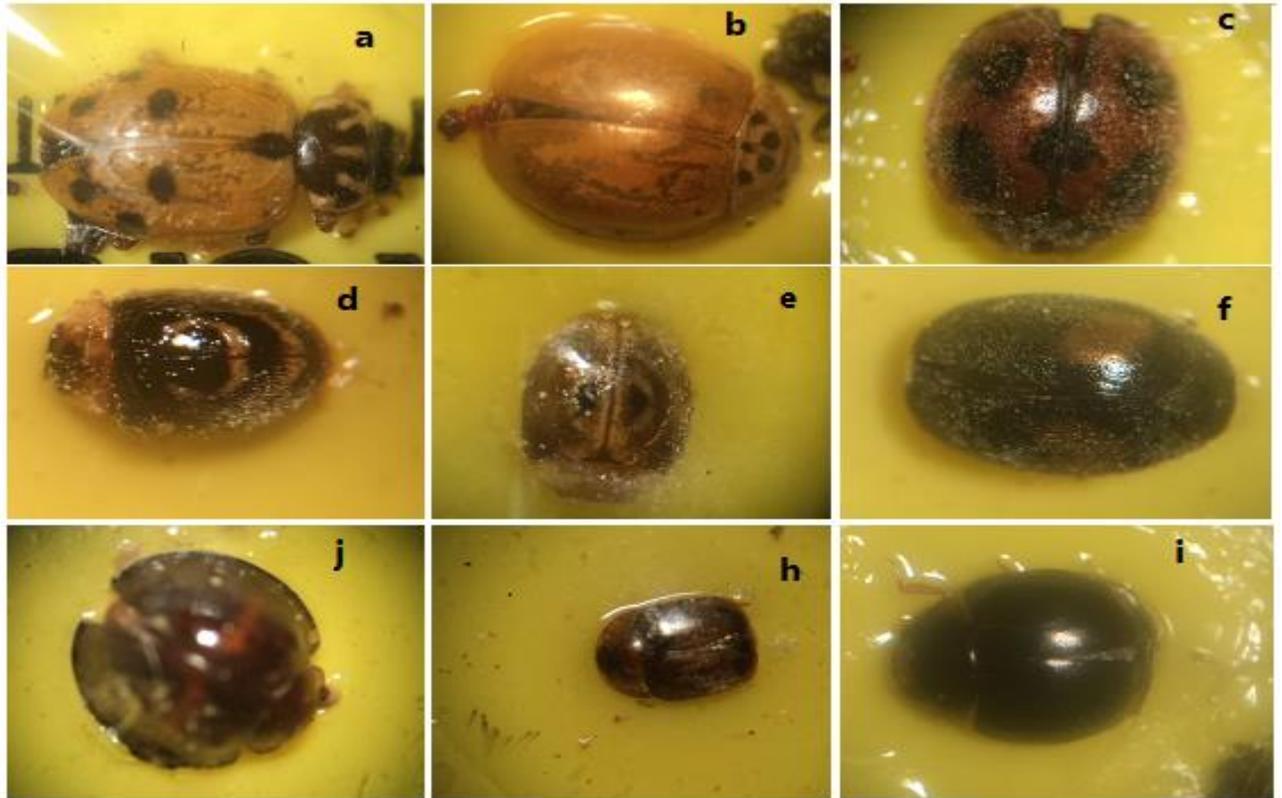


Figure H.1. Espèces de la famille des Coccinellidae: (a) *Adonia variegata* ; (b) *Adalia decempunctata* ; (c) *Rodolia cardinalis* ; (d,e) *Clitostethus arcuatus* ; (f) *Platynaspis luteorubra* (j) *Chilocurus bipustulatus* ; (h) *Scymnus mediterraneus* ; (i) *Stethorus punctillum*.(Original ; 2015).

APPENDICE I

Tableau I : Principales espèces des névroptères utilisés en lutte biologique (PIERRE ,2006).

Familles	Espèces	Proies
Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea (Stephens)</i>	Pucerons, acariens..etc
	<i>Chrysopaperla L.</i>	Puceron
	<i>Chrysopa septempunctata Wesm</i>	Puceron
	<i>Chrysopa formosa Brauer</i>	Puceron
	<i>Chrysopa lucasina Lacroix</i>	Puceron
Hemerobiidae	<i>Hemerobius humulinus L.</i>	Puceron vert
	<i>Micromusangulatus(Stephens)</i>	Puceron
	<i>Micromusvariegatus F.</i>	Puceron
Coniopterygidae	<i>Conwentziapineticola End.</i>	Acarien rouge <i>Panonychus ulmi Koch</i>
	<i>Conwentziapsociformis (Curtis)</i>	Acarien rouge <i>Panonychus ulmi Koch</i>
	<i>Coniopteryx tineiformis Curtis</i>	Phylloxera
	<i>Coniopteryx esbenpeterseni Tjerder</i>	Acariens tétranyques
	<i>Semidalis aleurodiformis Stephens</i>	Acarien (Bryobia), Cochenille (Chionaspis)

APPENDICE J

APPENDICE J (1)

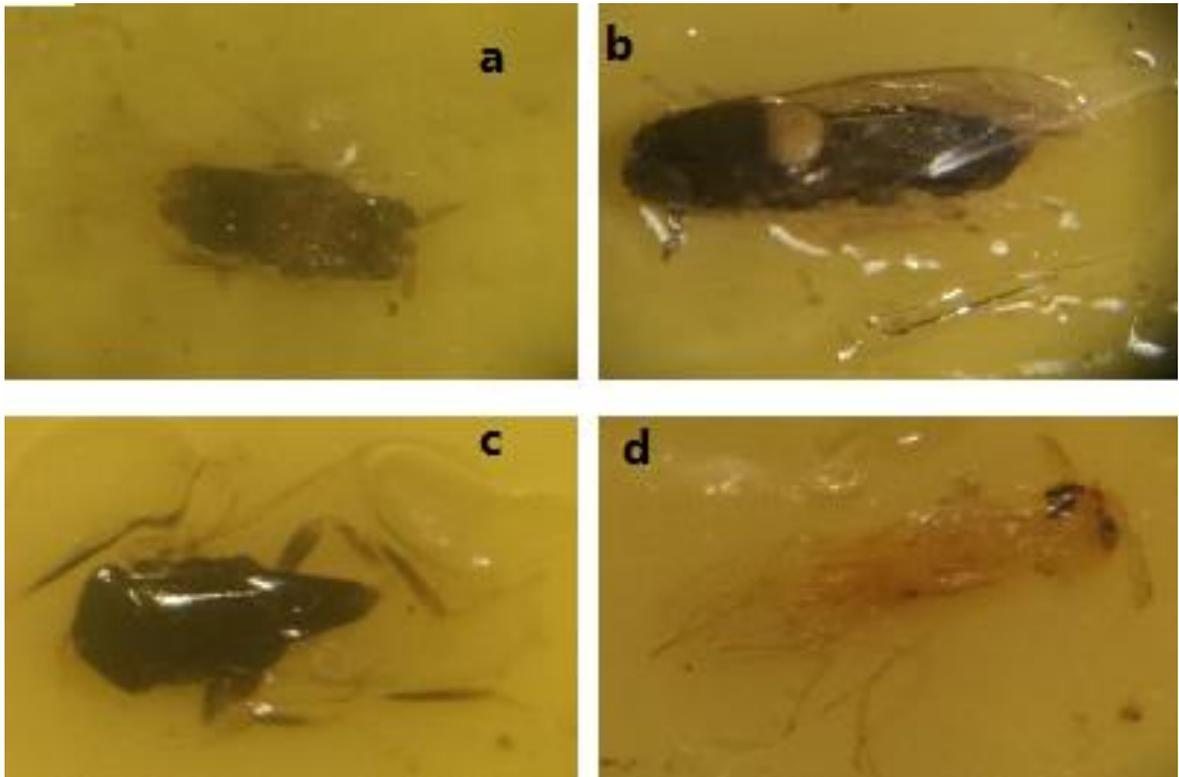


Figure J.1. Espèces de la famille des Aphelinidae : (a) *Encarsia sp* ; (b) *Coccophagus sp* ;
(c) *Aphelinus mali* ; (d) *Cales noacki* (original, 2015)

APPENDICE J (2)

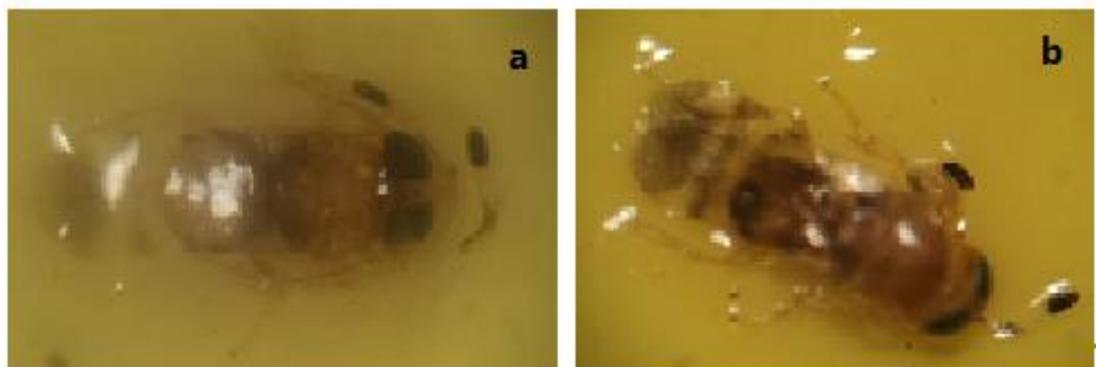


Figure J.2. Espèces de la famille des Encyrtidae: (a) *Metaphycus flavus*; (b)
Microterys nietneri (original, 2015)

APPENDICE J (3)

Figure J.3. Adulte de *Citrostichus phyllocnistoides* (Chalcidoïdea, Eulophidae) parasitoïde de la chenille de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* (Originale, 2015)

APPENDICE J (4)

Figure J.4. Espèces de la famille des Pteromalidae (original, 2015).

APPENDICE J (5)

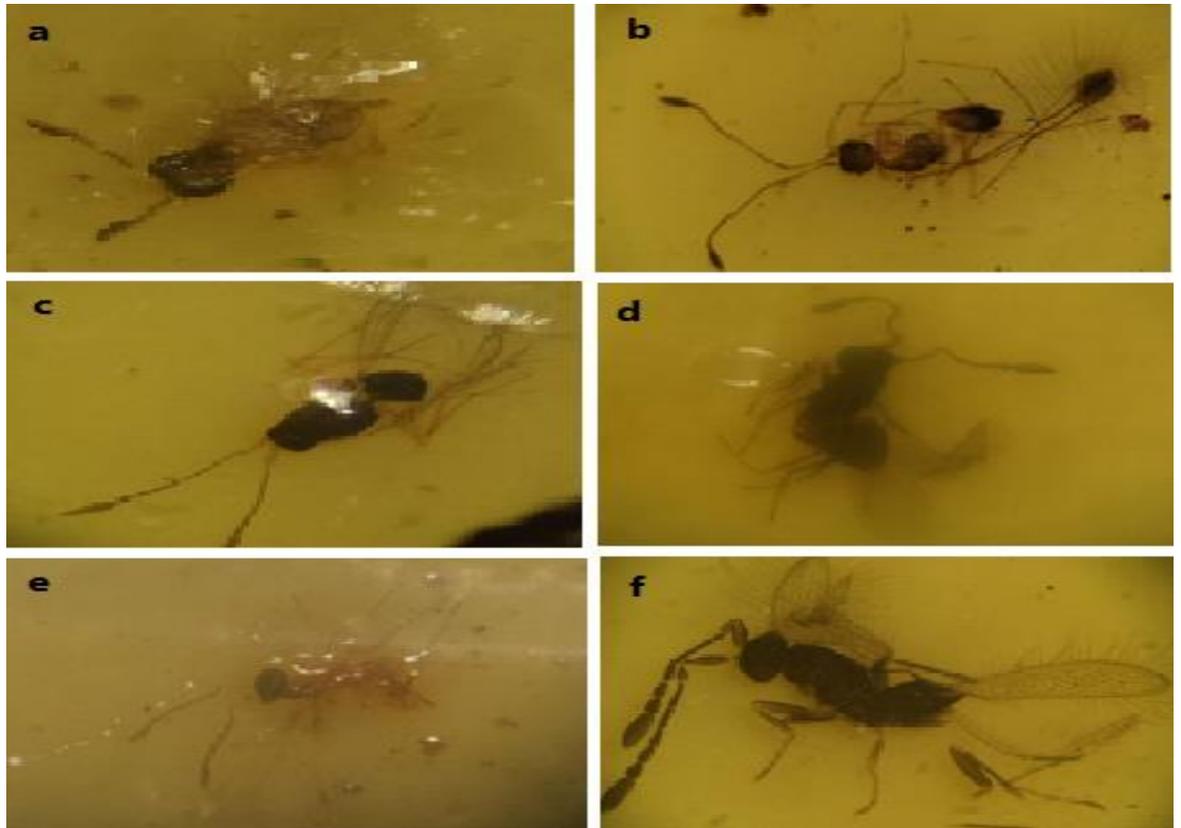


Figure 2.6. Espèces de la famille des Myrmecidae: (a) *Anagrus* sp ; (b) *Mymar taprobanicum* ; (c) *Camptoptera* sp; (d) *Gonatocerus* sp ; (e) *Stethynium triclavatum* ; (f) *Anaphes* sp (original, 2015)

APPENDICE J (6)

Figure 2.7. Adulte de Trichogrammatidae sp (original, 2015)

APPENDICE J (7)

Figure 2.8. Espèces de la famille des Braconidae : *Aphidius sp* (original, 2015).

APPENDICE K

Tableau J: calendrier des sorties

	Janvier		Fevrier		Mars	
Date	22/01/2015	29/01/2015	12/02/2015	19/02/2015	05/03/2015	19/03/2015
	Avril		Mai		Juin	
Date	09/04/2015	16/04/2015	14/05/2015	21/05/2015	04/06/2015	18/11/06/2015
	Juillet		Aout		Septembre	
Date	09/07/2015	23/07/2015	13/08/2015	27/08/2015	10/09/2015	17/09/2015
	Octobre		Novembre		Decembre	
Date	08/10/2015	29/10/2015	05/11/2015	19/11/2015	17/12/2015	24/12/2015

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 Gurr, M., Wratten, S. D. et Altieri, M. A., 2004. Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods. CAB International, 256 p.
- 2- Boudi M., 2005. Vulgarisation agricole et pratiques des agrumiculteurs de la Mitidja. Institut national agronomique, El Harrach, Alger, 133 p.
- 3- Kouassi, M., 2001. La lutte biologique: une alternative viable à l'utilisation des pesticides? *VertigO*. **2**(2).
- 4- Thakore, Y., 2006. The biopesticide market for global agricultural use. *Industrial Biotechnology*. **2**(3):294-208.
- 5- Bouziani M., 2007., L'usage immodéré des pesticides : de graves conséquences sanitaire-Epidémiologiste, Faculté de médecine d'Oran.
- 6- Cock, M.J.W., J. van Lenteren, J. Brodeur, B. Barratt, F. Bigler, K. Bolckmans, F.L. Consoli, F. Haas, P.G. Mason et J.R.P. Parra. 2010. Do new access and benefit sharing procedures under the Convention on Biological Diversity threaten the future of biological control ? *Biocontrol* 55: 199-218.
- 7 Godfray H. C. J.,1994. Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press, Princeton.
- 8 Feener, D.H.J. et Brown, B.V. 1997. Diptera as parasitoid. *Annual Review of Entomology* 42 : 73-97.
- 9 Groppo M, Pirani JR, Salatino MLF, Blanco SR, Kallunki JA., 2008. Phylogeny of Rutaceae based on twononcoding regions from cpDNA_ *Am J Bol* 2008;95(8):985—1005.
- 10 Scora, R.W. 1975. On the history and origin of citrus. *Bull Torrey Bot Club*, 102, 369–375.
- 11 Tanaka T.,1961. Citrologia: semi centennial commemoration papers on citrus studies. Osaka Japan.
- 12 Swingle W. T. et Reece P. C. 1967. The botany of citrus and its wild relatives. In W.Reuther, L. D. Batchelor & H. J. Webber (Eds.). *The Citrus Industry* (Vol. 1, pp.130-190): University of California Berkeley.
- 13 Luro F., Rist D., et OllitraulT P., 2001. Evaluation of genetic relationships in citrus genus by means of sequence tagged microsatellites. *Acta Hort. (ISHS)*, 546, p;237-242. doi:http://www.actahort.org/books/546/54627.htm.
- 14 Barrett, H.C. and Rhodes, A.M. 1976. A numerical taxonomic study of affinity relationships in cultivated Citrus and its close relatives. *Syst. Bot.*, 1, 105–136.
- 15 Nicolosi, E., Deng, Z.N., Gentile, A., Malfa, S.L., Continella, G. et Tribulato, E., 2000. Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. *Theor. Appl. Genet.*, 100, 1155–1166.
- 16 Froelicher Y, Mouhaya W, Bassene J-B, Costantino G, Kamiri M, et Luro F., 2011. New universal mitochondrial PCR markers reveal new information on maternal citrus phylogeny_ *Tree Genet Genomes*_ 2011 ;7(1):49—61.
- 17 Garcia-Lor A, Curk F, Snoussi-Trifa H, Morillon R, Ancillo G, et Luro F, 2013. A nuclear phylogenetic analysis: SNPs, indels and SSRs deliver new insights into

- the relationships in the •true citrus fruit trees• group (Citrinae, Rutaceae) and the origin of cultivated species_ *Ann Bot* 2013; 111 (1):1-19.
- 18 Curk F, Ancillo G, Ollitrault F, Perrier X, Jacquemoud-Collet J-P, Garcia-Lor A., 2015. Nuclear species-diagnostic SNP markers mined from 454 amplicon sequencing reveal admixture genomic structure of modern citrus varieties_ *PloS One*_ 2015;10(5):e0125628.
 - 19 Jacquemond, C., Curk, F. and Heuzet, M., 2013. *Les clémentiniers et autres petits agrumes* Quae., Versailles: Quae.
 - 20 Chegrani-Conan, C., 2009. *Les agrumes : citron, orange, pamplemousse*. Anagramme., Paris: Anagramme.
 - 21 Praloran J. C., 1971. Les agrumes. Techniques agricoles et productions tropicales. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 561 pp.
 - 22 DeRocca-Sierra et Ollitrault P. 1992. Les ressources génétiques chez les agrumes. Le courrier de l'environnement de l'INRA, 3pp.
 - 23 Tanaka, T., 1933. Acclimatation des Citrus hors de leur pays d'origine. *Rev. Bot. Appliq.*, 389–398.
 - 24 Corazza-Nunes, M.J., Machado, M.A., Nunes, W.M.C., Cristofani, M. et Targon, M.L.P.N.. 2002. Assessment of genetic variability in grapefruits (*Citrus paradisi* Macf.) and pummelos (*C. maxima* (Burm.) Merr.) using RAPD and SSR markers. *Euphytica*, 126, 169– 176.
 - 25 Anonyme. 2006a. Distribution map of Quarantine pests for Europe *Phaeoramularia angolensis*. EPPO.
 - 26 Walali-Loudyi D. E. M., Skiredji A., et Hassan E., 2003. Fiches techniques : le bananier, la vigne, les agrumes. In T. d. t. e. agriculture (Ed.). Rabat : Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II.
 - 27 Loussert R., 1989. Les agrumes, production. Ed.Sci.Univ. VOL 2, Liban,280pp,
 - 28 Van-Ee S., 2005. La culture fruitière dans les zones tropicales. Wageningen.
 - 29 FAO, 2012 : production mondiale d'agrumes frais et transformés. Données statistiques annuelles de la FAO. 60Pp.
 - 30 Ferhat M.A., Meklati B.Y.et Chemat F., 2010. citrus d'algerie « les huiles essentielles et leurs procédés d'extractions ». Ed n°5130, Algérie.Fernan (1999).7P.
 - 31 Anonyme, 2013 : Note de veille secteur agrumicole. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime. Note stratégique n°97. Maroc. Novembre 2013.19 P.
 - 32 Bellabas A., 2012. Rapport de mission. Etude de base sur les Agrumes en Algérie. Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Projet GTFS/REM/070/ITA. ONU pour l'alimentation et l'agriculture. 46p.
 - 33 Anonyme, 2006b. Ministère de l'agriculture, statistiques agricoles.
 - 34 Anonyme, 1976 : "La protection phytosanitaire des agrumes", Ed. Ciba Geigy, Alger. 159 pp.
 - 35 Baillay R., Aguitar J., Faiure-Amiot A., Mimaudj et Patriek G., 1980. Guide pratique de la défense des cultures. Ed. le Carousel, A.C.T.A, Paris. 419 Pp.
 - 36 Coussin M.T., 1995. *Phytoplasmoses et phytoplasmes*, classification, symptômes et éviction. *Phytoma*. Défense des végétaux. 472 :22-23.

- 37 De Vallavieille C., Fraj, M. B., Mille, B., et Meynard J.-M., 2004. Les associations de variétés: accroître la biodiversité pour mieux maîtriser les maladies. Doss de l'environnement de. Dossiers de l'environnement de l'INRA, 30.p ; 101-109.
- 38 Graham J. H. et Timmer L.W., 2003. Phytophthora diseases of citrus. University of Florida.11P.
- 39 Rebour H., 1966. "Les agrumes", Manuel de culture des citrus pour le bassin méditerranéen, Ed.J.B.Bailler et Fils,Paris, 278p.
- 40 Dridi B., 1995. "La mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata*. Cycle biologique originaire de répartition et importance économique", Journées techniques sur la lutte contre la mineuse et la cératite des agrumes, I.N.P.V., 10p.
- 41 Boukhalfa H. et Bonafonte P., 1979.Observation des populations de l'aleurode des citrus, *Dialeurode citri* Ashmed (Homoptera-Aleurodidae) Dans la plaine de Mitidja pendant la période hivernale et post-hivernale "Rev.Fruits, n°1, Vol.34,23-235
- 42 Benmessaoud-Boukhalfa H., 1987. Bioécologie de l'Aleurode des agrumes *Dialeurodes citri* Ash. (Homoptera : Aleyrodidae) dans un verger de clémentinier en Mitidja. Thèse Magis. ; I.N.A EL Harrach. 102pp.
- 43 Berkani, A., Dridi, B. 1992. Présence en Algérie de *Parabemisia myricae* Kuwana (Homoptera: Aleurodidae) Espèce nuisible aux-agrumes. *Fruits*, 47. P; 539-540.
- 44 DeBach, P. 1970. La mouche blanche, *Aleurothrixus floccosus* et ses parasites dans L'hémisphère occidental. *Al Awamia*, 37: 101-104.
- 45 Berkani A. 1989. Possibilités de régulation des populations d'*Aleurothrixus floccosus* Mask. (Homoptera: Aleurodidae) sur agrumes par *Cales noacki*. (Hymenopt. Aphelinidae) en Algérie. Thèse Doct.Ing. Université Aix-Marseille Fac.Sci.St.Jérôme. 140pp.
- 46 Biche M., 2012 - *Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels*. Programme Régional de Gestion Intégrée des Ravageurs des cultures au Proche Orient. F.A.O., 36p.
- 47 Lecoq H., 1996 - La dissémination des maladies à virus des plantes. *Rev. Hort.* (365) : 13-20.
- 48 Carles L., 1984. "La teigne des agrumes", *Rev.Fruits*,n°361. P ; 42-43.
- 49 Pigeut P., 1960. Les ennemis animaux des agrumes en Afrique du nord "Soc. Shell, Algérie,117pp.
- 50 Balachowsky A.S., 1966. Entomologie appliquée à l'agriculture", Tome II. Les Lépidoptères. Ed. France Masson – Paris, 1397p.
- 51 Heppner J.B., 1995. Citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) on fruit in Florida. - *Florida Entomol.* 78(1), 183-186.
- 52 Guerout R., 1974. Apparition de *Phyllocnistis citrella* Stainton en Afrique de l'ouest. *Fruits* , 29 (7-8) : 519–523.
- 53 Berkani A., 1995. "première données sur un nouveau ravageur en Algérie *phyllocnistis citrella* stainton (Lepidoptera-Gracillariidae) Mi neuse nuisible au citrus", Journée technique sur la lutte contre la mineuse et la Cératite des agrumes. I.N.P.V, Alger. 10pp.
- 54 Quilici S., Franck A., Vincennot D. et Montagneux B., 1995. Un nouveau ravageur des agrumes à la Réunion, la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton, *Phytoma*, 474 : 37–40.

- 55 Abassi M., Oulachen B. et Aboulama S., 1995. La mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera : Gracillariidae). Note ingénieur, 480, SASMA, Casablanca, Maroc. 12 p
- 56 Stam, J.M., Kroes, A., Li, Y., Gols, R., van Loon, J.J., Poelman, E.H., and Dicke, M., 2014. Plant Interactions with Multiple Insect Herbivores: From Community to Genes. In *Annu. Rev. Plant Biol* **65**, p. 6-1.
- 57 Stotz, H.U., Kroymann, J., and Mitchell-Olds, T., 1999. Plant-insect interactions. In *Current opinion in plant biology* **2**, p. 268-272.
- 58 Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., and Kunin, W.E., 2010 . Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. In *Trends in ecology & evolution* **25**, p. 345- 353.
- 59 Heil, M., and McKey, D., 2003. Protective ant-plant interactions as model systems in ecological and evolutionary research. In *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* **34**, p. 425-553.
- 60 Marquis, R.J., 1992. The selective impact of herbivores. In *Plant resistance to herbivores and pathogens: ecology, evolution, and genetics*. University of Chicago Press, Chicago, p. 301-325.
- 61 Speight, M.R., Hunter, M.D., Watt, A.D., 1999. *Ecology of insects: concepts and applications*. Blackwell Science Ltd.
- 62 Wajnberg, E. Bernstein, C. van Alphen, J., 2008. *Behavioural Ecology of Insect Parasitoids - From theoretical approaches to field applications*. Blackwell Publishing, Malden, 445 pp.
- 63 Hairston, N. G. Smith, F. E. & Slobodkin, L. B., 1960. Community structure, population control and competition. *The American Naturalist*, **44**, 421–425.
- 64 Murdoch, W.W., 1966. Aspects of the population dynamics of some marsh *Carabidae*. - *J. Animal Ecology*, **35**, 127–156.
- 65 Forkner, R.E. Hunter, M.D., 2000. What goes up must come down? Nutrient addition and predation pressure on oak herbivores. *Ecology*, **81**, 1588-1600.
- 66 Gratton, C. Denno, R. F., 2003. Seasonal shift from bottom-up to top-down impact in phytophagous insect populations. *Oecologia*, **134**, 487-495.
- 67 Denno, R. F. Lewis, D. Gratton, C., 2005. Spatial variation in the relative strength of topdown and bottom-up forces: causes and consequences for phytophagous insect populations. *Annales Zoologici Fennici*, **42**, 295-311.
- 68 Denno, R. F. Gratton, C. Peterson, M. A. Langellotto, G. A. Finke, D. L. Huberty, A. F., 2002 . Bottom-up forces mediate natural-enemy impact in a phytophagous insect community, *Ecology*, **83**, 1443-1458.
- 69 Karban, R. Baldwin, I. T., 1997. *Induced responses to herbivory*. Chicago University Press, Chicago, 330 pp.
- 70 Dicke, M. Vet, L.E.M., 1999. Plant-carnivore interactions: evolutionary and ecological consequences for plant, herbivore and carnivore. In: Olf, H. Brown V.K. Drent, R.H. (eds) *Herbivores: Between Plants and Predators*. Blackwell Science, Oxford, 483–520 pp.
- 71 Sabelis, M. W. van Baalen, M. Bakker, F. M. Bruin, J. Drukker, B. Egas, M. Janssen, A. R. M. Lesna, I. K. Pels, B. van Rijn, P. C. J. Scutareau, P., 1999. The evolution of direct and indirect plant defence against herbivorous arthropods. In

- Olf, H. Brown, V.K. Drents, R. H. (eds). *Herbivores: between Plants and Predators*. Blackwell Science, Oxford. 106-109 pp.
- 72 Benrey, B. Callejas, A. Rios, L. Oyama, K. Denno, R.F., 1998. The effects of domestication of brassica and phaseolus on the interaction between phytophagous insects and parasitoids. *Biological Control*, **11**, 130-140.
- 73 Harvey, J.A. van Dam N.M. Gols, R., 2003. Interactions over four trophic levels: foodplant quality affects development of a hyperparasitoid as mediated through a herbivore and its primary parasitoid. *Journal of Animal Ecology*, **72**, 520-531.
- 74 Hoffmann G.M., Nienhaus F., Schönbeck F., Weltzien H.C., Wilbert H., 1994. *Lehrbuch der Phytomedizin*. Blackwell Wissenschafts Verlag, Berlin.
- 75 Van Driesche R.G. et Bellows T.S., 1996. *Biological control*. Chapman and Hall, New York. DOI : 10.1007/978-1-4613-1157-7.
- 76 Vincent C., Coderre D., 1992. *La lutte biologique*. Gaëtan Morin, Québec, Canada. p. 19-88.
- 77 Eilenberg J., Hajek A., Lomer C., 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl* **46**, p ; 387–400.
- 78 Jourdheuil P., Grison P., Fraval A., 2002. *La lutte biologique : un aperçu historique*. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), Laboratoire de Zoologie, *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA n°15*.
- 79 Altieri M. A., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. P ; 19–31.
- 80 FIMAB (Fédération Internationale des Mouvements d'Agriculture Biologique), 2004. *Manuel de formation de l'IFOAM sur l'agriculture biologique dans les pays tropicaux*. FIBL, Institut de recherche de l'agriculture biologique, Frick, Suisse.
- 81 Boller, E.F., HÄNI, F., POEHLING, H.-M., 2004. *Ecological infrastructures: ideabook on functional biodiversity at the farm level, temperate zones of Europe*. IOBCwprs, Commission on Integrated Production Guidelines and Endorsement, Switzerland.
- 82 Boivin G., 2001. *Parasitoïdes et lutte biologique : paradigme ou panacée ?* Centre de Recherche et de développement en Horticulture, Agriculture et Agroalimentaire Canada, *Vertigo - La revue en sciences de l'environnement sur le web 2*.
- 83 Winkler, K., 2005. *Assessing the risks and benefits of flowering field edges: strategic use of nectar sources to boost biological control*. Mémoire de Thesis, Wageningen University, Laboratory of Entomology, The Netherlands.
- 84 Van Lenteren J.C. et Colazza S., 2006. *IOBC Newsletter 80*. International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants (IOBC).
- 85 DeBach, P. et Rosen D., 1991. *Biological Control by Natural Enemies*. Cambridge University Press, New York.
- 86 Martignoni M. E., Iwai P. J., 1981. A catalogue of viral diseases of insects, mites and ticks. In Burges HD (éd) *Microbial control of pests and plant diseases, 1970-1980*. Academic Press, London. P;897-911.
- 87 Doucet M.E., 1990. *Steinernema ritteri (Nematoda: Steinernematidae) with a key to the species of the genus*. *Nematologia*. **36** : p ;257-265.
- 88 Poinar G. O., 1990. Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. In Gaugler R & Kaya HK (éd) *Entomopathogenic nematodes*

- in biological control. P; 23-61. CRC Press, Boca Raton, Florida. Price PW (1984) Insect ecology. 2ième Edition, John Wiley & Sons, New York.
- 89 Baker, R.R., et Dunn, P.E., 1990. New direction in biological control: Alternatives for suppressing agricultural pests and diseases. Proceedings of UCLA colloquium held at Frisco in Colorado, January 20 - 27; 1989. Alan, R.L. press New York. 837pp.
- 90 Begon, M., Harper, L.J. et Townsend C.R., 1990. Ecology: individual population and communities. 2eme édition. Boston: Blackwell Scientific Publications. 945p.
- 91 Wratten S. D. 1978. The effectiveness of natural enemies. In Integrated pest management sous la direction de A. J. Burn, T. H. Coacker et P. C. Jepson, London: Academic Press.p;89-112.
- 92 Agarwala K., et Saha J. L., 1986. Larval voracity, developpement and relative abundance of predator of *Aphis gossypii* on coton in India. In Ecology of aphidophaga , Proceeding of a symposium held at Zvikovské Podhradi, sept. 2 - 8, 1984. Academia Praha, sous la direction de Ivo Hodeck. P ; 339-344.
- 93 Bishop, A. L., Anderson, J. M. et Hales, D.F. 1986. Predator agents for biological control. In plant virus epidemics monitoring, modelling and predicting outbreaks, sous la direction de Georges D. Mclean, Ronald G. Garrett, et William G.R., Australie : Academic press. p.75-94..
- 94 Debach, P. 1973. Biological control of insect pests and weeds. London: Chapman et Hall. 884p.
- 95 Ronzon B., 2006. Biodiversité et lutte biologique : Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. ES Agriculture Biologique, ENITA C., 25pp.
- 96 Chazeau J., Fürsch H. et Sasaji H.,1990. Taxonomy of Coccinellidae (corrected version). *Coccinella* 2 (2). p;.4-6.
- 97 Saharaoui L., Gourreau J. M, 1998- Les coccinelles d'Algérie: Inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptères, Coccinellidae).Bulletin de la Société entomologique de France 103 (3): 213-224.
- 98 Iperiti G.,1983. Les coccinelles de France. Faune et faune auxiliaires en agriculture. ACTA. Journées d'études et d'informations 4 et 5 mai. Paris. p ; 89-96.
- 99 Saharaoui L., Hemptinne J-L. et Magro A., 2013. Biogéographie des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) d'Algérie. *Faun. Entomol.* 2014 67, p;147-164.
- 100 Saharaoui L., 1994. Inventaire et étude de quelques aspects bioécologiques des coccinelles entomophages (Coleoptera. Coccinellidae) dans l'Algérois. *Journal of African Zoology* 108(6), p. 538-546.
- 101 Martinez M., 2006. Diptera les insectes d'importance agronomique – « Pratique de l'identification au laboratoire ». INRA pp 59-185.
- 102 Principi M.M. et Canard M., 1974 - Les Névroptères in : Les organismes auxiliaires en vergers de pommiers. OILB/SROP, brochure n°3, pp151-162.
- 103 Paulian M., 1999. Lutte biologique contre les ravageurs. Les Chrysopes, auxiliaires contre des insectes divers. *Phytoma-LDV*, n° 522. P ;41-46.
- 104 Eggleton P, Belshaw R., 1992. Insect parasitoids: an evolutionary overview. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 337. p; 1-20.

- 105 Laborda Cenjor R., 2012. Comparación de la abundancia y biodiversidad de artrópodos auxiliares entre parcelas de cultivo ecológico y convencional, en plantaciones de cítricos, caqui y nectarina. TESIS DOCTORAL. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. 192p.
- 106 Brasero et Martin N., 2009. Systématique des Chalcidoidea de l'ambre de l'Oise. University DE MONS- HAINAUT. 83 p.
- 107 Soler, J.M. 2000. Control de artrópodos fitófagos en cítricos con aldicarb y efectos sobre entomofauna auxiliar. Tesis Doctoral. Departamento Ecosistemas Forestales. Universidad Politécnica de Valencia.
- 108 Alonso, D. 2003. La mosca de la fruta *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) en parcelas de cítricos: evolución estacional, distribución espacial y posibilidad de control mediante trampeo masivo. Tesis Doctoral. Departamento Ecosistemas Forestales. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- 109 Doumandji-Mitiche B et Doumandji S.E., 1988- La lutte biologique contre les prédateurs des cultures. D.P.4, Départ. Protection. Alger, 71P.
- 110 Viggiani, G. P. Mazzone. 1979. Contributi alla conoszenza morfo-biologica delle specie del complesso *Encarsia Foerster-Prospatella* Ashmead (Hym. Aphelinidae). Boll. Lab. Ent. Agr. Filippo Silvestri, 36: 42-50.
- 111 Asplanato, G. et F. Garcia-Marí. 2002. Parasitismo de la cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* (Homoptera: Diaspididae) en la zona citrícola sur de Uruguay. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas 28: 5-20.
- 112 Ode J. et Strand M., 1995: Progeny and sex allocation decisions of the polyembryonic wasp *Copidosoma floridanum* - *Journal of Animal Ecology* 64: 213- 224.
- 113 Sureshan, P.M. and T.C. Narendran., 2003. A checklist of Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) from the Indian subcontinent. Review Zoos' Print Journal **18(5)**, 1099- 1110.
- 114 Gibson, G.A.P., 2009. Revision of new world Spalangiinae (Hymenoptera: Pteromalidae). Zootaxa **2259**, 1-159.
- 115 Huber, J.T. 2006. Familia Mymaridae. En: F. Fernández; M.J. Sharkey (Eds.). Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. pp.765-767.
- 116 Smith, D.; G.A.C. Beattie y R. Broadley. 1997. Citrus pests and their natural enemies. Dept. of Primary Industries, Queensland (Australia). 282pp.
- 117 Torres, J., A. Hermoso de Mendoza, A. Garrido y J. Jacas. 2000. Estudio de los cicadélidos (Homoptera: Cicadellidae) que afectan a diferentes especies de arboles del género *Prunus*. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas 26: 645-656.
- 118 Böll, S. et Herrmann J.V., 2004. A long-term study on the population dynamics of the grape leafhopper (*Empoasca vitis*) and antagonistic mymarid species. Journal of Pest Science 77:33-42.
- 119 Viggiani, G., R. Jesu et R. Sasso. 2003. Cicaline della vite e loro ooparassitoidi in vigneti el Sud Italia. Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri 59. 3-31.
- 120 Hagvar E.B. et Hofsvang T., 1991. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. Biocontrol News Inf., 12, 1

- 121 Van Lenteren J.C. (2003). Commercial availability of biological control agents In: Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures (ed. van Lenteren JC). CABI Publishing Wallingford, UK, pp. 167-179.
- 122 Le Ralec A., 1991. Les hyménoptères parasitoïdes: Adaptations de l'appareil reproducteur femelle. Morphologie et ultrastructure de l'ovaire, de l'oeuf et de l'ovipositeur. Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1.
- 123 Levie A., 2002. Development of a biological control method of wheat aphids, by using Aphidiinae parasitoïdes (hyménoptera: Braconidae). Université catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve, p. 168.
- 124 Colinet H., 2007. Une approche écologique et biochimique de la résistance au froid chez un parasitoïde de puceron *Aphidius colemani* (Hyménoptera: Aphidiinae). Université Catholique de Louvain, Louvain La Neuve, p. 170.
- 125 Le Lann C., 2009. Partage de la ressource au sein d'une guildé : des histoires de vie, comportements et réactions à la température contrastée. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1.
- 126 Laamari M., Tahar Chaouche S., Benferhat S., Abbes S. B., Merouani H., Godbane S., Khenissa N., ET Sary P., 2011. Interactions tritrophiques: plante-puceron-hyménoptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. Entomologie faunistique – Faunistic Entomology, 63 (3), pp115-120.
- 127 Laamari M., Tahar Chaouche S., Halimi C. W., Benferhat S., Abbes S. B., Khenissa N., and Sary P., 2012. A review of aphid parasitoids and their associations in Algeria (Hyménoptera: Braconidae: Aphidiinae; Hemiptera: Aphidoidea). African Entomology, 20 (1): pp161-170.
- 128 Anonyme, 2011. Rubrique Monographie Wilaya. Wilaya de BEJAIA. ANIREF (Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière). 6p.
- 129 Huffaker C.B. et Gutierrez A.P., 1999- Ecological entomology, Second Edition. John Willey & Sons, New York, New York. 756 p.
- 130 Hufty A., 2001. "Introduction à la climatologie", Ed. de Boeck Université, Bruxelles. 542 p.
- 131 Ramade F., 1990. "Conservation des écosystèmes méditerranéens en jeux et précipitation", Ed. Economica. Paris, Fasc. 144 pp.
- 132 Bagnouls F. et Gaussen H., 1953. "Saison sèche et indice xéothermique", Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 88, 193-239.
- 133 Stewart P., 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique : quelques réflexions. Bull. Soc. Hist. Agri. Afri du Nord. PP.24- 25.
- 134 Muller Y., 1985. L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord, place dans le contexte medico-européen. Thèse Doctorat., Univ de Dijon, 318 p.
- 135 Le Jeune A., 1990. Ecologie alimentaire de loutre (*Hydrictis macubicollis*) au lac Muhazi. Rwanda. Mammalia, T. 54 (1) : 33-45.
- 136 DAJOZ, R., 1971. Précis d'écologie. Ed. DUNOD, Paris, 434 p.
- 137 Bornard A., Cozic P. et Brau-Nogue C., 1996 - Diversité spécifique de la végétation en alpage, influence des conditions écologiques et des pratiques écologiques. Ecologie, T. 27 (2). : 103-115.

- 138 Daget J., 1979 - Les méthodes mathématiques en écologie. Ed. Masson, Paris, (8), 172 p.
- 139 Motomura ., 1932. Etude statistique de la population écologique (en japonais). - Doobutugaki Zassi 44: 379-383.
- 140 Iganaki H., 1967. Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive, Vie Milieu 18 : 153–166.
- 141 Aulakh R. S., Gill J. P. S., Bedi J. S., Sharma J. K., Joia B. S., Ockerman H., 2006 - Organochlorine pesticide residues in poultry feed, chicken muscle and eggs at a poultry farm in Punjab, India. Journal of the science of food and agriculture, 86, 741 -744.
- 142 Dajoz, R., 2002. Les Coléoptères. Carabidés et ténébrionidés. Ed. LAVOISIER, Tec et DOC., 522 p.
- 143 Chatenet, G., 1990. Guide des Coléoptères d'Europe. Ed. DELACHAUX et NESTLE, Paris, 479 p.
- 144 Aubert, L. 1999. Atlas des coléoptères de France. Tome I. Edition Boubée, Paris, 232 p.
- 145 Kromp, B., 1999. Carabid beetles in Sustainable agriculture: A review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. Agric. Ecosystem. Environ. 74: 187- 228.
- 146 Floate, K. D., Doane, J. F. et Gillott, C., 1990. Carabid predators of the wheat midge (Diptera- Cecidomyiidae) in Saskatchewan. Environ. Entomol. 19: 1503- 1511.
- 147 Perrier, P., 1927. La faune de la France illustrée- Coléoptères (première partie). Tome I. Ed. Delagrave, Paris, 192 p.
- 148 Barney, R. J. et Pass, B. C., 1986. Ground beetle (Coleoptera- carabidae) population in Kentucky alfalfa and influence of tillage. J. Econ. Entomol. 79: 511- 517.
- 149 LaSalle J (1993) Hymenoptera, biodiversity In LaSalle J, Gauld ID (éd) Hymenoptera, and biodiversity. p. 197-215, CAB International, Wallingford.
- 150 Pestimal- Sainsauveur, R., 1978. Comment faire une collection de papillons et autres insectes. Ed. GUY Authie, Paris, 172 p.
- 151 Arnett, R. H. 1985. American insects: a handbook of the insects of America north of Mexico. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 850 pp.
- 153 Balachowsky A., 1932. Etude biologique des coccidés du bassin occidental et de la méditerranée. Ed. Paul le Chevalier et fils, Paris, 285
- 154 Balachowsky A. et Mensil L., 1935. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, leurs destructions. Ed. Hermann et Cie, Tom. I, Paris, 927 p.
- 155 Smirnoff W., 1950. « La cochenille noire » dans la culture d'agrumes au Maroc. Rev. La terre marocaine. Ed. Offic. Agric. Comm. Et Forest., n° 252, pp. 347-460.
- 156 Pigué P., 1960. Les ennemis animaux des agrumes en Afrique du Nord. Ed. Soco-Schell, Algérie, 117 p. 103.
- 157 Argyriou L.C., 1977. Données sur la recrudescence d'attaque des cochenilles en Grèce. Rev. Fruits. Vol. 32, n°5, pp. 360-362.
- 158 Coulson (1979) in Schowalter, T. D., 2006. Insect Ecology. An ecosystem approach. Second edition. Copyrighted Material. Elsevier's Science and Technology right. Department in Oxford. 572 p.

- 159 Landin, B. O., 1961. Ecological studies of dung beetles. *Opusc. Entomol. Suppl.* 19: 1-228.
- 160 Hanski, I., 1991. The dung insect community. In: Hanski, I., Cambefort, Y. (Eds.), *Dung's Beetle Ecology*. Princeton University press, Princeton, NJ, 481 p.
- 161 Chaboussou F., 1975. Les facteurs culturels dans la résistance des agrumes vis-à-vis de leurs ravageurs. *St. Zool. Inst. Nat. Rech. Agro.*, Bordeaux, 39 p.
- 162 Ridsdill-Smith, T. J. and Hall, G. P., 1984. Seasonal patterns of adult dung beetle activity in South- Western Australia. *Proc. 4 Th INT. Conf. Med. Ecosystems.* Perth 139- 140.
- 163 Macqueen, A., Wallace, M. M. H. et Doube, B. M., 1986. Seasonal changes in favorability of cattle dung in central Queensland for three species of dung inhabiting insects. *Journal of the Australian Entomological Society* 25: 23- 29.
- 164 Hughes, R. D. et Walker, J., 1970. The role of food in the population dynamics of the Australian bush flies. In: Watson, A. (Ed.), *Animal populations in Relation to their Food Resources*. Blackwell, Oxford, 336 p.
- 165 Sotherton, N. W. 1984. The distribution of predatory arthropods over wintering on farmland. *Annals of applied Biology* 105: 423- 429.
- 166 HONEK, A. (1998). The effect of crop density and microclimate on pitfall trap catches of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera) and Lycosidae (Araneae) in cereal fields. *Ecobiologia* 32: 233- 242.
- 167 Bohan, D. A., Bohan, A. C., Glend, M., Symondson, W.O.C., Wiltshire, C.W. et Hughes, L., 2000. Spatial dynamics of predation by carabid beetles on Slugs. *Journal of Animal Ecology* 69: 367- 379.
- 168 N'Doye, M., 1975. Répartition altitudinale d'une faune entomologique au-dessus d'une prairie. *Cahier de L'ORSTOM, Série Biologie X*: 35- 39.
- 169 DAJOZ, R., 1985 . *Précis d'écologie*. 5ème édition Dunod Université, Paris, 505 p.
- 170 Schvester D., 1956. Analyse des facteurs de fluctuation des populations chez *Rugulosco & tusrugulosus*. Réunion annuelle des zoologistes, CNRA. Versailles, multigr.
- 171 Biche M. et Sellami M., 1999. Etude de quelques variations biologiques possibles chez *Parlatoria oleae* Colvée (Hemiptera, Diaspididae). *Bulletin de la société entomologique de France*. Vol. 3, n°104, Algérie, pp. 287-292.
- 172 Southwood T. R. E., Brown V.K. et Reader P.M. , 1979 - the relationships of plant and insect diversities in succession *Bioll J Linn Soc* 12 PP 327 – 348.
- 173 Tilman, D., 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*. 277: 1300- 1302.
- 174 Barbault, R., 1981. *Ecologie des populations et des peuplements*. Ed. Masson, Paris, 200 p.
- 175 Lucas, E. et Brodeur, J., 2001. A fox in sheep's clothing: furtive predator benefit from the communal defense of their prey. *Ecology* 82: 3246-3250.
- 176 Lucas, E., 2005. Intraguild predation among aphidophagous predators. *European Journal of Entomology* 102: 351-364.
- 177 SATO, S., A. F. G. DIXON ET Y. HIRONORI., 2003. Effect of Emigration on Cannibalism and Intraguild Predation in Aphidophagous Ladybirds. *Ecological Entomology*, 28, pp: 628-633.

- 178 Hickerson C-A.M., Anthony C.D. and Michael Walton B., 2005. Edge effects and intraguild predation in native and introduced centipedes: evidence from the field and from laboratory microcosms. *Oecologia*, 146, pp : 110–119.
- 179 Meyhöfer R. et Hindayana D., 2000- Effects of intraguild predation on aphid parasitoid survival. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 97, pp : 115-122.
- 180 Müller C.B., Brodeur J., 2002. Intraguild predation in biological control and conservation biology. *Biological Control*, 25, pp : 216-223.
- 181 Tscharrntke, T. et brandl, R., 2004. Plant-insect interactions in fragmented landscapes. *Annual Review of Entomology*. n°49. p. 405-430.
- 182 Tscharrntke, T., Bommarco, R., Clough, Y., Crist, T.O., Kleijn, D., Rand, T.A., Tylianakis, J.M., Van Nouhuys, S. et Vidal, S., 2007. Reprint of “Conservation biological control enemy diversity on a landscape scale”. *Biological control*. n°43. p. 294-309.
- 183 Thies, C., Steffan-Dewenter, I. et Tscharrntke, T., 2003. Effects of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scale. *OIKOS*. n°101. p. 18-25.
- 184 Eyre, M.D., Labanowska-Bury, D., White, R. et Leifert, C., 2011. Relationships between beneficial invertebrates, field margin vegetation, and thrip damage in organic leek fields in eastern England. *Organic Agriculture*. n°1. p. 45-54.
- 185 Hausammann, A., 1996. The effects of sown weed strips on pests and beneficial arthropods in winter wheat fields. *Plant Diseases and Protection* n°103. p. 70-81.
- 186 Schmidt, M.H., Thies, C. et Tscharrntke, T., 2004. Landscape context of arthropod biological control. In: *Advices in habitat manipulation for arthropods*. Australie: CSIRO. 225 p. ISBN 0643090223.
- 187 Barberi, P., Burgio, G., Dinelli, G., Moonen, A.C., Otto, S., Vazzana, C. et Zanin, G., 2010. Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationship between weeds and arthropods fauna. *Weed research*. n°50. p. 388-401.
- 188 Bianchi, F. et Wäckers, F.L., 2008. Effects of flower attractiveness and nectar availability in field margins on biological control by parasitoids. *Biological control*. n°3. Vol. 46. p. 400-408.
- 189 Petit, S., Boursault, A., Le Guilloux, M., Munier-Jolain, N. et Reboud, X., 2011. Weeds in agricultural landscapes. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. n°31. p. 309- 317.
- 190 Roland, J. et Taylor, P.D., 1997. Insect parasitoid species respond to forest structure at different spatial scales. *Nature*. n°386. p. 710–713.
- 191 Villenave, J., 2006. Etude de la bioécologie des névroptères dans une perspective de lutte biologique par conservation. Doctorat: Institut National d’Horticulture. 241 p.
- 192 Colignon, P., Hastir, P., Gaspar, C. et Francis, F., 2000. Effets de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique en cultures maraîchères de plein champ. *Parasitica* 56 (2- 3): 59- 70.
- 193 HAUTIER, L., PATINY, S., THOMAS- ODJO, A. et GASPARD, C., 2003. Evaluation de l'entomofaune circulante au sein d'associations culturelles au Nord Bénin. *Notes Fauniques de Gembloux*, 52: 39- 51.

- 194 Mahdjoubi D., 2005. Effet des traitements phytosanitaires sur la diversité faunistique dans des vergers d'agrumes Dans la Mitidja. Thèse Ing. Agro., Dept Agro, Blida, 143p.
- 195 DEBRAS, J. F., 2007. Rôles fonctionnels des haies dans la régulation des ravageurs: Le cas de Psylle Cacopsylla pyri L. dans les vergers du Sud- est de la France. Thèse de Doctorat. Université D'Avignon. 240 p.
- 196 Brown, 1982. The phytophagous insect community an dits impact on early successional habitats In Visser J.H. Minks (Eds) Proc 5th Ist Symp Insect plant relationship Wageningen 1982 Pudoc Wageningen pp 205-213
- 197 Majer J.D., 1989 . Animals in primary succession. The role of fauna in reclaimed lands Cambridge University press 205 P.
- 198 Simberloff D., 1986. Island biogeographic theory and integrated pest management PP 19- 35 In M. Kogan (ed) ecological theory and integrated pest management practice. Wiley New York
- 199 Chapot H. et Delucchi V.L., 1964 - Les maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc. Inst. Nat. Rech. Agro., Rabat, 339 p.
- 200 Saharaoui L., Hemptinne J.-L., 2009 - Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la region de Rouiba (Mitidja orientale) Algérie. *Annales de la société entomologique de France*. 45, 2, 245-259.
- 201 Bin, F. et N. Johnson. 1982. Potential of Telenominae in biocontrol with egg parasitoids (Hym., Scelionidae). Dans INRA Publ. [ed.], Les Trichogrammes, Antibes (France). Les Colloques de l'INRA 9, 275-287.
- 202 Orr, D. 1988. Scelionid wasps as biological control agents – a review. Fla. Entomol. 71, 506-528.
- 203 Austin, A., N. Johnson et M. Dowton. 2005. Systematics, evolution, and biology of scelionid and platygastriid wasps. Annu. Rev. Entomol. 50, 553-582.
- 204 Johnson, N. F. 1984. Systematic of nearctic Telenomus: classification and revisions of the podisi and phymatae species groups (Hymenoptera: Scelionidae). Bull. Ohio Biol. Surv. 6, 133p.
- 205 Doumandji-Mitiche B. et Doumandji S.E., 1993. La lutte biologique contre les déprédateurs des cultures. Ed. Office des Publications Universitaires, Alger, 94 p.
- 206 Doumandji-Mitiche B., 1983. Contribution à l'étude bioécologique des parasites de la Pyrale des caroubes Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) en Algérie en vue d'une lutte biologique contre ce ravageur. Thèse Doctorat d'Etat es-sciences Naturelles, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 153 p.
- 207 Bénassy, C. and Soria, F.,1964. Observations écologiques sur les cochenilles diaspines nuisibles aux agrumes en Tunisie. *Annales de l' INRAT* 37: 193-222.
- 208 Lucas E., et Rosenheim J.A., 2011. Influence of extraguild prey density on intraguild predation by heteranpredators : a review of the evidence and a case study . *Biological control* 59 :61 -67.
- 209 Morse, J. G., Luck, R. F. and Gumpf, D.J., 1996 . Citrus pest problems and their control in the Near East. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), Rome. 398 pp.

- 210 Miller, D.R. and Davidson, J.A., 1990. A list of the armored scale insect pests. *In*. (eds.). Rosen, D. Armored scale insects: their biology, natural enemies and control. Word Crop Pests, vol. 4B. Elsevier, Amsterdam, pp. 299-306.
- 211 Doult R. L., et De Bach P., 1964. Some biological control concepts and questions, p. 118-142, 844 p.
- 212 Hindayana D., Meyhöfer R., Scholz D., Poehling H-M., 2001. Intraguild predation among the hoverfly *Episyrphus balteatus* de Geer (Diptera: Syrphidae) and other aphidophagous predators. *Biological control*. 20 : 236-246.
- 213 Kytö, M., Niemela, P. et Larsson, S., 1996. Insects on trees: Population and individual response to fertilization. *Oikos*, pp. 148-168.
- 214 Kumbasli M., 2005. Etudes sur les composés polyphénoliques en relation avec l'alimentation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* (Clem.)) Thèse Philosophiae Doctor (Ph.D.) Faculté de foresterie et de géomatique, université Laval, QUÉBEC, 150p.
- 215 Gharbi R., 2006. Le complexe coccinelle parasites hyménoptères dans la population de cochenilles diaspidines (Homoptera-Diaspididae) et son interaction avec leurs guildes dans un verger de citronniers à Rouïba. Th. ing. Agro Institut National Agronomique., El-Harrach, Pp 106.
- 216 Nyffeler M., et Benz G., 1987. Spiders in natural pest control: a review. *Z. Angew. Entomol.* 103: 321–339.
- 217 Alioua Y., 2012. Bioécologie des araignées dans la cuvette de Ouargla. Thèse. Mag. AgroUniv Ouargla Pp 94.
- 218 Tollerup, K.E., Rust, M.K., Dorschner, K.W., Phillips P.A. and Klotz J.H., 2004. Low-toxicity baits control ants in citrus orchards and grape vineyards. *California Agriculture* 58 (4): 214-217.
- 219 Itioka, T. and Inoue, T., 1996. The role of predators and attendant ants in regulation and persistence of a population of the Citrus Mealybug *Pseudococcus citriculus* in a Satsuma orange orchard. *Applied Entomological Zoology* 31: 195–202.
- 220 Rodrigo, E., P. Troncho, and F. Garcia-Marí. 1996. Parasitoids (Hym.: Aphelinidae) of three scale insects (Hom.: Diaspididae) in a citrus orchard in Valencia, Spain. *Entomophaga*, 41: 77-94.
- 221 Asplanato, G., and F. Garcia-Marí., 2002. Parasitismo de la cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* (Homoptera: Diaspididae) en la zona citrícola sur de Uruguay. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 28: 5-20.
- 222 El-Kaoutari I., Guirrou Z., Chemseddine M., 2004, Rôle d' *Aphytis melinus* (DeBach) dans le contrôle naturel d' *Aonidiella aurantii* (Maskell) en verger d'agrumes au Maroc. *Fruits (Paris)* 59 : 3 :169-179. *Fruits (Paris)* 59 : 3 :169-179
- 223 Pina, T., and M.J. Verdú. 2007. El piojo rojo de California *Aonidiella aurantii* (Maskell) y sus parasitoides en cítricos de la Comunidad Valenciana. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 33: 357-368.
- 224 Limón, F., A. Meliá, J. Blasco y P. Moner. 1976a. Estudio de la distribución, nivel de ataque y parásitos de las cochinillas diaspidinas *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan y *Parlatoria pergandii* Comst. en cítricos de la provincia de Castellón. *Boletín del Servicio de Plagas* 2: 73-87.

- 225 Ripollés, J.L., M. Marsá et M. Martínez. 1995. Desarrollo de un programa de control integrado de las plagas de los cítricos en las comarcas del Baix Ebre-Montsià. *Levante Agrícola* 332: 232-248.
- 226 Carrero, J.M. 1980. Estado actual de la lucha biológica contra las cochinillas de los agrios en Valencia (España). *Fruits* 35: 625-631.
- 227 Tena, A., A. Soto et Garcia-Marí F. . 2008. Parasitoid complex of black scale *Saissetia oleae* on citrus and olives: parasitoid species composition and seasonal trend. *BioControl* 53:473-487.
- 228 Tena, A. et F. Garcia-Marí. 2008. Suitability of citricola scale *Coccus pseudomagnoliarum* (Hemiptera: Coccidae) as host of *Metaphycus helvolus* (Hymenoptera: Encyrtidae): influence of host size and encapsulation. *Biological Control* 46:341-347.
- 229 Kapranas, A., Morse J.G, Pacheco P., Forster L.D. et Luck R.F., 2007. Survey of brown soft scale *Coccus hesperidum* L. parasitoids in southern California citrus. *Biological Control* 42: 288-299.
- 230 Remaudiere, G., G. Iperiti, F. Leclant, J.P. Lyon et Michel M.F. 1973. Biologie et écologie des aphides et de leurs ennemis naturels. Application à la lutte intégrée Bagnouls F. et Gaussens H., 1953. Saison sèche et indice xéothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88 : 193-239.
- 231 Rochat J., Quilici S., Grisoni M., Lapchin L., Boll R., Franco E., Geria A.-M., Vinlaeberghemasutti F., Chavigny P., Brun P., Borelli J.-G., 1995 - *Dynamique des populations des pucerons des agrumes de l'île de la réunion*. Ed. C.I.R.A.D., St Pierre, 25 p.
- 232 Kitous K., Laddaoui L., 1998 - *Inventaire des pucerons et étude des fluctuations de Toxoptera aurantii Boyer de Fonscolombe, 1871 (Homoptera, Aphididae) dans un verger d'Agrumes à Oued-Aissi (Tizi-Ouzou)*. Mém. Ing. Inst. Agro. Univ. Tizi-Ouzou. 148 p.
- 233 Aroun M.E.F., 1985. *Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja*. Mém. Magister. I.N.A. El Harrach, 125 p.
- 234 Benoufella-Kitous K., Doumandji-Mitiche B., Saharaoui L., 2008 a . Les prédateurs des pucerons des Citrus à Tizi-Ouzou. *Congrès International sur la Biodiversité des Invertébrés en milieux Agricoles et Forestiers*, 14-17 avril 2008, Institut National Agronomique (I.N.A.) El Harrach, Alger.
- 235 Benoufella-Kitous K., Doumandji-Mitiche B., Saharaoui L., 2008 b . Les insectes aphidiphages en vergers d'agrumes. *Séminaire National sur les interactions Faune-Flore et impact des changements globaux dans les espaces naturels et anthropisés*, 2-3 décembre 2008, Faculté des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Université de Blida.
- 236 Boualem M., Cherfaoui K., 2010, Etude bioécologique de deux espèces de pucerons : *Myzus persicae* s. et *Aphis spiraecola* p. Avec l'inventaire de leur complexe parasitaire dans la région de Mostaganem (Algerie). 1p.
- 237 Persad, A. B., Jeyprakash A. et Hoy M., 2004. High fidelity PCR assay discriminates between immature *Lipolexis oregmae* and *Lysiphlebus testaceipes* (Homoptera : aphidiidae) within the aphid hosts . *Florida Entomologist* 87(1). March 2004. p:18-24.

- 238 Tremblay, 1987. The parasitoid complex (hym.: Ichneumonidae) of *Toxoptera aurantii* (Hom.:Aphidoidea) in the Mediterranean area. *Entomophaga* 29: 203-210.
- 239 Ben Halima-Kamel M. 1995. Contribution à l'étude de la dynamique des populations des pucerons en verger d'agrumes. *Bulletin OILB Srop* 18(5), pp 39-46.
- 240 Brun P. 1997. Ravageurs des agrumes et lutte intégrée. *L'arboriculture fruitière* n°501 Jan 1997.p :168-177.
- 241 Sekkat, A. 2007. Les pucerons des agrumes au Maroc : reconnaissance et Dégâts. Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement, ENA.
- 242 Michelena, J.M. et A. Sanchís. 1997. Evolución del parasitismo y fauna útil sobre pulgones en una parcela de cítricos. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 23: 241-255.
- 243 Michelena, J. M., A. Sanchis y P. González. 1994. Afidiíinos sobre pulgones de frutales en la Comunidad Valenciana. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 20: 465-470.
- 244 Gerling, D. 1990. Natural enemies of whiteflies: predators and parasitoids, pp. 147-186. *En* D. Gerling (ed.), *Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management*. Intercept Ltd. Wimborne, UK.
- 245 Ragusa Ch., S., H. Tsolakis y A. Sinacori. 1991. Osservazioni sullo sviluppo postembrionale ed ovideposizione di tre specie di fitoseidi in presenza di *Parabemisia myricae* (Kuwana). *Convegno su Attività del Gruppo di Ricerca "Lotta biologica"*, Protettore finalizzato M.A.F. "Lotta biologica e integrata per la Difesa delle Colture agrarie e delle Piante forestali", Acireale Novembre, 151-155.
- 246 Maniglia, G. 1988. Osservazioni biologiche su *Amitus spiniferus* (Brethes) (Hym. Platygastridae) parassitoide di *Aleurothrixus floccosus* (Mask.) (Hom. Aleyrodidae), pp. 1007-1012. *En* proceeding of the Atti XV Congr. Naz. Ital. Entomolo., L'Aquila.
- 247 Heinz, K. M., J. R. Brazzle, C. H. Picket, E. T. Natwick, J. M. Nelson y M. P. Parrella. 1994. Predatory beetle may suppress silverleaf whitefly. *California Agriculture*, 48: 35-40.
- 248 Hoelmer, K. A., L. S. Osborne y R. K. Yokomi. 1994. Interactions of the whitefly predator *Delphastus pusillus* (Coleoptera:Coccinellidae) with parasitized sweetpotatoe whitefly (Homoptera:Aleyrodidae). *Environmental Entomology*, 23: 136-139.
- 249 Vacante, V. Y G. Tropea. 1994. *Nesidiocoris tenuis*: antagonista naturale di aleurodidi. *Informatore Fitopatologico*, 4: 23-28.
- 250 Galazzi, D. y N. Giorgio. 1992. *Chrysoperla carnea*. *Informatore Fitopatologico*, 3: 25-30.
- 251 Yasnosh, V. A. 1992. Entomófagos de las moscas blancas. *Phytoma Espana*, 42: 15-18.
- 252 DeBach, P et Rose M., 1976. Biological control of Woolly Whitefly. *California Agriculture*, 30: 4-7.
- 253 DeBach, P. y M. Rose. 1975. Imported natural enemies of woolly whitefly. *Pest Control Circular*, 454.

- 254 Onillon, J. C. y J. Onillon. 1974. Contribution a l'étude de la dynamique des populations d'homoptères infeodes aux agrumes. III. 2 - Modalités de la dispersion de *Cales noacki* How. (Hymenopt, Aphelinidae), parasite d'*Aleurothrixus floccosus* Mask. (Homopt, Aleurodidae). IOBC/wprs Bulletin, 3: 51-66.
- 255 Soto, A., F. Ohlenschläger y F. Garcia-Marí. 1999. Situación del control biológico de las moscas blancas de cítricos *Aleurothrixus floccosus*, *Parabemisia myricae* y *Dialeurodes citri* en la Comunidad Valenciana. Levante Agrícola, 4^o trimestre: 475-484.
- 256 Garrido, A., J. Tarancón, T. del Busto y M. C. Martinez. 1977. Expansión de *Cales noacki* How. a partir de una suelta puntual y estados larvarios de *Aleurothrixus Floccosus* Mask preferidos por el parasito. An. INIA. Ser. Prot. Veg., 7: 145-175.
- 257 Carrero, J. M. 1979. Contribución al estudio de la biología de la mosca blanca de los agrios, *Aleurothrixus floccosus* Mask., en la región valenciana. III.2. Biología de campo, Manises, 1975. An. INIA. Ser. Prot. Veg., 9: 115-132.
- 258 Santaballa, E., C. Borrás y P. Colomer. 1980. Lucha contra la mosca blanca de los cítricos *Aleurothrixus floccosus* Mask. Bol. Serv. Plagas, 6:109-118.
- 259 Garrido, A. 1983. Moscas blancas de los cítricos en España. Levante Agrícola, 245: 27-34.
- 260 Garrido, A. 1992. Estado actual de las moscas blancas en los cítricos españoles y orientaciones para su control. Levante Agrícola, 9: 157-167.
- 261 Garrido, A. 1994a. Problemas actuales de las moscas blancas en el cultivo de los cítricos (II). Phytoma España, 59: 12-24.
- 262 Garrido, A. 1994b. Control biológico de la mosca blanca. I. congreso de citricultura de la plana, 243-267.
- 263 Arzone, A. et C. Vidano. 1983. Indagini sui parassiti di *Aleurothrixus floccosus* in Liguria. Informatore Fitopatologico, 6: 11-18.
- 264 Longo, S., C. Rapisarda y A. russo. 1985. Risultati del controllo biologico dell' *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) in agrumeti della Sicilia orientale. pp.841-848. En proceeding of the Atti. XIV Congr. Naz. Ital. Ent.
- 265 Ortu, S. et R. Prota. 1986. Brevi considerazioni sulle recenti introduzioni in Sardegna di entomofagi a protezione della coltura agrumicola. Frustula Entomologica, 7-8: 115-123.
- 266 Barbagallo, S., S. Longo, I. Patti, et C. Rapisarda. 1992. Efficiency of biological control against citrus Whiteflies in Italy. Boll. Zool. Agr. Bachic. Ser. II, 24: 121-135.
- 267 Viggiani, G. 1993. Gli aleirodi o mosche bianche degli agrumi e il loro controllo. Informatore agrario, 49: 59-66.
- 268 Boualem M., 2009, étude bioécologique de *Phyllocnistis citrella* STANTON (Lepidoptera : Gracillariidae) et de son complexe parasitaire dans la région de Mostaganem (Algérie). Thèse de doctorat.157p.
- 269 Conti F., Fiscaro R., Pedrotti C.C. et Colozza S., 2006. Application of biorational pesticides on nursery trees against *Phyllocnistis citrella* Stainton in Sicily : the effects on different citrus species. Integrated Control in Citrus Fruit Crops. IOBC/WPRS Bull., 29 (3) : 273-282.

- 270 Amalin D., Peña J.E. et Mcsorley R., 1996. Abundance of spiders in lime groves and their potential role in suppressing the citrus leafminer population. In: M. Hoy (ed), Proceedings of an International Conference Managing the Citrus Leafminer, April 23–25. University of Florida, Gainesville, Florida. 72 p.
- 271 Morakote R. et Nanta P., 1996. Managing the citrus leafminer in Thailand. pp. 30–33 in ed. M.A. Hoy, Managing the citrus leafminer. Proceedings from an International Conference, Orlando Florida, April 23–25, p 90.
- 272 Tan B. et Huang M., 1996. Managing the citrus leafminer in China. In: .A. Hoy, (ed.), Managing the citrus leafminer. Proceedings from an International Conference , Orlando Florida, April 23–25, 1996, 49–52
- 273 Chen R.T., Chen Y.H. et Huang M.D., 1989. Biology of green lacewing, *Chrysopa boninensis* and its predation efficiency on citrus leafminer. Collection on integrated management of Citrus insect pests in China: 96–105.
- 274 Lasalle J., Schauff M.E., 1996. The genera of chalcid parasitoids (Hymenoptera :Chalcidoidea) of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) a workshop presentation. In: M.A. Hoy (ed.). Managing the citrus leafminer. Proceedings from an International Conference , Orlando Florida, April 23–25, 1996. p 60.
- 275 Schauff M.E., Lasalle J. et Wijesekara G.A., 1998. The Genera of Chalcid Parasitoids (Hymenoptera : Chalcidoidea) of Citrus Leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera : Gracillariidae). *J. Nat. Hist.* 32 : 7, 1001 – 1056.
- 276 Cano e., De la Ilana a., Hernandez j., Ruiz f., Pena j. e. et Evans g., 1996. Dynamics and biological control of the citrus leafminer in Nicaragua, p. 76. In M. A. Hoy [ed.], Managing the citrus leafminer. Proceedings from an International Conference, 23-25 April, Orlando, FL. University of Florida, Gainesville, 119 p.
- 277 Beattie G.A.C. et Smith D., 1993. Citrus leafminer. Agfact H2.AE.4, Second Edition, NSW Agriculture.
- 278 Neale C., Smith D., Beattie G.A.C. et Miles M. (1995) : Importation, host specificity, rearing and release of three parasitoids of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera : Gracillariidae) in eastern Australia. *J. Austr. Entomol. Soc.* 34 : 343–348.
- 279 Anonyme., 1998 . Biological Control of Insect Pests: Southeast Asian Prospects. ACIAR Monograph Series, 51: 257-286.
- 280 Garcia-Mari F., Costa-Comelles J., Vercher R., Verdu M.J. et Aliaga J.L., 1996. Population trends and native parasitoids of the citrus leafminer in Valencia (Spain). In: M.A. Hoy, ed., Managing the citrus leafminer. Proceedings from an International Conference, Orlando Florida, April 23–25, 1996, 81 p.
- 281 Xiao Y., Qureshi J.A., Stansly P.A., 2007 . Contribution of predation and parasitism to mortality of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) populations in Florida. *Biol. Control*, 40 : 396–404.
- 282 Wise H.D., 1993. Spiders in Ecological Webs. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- 283 Rosenheim J.A., Wilhoit L.R. et Armer C.A., 1993. Influence of intraguild predation among generalist insect predators on the suppression of an herbivore population. *Oecologia* 96 : 439–449.

- 284 Vercher R., Garcia -Marí F., Costa-Comelles J., Marzal C., Villalba Mario., 2003. Biological control of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Spain: native parasitoids and establishment of *Citrostichus phyllocnistoides* (Hymenoptera: Eulophidae). Institut Agroforestal Mediterrani, Universitat Politècnica de València, Spain. 11p
- 285 Kumar, R. 1991. *La Lutte Contre les Insectes Ravageurs*. Karthala et CTA. Paris : 10-311p. ISBN 2-86537-333-9.
- 286 Murphy B.C., Rosenheim J.A. et Granett J., 1996 . Habitat diversification for improving biological control: abundance of *Anagrus epos* (Hymenoptera Mymaridae) in grave vineyards. *Environ. Entomol.*, 25 : 295-304.
- 287 Böll ., Schwappach P. et Herrmann J.V., 2006. Planting dog roses – an efficient method to promote mymaryd populations in the vineyards, *IOBC-WPRS Bull.* 29 (11): 175-181.