

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université de Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de biotechnologie

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme de Master en

Spécialité : Phytopharmacie & protection des végétaux

Filière : Sciences Agronomes

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Thème :

**Impacts des facteurs anthropiques sur les paramètres biocénétiques des
communautés entomologiques auxiliaires associées aux Citrus**

Présenté par :

DJOUDAR MOHAMED

Devant le jury composé de :

Mme Baba aissa.K	MAA	Université Blida 1	Présidente
Mme Brahimi.L	MCB	Université Blida 1	Examinatrice
Mr Degaichia.H	Doctorant	Université Blida 1	Examineur
Mme Benrima.A	Professeur	Université Blida 1	Promotrice
Mr Hamas.F	Doctorant	Université Blida 1	Co-promoteur

Année Universitaire 2018-2019

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma très chère mère...

A mon père, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, qui a veillé à me donner l'aide, à m'encourager et à me protéger, que dieux le garde et le protège.

A mon frère Ouael & ma sœur Meriem qui m'ont donné le sens de la vie, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu vous protège et vous garde.

Une spéciale dédicace aux ceux qui je partage avec eux tous les moments de ma vie : Blidi, Hacini, Sofiene, Oussama, Fayçal, Housseem, Zoghbi, Bakora, Imad, Redha, Elhadî, Ibrahim, Moussa, Djemy, Zaki, Fares, Omar, Tami, Seif, koyati Riadh, Oussama djmel, Abdou, Abir, Dyna, Selma et toute l'équipe de Natural Sciences Club.

Et à toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce travail, et à tous ceux que j'ai omis de citer.

Djouddar Mohamed

Remerciements

Tout d'abord, je remercie DIEU le tout puissant et le Miséricordieux de m'avoir illuminé et ouvert les portes du savoir en donné la volonté, le courage et la patience afin d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma promotrice professeure BENRIMA A. Je la remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé

J'adresse également mes remerciements à mon Co-promoteur Mr HAMAS Farid pour ses efforts fournis, ses conseils et recommandations, qu'il m'a apportés lors des différents suivis.

Mes remerciements et reconnaissances s'adressent aux membres du jury notamment :

Mme. BABA AISSA K, pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury.

Et Mme. BRAHIMI L et Mr DEGAICHIA H, qui m'ont fait l'honneur également de participer au jury et examiner mon travail.

Par la même chaleur, je remercie Mr NEHAL Sofiane et Mr LEMITTI Oussama pour leurs aide et leurs conseils, et pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt durant ma période de travail.

Je tiens à remercier Mr YEKEN Rachid et Mr BAHOUCHE Rachid et Mr ELAICHI Z et Mr BELAID M de m'avoir donné l'opportunité de réaliser mon travail au sein de leurs fermes.

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.

Résumé

Impacts des facteurs anthropiques sur les paramètres biocénétiques des communautés entomologiques auxiliaires associées aux Citrus

Cette étude s'est consacrée à l'investigation de la diversité spatiotemporelle des communautés des ravageurs et des prédateurs ainsi les parasitoïdes circulantes dans quatre vergers d'agrumes dans trois régions ; Bejaia (2 stations), Blida et Tipaza. Des observations grâce à des captures à l'aide de pièges jaunes ont abouti à un inventaire et une estimation de la structure des communautés des principaux prédateurs et parasitoïdes entomophages. L'analyse factorielle des correspondances a montré que les différentes espèces recensées sont regroupées en fonction de leurs abondances en 5 groupes qui sont réparties comme suit : 3 groupes qui caractérisent la région de Bejaia ou on trouve leurs abondances importantes, un groupe caractéristique de la région Tipaza et le dernier regroupe les espèces qui sont abondantes dans les deux vergers de Blida et Tipaza. Les effectifs des différents groupes fonctionnels progressent pendant la période de poussée printanière. L'inventaire des espèces entomologiques a révélé la présence de 28 familles dont 5 familles prédatrices avec l'abondance de la famille des Coccinellidae, et 15 familles sont des parasitoïdes appartenant à l'ordre des hyménoptères, la CAH ainsi définie révèle la présence de potentialités contrastées (intragilde, compétition) pour le complexe auxiliaire dont ils permettront de mieux dominer et caractériser les biotopes des citrus. Les diversités au sein d'un même verger semblent différentes aussi bien entre les différentes périodes des différentes stations. Il apparaît que les populations ont été plus affectées par la régulation phytosanitaire dans les vergers d'étude.

Mots clés : Agrumes, diversité fonctionnelle, proie, communautés, prédateurs, parasitoïdes

Abstract

Impacts of anthropogenic factors on biocenotic parameters of the associated entomological communities associated with Citrus

This study focused on investigating the spatiotemporal diversity of pest and predator communities as well as circulating parasitoids in four citrus orchards in three regions; Bejaia (2 stations), Blida and Tipaza. Observations using catches with yellow traps resulted in an inventory and estimation of the community structure of the main entomophagous predators and parasitoids. Factorial correspondence analysis showed that the different species recorded are grouped according to their abundances in 5 groups which are distributed as follows: 3 groups which characterizes the region of Bejaia where we find their important abundances, a characteristic group of the region Tipaza and the last one groups the species that are abundant in the two orchards of Blida and Tipaza. The numbers of different functional groups increase during the springtime. The inventory of entomological species has revealed the presence of 28 families including 5 predatory families with the abundance of the family Coccinellidae, and 15 families are parasitoids belonging to the order Hymenoptera, the CAH thus defined reveals the presence of contrasting potentialities (intragilde, competition) for the auxiliary complex which they will better dominate and characterize the biotopes of citrus .. Diversities within the same orchard seem different as well between different periods of different stations. It appears that the populations have been more affected by the phytosanitary control in the orchards of study.

Key words: Citrus, functional diversity, prey, communities, predators, parasitoid.

ملخص

آثار العوامل البشرية على المعلمات التعايشية للمجتمعات الحشرية المساعدة المرتبطة بالحمضيات

قد كرسنا هذه الدراسة للتحقيق في التنوع المكاني لمجموعات الكائنات المدمرة والمفترسين والطفيليات المنتشرة في أربعة بساتين من ثمار الحمضيات في ثلاث مناطق: بجاية (محطتين)، بليدة وتيبازة. انتهت عمليات المراقبة بفضل الشراك الصفراء في حصر وتقييم بنية مجتمعات المفترسات والطفيليات الرئيسية. تحليل عوامل المراسلات بين أن الأنواع المختلفة المدرجة (المحسوبة) تصنف (ضمن الأنواع) وفقا لتشاطرها في 5 مجموعات موزعة كما يلي: 3 مجموعات تميز منطقة بجاية أو نجد شاحناتها المهمة، وهي مجموعة مميزة من منطقة تيبازة وآخر مجموعة واحدة (بما في ذلك) الأنواع (الأنواع) التي تتوفر بكثرة في البساتين والبساتين. ويتقدم موظفو مختلف المجموعات الوظيفية خلال فترة حملة الربيع. كشف جرد الأنواع الأحيائية عن وجود 28 عائلة من بينها 5 أسر مفترسة مع وفرة أسرة كوسينيليا و15 عائلة طفيليات تنتمي إلى رتبة الياسين، يكشف الجهاز المركزي عن وجود إمكانات متباينة (مناقسة داخل الغيلدر) للمساعدة المعقدة (المعونة) التي تتيح لها تحديد خصائص الحمضيات والحيوانات الأحيائية بشكل أفضل... التنوع داخل نفس البستان تبدو مختلفة أيضا بين الفترات المختلفة من المحطات (المنتجات) المختلفة. ويبدو أن سيطرة الشعوب على الصحة النباتية على السكان في بساتين الدراسة أكثر من غيرها.

الكلمات المفتاحية: الحمضيات، والتنوع الوظيفي، والعدادات، والمجتمعات، والمفترسات. الطفيليات.

Listes des figures

Figure 1.1. Origines géographiques et diffusion des agrumes dans le monde.....	12
Figure 1.2. Répartition des vergers d'agrumes en Algérie par wilaya.....	17
Figure 2.1. Schéma représentant l'influence des forces "bottom-up" "top-down" sur les phytophages.....	34
Figure 3.1. Limite géographique de la wilaya de Tipaza, et la commune de Nador....	36
Figure 3.2. Limite géographique de la wilaya de Blida, et la commune de Zaouia.....	36
Figure 3.3. Limite géographique de la wilaya de Bejaia, et de la commune de Timezrite.....	37
Figure 3. 4. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Tipaza.....	42
Figure 3. 5. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Blida.....	43
Figure 3. 6. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Bejaia.....	44
Figure 3.7. Situation des sites expérimentaux de la région de Bejaia.....	45
Figure 3.8. Situation du site expérimental de la région de Tipaza.....	45
Figure 3.9. Situation du site expérimental de la région de Blida.....	46
Figure 3.10. Schéma représentant la position de l'emplacement des pièges jaunes englués.....	49
Figure 3.11. Matériels utilisé sur le terrain plaques jaunes engluées.....	50
Figure 3.12. Matériel utilisé au laboratoire.....	50
Figure 4.1. Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel AFC.....	62

Figure 4.2. Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel CAH.....	63
Figure 4.3. Evolution temporelle des groupes fonctionnels durant l'année d'étude....	64
Figure 4.4. Effectifs moyens annuels des groupes fonctionnels.....	65
Figure 4.5. Ajustement des fluctuations des abondances des communautés entomologiques de la saison hivernal et printanière au model Motomura dans les stations d'études.....	67
Figure 4.6. Evolution temporelle des captures d' <i>Aleurothrixus floccosus</i> et son parasitoide <i>Cales noacki</i> dans le verger traité de Bejaia.....	71
Figure 4.7. Evolution temporelle des captures d' <i>Aleurothrixus floccosus</i> et son parasitoide <i>Cales noacki</i> dans le verger non traité de Bejaia.....	71
Figure 4.8. Evolution temporelle des captures d' <i>Aleurothrixus floccosus</i> et son parasitoide <i>Cales noacki</i> dans le verger de Blida (Zaouia).....	72
Figure 4.9. Evolution temporelle des captures d' <i>Aleurothrixus floccosus</i> et son parasitoide <i>Cales noacki</i> dans le verger de Tipaza (Nador).....	72

Liste des tableaux

Tableau 1.1. Principaux pays et zones producteurs d'agrumes en 2016.....	16
Tableau 1.2. Les principaux ravageurs des agrumes.....	25
Tableau 2.1. Principaux organismes utilisés en lutte biologique.....	31
Tableau 3.1. Les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Tipaza).....	38
Tableau 3.2. Les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Blida).....	39
Tableau 3.3. Les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Bejaia).....	39
Tableau 3. 4. Les températures moyennes mensuelles de l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Tipaza).....	40
Tableau 3. 5. Les températures moyennes mensuelles de l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Blida).....	41
Tableau 3. 6. Les températures moyennes mensuelles de l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Bejaia).....	41
Tableau 3.7. Caractéristiques des stations d'étude et pratiques culturales appliquées au niveau des quatre stations durant la période expérimental (Décembre 2018-Mai 2019).....	47
Tableau 3.8. Calendrier du traitement phytosanitaire au sein de la station de Bejaia traité.....	48
Tableau 3.9. Calendrier du traitement phytosanitaire au sein de la station de Zaouia...	48
Tableau 3.10. Calendrier du traitement phytosanitaire au sein de la station de Nador.....	48
Tableau 4.1. Inventaire des espèces entomologiques dans les quatre stations expérimentales.....	54
Tableau 4. 2. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre les deux stations de Bejaia.....	58
Tableau 4. 3. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre la station traitée de Bejaia et la station Zaouia.....	59

Tableau 4. 4. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre la station traitée de Bejaia et la station Nador.....	59
Tableau 4. 5. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre la station non traitée de Bejaia et la station Zaouia.....	59
Tableau 4. 6. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre la station non traitée de Bejaia et la station Nador.....	59
Tableau 4. 7. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre la station Zaouia et la station Nador.....	60
Tableau 4.8. Comparaisons par paire des groupes fonctionnels entre parasite, phytophages et prédateurs.....	66
Tableau 4.9. Résultats des comparaisons des diversités des communautés saisonnières des espèces dans les vergers d'étude.....	69

Table des matières

Dédicace

Remerciements

RESUME

ABSTRACT

ملخص

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

Inroduction9

Chapitre I: Généralité sur les agrumes

I.1. Généralité sur les agrumes 11

I.1.1. Origine et diffusion géographiques des agrumes 11

I.1.2. Taxonomie des agrumes : 12

I.1.3. Etude botanique..... 13

I.1.4. Ecologie et phénologie des agrumes 14

I.1.4.1. Ecologie..... 14

I.1.4.2. Phénologie 14

I.1.5. Importance économique..... 15

I.1.5.1. Dans le monde 15

I.1.5.2. Importance économique en Algérie 16

I.1.6. Exigences 17

I.1.6.1. Exigences édaphiques 17

I.1.6.2. Exigences climatiques..... 17

I.1.6.2.1. La température 17

I.1.6.2.2. La pluviométrie..... 18

I.1.6.2.3. L'humidité..... 18

I.1.6.2.4. Le vent 18

I.1.7. Etat phytosanitaire des agrumes 18

I.1.7.1. Les accidents physiologiques 18

I.1.7.1.1. Les troubles génétiques 18

I.1.7.1.2. Les troubles physiologiques 18

I.1.7.1.3. Les effets des carences..... 19

I.1.7.2. Les principales maladies des agrumes	20
I.1.7.2.1. Maladies virales	20
I.1.7.2.2. Maladies bactériennes	22
I.2. Les principaux ravageurs des agrumes	25

Chapitre II : régulation naturelle et relations trophiques

Introduction.....	27
II.1.1. Les principales familles chimiques des pesticides	28
II.1.1.1. Les organochlorés	28
II.1.1.2. Les organophosphorés	29
II.1.1.3. Les carbamates.....	29
II.2. Lutte biologique	29
II.2.1. Types de lutte biologique.....	29
II.2.2. Principaux organismes utilisés en lutte biologique	30
II.3. Les interactions multitrophiques.....	33

CHAPITRE III: Matériels et méthodes

III. Matériel et méthode	35
III.1. Présentation de la région d'étude.....	35
III.1.1. Situation géographique	35
III.1.1.1. Wilaya de Tipaza	35
III.1.1.2. Wilaya de Blida.....	36
III.1.1.3. Wilaya de Bejaia	37
III.1.2. Etude climatique.....	37
III.1.2.1. Caractéristique climatique	38
III.1.2.1.a. La pluviométrie.....	38
III.1.2.1.b. La température.....	39
III.1.2.1.c. Le vent	42
III.1.3. La synthèse climatique.....	42
III.1.3.1. Diagramme Ombrothermique.....	42
III.2. Présentations des stations d'étude	44
III.2.1. La commune de Timezrite wilaya de Bejaia :	45
III.2.2. La commune de Nador :	45
III.2.3. La commune de Zaouia :	46
III.2.4. Caractéristiques des stations d'étude et pratique culturales.....	46

III.2.5. Traitement phytosanitaire	48
III.2.6. Calendrier de sorties	48
III.2.7. Méthodologie d'étude.....	49
III.2.8. Identification des insectes	51
III.3. Indices écologiques	51
III.3.1. Indices écologiques de composition.....	51
III.3.1.1. Richesse totale (S).....	51
III.3.2. Indices écologiques de structure	51
III.3.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver.....	51
III.4. Analyse statistique.....	52
CHAPITRE IV : Résultats et discussion	
IV. RESULTATS	53
IV.1. Inventaire des populations d'insectes dans les stations expérimentales	53
IV.2. Caractérisation des communautés entomologiques.....	58
IV.2.1. Indices et paramètres écologiques.....	58
IV.2.2. Diversité spécifique (Diversité de Shannon et équitabilité)	58
IV.2.3. Diversité entomologique globale.....	60
IV.3. Evolution temporelle des groupes fonctionnels dans les vergers d'études	64
IV.4. Influence des traitements phytosanitaires sur les groupes fonctionnels	65
IV.5. Diagrammes rang-fréquence	66
IV.6. Evolution temporelle des effectifs de l' <i>Aleurothrixus floccosus</i> et son parasitoïde <i>Cales noacki</i>	70
Discussion générale	73
Conclusion	78
Appendice	
REFERENCES	

Introduction

Introduction

Les agrumes ont une grande importance dans le développement économique et social des pays producteurs. Ils constituent les produits d'exportation et de transformation en divers dérivés tels que les jus, confitures comme ils peuvent être une source d'emploi (LOUSSERT, 1989a)

Boudi (2005) signale que les agrumes sont les fruits les plus produits dans le monde. Ce même auteur souligne que l'Algérie qui a 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. Ce même auteur souligne aussi que l'Algérie par sa situation géographique, son climat et la qualité de sa production peut à juste titre prétendre occuper sur les places européennes une position de choix pour l'ensemble de sa production agrumicole. L'agriculteur algérien vit une situation très difficile généralement par l'instabilité où les rendements n'ont pas progressé depuis l'indépendance. A cette régression des rendements, s'ajoute une diminution de la qualité qui rend nos agrumes non compétitifs, contrairement à ceux des autres pays méditerranéens (Boudi, 2005).

Les problèmes phytosanitaires sur agrumes sont nombreux et plus ou moins graves. 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 (Kouassi, 2001 ; Thakore, 2006). 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.

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 (Cock,et *al*, 2010).

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 (Godfray, 1994) 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) (Feener et Brown, 1997).

Les objectifs spécifiques de cette étude se résument comme suit :

-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.

-Voir l'influence des traitements chimiques sur les auxiliaires entomophages dans les vergers agrumicoles.

I.1. Généralité sur les agrumes

I.1.1. Origine et diffusion géographiques des agrumes

L'histoire des agrumes est vieille de plusieurs millénaires et a croisé le destin des plus grandes civilisations à toutes les époques. Les agrumes sont originaires des pays du sud-est asiatique (DeRocca et Ollitrault, 1992) (Figure 1.1.) et en particulier d'un foyer principal comprenant le nord du Myanmar et la région Assam (Tanaka, 1933). LOUSSERT (1989) signale que c'est avec le rayonnement des civilisations Chinoises et Hindoues que leur culture commença à se propager à l'ensemble des pays du sud-est asiatique (sud du Japon et archipel de Malaisie). 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). Praloran (1971) signale qu'il existe 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. La diffusion des agrumes à travers le Monde s'est faite très lentement. Cependant, ce ne serait qu'à partir des XIX^{ème} et XX^{ème} siècles qu'elle se serait répandue dans le monde entier (Jacquemond *et al*, 2013) (Figure 1.3). Selon, Praloran (1971), 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 cédrat est le premier agrume introduit dans le bassin méditerranéen 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 (Corazza-Nunes *et al*. 2002). Finalement, les mandariniers et clémentiniers ne sont apparus en Europe qu'aux XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles respectivement.

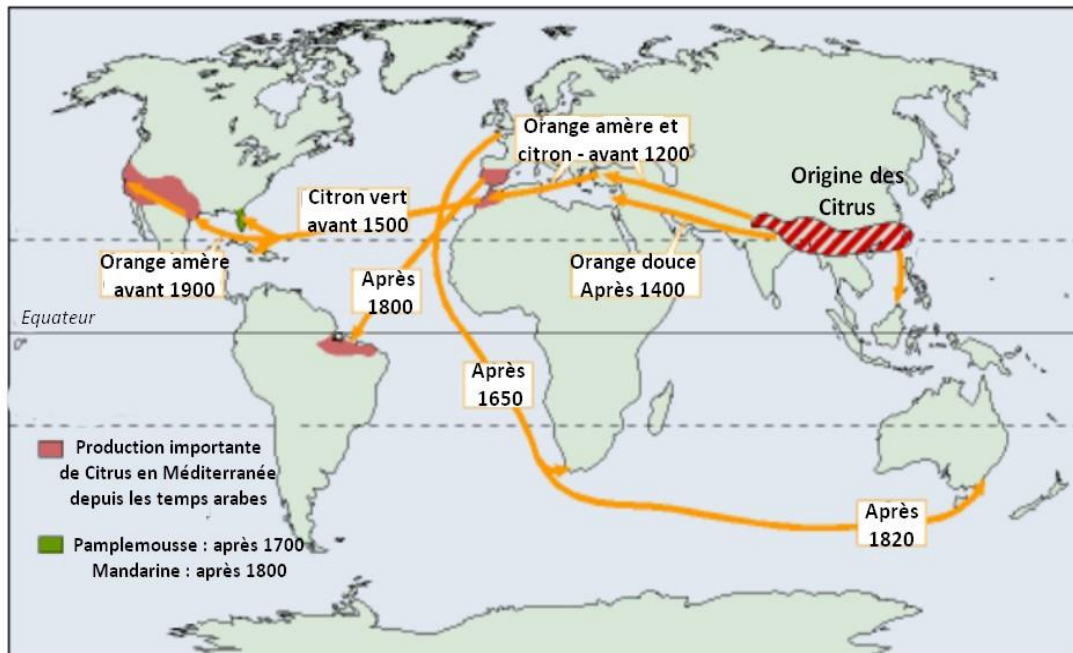


Figure 1.1. Origines géographiques et diffusion des agrumes dans le monde. (Davies et Albrigo, 1994)

I.1.2. Taxonomie des agrumes :

Les agrumes comportent une grande diversité d'espèces. Cette diversité n'est pas complètement explorée et exploitée. En fait, les agrumes appartiennent principalement à trois genres botaniques sexuellement compatibles : *Fortunella*, *Poncirus* et *Citrus*. Ces trois genres avec huit autres genres appartiennent à la sous-tribu des Citrinae, tribu des Citreae, sousfamille des Aurantioideae, famille des Rutaceae et l'ordre des Géraniales (Swingle, 1967 ; Jacquemond *et al*, 2013).

-Les espèces appartenant au genre **Fortunella** donnent des fruits dont la peau est comestible.

- **Le Poncirus** est monospécifique. Il est utilisé surtout comme porte-greffe du fait des tolérances qu'il porte à plusieurs contraintes biotiques (Gommose à *Phytophthora*, Tristeza, nématodes...) et aux basses températures.

- **Le genre Citrus** est celui qui regroupe un très grand nombre d'espèces y compris la plupart des espèces cultivées et comestibles. Le nombre d'espèces appartenant à ce genre varie en fonction des classifications des taxonomistes. En effet tandis que Swingle (1967) y répertorie seize espèces, Tanaka (1961) y décrit cent cinquante-six espèces. La classification de Tanaka

(1961) reste la plus utilisée, même si tout le monde s'accorde à dire que celle de Swingle se rapproche le plus de la définition d'une espèce. En 1997, Mabberley a proposé une autre classification qui regroupe les six genres inter-fertiles des agrumes : *Poncirus*, *Fortunella*, *Citrus*, *Eromocitrus*, *Microcitrus* et *Clymenia* en un seul genre nommé *Citrus*.

En référence à la classification de (Swingle, 1967), on distingue huit principaux groupes taxonomiques : *C. medica* (L.) (Cédratiers), *C. reticulata* Blanco (mandariniers), *C. maxima* (L.) Osb. (Pamplemoussiers), *C. sinensis* (L.) Osb. (Orangers), *C. aurantifolia* (Christm.) Swing. (Limettiers), *C. paradisi* Macf. (Pomelos), *C. limon* (L.) Burm. F. (citronniers), *C. aurantium* (L.) (Bigaradiers).

La diversité génétique au sein des agrumes se traduit par une variabilité des caractères morphologiques ou de couleur, organoleptiques mais aussi des résistances aux facteurs biotiques et abiotiques. En plus de cette variabilité agro-morphologique, les agrumes se caractérisent par une variabilité biochimique et moléculaire souvent utilisée pour étudier les relations phylogéniques entre les différentes espèces (Ollitrault et Luro, 1997).

I.1.3. Etude botanique

Les *Citrus* sont de petits arbres caractérisés par une hauteur de 6 à 15 mètres, souvent épineux, à feuilles persistantes sauf pour le *Poncirus* (*Poncirus trifoliata*) (Bonnier et Douin, 1990).

La frondaison est dense, active par trois flux négatif par an : un flux au printemps, un autre en été et le dernier au début de l'automne (Loussert, 1987).

- a. **Les feuilles de *Citrus*** présentent une grande variabilité de tailles et de formes, non seulement entre les espèces et les variétés, mais également suivant l'âge et l'âge de l'arbre. En général les jeunes arbres sont pourvus de feuilles plus larges et plus grandes que les arbres adultes (Loussert, 1987).
- b. **Les fleurs de *Citrus*** sont composées de 3 à 5 sépales vertes, soudés en forme de coupe, et de 4 à 8 pétales blanches ou légèrement colorés en pourpre chez certains espèces (citronnier, pomelos, limettiers), aussi de 20 à 30 étamines soudées à leur base par groupe de 3 à 4 (Loussert, 1987).
- c. **Les fruits** des principales espèces et variétés cultivées de *Citrus* diffèrent par leur coloration, leur forme, leur grosseur, la composition de leur jus et leur époque de

maturité. Cependant, tous 8 les fruits des Citrus cultivés présentent la même structure anatomique, bien que les éléments composants cette structure varient avec l'espèce et la variété (Loussert, 1987).

I.1.4. Ecologie et phénologie des agrumes

I.1.4.1. 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 (Larousse, 2002). La lumière a une action très remarquable 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) et bien drainés. Les agrumes redoutent les eaux salines (au-dessus de 0,5 %). Le Ph idéal est situé entre 5,5 et 7,5 (Walali-Loudyi *et al*, 2003. Van-Ee, 2005).

-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 et 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 (Larousse, 2002).

I.1.4.2. 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 (Praloran, 1971). Il existe généralement trois 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), débute en mars avec le retour des pluies. Le second se fait au mois d'août, il est également déclenché par le retour des pluies. Le dernier survient en octobre. 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 (Praloran, 1971). 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 (Van-Ee, 2005 ; Rebour, 1966)

I.1.5. Importance économique

I.1.5.1. Dans le monde

-Cultivés à très grande échelle, les agrumes sont en tête des productions fruitières dans le monde. En 2016, la production mondiale a dépassé les 124 millions de tonnes (Anonyme, 2016). Les oranges représentent de loin la plus grosse production d'agrumes avec un pourcentage de 54%. Les mandarines occupent le deuxième rang avec une production de 33 millions de tonnes, représentant 26% de la production totale d'agrumes. Suivent ensuite les limes et les citrons et pour finir les pomelos. Ces derniers occupent la dernière place avec une production de 8.3 millions de tonnes.

-Grâce à leur grande capacité d'adaptation à des conditions pédoclimatiques très différentes, les agrumes sont cultivés dans des zones tempérées chaudes jusqu'aux zones tropicales (entre les 40° de latitudes nord et sud) (Luro *et al*, 2008). En 2012, la superficie cultivée était de l'ordre de 8,7 millions d'hectares (Anonyme, 2014), résultant d'une forte augmentation des plantations au cours des dernières décennies. La Chine est le pays dont la superficie agrumicole est la plus importante et représente à elle seule 24% de la surface mondiale (UNCTAD, 2013).

-Bien que les agrumes soient produits dans plus de 140 pays, la Chine, le Brésil, les Etats-Unis et le bassin méditerranéen produisent plus de 66% de la production mondiale (Tableau1.1.) (Anonyme, 2016). La production du bassin méditerranéen est destinée principalement au marché du frais. En revanche la plus grande partie de la production des régions tropicales est destinée à la transformation.

Tableau 1.1. Principaux pays et zones producteurs d'agrumes en 2016 (Anonyme, 2016).

Régions de production	Production (Tonnes)	Part de la production Mondiale (%)
Chine	32 705 900	26.32%
Bassin méditerranéen	25 216 000	20.3%
Brésil	16 555 100	13.32%
Etas Unis	7 829 000	6.3%

I.1.5.2. Importance économique en Algérie

En Algérie, la culture des agrumes revêt une importance stratégique, c'est une source d'approvisionnement en fruits frais, La filière agrumicole a connu une amélioration de la production et de la productivité dans le cadre de différents programmes nationaux, avec l'injections des actions de formations, de perfectionnement et de sensibilisation sur les techniques de production, prises en charge par le programme de renforcement des capacité humaines et de l'assistance technique.

Les superficies agrumicoles algériennes sont concentrées au centre et à l'ouest du pays sur quinze wilayas. Blida a toujours été la plus importante avec 16 583 ha, plus de 5 000 ha pour les wilayas de Chelef et Alger, plus de 4 000 ha pour Relizane, Mostaganem et Mascara, plus de 3 000 ha pour Tipaza. Les sept wilayas 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 500hectares (Figure 1.2.).(Bellabas, 2012)

Le verger agrumicole national, s'étend sur une superficie de 67.190ha, dont 59.935 ha en rapport. La production totale des agrumes est de 13.417.540qx avec un rendement moyen de 224qx/ha (Anonyme, 2018).

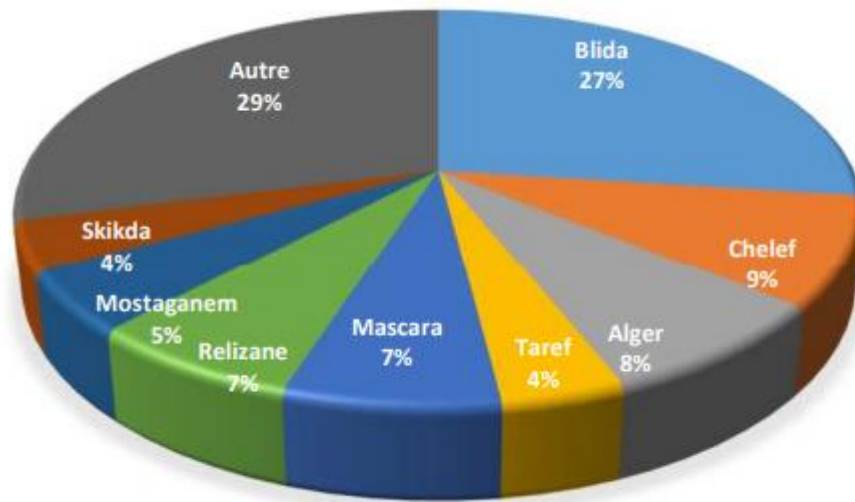


Figure 1.2. Répartition des vergers d'agrumes en Algérie par wilaya (Anonyme, 2006).

I.1.6. Exigences

I.1.6.1. Exigences édaphiques

Selon Loussert (1989), les qualités essentielles d'un bon sol agrumicole sont :

- La perméabilité varie de 10 à 30 cm /h.
- Le sol doit avoir un ph qui se situe entre 6 et 7.
- La plantation doit être à 4 ou 5 m d'écartement.
- Le taux de calcaire compris entre 5 10%.
- Une bonne teneur satisfaisante en P2O5 et K2O assimilables.

I.1.6.2. Exigences climatiques

I.1.6.2.1. La température

Les agrumes sont sensibles à toutes les températures inférieures à 0°C, par contre ils peuvent supporter des températures élevées supérieures à 30°C à condition qu'ils soient convenablement alimentés en eau (Loussert., 1985). Les températures moyennes annuelles favorables sont de l'ordre de 14°C. La température moyenne hivernale est de 10°C et la température moyenne estivale est de 22°C.

I.1.6.2.2. La pluviométrie

Les citrus comptent parmi les arbres fruitiers les plus exigeants. Les besoins annuels varient entre 1000 à 1200 mm, dont 600 mm pendant l'été, qui ne peuvent être fournis que par l'irrigation surtout dans les zones méditerranéennes (Mutin, 1977).

I.1.6.2.3. L'humidité

Elle ne semble pas avoir une forte influence sur le comportement des agrumes aux mêmes. Elle a par contre, des incidences sur le développement de certains parasites ainsi que la fumagine et les moisissures (Loussert, 1989). Certains ravageurs comme les cochenilles peuvent proliférer en colonies importantes. Une humidité basse provoque une intense respiration du végétal et ainsi les besoins en eau augmentent.

I.1.6.2.4. Le vent

Blondel (1959), qualifie le vent comme étant l'ennemi le plus important des agrumes. Les dégâts qu'il cause dans les jeunes plantations sont incalculables suite à la chute précoce des fruits. Les oranges doivent être protégées des vents par l'installation de brise vent de Casuarina, de Cypres, d'Acacia et de Pinus (Loussert, 1985).

I.1.7. 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.

I.1.7.1. Les accidents physiologiques**I.1.7.1.1. Les troubles génétiques**

Les troubles génétiques les plus souvent rencontrés sont :

- La Panachure sur feuilles et fruits.
- Les fentes des fruits et de l'ombilic.
- 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. (ANONYME, 1976)

I.1.7.1.2. Les troubles physiologiques

Parmi les troubles physiologiques (ANONYME, 1976) les plus importants sont :

-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.

I.1.7.1.3. Les effets des carences

Les carences sont des accidents affectant l'aspect des plantes et dus à une nutrition minérale déséquilibrée ou défectueuse. Les agrumes sont couramment affectés par des jaunissements du feuillage qui peuvent avoir plusieurs causes (Fabienne, 2002).

-La chlorose ferrique

La présence d'une trop grande quantité de calcaire dans le sol empêche l'absorption de fer ; le limbe perd sa coloration alors que les nervures restent vertes (Fabienne, 2002).

-Les carences en oligo-éléments

Magnésium, bore, zinc, manganèse.

Les symptômes apparaissent généralement pendant la période végétative avec une décoloration du limbe entre les nervures pour les carences en magnésium et en manganèse, une écorce boursouflée avec des fruits déformés lorsque la plante manque de bore ; des feuilles de petite dimension avec une croissance des jeunes pousses en forme de rosette pour une absence de zinc. Il semble que la meilleure façon d'éviter ces carences soit une vigilance quant à la nature du sol et un apport d'engrais sous forme organique et de purins, réputés riches en oligo-éléments (Fabienne, 2002).

I.1.7.2. Les principales maladies des agrumes

En général, les dégâts qu'occasionnent les maladies et les parasites ont un réel impact économique sur la production des agrumes.

I.1.7.2.1. Maladies virales

a. L'Exocortis : (Citrus Exocortis Viroïd) est une maladie à viroïde signalée dans l'ensemble du bassin méditerranéen, actuellement elle n'y cause pratiquement aucun dommage, car le bigaradier est tolérant à l'Exocortis. Il n'en est pas de même des portegreffes préconisés en remplacement du bigaradier. En effet, le Poncirus trifoliata et les Citranges sont particulièrement sensibles à l'Exocortis. (Anonyme 2012)

Symptômes : Le symptôme principal se manifeste par un écaillage plus ou moins prononcé de l'écorce du porte-greffe (suivant la virulence de la maladie). La mauvaise circulation de la sève, induit par l'écaillage, entraînent un affaiblissement général de l'arbre (nanisme, jaunissement du feuillage, réduction des productions). Certaines combinaisons, comme les mandarines « Satsumas » greffées sur Poncirus trifoliata, ne présentent pas de symptômes. (Anonyme 2012)

b. La Psorose : (Citrus psorosis virus) est une maladie à virus largement répandue, la plus fréquemment rencontrée dans les vergers et la mieux reconnue des agrumiculteurs est la forme écailleuse. (Anonyme 2012)

– La Psorose écailleuse affecte essentiellement les orangers, les mandariniers, les clémentiniers et les pomelos ; les citronniers ne sont pas touchés. C'est la forme de Psorose la plus rencontrée qui occasionne le plus de dégâts. C'est une maladie grave : bien qu'elle n'entraîne pas la mort des arbres, elle les affaiblit, les fruits restent de petit calibre et les chutes sont importantes. D'autres types de Psorose peuvent affecter les arbres (Anonyme 2012), il s'agit de :

– La Psorose alvéolaire (concave gum), elle est considérée comme grave notamment sur oranger Washington navel et sur certaines variétés de mandarinier. (Anonyme 2012)

– La Psorose en poches (« Blind pocket »), elle se rencontre principalement sur oranger Washington navel. (Anonyme 2012)

Symptômes

- Formation d'écaillés ou desquamations sur le tronc qui progresse par la suite vers les branches charpentières. On observe, après avoir gratté l'écorce craquelée, que les tissus sous-jacents restent colorés en vert (pigments chlorophylliens). (Anonyme 2012)

- Il est possible de déterminer la présence des Psoroses avant que ne se manifestent les premiers symptômes sur écorce. Au printemps, le limbe présente une décoloration caractéristique de part et d'autre de la nervure centrale, une décoloration qui prend l'aspect d'une feuille de chêne. (Anonyme 2012)

c. La Tristeza : c'est la maladie la plus dangereuse, elle constitue une menace sur l'agrumiculture méditerranéenne. Elle est transmise par greffage et bouturage et par les principaux vecteurs de la maladie (Anonyme 2012) :

-Le puceron brun ou puceron tropical (*Toxoptera citricidus*) ; (Anonyme 2012)

-L'autre espèce *Toxoptera auranti*, le puceron noir des citrus, a été reconnue comme vecteur en Floride. Ce puceron existe dans le bassin méditerranéen, Espagne et Maroc notamment. (Anonyme 2012)

-Le puceron vert (*Aphis spiraeicola*) et le puceron du melon ou puceron du cotonnier (*Aphis gossypii*) mais restent relativement peu actifs. Ces 2 pucerons sont largement répandus dans le Bassin méditerranéen. (Anonyme 2012)

Symptôme

- Une nécrose du phloème dans l'écorce au niveau de la région de soudure greffon/ porte greffe. (Anonyme 2012)

- Dégénérescence des tubes criblés et des cellules-compagnes immédiatement au-dessous du point de greffage, ce qui se traduit par un arrêt du mouvement de la sève élaborée vers les racines. Ceci abouti par la suite à une réduction du diamètre du porte-greffe par rapport à celui de la variété (étranglement dit en « goulot de bouteille renversé ») ; Des signes de dépérissement, rabougrissement et souvent déclin total. (Anonyme 2012)

- Coloration bronzé des feuilles avec un enroulement du limbe, ces feuilles se dessèchent et le plus souvent elles tombent en toutes ou en partie. (Anonyme 2012)

- Les fruits des arbres affectés sont souvent petits et de mauvaise qualité. (Anonyme 2012)

d. La Cachexie : Appelé aussi Xyloporose (Citrus cachexia viroid), maladie à viroïde répandue pratiquement dans toutes les régions agrumicoles du monde. Cette maladie affecte aussi bien les porte-greffes hybrides du poncirus (C.Troyer, et C.Carizo), que certains greffons de variétés d'oranges, mandarines et Clémentines. (Anonyme 2012)

Symptômes

- Diminution de la vigueur des arbres (Rachitisme). (Anonyme 2012)
- Feuilles plus petites à l'extrémité des rameaux. (Anonyme 2012)
- Jaunissement des limbes. (Anonyme 2012)
- Dépôt de gomme sur écorce de coloration varie du châtain au noir. (Anonyme 2012)
- Chute partiel de l'écorce sous forme d'écailles. (Anonyme 2012)
- Pas de symptômes sur fruits. (Anonyme 2012)

I.1.7.2.2. Maladies bactériennes

a. Le Stubborn (*Spiroplasma citri*) : est un mycoplasme (micro-organisme à structure proche de celle des virus et des bactéries). Le mycoplasme peut être transmis en pépinière par greffage. En verger, il peut être transmis d'arbre malade à des arbres sains par les cicadelles, plus spécialement par les 2 espèces *Circulifer tenellus* et *Neoliturus haematoceps*. C'est la maladie la plus répandue et la plus grave, surtout lorsqu'elle est associée à une autre virose principalement la Psorose. (Anonyme 2012)

Symptômes

- La déformation en gland des fruits. (Anonyme 2012)
- Fruits de petits calibres et à différents stades de maturation, résultant des floraisons échelonnées comme le citronnier quatre saisons. (Anonyme 2012)
- Jeunes ramifications à entre-nœuds courts (balai de sorcière). (Anonyme 2012)

- Feuilles à port érigé et à limbe relevé en forme de cuillère et de rosette. (Anonyme 2012)

- balais de sorcière (prolifération anormale des bourgeons axillaires). Inversion de coloration des fruits. (Anonyme 2012)

b. Le chancre bactérien des agrumes (*Xanthomonas campestris* PV. Citri) (Anonyme 2012)

Symptômes

- Infecte toutes les parties aériennes de la plante. (Anonyme 2012)

- Les lésions, taches ponctuelles au départ, deviennent soit de petites pustules surélevées soit des éruptions. (Anonyme 2012)

- Les lésions sont au début de couleur claire, puis deviennent brunes ; ces lésions sont entourés d'un halo jaune avec des bordures huileuses ou grasses. (Anonyme 2012)

I.1.7.2.3. Maladies cryptogamiques

Les maladies d'origine cryptogamique qui s'attaquent aux agrumes sont assez nombreuses. Elles touchent les différents organes végétatifs des Citrus (les racines, le tronc, le fruit,...). (Anonyme 2012)

a. La Pourriture sèche racinaire (*Fusarium* sp) (Anonyme 2012) :

Symptômes

-Mort brutale des arbres. (Anonyme 2012)

-Dépérissement unilatéral des arbres. (Anonyme 2012)

-Pourriture sèche des racines avec une coloration brune ou marron. (Anonyme 2012)

b. Le Mal secco (*Phomatracheiphila*) : Cette maladie cryptogamique est causée par *Phoma tracheiphila*, champignon qui se développe dans les tissus conducteurs et entrave la circulation de la sève causant un dessèchement des grosses branches et dépérissement total de l'arbre en un ou deux ans. (Anonyme 2012)

Symptômes

-Chlorose des pousses puis dépérissement des branches à partir du sommet. (Anonyme 2012)

-Présence sur les rameaux flétris de petits points noirs dans les zones gris-plomb (pycnides). (Anonyme 2012)

-La maladie peut entraîner rapidement la mort de l'arbre. (Anonyme 2012)

-Dépérissement unilatéral des arbres. (Anonyme 2012)

-Pourriture sèche des racines avec une coloration brune ou marron. (Anonyme 2012)

-Mort brutale des arbres. (Anonyme 2012)

c. Gommose à Phytophthora : Le champignon responsable est localisé à la base des charpentières, il provoque un craquellement de l'écorce avec exsudation de gomme et entraîne un flétrissement annonçant la mort de l'arbre au moyen et long terme. (Anonyme 2012)

d. Pourridié (pourriture des racines) : A la suite d'une blessure ou sur certaines variétés sensibles, le mycélium de différents champignons peut envahir les racines, provoquant l'arrêt de la circulation de la sève et par suite la mort de l'arbre. (Anonyme 2012)





e. La fumagine : Cette maladie est généralement la conséquence d'une forte attaque de cochenille et de puceron, ou d'aleurode. En effet, ces insectes rejettent sur les feuilles et les rameaux, un miellat sur lequel le champignon responsable de la fumagine (*Capnodium citri*) trouve un milieu favorable à son développement. (Anonyme 2012)





f. L'Anthracnose : Cette maladie, causée par le *Colletotrichum gloeosporioides*, attaque principalement les arbres affaiblis souffrant d'un déséquilibre alimentaire minéral ou hydrique. Elle se propage à la faveur des premières pluies automnales et provoque un dessèchement caractéristique des jeunes rameaux et les extrémités des branches provoquant la chute des feuilles. De petites taches foncées apparentes sur les feuilles et les rameaux desséchés. (Anonyme 2012)

I.2. Les principaux ravageurs des agrumes

Les insectes se développent sur les organes de l'arbre et sont extrêmement nombreux, non seulement ils causent de graves dégâts, mais ce sont des vecteurs de maladies virales et bactériennes (Tableau 1.2.) (Fabienne, 2002)

Tableau 1.2. Les principaux ravageurs des agrumes. (Fabienne, 2002)

Le ravageur	Les dégâts
<p>Les cochenilles</p> 	<p>-Affaiblissement général de la plante, jaunissement, chute des feuilles.</p> <p>-Rejettent un miellat, substance collante sur laquelle se développent les champignons de la fumagine, croûtes noires et inesthétiques.</p>
<p>Les pucerons</p> 	<p>-Par leurs piqûres, provoquent une crispation et un enroulement du limbe, et sévissent principalement sur les jeunes pousses tendres, ce qui bloque alors la croissance.</p> <p>-Ils sont également vecteurs du virus de la tristeza.</p>
<p>Les acariens</p> 	<p>-Les acariens sheldoni s'attaquent aux jeunes bourgeons et entraînent la déformation des fleurs et des fruits qui prennent parfois des formes bizarres.</p> <p>-Les araignées rouges (panonychus ulmi) sucent la sève du feuillage qui prend alors teinte « plombée » caractéristique.</p>
<p>Les aleurodes (mouches blanches)</p> 	<p>-Ces insectes se développent à la face inférieure des feuilles où ils sucent la sève : taches de piqûre, blocage de la croissance et développement de fumagine s'ensuivent.</p>

<p>La mouche des fruites (Ceratitis capitata)</p>		<p>-Cette mouche pond ses œufs dans les fruits. Puis les larves se nourrissent de la pulpe des fruits qui pourrissent et tombe.</p>
<p>La teigne de l'oranger</p>		<p>-C'est un petit papillon, qui pond ses œufs dans les fleurs qui dessèchent ; la jaune larve se nourrit des fruits à peine formés qui tombent.</p>
<p>La mineuse (Phyllocnistis citrella)</p>		<p>-Les minuscules chenilles creusent des galeries sous l'épiderme du limbe. -Les feuilles attaquées tombent. -Plantes sensibles : citronnier, pomelo.</p>
<p>Les nématodes</p>		<p>-Vivent dans le sol en suçant la sève des racines. -Ils provoquent la formation de kystes, un flétrissement et un jaunissement des plantes attaquées.</p>

Introduction

Dans la nature, les plantes couvrent la plupart des surfaces terrestres. Dans la plupart des écosystèmes terrestres, ce sont des producteurs primaires et forment ainsi la base des réseaux trophiques de ces écosystèmes. Le groupe des consommateurs primaires, qui sont des ravageurs nuisibles pour les plantes, est largement dominé par les insectes (appartenant au taxon des arthropodes). Plantes et les insectes sont les deux taxons d'organismes vivants les plus importants, à la fois en termes d'abondance des espèces et de quantité de biomasse (Schoonhoven *et al.* 2005). Ainsi, les relations entre les insectes et les plantes sont d'une importance cruciale.

La lutte biologique sous sa forme « scientifique » contre les ravageurs est connue 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 (Hoffmann *et al.*, 1994).

Différentes définitions de la lutte biologique ont été données par les auteurs. Selon ; Vincent et Coderre, (1992) ; Eilenberg *et al.* (2001), elle correspond à toute forme d'utilisation d'organismes vivants ayant pour but de limiter la pullulation et/ou la nocivité des divers ennemis des cultures appliquée contre les ravageurs animaux. La lutte biologique exploite soit des relations de concurrence entre consommateurs primaires, essentiellement entre individus d'une même espèce nuisible porteurs ou non de caractères délétères, soit des relations d'antagonisme entre consommateurs primaires et secondaires, c'est à dire entre nématodes, acariens, insectes phytophages et leurs multiples parasites et prédateurs animaux ou végétaux.

Avant d'aller plus loin avec la lutte biologique, il est nécessaire de mettre en contexte sa principale alternative, la lutte conventionnelle, c'est-à-dire la lutte avec les pesticides. Ces derniers sont définis comme étant des produits chimiques visant à détruire les ravageurs et autres organismes indésirables (Anonyme, 2010).

II.1. Lutte chimique

C'est avec la synthèse et la découverte des propriétés insecticides du DDT lors de la deuxième guerre mondiale que les pesticides deviennent plus répandus. Plus tard à la même époque, de nombreux autres sont mis sur le marché et utilisés en grandes quantités. Néanmoins, de nombreux effets négatifs imprévus se font rapidement sentir et les pesticides sont de plus utilisés avec précaution, parcimonie et méfiance. Ces pesticides sont souvent efficaces sur de nombreuses espèces de ravageurs, ce qui est avantageux pour l'efficacité mais cause des impacts sur des espèces très éloignées génétiquement de la cible. En effet, plusieurs pesticides

ont des effets aigus ou chroniques sur la santé d'organismes non visés, comme les humains. De plus, certains pesticides jouent un rôle dans le développement de cancers et certains organophosphorés sont reconnus comme pouvant causer des dommages neurologiques (CAPE, 2000).

Les produits utilisés comme pesticides pour lutter contre les insectes ravageurs sont multiples, ils appartiennent également à plusieurs groupes selon leur mode d'action et selon leur composition. Les principales familles d'insecticides utilisées actuellement dans l'agriculture et le domaine de la santé publique sont (Kumar, 1991) :

- Les organochlorés, comme le DDT, le chlordane, l'aldrine, la dieldrine,
- Les organophosphorés, comme le parathion, la TEPP, le diazinon et le malathion
- Les carbamates, comme le Sevin, l'ortho-Bux, l'Elocron et le Baygon
- Les insecticides organiques d'origine végétale, comme le pyrèthre, la roténone...
- Les hormones et les phéromones sont également considérées comme des insecticides.

II.1.1. Les principales familles chimiques des pesticides

II.1.1.1. Les organochlorés

Les insecticides organochlorés sont les plus anciens pesticides de synthèse, ce sont des molécules qui contiennent au moins une liaison carbone - chlore. Le DDT a été le premier insecticide développé au début de la seconde guerre mondiale (Gbénonchi, 2008). Ils ont un aspect solide lipophile, très hydrosoluble, très stable et peu biodégradable. Les Pesticides organochlorés (POC) sont des composés organiques, obtenus par la chloration de différents hydrocarbures insaturés (Liliana. 2007).

Les organochlorés sont parmi les insecticides les plus persistants grâce aux résidus que laisse leur activité insecticide prolongée. Leur activité insecticide varie en fonction de la disposition des atomes de chlore dans la molécule (Bonvallet, 2004). Les familles les plus utilisées pour la protection des cultures sont le DDT, le chlordane, l'hexachlorure de benzène (HCB ou HCH), ils présentent le meilleur rapport cout/efficacité contre les insectes ravageurs (Kumar, 1991).

Leur métabolisme et leur distribution sont différents selon leur famille chimique et selon l'espèce considérée. Tous les organochlorés s'accumulent dans les tissus riches en graisses des organismes vivants (tissu adipeux, foie, système nerveux central) (Bonvallet, 2004).

II.1.1.2. Les organophosphorés

-Les pesticides organophosphorés (OP) constituent une grande classe de substances chimiques organiques avec plus de 50000 congénères (Gaétan et al., 2005). Connus d'être mis au point pendant la deuxième guerre mondiale en tant que gaz neurotrope lorsqu'on cherchait de puissantes armes chimiques. Ils sont des produits très toxiques pour les mammifères (Kumar, 1991). En temps de paix, ces organophosphorés ont servi d'insecticides, de rodenticides, de nématocides et d'herbicides ainsi que de médicaments pour les animaux et les hommes (Gaétan et al. 2005).

-Ils sont généralement des esters, des amines ou des sels organiques de l'acide phosphorique ou de ses dérivés (Graziella et al. 2002). Ce sont les insecticides les plus largement utilisés après avoir remplacé les organochlorés à cause de leur durée de vie sur les plantes qui peut atteindre plusieurs semaines avant d'être dégradés (Kumar, 1991). En général, ils sont des composés solubles dans l'eau. En milieu alcalin, ils sont rapidement hydrolysés et oxydés en acide (thio) phosphorique ou (thio) phosphonique (Graziella et al. 2002).

-Les organophosphorés sont des substances neurotoxiques qui agissent sur le système nerveux des insectes cibles. Ils constituent des composés très toxiques pour les mammifères ainsi que les insectes (Kumar, 1991).

II.1.1.3. Les carbamates

-Les insecticides carbamates sont dérivés du N-méthylcarbamate. Ce sont des dérivés de synthèse chimique utilisés généralement comme insecticides, fongicides et herbicides tels que : aldicarbe, carbaryl, carbendazime, carbofuran, carbosulfan, manèbe, méthomyl, zinèbe, thirame, triallate. Caractérisés par une grande liposolubilité, les carbamates diffèrent des organophosphorés par le fait qu'ils sont des inhibiteurs réversibles de l'acétylcholinestérase (AChE) : l'activité enzymatique tend à revenir à la normale en moins de 24 heures post exposition (Onil et al. 2007).

II.2. Lutte biologique**II.2.1. Types de lutte biologique**

La lutte biologique peut être divisée en trois catégories bien distinctes : classique, par augmentation et par protection. La méthode classique vise l'implantation d'un antagoniste exotique dans un milieu où sévit un ravageur exotique (Cloutier et Cloutier, 1992). En l'absence

du ou des ennemis qui contrôlent ses populations dans son aire de répartition d'origine, le ravageur n'a presque aucun obstacle à sa prolifération autre que la culture ou le milieu dont il dépend. C'est ainsi que plusieurs cas de lutte biologique ont été réalisés par l'introduction d'un ennemi naturel dans la nouvelle région, dans le but qu'il s'implante et se développe, pour contrôler le ravageur à long terme. Ce mode de lutte demande néanmoins beaucoup de recherche avant sa mise en place, surtout afin de s'assurer que l'espèce introduite s'acclimate et s'attaque spécifiquement au ravageur exotique et non aux organismes indigènes (Weeden et al. 2007).

Dans le cas de la lutte biologique par augmentation, le but est de contrôler un ravageur indigène en augmentant l'occurrence de son ou ses ennemis naturels, naturellement présents mais en quantité insuffisante (Cloutier et Cloutier, 1992) ou d'introduire à répétition un ennemi qui ne survivrait pas, par exemple, aux conditions hivernales (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1995). De grandes quantités d'antagonistes sont libérées, le plus souvent à plusieurs reprises, pour contrôler les ravageurs.

Les ravageurs indigènes ont toujours des ennemis mais ces derniers sont parfois défavorisés par certaines conditions du milieu (utilisation de pesticides à large spectre, souvent). La lutte par protection vise à augmenter l'occurrence des ennemis naturels en changeant le milieu et les pratiques culturales. C'est sans doute le mode de lutte biologique le plus important et facilement disponible car il demande souvent peu d'efforts et que les ennemis sont adaptés à l'environnement visé (Weeden et al., 2007). Par exemple, certaines espèces d'insectes prédateurs comme les coccinelles du genre *Hyppodamia*, se nourrissent de pollen quand les proies deviennent plus rares. Malheureusement, elles ne peuvent pas se reproduire sous cette diète, ce qui peut faire chuter les populations. Cette situation peut être évitée en pulvérisant sur les cultures une solution de sucre et d'hydrolysate de levures, ce qui remplace temporairement les pucerons (Johnson, 2000).

II.2.2. Principaux organismes utilisés en lutte biologique

Plusieurs groupes d'organismes peuvent être utilisés en lutte biologique. Les principaux sont les micro-organismes, les nématodes, les insectes et les arachnides. Les organismes bénéfiques utilisés en lutte biologique doivent avoir un bon taux de reproduction, être spécifiques, avoir une bonne capacité d'adaptation et leur cycle de vie doit être synchronisé à celui du ravageur (Weeden et al, 2007). Les grandes classes d'organismes étudiés et utilisés en lutte biologique sont présentées sur le tableau suivant :

Tableau 2.1. Principaux organismes utilisés en lutte biologique.

L'ENNEMI NATURELS		CIBLE
<p>Coléoptères prédateurs :</p> <p>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. (Ronzon B., 2006)</p>	Les coccinelles (Coleoptera, Coccinellidae)	Pucerons Chenilles
	Les carabiques	-Pucerons -Limaces -Des escargots -Des vers de taupin
	Les staphylins	-Limaces -Asticots -Cloportes -'Le staphylin
	Les cantharides	-Pucerons
<p>Diptères prédateurs :</p> <p>Chez les Diptères, on retrouve des familles où seules quelques espèces sont prédatrices (SEGUY., 1951) (Vincent et Coderre, 1992)</p>	Les syrphidae	-Pucerons
	Les cecidomyiidae	-Pucerons
<p>Les névroptères (Neuroptera) :</p> <p>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. (Ronzon B., 2006) (Principi et al.1974)</p>	Chrysopidae	Pucerons -Acariens
<p>Les parasitoïdes :</p> <p>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</p>	Aphelinidae	-Aleyrodoidea -Aphidoidea -Cicadelidea -Coccoidea -Larves (diptères, Chalcidoidea)
	Encyrtidae	-Coccoidea

<p>développement (Godfray, 1994) ; (Boller, 2004)</p> <p>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) (Boivin G., 2001).</p> <p>- 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. (Laborda, 2012.), (Brasero et al.2009), (Sureshan et al. 2003), (Gibson, 2009), (Huber, 2006) (Van Lenteren, 2003)</p>		-Larve et œufs de (Coléoptères, Diptères, Lépidoptères, Hyménoptères, Neuroptères, Hémiptères et Arachnides)
	Eulophidae	Larves de (Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères et Coléoptères).
	Pteromalidae	Les insectes nuisibles.
	Mymaridae	-Cicadellidae -Coléoptères -Diptères
	Trichogrammatidae	Lépidoptères -Homoptères -Hémiptères -Thripidae
	Braconidae	Pucerons

II.3. Les interactions multitrophiques

L'étude des interactions plantes-insectes dans les écosystèmes terrestres a été particulièrement développée. Notamment, le système 'plante-ravageur-ennemi naturel' fournit un modèle de base idéal pour comprendre comment les communautés des insectes sont structurées et comment les interactions (directes et indirectes) entre les différents acteurs contribuent à façonner la structure de la communauté. Les interactions entre plantes, "ravageurs" et "ennemis naturels" peuvent être influencées par divers facteurs environnementaux biotiques et/ou abiotiques. Dans ce contexte, les forces "bottom-up" "top-down" vont largement influencer le niveau intermédiaire (les phytophages) Figure 2.1. Les forces "bottom-up" peuvent être dirigées par divers facteurs qu'ils soient intrinsèques au système (les caractéristiques des plantes en termes de résistance aux ravageurs ou de tolérance aux stress environnementaux) ou externes au système (facteurs abiotiques de l'environnement tels que la disponibilité des ressources) (Hunter et Price 1992).

La variation des facteurs environnementaux est susceptible de provoquer des modifications de l'état physiologique des plantes (notamment en termes de qualité nutritionnelle et de capacité de défense) déclenchant ainsi des effets de bas en haut ("bottom-up") sur le phytophage, voire sur le niveau trophique supérieur (les ennemis naturels) par effet de cascade. De plus, le phytophage peut être influencé indirectement par des interactions indirectes entre le premier et le troisième niveau trophique ("l'appel à l'aide" qui consiste à une reconnaissance des signaux volatiles de la plante attaquée par les ennemis naturels des ravageurs). En revanche, les forces "top-down", s'exerçant de haut en bas, englobent les effets de contrôle que les organismes des insectes du niveau trophique supérieur (les prédateurs ou parasitoïdes) ont sur les espèces du niveau immédiatement inférieur (ici une proie ou hôte). Ces deux forces "bottom-up" et "top-down" agissent de concert déterminant ainsi un contrôle complexe des populations des phytophages.

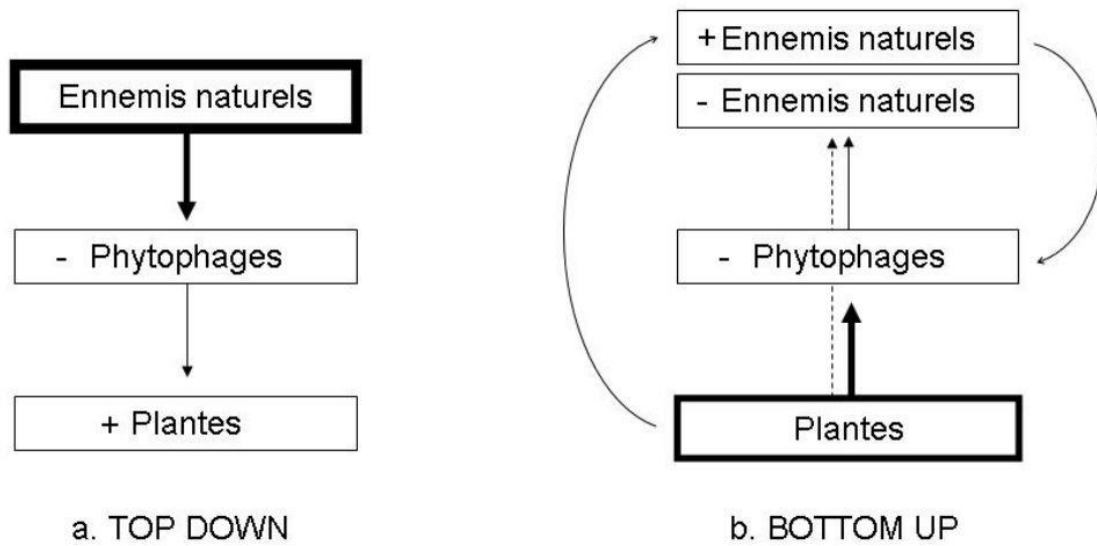


Figure 2.1. Schéma représentant l'influence des forces "bottom-up" "top-down" sur les phytophages.

III. Matériel et méthode

Notre travail est consisté en l'inventaire des insectes par un suivi et un échantillonnage effectuée au sein de trois vergers d'oranger et clémentinier dans trois wilaya différentes Tipaza , Blida et Bejaïa durant la période qui s'étale du mois de décembre 2018 jusqu'au mois de mai 2019.

III.1. Présentation de la région d'étude

Notre étude s'est déroulée dans des exploitations agrumicoles, situées dans les communes :

- Nador, circonscription administrative de la wilaya de Tipaza.
- Zaouïa, circonscription administrative de la wilaya de Blida.
- Timezrite, circonscription administrative de la wilaya de Bejaïa.

III.1.1. Situation géographique

III.1.1.1. Wilaya de Tipaza

La Wilaya de Tipaza se situe au nord du tell central du pays, dont le chef-lieu est située à 70 km à l'ouest de la capital, Alger. Elle est limitée géographiquement par la mer méditerranée au nord, la wilaya de Chlef à l'ouest, la wilaya d'Ain-Defla au sud-est, la wilaya de Blida au sud et la Wilaya d'Alger à l'est. Elle s'étend sur une superficie de 1707 Km², dont 70400 ha constituent la superficie agricole totale. Dans cette dernière en identifie 62243 ha de superficie agricole Utile (Figure 3.1.) (Anonyme 2018).



Figure 3.1. Limite géographique de la wilaya de Tipaza, et la commune de Nador.

III.1.1.2. Wilaya de Blida

La Wilaya de Blida se situe dans la partie Nord du pays dans la zone géographique du Tell central. Elle est limitée au nord par les wilayas d’Alger et Tipaza, à l’ouest par la Wilaya de Ain Defla, au sud par la Wilaya de Médéa à l’est par les Wilayas de Bouira et de Boumerdes. Elle s’étend sur une superficie de 1707 Km², dont 70400 ha constituent la superficie agricole totale. Dans cette dernière on identifie 62243 ha de superficie agricole Utile. (Figure 3.2.) (Anonyme).

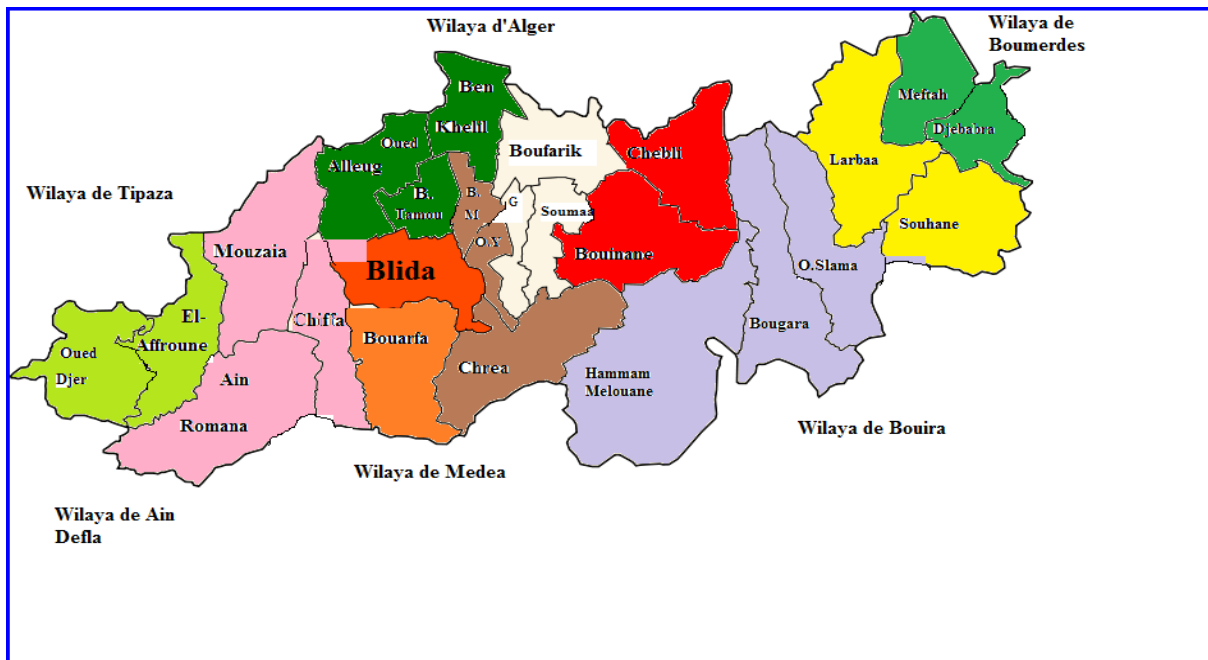


Figure 3.2. Limite géographique de la wilaya de Blida, et la commune de Zaouia.

III.1.1.3. Wilaya de Bejaia

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 3.3) (Anonyme, 2011).



Figure 3.3. Limite géographique de la wilaya de Bejaia, et de la commune de Timezrite.

III.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. (Huffaker et Gutierrez, 1999)

C'est pour cela qu'il est nécessaire de donner un aperçu sur les fluctuations climatiques, à savoir les précipitations, les températures et l'hygrométrie.

III.1.2.1. Caractéristique climatique

Vue les difficultés d'obtention des données climatiques de dix ans (2008-2018) nous avons pris les résultats d'une étude du climat établis par les directions des services agricoles de la wilaya de Tipaza et de la wilaya de Blida et la wilaya de Bejaia.

Les études ont montré que :

- La wilaya de Tipaza se situe dans l'étage sub-humide caractérisé par un hiver frais.
- La wilaya de Blida se situe dans l'étage sub-humide caractérisé par un hiver frais.
- La wilaya de Bejaia se situe dans l'étage sub-humide caractérisé par un hiver doux.

III.1.2.1.a. La 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. (MERCIER A., 1999).

Les tableaux, représente les moyennes pluviométriques mensuelles pour la période s'étalant du mois de décembre 2018 au mois de mai 2019.

III.1.2.1.a.1. Wilaya de Tipaza

Le mois le plus pluvieux durant la période expérimentale est celui de Janvier avec une valeur enregistrée de 181,3 mm (Tableau 3.1).

Tableau 3.1. Les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Tipaza).

Mois	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai
Pp	20	23	01	02	13	32,8	95,8	108,4	181,3	13,3	50,7	50,8	19

III.1.2.1.a.2. Wilaya de Blida

Le mois le plus pluvieux durant la période expérimentale est celui de Décembre avec une valeur enregistrée de 187 mm (Tableau 3.2).

Tableau 3.2. Les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Blida).

Mois	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec.	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai
Pp	26	25	02	00	06	75	79	187	135	30	49	92	22

III.1.2.1.a.3. Wilaya de Bejaia

Le mois le plus pluvieux durant la période expérimentale est celui de janvier avec une valeur enregistrée de 197,8 mm (Tableau 3.2).

Tableau 3.3. Les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Bejaia).

Mois	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec.	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai
Pp	73	19	00	14	54	122	49	18	197,8	47	96	24,4	32,9

III.1.2.1.b. La température

La température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'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 la période expérimentale décembre 2018-Mai 2019 sont représentées respectivement dans les tableaux.

III.1.2.1.b.1. Wilaya de Tipaza

Le tableau (Tableau 3.4), indique qu'au cours l'année expérimentale décembre 2018-Mai 2019, les plus basses températures sont observées respectivement au mois de janvier avec une valeur de 0°C et février, mars avec une valeur de 1°C, alors que les températures les plus élevée sont enregistrées respectivement au mois de mars et mai, avec une valeur de 30 °C ,31°C.

Tableau 3. 4. Les températures moyennes mensuelles de l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Tipaza).

Mois	Mai	jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai
T°	16	22	26	27	23,5	20,5	15,5	13,5	10,5	12	15,5	15,5	18,5
T° Max	27	33	37	37	36	33	27	25	21	23	30	26	31
T° Min	5	11	15	17	11	8	4	2	0	1	1	5	6

III.1.2.1.b.2. Wilaya de Blida

Le tableau (Tableau 3.5), indique qu'au cours l'année expérimentale décembre 2018-Mai 2019, les plus basses températures sont observées respectivement au mois de janvier avec une valeur de 0°C et février, mars avec une valeur de 1°C, alors que les températures les plus élevée sont enregistrées respectivement au mois de mars et mai, avec une valeur de 30 °C ,31°C.

Tableau 3. 5. Les températures moyennes mensuelles de l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Blida).

Mois	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai
T°	19	22	2	27	23,5	20,5	15,5	13,5	10,5	12	15,5	15,5	18,5
T° Max	33	33	37	37	36	33	27	25	21	23	30	26	31
T° Min	5	11	15	17	11	8	4	2	0	1	1	5	6

III.1.2.1.b.3. Wilaya de Bejaia

Le tableau (Tableau 3.6), indique qu'au cours l'année expérimentale décembre 2018- Mai 2019, les plus basses températures sont observées respectivement au mois de janvier avec une valeur de 4°C, février et mars avec une valeur de 5°C, alors que les températures les plus élevée sont enregistrées respectivement au mois de avril 30°C.

Tableau 3. 6. Les températures moyennes mensuelles de l'année expérimentale de Mai 2018 à Mai 2019 (Bejaia).

Mois	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec.	Janv.	Fev.	Mars	Avril	Mai
T°	18	22	25,5	26	26	21	17	14,5	12,5	15	16,5	18,5	18,5
T° Max	24	30	33	33	37	31	27	23	21	25	28	30	28
T° Min	12	14	18	19	15	11	7	6	4	5	5	7	9

III.1.2.1.c. Le vent

Le vent fait partie des facteurs les plus caractéristiques du climat. Il agit comme un agent de transport. (Ramade, 1990).

Pour la période expérimentale (décembre 2018- Mai 2019), la plus grande valeur a été enregistrée à :

- Tipaza, le mois d’avril avec 17 km/h.
- Blida, le mois d’avril et mai avec 15 km/h.
- Bejaia, le mois de janvier avec 24 km/h.

III.1.3. La synthèse climatique

III.1.3.1. Diagramme Ombrothermique

Les diagrammes Ombrothermique sont utilisés pour refléter une image de synthèse du climat. BAGNOULS et GAUSSEN définissent le mois sec lorsque la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) est inférieure au double de la température de ce mois ($P/ 2T$). Ils ont proposé un diagramme où on juxtapose les précipitations et les températures. Lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière, nous avons une période sèche.

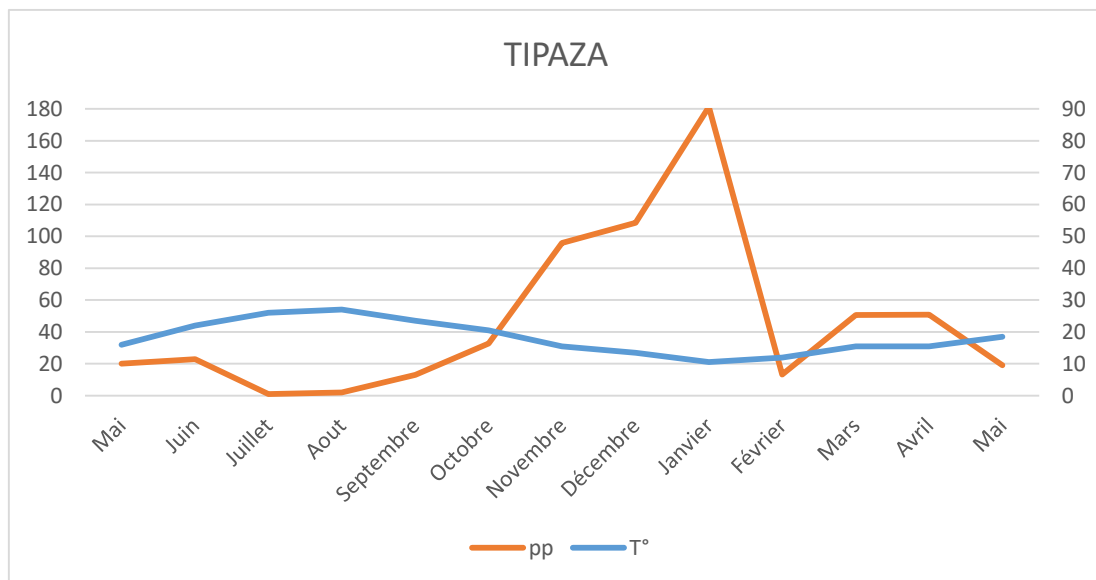


Figure 3. 4. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Tipaza (Mai 2018 à Mai 2019)

Le diagramme Ombrothermique pour la wilaya de Tipaza de l'année expérimentale (Mai 2018 au Mai 2019) représenté dans la Figure 3.4 montre que la période sèche s'étale sur deux période, du mois de Mai jusqu'à mi-Octobre et dans le moi Février, et que la période humide s'étale sur de période aussi de mi-Octobre jusqu'au mois Janvier et de moi Mars jusqu'au mois de Mai.

La période expérimentale (Décembre 2018-Mai 2019) la période humide s'étale sur deux période, du mois Décembre jusqu'au moi Janvier et du moi mars jusqu'au mois de Mai.

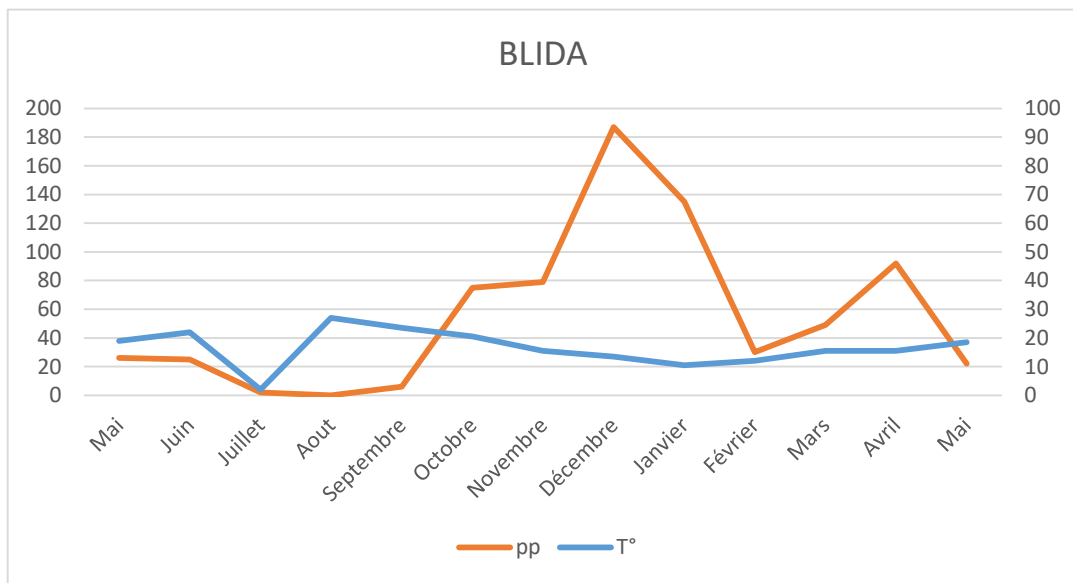


Figure 3. 5. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Blida (Mai 2018 à Mai 2019)

Le diagramme Ombrothermique pour la wilaya de Blida de l'année expérimentale (Mai 2018 au Mai 2019) représenté dans la Figure 3.5 montre que la période sèche s'étale du mois de Mai jusqu'à Octobre, et que la période humide s'étale de moi Octobre jusqu'au mois Mai.

La période expérimentale (Décembre 2018-Mai 2019) c'est une période humide.

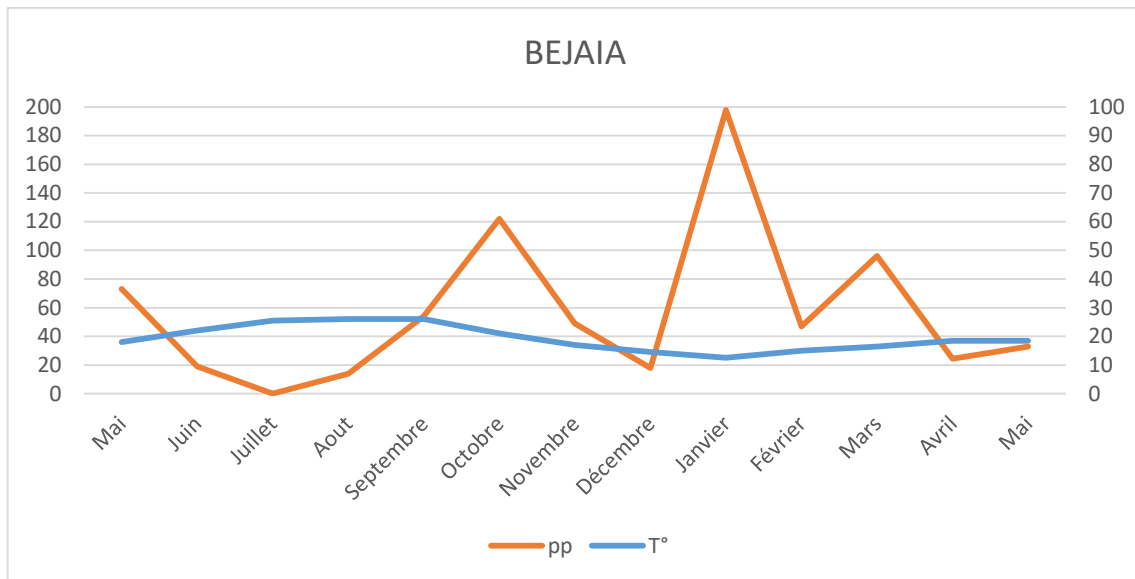


Figure 3. 6. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Bejaia (Mai 2018 à Mai 2019)

Le diagramme Ombrothermique pour la wilaya de Bejaia de l'année expérimentale (Mai 2018 au Mai 2019) représenté dans la Figure 3.6 montre que la période sèche s'étale sur trois périodes, du mois de Mai jusqu'à Septembre et dans le Décembre et de mi-Avril jusqu'à la fin Mai, et que la période humide s'étale sur deux périodes du mois Septembre jusqu'à la fin de Novembre et de début Janvier jusqu'à la mi-Avril.

La période expérimentale (Décembre 2018-Mai 2019) montre que la période sèche est le mois Décembre et de mi-Avril jusqu'à la fin Mai, et la période humide est de début Janvier jusqu'à la mi-Avril.

III.2. Présentations des stations d'étude

Pour la réalisation de notre travail, nous avons procédé à un échantillonnage des espèces entomologiques d'intérêt au niveau de quatre vergers d'agrumes 2 traité et 1 non traité, situés dans les régions de Tipaza, Blida et 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.

-Nos stations d'étude sont des vergers agrumicoles de propriété privée situés dans :

III.2.1. La commune de Timezrite wilaya de Bejaia :

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 3.7).



Figure 3.7. Situation des sites expérimentaux de la région de Bejaia.

III.2.2. La commune de Nador :

Le verger est installé depuis 1978 (âgé de 41ans) occupe une superficie de 1 ha, elle est limitée à l'Est par un Oued, au Sud par une route National, à l'Ouest par un verger d'agrumes et au Nord par une parcelle de blé (Figure 3.8).



Figure 3.8. Situation du site expérimental de la région de Tipaza.

III.2.3. La commune de Zaouia :

Le verger est installé depuis 2000 (19 ans) Occupe une superficie de 4 ha. Est entouré par quatre vergers d'agrumes (Figure 3.9).



Figure 3.9. Situation du site expérimental de la région de Blida.

III.2.4. Caractéristiques des stations d'étude et pratique culturelles

Plusieurs travaux cultureux ont été réalisés. Le tableau (3.7) fournit tout le travail culturel appliqué aux niveaux des quatre stations durant notre période expérimentale, en plus quelques caractéristiques descriptives des stations.

Tableau 3.7. Caractéristiques des stations d'étude et pratiques culturales appliquées au niveau des quatre stations durant la période expérimental (Décembre 2018-Mai 2019).

Stations	Bejaia traité	Bejaia non traité	Zaouïa	Nador
Superficie	2 ha	1.7 ha	4 ha	1 ha
Année de plantation	1984	1989	2000	1978
Densité	5m / 5m	5m / 5m	5m / 5m	5m / 5m
Variété	Thomson Washington	Thomson Washington	Clémentine C63 sans pépin	Thomson Washington
Porte greffe	Bigaradier	Bigaradier	Bigaradier	Bigaradier
Désherbage	Mécanique	Mécanique	Mécanique Chimique (avec le Glyphosate 2L /ha)	Mécanique
Taille d'entretien	En Janvier	En Janvier	Avant la fin Février	Avant la fin Mars
Irrigation	Par goutte à goutte entre le Mois de Mai et Septembre	Par goutte à goutte entre le Mois de Mai et Septembre	Par goutte à goutte entre le Mois de Mai et Septembre	Par goutte à goutte entre le Mois de Mai Et septembre

III.2.5. Traitement phytosanitaire

Durant notre période expérimentale, des traitements phytosanitaires sont appliqués au niveau des quatre vergers. Les Tableaux (3.8, 3.9 et 3.10) fournissent les noms des différentes matières actives appliquées avec le calendrier d'application.

Tableau 3.8. Calendrier du traitement phytosanitaire au sein de la station de Bejaia traité.

Matière active	Famille	Cible	Date d'application
Mancozèbe	Carbamates	La gommose	28/03/2019
Acetamebride	Organochloré	Mineuse et Aleurodes	28/03/2019
Acetamebride	Organochloré	Mineuse et Aleurodes	16/04/2019

Tableau 3.9. Calendrier du traitement phytosanitaire au sein de la station de Zaouia.

Matière active	Famille	Cible	Date d'application
Acetamebride	Organochloré	Puceron	04/02/2019
Acetamebride	Organochloré	Mineuse et Pucerons	10/03/2019
18g d'Abamectine	Avermectines	Mineuse et Acarien	12/04/2019
Imidaclopride	Néonicotinoïde	Aleurodes	27/04/2019

Tableau 3.10. Calendrier du traitement phytosanitaire au sein de la station de Nador.

Matière active	Famille	Cible	Date d'application
Chlorpyrifos-Ethyl	Organochloré	Cochenilles	15/05/2019

III.2.6. Calendrier de sorties

La période d'échantillonnage s'est étendue du Décembre 2018 à Mai 2019 pour les quatre vergers d'étude. Nous avons réalisé 2 sorties par mois et les plaques jaunes sont récupérées une semaine après leurs installations (Appendice A)

III.2.7. Méthodologie d'étude

Notre méthodologie s'appuie sur l'inventaire des insectes dans les quatre stations situées dans les wilayas de Bejaia commune de Timezrite, Tipaza commune de Nador et Blida commune de Zaouia. L'inventaire est réalisé par des plaques jaunes englués. 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.

Les pièges jaunes englués sont déposés dans les quatre vergés (deux à Timezrite, Nador et Zaouia) a raison de deux plaques par stations, une est déposée au centre des stations et l'autre à l'extrémité (figure 3.10). Ces pièges sont récupérés une semaine après leurs installations et sont entourés par un film alimentaire transparent pour préserver les insectes capturés. Ces plaques sont étiquetées et récupérées pour une identification. L'identification des espèces capturées par les pièges jaunes a été faite au niveau du laboratoire de Zoologie du département de Biotechnologies à l'université de Blida 1.

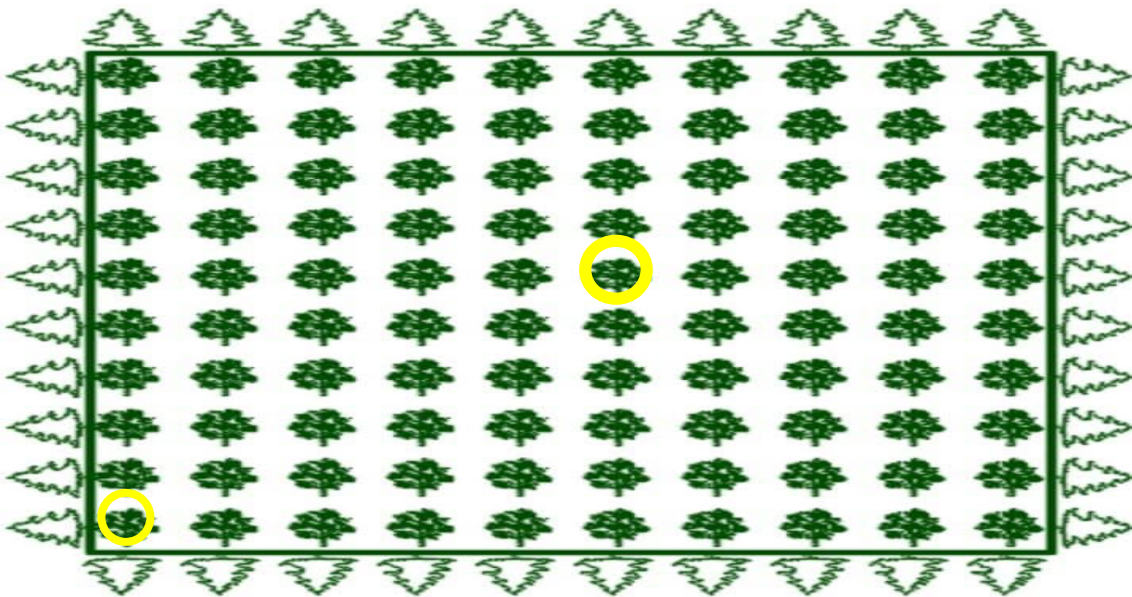


Figure 3. 10. Schéma représentant la position de l'emplacement des pièges jaunes englués.

Matériels utilisés

- Plaques jaunes englués (Figure 3.11).
- Film alimentaire en plastique transparent.
- Loupe binoculaire (au laboratoire) (Figure 3.12).
- Clés de détermination. (Figure 3.12).



Figure 3.11. Matériels utilisé sur le terrain plaques jaunes engluées (Originale ,2019).

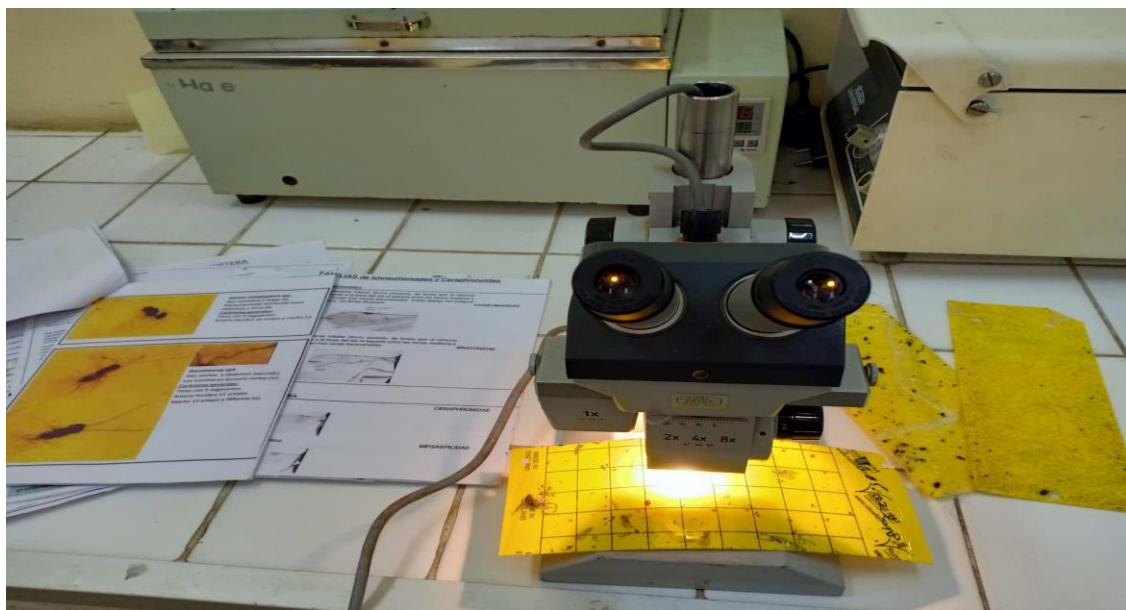


Figure 3.12. Matériel utilisé au laboratoire (Originale ,2019).

III.2.8. Identification des insectes

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 des 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 sis à l'Université polytechnique de Valence, Espagne.

III.3. Indices écologiques

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

III.3.1. Indices écologiques de composition

III.3.1.1. Richesse totale (S)

La richesse totale représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (Muller Y., 1985)

Selon LE JEUNE (Le jeune1990), la richesse totale (S) est le nombre d'espèces inventoriées au moins une fois.

III.3.2. Indices écologiques de structure

III.3.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver

D'après BORNARD et al. (Bornard et al, 1996) 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.

$$p_i = n_i/N$$

N : somme des effectifs des espèces

n_i : Effectif de la population de l'espèce i.

III.4. 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 ont 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 (Motomura . ,1932) : $\log(N) = a * R + b$, où N est l'abondance (valeurs logarithmique) rassemblé pour une espèce et R est la pente (Iganaki, 1967). Nous avons réalisé un test MANOVA l'aide du logiciel SPSS (Version 20.) afin de prendre en considération une vision globale de la différence entre les groupes fonctionnels des différentes stations d'étude.

IV. RESULTATS

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.

IV.1. Inventaire des populations d'insectes dans les stations expérimentales

Le tableau 4.1 représente l'ensemble des espèces entomologiques inventoriées dans les quatre stations d'étude, leurs sommes totales, 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'agrume de la région de Bejaia et les deux vergers de les régions de Tipaza et de Blida durant la période expérimentale Décembre 2018-Mai 2019 a permis de répertorier 67 espèces d'insectes repartis en 29 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 67 espèces entomologique ont été rencontrées dans les quatre stations (Tableau 4.1). Du point de vue richesse spécifique, nous pouvons constater que les familles les plus représentées sont ceux des Coccinellidae représentée par 13 espèces, suivies par les Mymaridae et les Aphelinidae par 9 espèces. Cependant on compte entre 1 espèce à 5 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 des espèces identifiées dans les quatre stations on constate qu'il y a une différence apparente avec des effectifs élevés des espèces déprédatrices au niveau de la station de Bejaia non traitée par rapport à celle des autres stations par contre, pour la plupart des espèces auxiliaires on remarque que les effectifs sont plus importants au niveau de verger Zaouia.

Tableau 4.1. Inventaire des espèces entomologiques dans les quatre stations expérimentales.

Ordre	Super Famille	Famille	Espèce	Bejaia traité	Bejaia non traité	Zaouia	Nador
<i>Thysanoptera</i>		<i>Thripidae</i>	<i>Pezothrips kellyanus</i>	523	850	210	307
			<i>Scirothrips inermis</i>	287	220	203	236
<i>Diptera</i>		<i>Tephritidae</i>	<i>Ceratitis capitata</i>	254	92	4	15
<i>Hemiptera</i>	<i>Aleyrodoidea</i>	<i>Aleyrodidae</i>	<i>Aleurothrixus floccosus</i>	57	2	1103	499
			<i>Dialeurodes citri</i>	144	19	1559	660
	<i>Membracoidea</i>	<i>Cicadelidae</i>	<i>Cicadelidae sp1</i>	0	2	25	130
			<i>Cicadelidae sp2</i>	1	1	0	21
			<i>Cicadelidae sp3</i>	5	4	66	86
	<i>Coccoidea</i>	<i>Diaspididae</i>	<i>Mal Prlatoria ziziphi</i>	18	1	31	32
<i>Aphidoidea</i>	<i>Aphididae</i>	<i>Aphididae</i>	449	155	346	124	
<i>Hymenoptera</i>	<i>Chalcidoidea</i>	<i>Chalcidoidea</i>	<i>Chalcidoidea</i>	3	1	27	3
		<i>Eulophidae</i>	<i>Eulophidae</i>	20	30	5	5
			<i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	7	9	3	1
		<i>Encyrtidae</i>	<i>Microterys nietneri</i>	5	3	0	1
			<i>Metaphycus flavus</i>	6	16	0	0
		<i>Pteromalidae</i>	<i>Pteromalidae</i>	9	27	37	27
			<i>Pachyneuron</i>	6	29	68	40
<i>Aphelinidae</i>	<i>Cales noaki</i>	5	15	417	159		

		<i>Aphytis sp</i>	11	5	1	4
		<i>Aphytis melinus</i>	14	2	2	5
		<i>Aphytis hispanicus</i>	0	0	37	27
		<i>Aphytis chrysomphali</i>	0	0	9	37
		<i>Encarcia sp</i>	2	14	3	23
		<i>Encarcia perniciosi</i>	0	0	0	13
		<i>Aphelinus mali</i>	0	0	10	28
		<i>Marietta sp</i>	0	0	0	2
	<i>Trichogrammatidae</i>	<i>Trichogrammatidae</i>	6	7	11	2
	<i>Mymaridae</i>	<i>Mymaridae</i>	6	2	18	2
		<i>Gonatocerus sp</i>	12	7	36	29
		<i>Comptoptera sp</i>	7	1	2	3
		<i>Polynema sp</i>	0	0	11	4
		<i>Stethynium triclavatum</i>	1	0	4	18
		<i>Alaptus sp</i>	87	35	198	58
		<i>Anagrus sp</i>	15	8	126	53
		<i>Mymar taprobanicum</i>	0	1	1	2
		<i>Anaphes sp</i>	0	1	0	1
<i>Cynipoidea</i>	<i>Cynipoidea</i>	<i>Cynipoidea</i>	8	3	21	5
	<i>Figitidae</i>	<i>Phaenoglyphis sp</i>	14	20	181	71
		<i>Alloxysta sp</i>	5	2	15	11

	<i>Scelionoidea</i>	<i>Selionidae</i>	<i>Scelionidae</i>	175	246	11	9
		<i>Platygastridae</i>	<i>Platygastridae</i>	5	7	26	38
	<i>Ichneumonoidea</i>	<i>Ichneumonidae</i>	<i>Ichneumonidae</i>	16	84	20	31
		<i>Braconidae</i>	<i>Braconidae</i>	53	33	35	53
			<i>Aphidius sp</i>	20	12	146	92
			<i>Alysiinae sp</i>	0	0	54	21
			<i>Opiinae sp</i>	0	0	11	4
			<i>lysiphlibus testaceipes</i>	6	1	0	0
	<i>Ceraphronoidea</i>	<i>Cerapheronidae</i>	<i>Cerapheronidae</i>	24	63	6	13
		<i>Megaspelidae</i>	<i>Megaspelidae</i>	6	9	18	10
<i>Hemiptera</i>		<i>Anthocoridae</i>	<i>Orius sp</i>	4	22	1	0
		<i>Miridae</i>	<i>Pinulatus sp</i>	4	33	1	2
		<i>Lygaeidae</i>	<i>Oxycarinus sp</i>	10	57	0	1
<i>Neuroptera</i>		<i>Chrysopidae</i>	<i>Chrysoperla carnea</i>	7	16	5	3
		<i>Coniopterygidae</i>	<i>Semidalis aleyrodiformis</i>	0	4	0	0
<i>Coleoptera</i>		<i>Coccinellidae</i>	<i>Adalia bipunctata</i>	1	1	0	0
			<i>Adalia decempunctata</i>	4	0	0	0
			<i>Adonia variegata</i>	1	1	0	0
			<i>Chilocurus bipustulatus</i>	0	0	0	3
			<i>Clitostethus arcuatus</i>	0	1	0	7
			<i>Delphastus catalinae</i>	0	0	0	0

		<i>Platynaspis luteorubra</i>	1	3	0	0
		<i>Rhyzobius lophanthae</i>	2	2	0	0
		<i>Rodolia cardinalis</i>	27	0	1	1
		<i>Scymnus interuptus</i>	1	9	1	1
		<i>Scymnys subvillosus</i>	9	45	10	0
		<i>Scymnus mediterranes</i>	1	6	1	2
		<i>Stethorus punctillum</i>	6	14	0	9

IV.2. Caractérisation des communautés entomologiques

IV.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 (Aulakh et *al*, 2006). 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 quatre stations à Timezrite traitée et non traitée (Bejaia) et dans deux stations traitée à Zaouïa (Blida) et Nador (Tipaza) dans un contexte phytosanitaire algérien.

IV.2.2. Diversité spécifique (Diversité de Shannon et équitabilité)

Au totale 67 espèces entomologiques ont été rencontrées dans les quatre stations (Tableau 4.1). Celles-ci ont des peuplements voisins avec un taux de 44.77% des espèces sont en commun. La comparaison entre les différentes stations deux à deux à montrer que les deux stations de Bejaia ont des peuplements très voisins ainsi que les peuplements de la station Zaouïa comparé avec la station de Nador avec des taux respectivement de 86.20% et 81.03%. Par ailleurs, la diversité mesurée par l'indice de Shannon montre une différence significativement ($p=0$) (tableaux 4.3 ,4.4, 4.5, 4.6 et 4.7) que ce soit par la méthode des bootstrap ou celle des permutations entre les différentes stations des trois régions d'études à l'exception des deux stations de Bejaia ou la diversité ne diffèrent pas significativement ($p=0.109$; $p=0.112$) (tableau 4.2). L'indice d'équitabilité tend vers 1 pour les quatre stations d'étude. Les populations d'insectes inventoriés sont équitables dans les quatre stations.

Tableau 4. 2. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre les deux stations de Bejaia.

	Bejaia traité	Bejaia non traité	Boot p(eq)	Perm p(eq)
Taxa S	52	54	0.49	0.568
Shannon H	2.578	2.512	0.112	0.109
Equitability J	0.6525	0.6298	0.052	0.059

Tableau 4. 3. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre la station traitée de Bejaia et la station Zaouia.

	Bejaia traité	Zaouia	Boot p(eq)	Perm p(eq)
Taxa S	52	49	0.714	0.765
Shannon H	2.578	2.431	0	0
Equitability J	0.6525	0.6248	0.037	0.05

Tableau 4. 4. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre la station traitée de Bejaia et la station Nador.

	Bejaia traité	Nador	Boot p(eq)	Perm p(eq)
Taxa S	52	56	0.245	0.266
Shannon H	2.578	2.845	0	0
Equitability J	0.6525	0.7067	0	0

Tableau 4. 5. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre la station non traitée de Bejaia et la station Zaouia.

	Bejaia non traité	Zaouia	Boot p(eq)	Perm p(eq)
Taxa S	54	49	0.482	0.637
Shannon H	2.512	2.431	0.023	0.017
Equitability J	0.6298	0.6248	0.806	0.869

Tableau 4. 6. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre la station non traitée de Bejaia et la station Nador.

	Bejaia non traité	Nador	Boot p(eq)	Perm p(eq)
Taxa S	54	56	0.648	0.648
Shannon H	2.512	2.845	0	0
Equitability J	0.6298	0.7067	0	0

Tableau 4. 7. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre la station Zaouia et la station Nador.

	Zaouia	Nador	Boot p(eq)	Perm p(eq)
Taxa S	49	56	0.029	0.087
Shannon H	2.431	2.845	0	0
Equitability J	0.6248	0.7067	0	0

IV.2.3. Diversité entomologique globale.

La matrice des moyennes mensuelles d'abondance des différentes familles et les espèces recensées dans les quatre 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 48.6% et 21.1% de la variance respectivement sur le plan d'ordination axe1 et axe2 de la DCA (Figure 4.1).

Les résultats de la CAH (Figure4.2) révèlent la présence de trois groupes caractérisant les vergers de Bejaia (traité et non traité), un groupe caractéristique du la station Nador et le dernier groupe caractéristique des deux stations Nador et Zaouia :

L'assemblage du **premier groupe** caractéristique des deux vergers de la wilaya de Bejaia pour le mois du janvier et seulement pour le verger non traité pendant les mois de février et mars est représenté par une forte présence de deux espèces prédatrices : *Adonia variegata*, *Semidalis aleyrodiformis*, et une phytophage : *Oxycarinus sp.* Si on se réfère au tableau 5.1, 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 deuxième Groupe caractéristique des deux vergers de la wilaya de Bejaia pour le mois du janvier Mai et seulement pour le verger traité pour les mois de Février, Mars et Avril est représenté par l'abondance de deux espèces ravageurs : *Pezothrips kellyanus*, *Ceratitis capitata*, quatre espèces parasitoides : *Scelionidae sp*, *Eulophidae sp*, *Ichneumonidae sp*, *Anaphes sp* et dix espèces prédatrices répartie en trois familles dont huit espèces appartenant à la familles des coccinellidae (*Platynaspis luteorubra*, *Delphastus catalinae*, *Adalia decempunctata*, *Rodolia cardinalis*, *Adalia bipunctata*, *Scymnus mediterranes*, *scymnus*

interruptus, *scymnus subvillosus*) une espèce appartenant à la famille des Chrysopidae (*Chrysoperla carnea*) et une espèce à la famille des Miridae (*Pinulatus sp.*).

Le troisième Groupe caractéristique des deux stations de Bejaia présente le même assemblage d'espèces pour le mois Décembre avec une abondance de sept espèces parasitoïdes : *Ceraphronidae*, *Lysiphlibus testaceipes*, *Microterys nietneri*, *Metaphycus flavus*, *Aphytis melinus*, *Citrostichus phyllocnistoides*, *Aphytis sp* et deux espèces prédatrices : *Rhyzobius lophanththae*, *Orius sp*,

Le quatrième Groupe regroupe des espèces présentes dans le verger Nador aux mois d'avril et Mai avec une abondance de trois espèces ravageurs (*Aphididae sp*, *Cicadelidae sp1*, *Scirothrips inermis*) et quinze espèces parasitoïdes : *Stethorus punctillum*, *Aphelinus mali*, *Alloxysta sp*, *Pachyneuron*, *PLatygastridae*, , *Trichogrammatidae*, *Mymar taprobanicum*, *Aphytis chrysomphali*, *Encarsia perniciosi*, *Stethynium triclavatum*, *Braconidae*, , *Comptoptera sp*, , *Encarsia sp*, *Megaspilidae sp*, *Pteromalidae sp* et une seule espèce prédatrice d'*aleurothrixus floccosus* : *Clitostethus arcuatus*

Le cinquième Groupe caractéristique des deux vergers respectivement Nador et Zaouia avec une abondance de treize espèces parasitoïdes : *Cales noacki*, *Polynema sp*, *Chalcididae*, *Cynipoidae*, *Aphidius sp*, *Gonatocerus sp*, *Phaenoglyphis sp*, *Alaptus sp*, *Mymaridae*, *Anagrus atomus*, *Aphytis hispanicus*, *Opiinae sp*, *Alysiinae sp*, une espèce prédatrice : *Chilocurus bipustulatus*, et cinq espèces ravageurs : *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, *Mal parlatoria ziziphi*, *Cicadelidae sp2*, *Cicadelidae sp3*, qui sont abondantes pendant le long de la période d'échantillonnage.

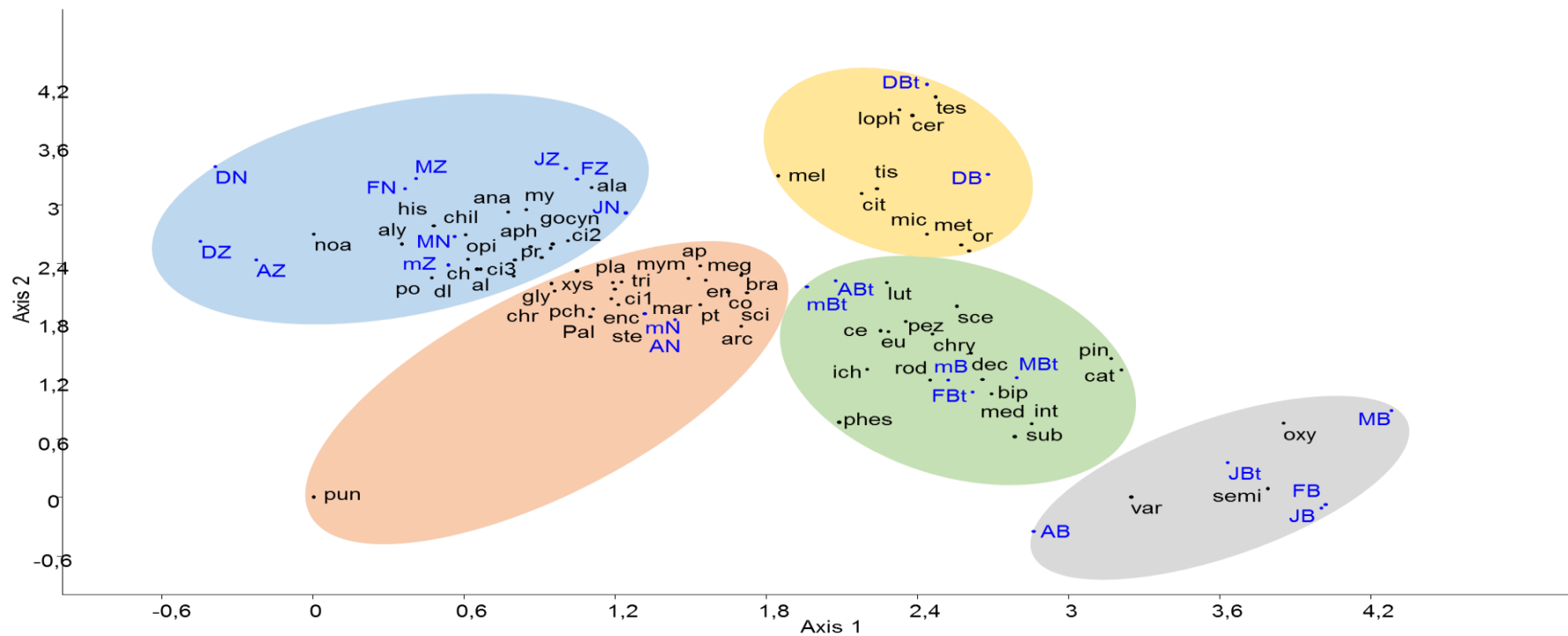


Figure 4.1. Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel AFC.

Liste des abréviations : Pez:P. kellyanus ; Sci : S. inermis ; Ce : C. capitata ; Al :A. floccosus ; DI : D. citri ; Ci1 : Cicadelidae sp1 ; Ci2 : Cicadelidae sp2 ; Ci3 : Cicadelidae sp3 ; Ap : Aphididae ;Pr : Mal P. ziziphi; Ch : Chalcididae sp ; Eu : Eulophidae sp ; Cit : C. phyllocnistoides ; Mic : M. nietneri ; Met : M. flavus ; Pt : Pteromalidae sp ; Pch :Pachyneuron sp ; Noa : C. noaki ; Tis : Aphytis sp ;Mel :Aphytis melinus ;His :Aphytis hispanicus ;Chr :Aphytis chrysomphali ;En :Encarcia sp;Enc : Encarcia perniciosi ; Mal : A. mali ;Mar : Marietta sp ; Tri: Trichogrammatidae sp ; My : Mymaridae sp ; Go: Gonatocerus sp ; Co: Comptoptera sp ; Po: Polynema sp ; Ste : S. triclavatum ; Ala: Alaptus sp ; Ana: Anagrus sp ; Phes: Anaphes sp ; Mym: M. taprobanicum ;Cyn : Cynipoidea ; Gly: Phaenoglyphis sp ; Xys: Alloxysta sp ; Sce : Selionidae sp ; Pla : Platygastriidae sp ; Ich : Ichneumonidae sp ; Bra : Braconidae sp ; Aph : Aphidius sp ;Aly : Alysiinae sp ;Opi :Opiinae sp ; Tes: lysiphlibus testaceipes ; Cer : Cerapheronidae sp ; Meg : Megaspelidae sp ; Or : Orius sp ; Pin : Pinulatus sp ; Oxy : oxycarinus sp ; Chry : C. carnea ;Semi : S. aleyrodiformis ; Bip: A. bipunctata ; Dec: A. decempunctata ; Var: A. variegata; Chil : C. bipustulatus ; Arc: C. arcuatus ; Cat : D. catalinae ; Lut : P. luteorubra ; Loph : R. lophanthae ; Rod : R. cardinalis ;Int : Sc. interruptus ; Sub : Sc subvillosus ; Med :Sc mediterranes; Pun : S punctillum ;

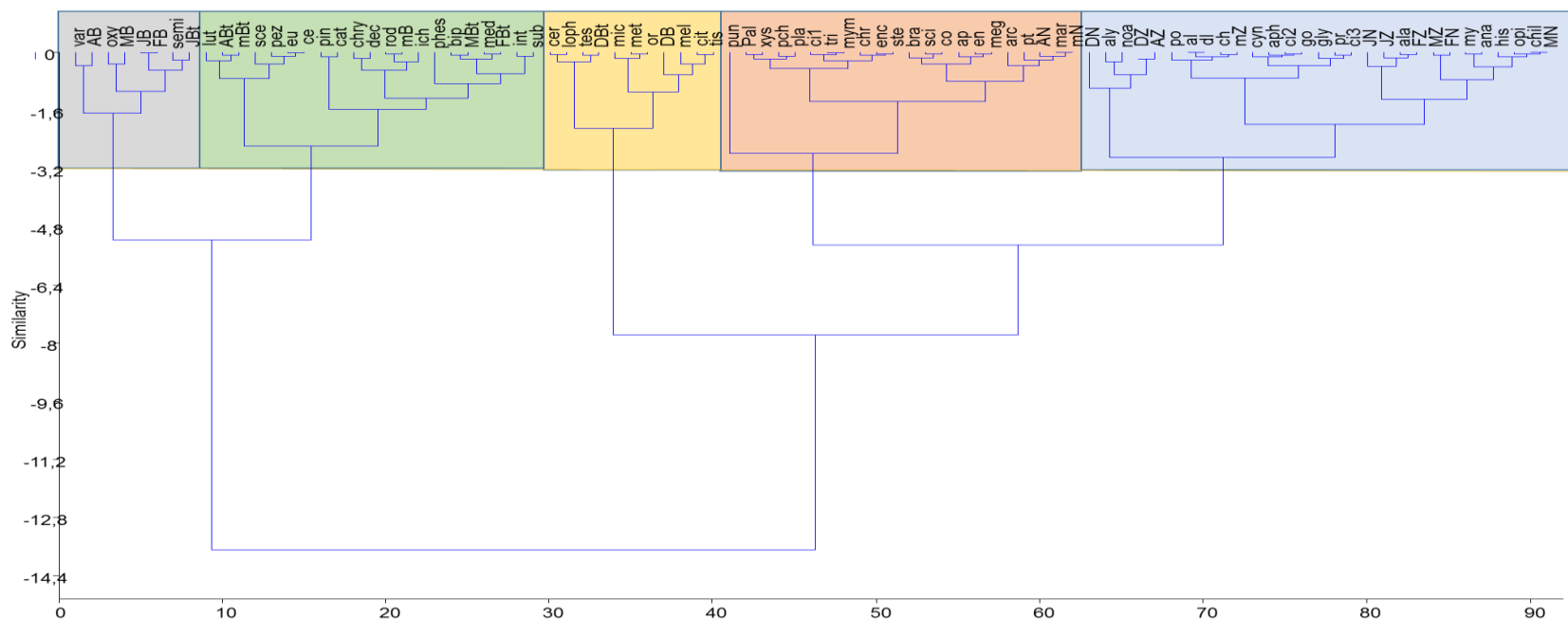


Figure 4.2. Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel CAH.

Liste des abréviations : Pez:P. kellyanus ; Sci : S. inermis ; Ce : C. capitata ; Al :A. floccosus ; Dl : D. citri ; Ci1 : Cicadelidae sp1 ; Ci2 : Cicadelidae sp2 ; Ci3 : Cicadelidae sp3 ; Ap : Aphididae ; Pr : Mal P. ziziphi; Ch : Chalcididae sp ; Eu : Eulophidae sp ; Cit : C. phyllocnistoides ; Mic : M. nietneri ; Met : M. flavus ; Pt : Pteromalidae sp ; Pch :Pachyneuron sp ; Noa : C. noaki ; Tis : Aphytis sp ; Mel :Aphytis melinus ; His :Aphytis hispanicus ;Chr :Aphytis chrysomphali ;En :Encarcia sp;Enc : Encarcia perniciosi ; Mal : A. mali ;Mar : Marietta sp ; Tri: Trichogramatidae sp ; My : Mymaridae sp ; Go: Gonatocerus sp ; Co: Comptoptera sp ; Po: Polynema sp ; Ste : S. triclavatum ; Ala: Alaptus sp ; Ana: Anagrus sp ; Phes: Anaphes sp ; Mym: M. taprobanicum ;Cyn : Cynipoidea ; Gly: Phaenoglyphis sp ; Xys: Alloxysta sp ; Sce : Selionidae sp ; Pla : Platygastriidae sp ; Ich : Ichneumonidae sp ; Bra : Braconidae sp ; Aph : Aphidius sp ;Aly : Alysiinae sp ;Opi :Opiinae sp ; Tes: lysiphilibus testaceipes ; Cer : Cerapheronidae sp ; Meg : Megaspelidae sp ; Or : Orius sp ; Pin : Pinulatus sp ; Oxy : oxycarinus sp ; Chry : C. carnea ;Semi : S. aleyrodiformis ; Bip: A. bipunctata ; Dec: A. decempunctata ; Var: A. variegata ; Chil : C. bipustulatus ; Arc: C. arcuatus ; Cat : D. catalinae ; Lut : P. luteorubra ; Rod : R. cardinalis ;Int : Sc. interruptus ; Sub : Sc subvillosus ; Med :Sc mediterraneus ; Pun : S punctillum .

IV.3. Evolution temporelle des groupes fonctionnels dans les vergers d'études

Nous avons rassemblé les différentes espèces rencontrées sur quatre vergers par groupes trophiques (ravageur, 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 les deux vergers de Bejaia par rapport aux autres vergers pendant la période hivernale. En contrepartie les effectifs des ravageurs augmentent dans les deux stations Nador et Zaouia en printemps par rapport aux autres vergers suivi par Zaouia pendant la période printanière plus précisément aux mois d'avril et mai 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 la période d'échantillonnage avec des effectifs considérablement importants pendant la saison printanière, 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. Pendant cette période les effectifs des ravageurs sont plus importants dans la station Zaouia ou sont à leur maximum à la fin de mois de Mai. Les prédateurs sont plus importants dans la région Zaouia suivi par la région de Bejaia. Le graphe montre aussi que le nombre des parasitoïdes est plus important dans les deux stations de Bejaia pendant la même période.

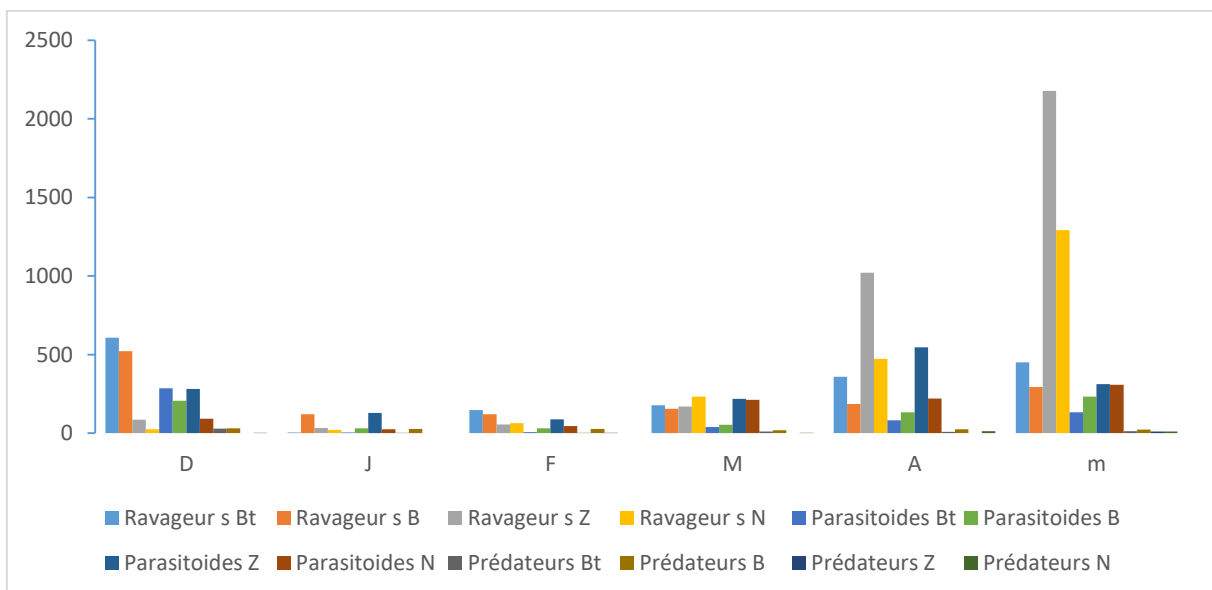


Figure 4.3. Evolution temporelle des groupes fonctionnels durant la période d'étude.

IV.4. Influence des traitements phytosanitaires sur les groupes fonctionnels

La figure 4.4 montre que les effectifs des espèces phytophages et les parasitoïdes sont les plus représentés dans le verger de Zaouïa suivi par le verger de Nador, contrairement aux effectifs des espèces prédatrices et parasitoïdes sont en nombres plus importants dans le verger non traité suivi par le verger traité.

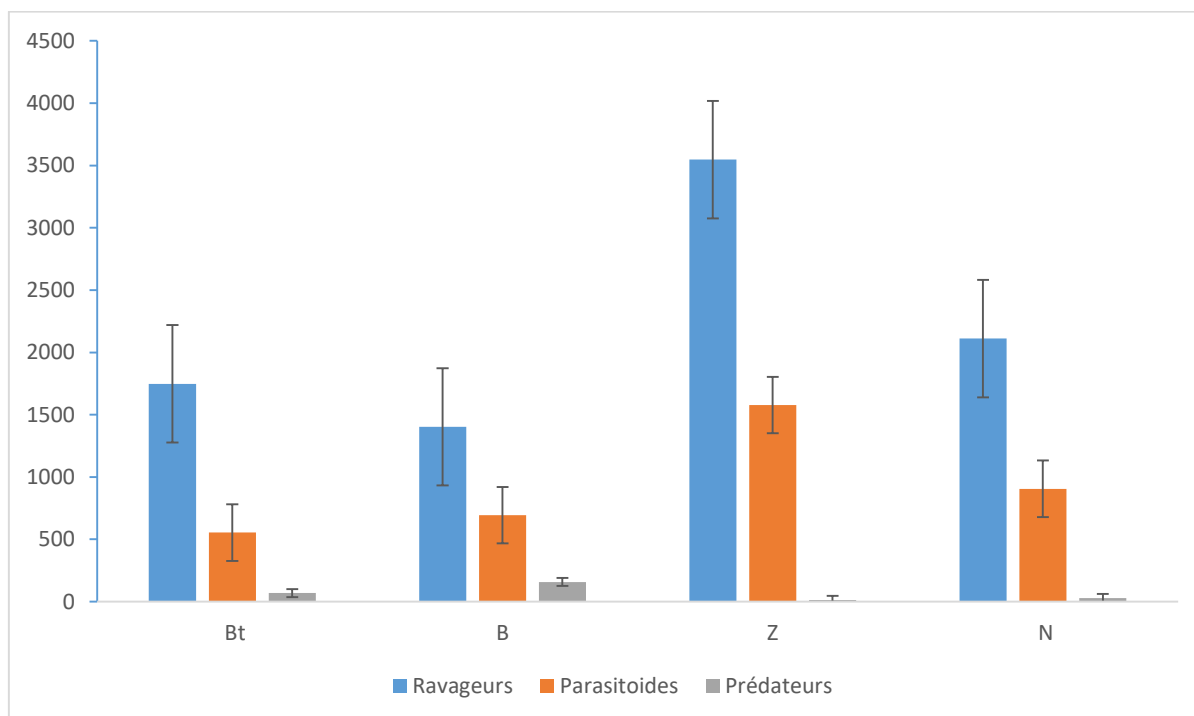


Figure 4.4. Effectifs moyens des groupes fonctionnels.

Les résultats mentionnés dans le tableau 4.8 montrent qu'il y a une différence marginale entre les effectifs des ravageurs de la station Zaouïa et la station Bejaïa non traité avec une probabilité $p = 0.05$ égale à 0.05.

Tableau 4.8. Comparaisons par paire des groupes fonctionnels entre les différentes stations.

Groupe			Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig. ^b	Intervalle de confiance de la différence à 95% ^b	
						Borne inférieure	Limite supérieure
Ravageur	Bejaia traité	Bejaia non traité	57.50	176.60	0.75	-295.76	410.76
		Zaouia	-299.83	176.60	0.09	-653.09	53.43
		Nador	-60.50	176.60	0.73	-413.76	292.76
	Bejaia non traité	Zaouia	-357.333*	176.60	0.05	-710.59	-4.07
		Nador	-118.00	176.60	0.51	-471.26	235.26
	Zaouia	Nador	239.33	176.60	0.18	-113.93	592.59
Parasitoïde	Bejaia traité	Bejaia non traité	-31.00	176.60	0.86	-384.26	322.26
		Zaouia	-168.33	176.60	0.34	-521.59	184.93
		Nador	-57.50	176.60	0.75	-410.76	295.76
	Bejaia non traité	Zaouia	-137.33	176.60	0.44	-490.59	215.93
		Nador	-26.50	176.60	0.88	-379.76	326.76
	Zaouia	Nador	110.83	176.60	0.53	-242.43	464.09
Prédateur	Bejaia traité	Bejaia non traité	-7.00	176.60	0.97	-360.26	346.26
		Zaouia	7.00	176.60	0.97	-346.26	360.26
		Nador	5.67	176.60	0.97	-347.59	358.93
	Bejaia non traité	Zaouia	14.00	176.60	0.94	-339.26	367.26
		Nador	12.67	176.60	0.94	-340.59	365.93
	Zaouia	Nador	-1.33	176.60	0.99	-354.59	351.93

IV.5. Diagrammes rang-fréquence

Pour chaque station, l'ajustement des abondances des communautés (abondance transformée en Log2.) au modèle de Motomura (Motomura, 1932). a été évalué par le calcul du Coefficients de Pearson (Figure 4.5.). 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 (Figure4.5.) 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.

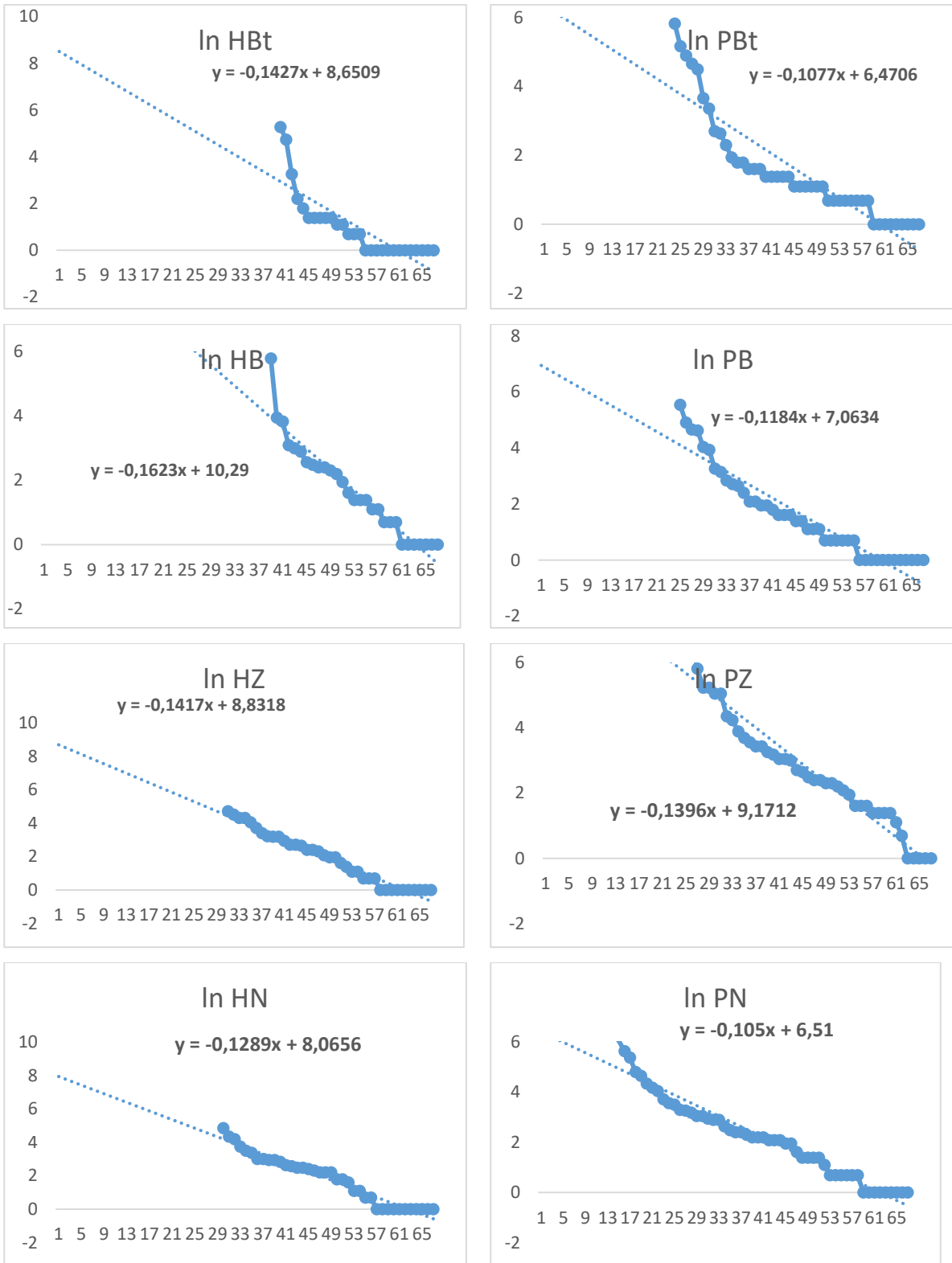


Figure 4.5. Ajustement des fluctuations des abondances des communautés entomologiques de la saison hivernale et printanière au model Motomura dans les stations d'études.

Les fluctuations des abondances (transformées en logarithmes) des communautés des espèces pour les deux 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 quatre vergers. Le tableau 4.9 comporte les résultats finaux des probabilités (P) du rapprochement des fluctuations des groupes entomofauniques au modèle Motomura (Motomura, 1932) et les probabilités (P) associées aux pentes des ajustements des séries géométriques entre les groupes deux à deux dans les vergers d'étude.

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 vergers. Les calculs ont mis en évidence des différences hautement significatives de la diversité des communautés saisonnières à l'exception de la communauté printanière de la station traitée avec les communautés hivernal et printanière de la station traitée a Bejaia qui ne diffère pas significativement ($P= 0,23867 > 5\%$, $0,088614 > 5\%$), la communauté printanière de verger traité a Bejaia qui ne montre pas de différence significative avec les communautés printanière et hivernal respectivement pour les station Zaouia et Nador ($P= 0,62584$ printemps Zaouia $> 5\%$, $P= 0,10087$ Hiver Nador $> 5\%$). Ainsi que communauté hivernale de verger Zaouia ne pas une différence significative avec la communauté printanière de verger Nador ($P= 0,15254 > 5\%$).

La comparaison des pentes a révélé la présence d'une probabilité hautement significative entre les communautés hivernales des quatre vergers.

Tableau 4.9. Résultats des comparaisons des diversités des communautés saisonnières des espèces dans les vergers d'étude.

	Ln Hiver Bejaia traité	Ln Printemps Bejaia traité	Ln Hiver Bejaia	Ln Printemps Bejaia	Ln Hiver Zaouïa	Ln Printemps Zaouïa	Ln Hiver Nador	Ln Printemps Nador
Slope a	-0,14269	-0,10766	-0,16235	-0,1184	-0,1417	-0,13956	-0,1289	-0,10496
err a	0,018501	0,0079406	0,0096739	0,0060938	0,003989	0,0056494	0,0046643	0,0032186
variance (err a) ²	0,0003422870 01	0,000063053128 36	0,000093584341 21	0,000037134398 44	0,0000159121 21	0,000031915720 36	0,000021755694 49	0,000010359385 96
Ln Hiver Bejaia traité								
Ln Printemps Bejaia traité	9,7127 E-07							
Ln Hiver Bejaia	0,001	0,23867						
Ln Printemps Bejaia	4,069 E-10	0,088614	0,0065578					
Ln Hiver Zaouïa	8,1861 E-15	5,1789 E-5	1,3693 E-6	0,010794				
Ln Printemps Zaouïa	3,3134 E-11	0,029143	0,0015961	0,62584	0,035246			
Ln Hiver Nador	6,7743 E-13	0,0013124	4,770 E-5	0,10087	0,35016	0,013155		
Ln Printemps Nador	1,9893 E-24	1,8888 E-9	1,2335 E-5	1,5458 E-5	0,15254	0,00012984	0,013155	

IV.6. Evolution temporelle des effectifs de l'*Aleurothrixus floccosus* et son parasitoïde *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 pics d'importance numérique inégale. Le ravageur est absent de janvier à la fin mars. Le premier pic est enregistré au mois de décembre. Les effectifs de ravageur régressent jusqu'à son absence totale avec le début de janvier. Cette espèce reprend son pullulation avec la fin de mois de mars pour atteindre leurs maximums au début de mois de Mai puis régresse. On remarque que pendant cette période malgré l'application de l'Acitamibride contre ce ravageur les effectifs de ce dernier continuent à augmenter. On remarque une superposition des deux courbes avec des effectifs proches avec son parasitoïde *Cales noacki* (Figure 4.6).

Pour le verger traité on a enregistré un pic vers la fin de Décembre avec des effectifs de parasitoïde qui sont plus importantes ainsi qu'une faible augmentation de ce dernier pendant le mois de Mai (Figure 4.7).

Au niveau de verger zaouia le premier pic est enregistré à la fin de mois de mars. Les effectifs de *Cales noacki* est plus importante que le ravageur. Leurs effectifs régressent après l'application de l'Abamectine puis reprennent leur augmentation à partir de mois d'Avril pour atteindre leur maximum au mois de Mai (Figure 4.8).

Dans le verger Nador les fluctuations enregistrées des deux espèces sont proches au niveau de fluctuation enregistré à la station zaouia avec des effectifs moins importantes (Figure 4.9).

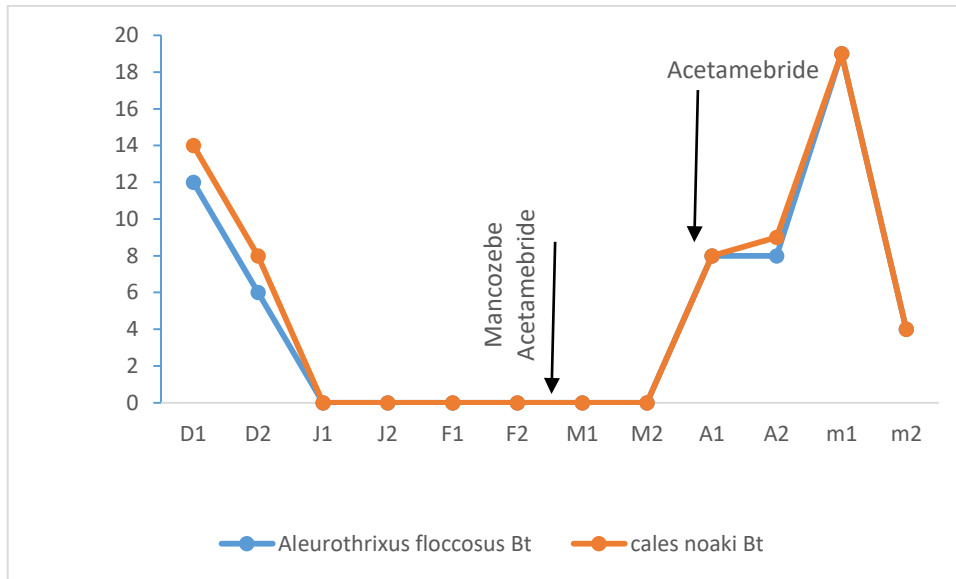


Figure 4.6. Evolution temporelle des captures d'*Aleurothrix floccosus* et son parasitoïde *Cales noacki* dans le verger traité de Bejaia.

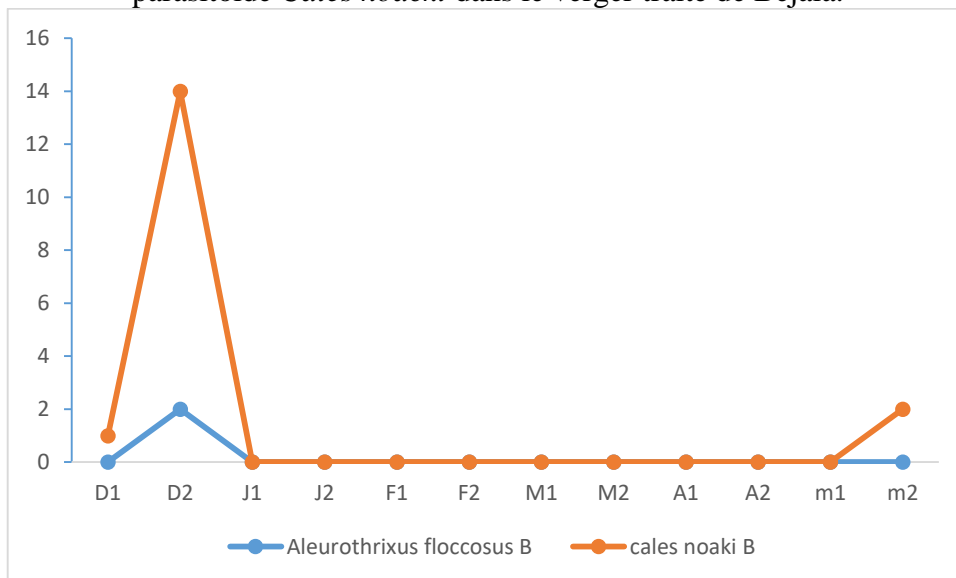


Figure 4.7. Evolution temporelle des captures d'*Aleurothrix floccosus* et son parasitoïde *Cales noacki* dans le verger non traité de Bejaia.

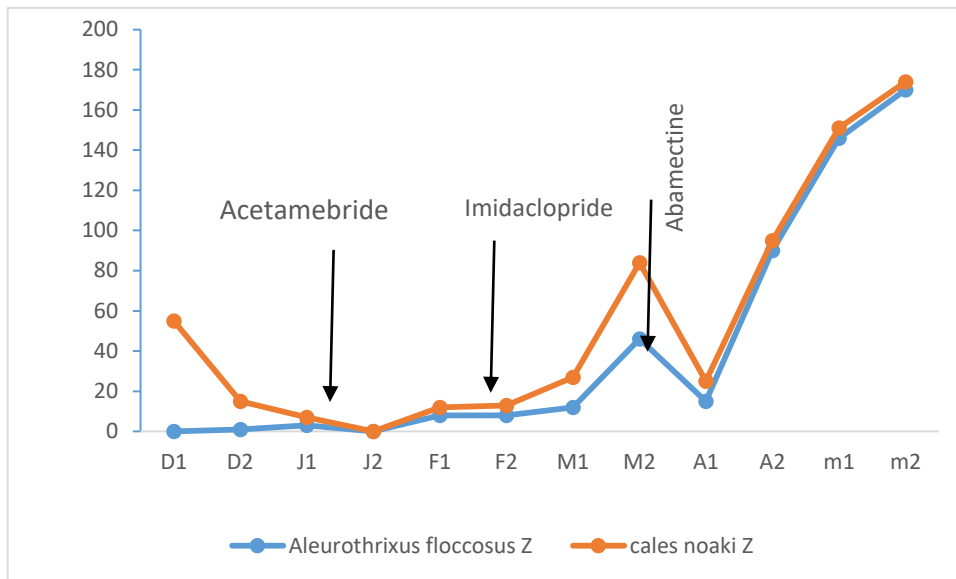


Figure 4.8. Evolution temporelle des captures d'*Aleurothrix floccosus* et son parasitoïde *Cales noacki* dans le verger de Blida (Zaouia).

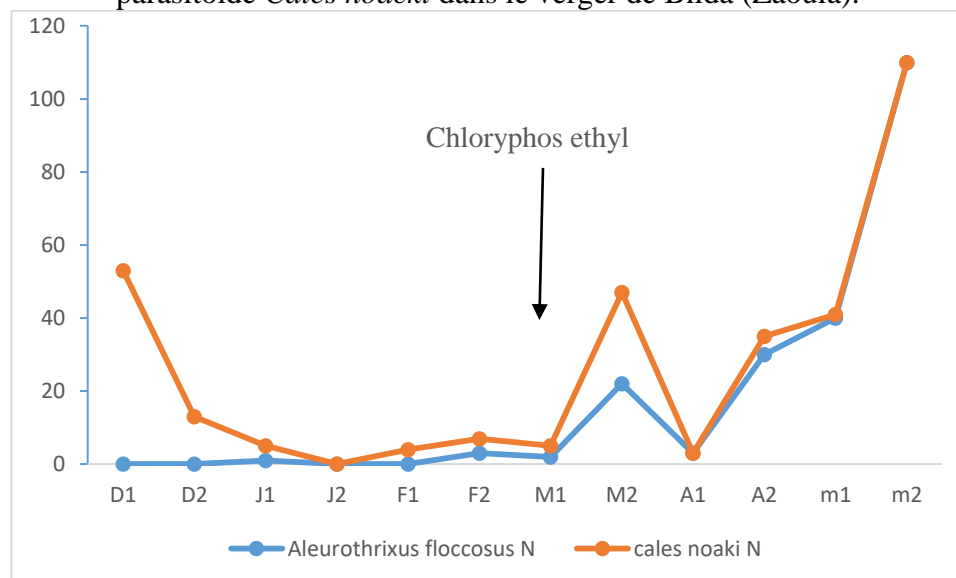


Figure 4.9. Evolution temporelle des captures d'*Aleurothrix floccosus* et son parasitoïde *Cales noacki* dans le verger de Tipaza (Nador).

Discussion générale

L'équilibre de l'écosystème est régi 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 de l'entomofaune dans quatre vergers d'agrumes dans trois différentes durant six mois consécutives s'étalant de Décembre 2018 à Mai 2019 a permis de répertorier 67 espèces d'insectes repartis en 8 ordres et 28 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 67 espèces entomologiques ont été rencontrées dans les quatre stations. Celles-ci ont des peuplements voisins avec un taux de 44.77% des espèces sont en commun. Par ailleurs, la diversité mesurée par l'indice de Shannon montre une différence significativement ($p=0$) que ce soit par la méthode des bootstrap ou celle des permutations entre les différentes stations des trois régions d'études à l'exception des deux stations de Bejaia où la diversité ne diffère pas significativement ($p=0.109$; $p=0.112$). L'indice d'équitabilité tend vers 1 pour les quatre stations d'étude. Les populations d'insectes inventoriés sont équitables dans les quatre stations.

En effet, nous notons que la famille des Coccinellidae est plus diversifiée et plus représentée avec 13 espèces suivi respectivement par les deux familles : Aphelinidae et Mymaridae avec 9 espèces, ces deux dernières familles représentent l'ordre des Hyménoptères.

D'après DAJOZ (Dajoz, 2002), 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. Egalement, il est important de signaler la diversité de leurs formes, leurs riches coloris (Aubert.1999 ; Kromp 1999 ; Floate et al ,1990) Ainsi que la facilité de leur récolte et de leur conservation (Gillott ,1990 ; Barney et al, 1986). 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 (LaSalle ,1993). D'après

PESTIMAL- SAINSAUVEUR (Pestimal et al, 1978), l'ordre des Hyménoptères, en groupant 280.000 espèces, est quantitativement classé le deuxième après les Coléoptères (Arnett, 1985).

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 rend susceptibles aux perturbations environnementales (Lasalle, 1993). 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 (Balachowsky , 1932).

L'évolution des insectes et leur diversité au cours du temps du mois de Décembre (2018) au mois de Mai (2019) varie d'un mois à l'autre.

Les structures des quatre communautés retenues sont bien conformes au modèle de Motomura car les probabilités des coefficients de Pearson sont toutes inférieures à 0.01 (Tableau 5.10) à l'exception de la communauté printanière de la station traitée avec les communautés hivernal et printanière de la station traitée a Bejaia qui ne diffère pas significativement ($P=0,23867 > 5\%$, $0,088614 > 5\%$) , la communauté printanière de verger traité a Bejaia qui ne montre pas de différence significative avec les communautés printanière et hivernal respectivement pour les station Zaouia et Nador ($P=0,62584$ printemps Zaouia $> 5\%$, $P=0,10087$ Hiver Nador $> 5\%$). Ainsi que communauté hivernale de verger Zaouia ne pas une différence significative avec la communauté printanière de verger Nador ($P=0,15254 > 5\%$).

Les stations devraient être bien diversifiés pendant la période printanière (Balachowsky, 1932 ; Balachowsky et al, 1935 ; Smirnoff, 1950 ; Piguet, 1960 ; Argyriou, 1977) s'il n'y avait pas cette différence de diversité du aux traitements chimiques ainsi les caractéristiques climatiques des trois régions d'étude. La différence entre les différentes stations se reflète sur les espèces sensibles aux traitements et l'effondrement des effectifs d'espèces sensibles notamment les auxiliaires au niveau des stations traitées. Aussi, nous avons remarqué

que l'apparition de certaines espèces est tardive au niveau de la station ou 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 (Coulson, 1979), les mauvaises conditions d'hiver affectent l'abondance des insectes. De même LANDIN (Landin, 1961) et HANSKI (Coulson, 1979), 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 pour atteindre leur maximum au mois de mai, 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 (Chaboussou, 1975) ; RIDSDILLSMITH et Hall (Ridsdill et al, 1984); MACQUEEN et al (Macqueen et al, 1986), 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. HUGHES et WALKER (Hughes, 1970). la régression de l'abondance des insectes pendant la période hivernal et automnal 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 (Hughes, 1970), elles déterminent le développement des insectes.

Différents facteurs influencent les agrégations des arthropodes ou des peuplements d'arthropodes : La distribution des différents habitats SOTHERTON (Sotherton, 1984), Le microclimat HONEK, (HONEK, 1998) ou encore la présence de proies (Bohan et al, 2000). 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 (N'Doye, 1975) a noté l'abondance des Hyménoptères Chalcidoidea au niveau de la strate herbacée qui révèlent leur appartenance préférentielle au milieu herbacé.

DAJOZ (DAJOZ, 1971), explique que la discontinuité et la variabilité du milieu naturel constituent un facteur limitatif essentiel de pullulation des organismes.

L'augmentation de la diversité végétale entraîne une augmentation de la diversité des phytophages et en conséquence de leurs prédateurs et parasites (Southwood et al, 1979 ; Tilman, 1997). D'après BARBAULT (Barbault, 1981), 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.

La faune auxiliaire constitue l'un des principaux facteurs de limitation des ravageurs. Parmi cette faune, les coccinelles constituent un groupe entomophage susceptible de jouer un rôle important dans la réduction des populations de pucerons et de cochenilles (SAHARAOUI et GOURREAU, 1998). 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 (Lucas, 2001 ; Lucas, 2005 ; SATO, 2003).

L'hétérogénéité des paysages 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 bords de champs un élément semi-naturels qui jouent un rôle important pour la biodiversité.

Les auxiliaires peuvent coloniser un habitat, mais leur utilité dans la lutte contre les ravageurs dépendra de leur capacité de dispersion dans ce biotope (Tscharntke et al, 2007).

Selon plusieurs auteurs, les auxiliaires généralistes possèdent des capacités de dispersion élevées leur permettant d'échapper temporairement à des milieux perturbés contaminés par 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 (Tscharntke et al, 2007).

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 (DEBRAS, 2007).

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 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 (Benrey et al, 1998).

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 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 groupes.

CONCLUSION

Conclusion

Les problèmes phytosanitaires des agrumes constituent le facteur principal de la faiblesse de la productivité de cette culture. Les cochenilles et les pucerons ainsi que les aleurodes tiennent une place importante parmi les bioagresseurs en agrumiculture.

Les ennemies naturelles des différents bioagresseurs constituent un monde d'une grande complexité qui joue un rôle essentiel dans la régulation de leurs populations. La connaissance approfondie de l'évolution des ravageurs apparaît comme une base préalable à la mise en place d'un bio contrôle.

La lutte à l'aide des parasitoïdes et les prédateurs constitue une solution intéressante donc des connaissances sur la bio écologie et les complexes parasitoïdes- ravageurs et prédateurs-ravageurs nous permet d'assurer un meilleur équilibre.

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.

Il est très important dans l'avenir de poursuivre l'étude de la dynamique des populations des espèces ravageuses 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

CONCLUSION

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

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.

Pour finir, notre espoir est que dans un avenir aussi proche que possible, nous puissions réduire les traitements pesticides. La solution de lutte biologique pure est souvent à échéance lointaine et il n'est pas certain qu'elle pourra trancher tous les problèmes. Nous pensons qu'il faut donc favoriser la lutte intégrée.

REFERENCES

- Altieri M. A., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment. P ; 19–31
- ANONYME, "La protection phytosanitaire des agrumes", Ed. Ciba Geigy, Alger, (1976), 159 p.
- Anonyme, 2006b. Ministère de l'agriculture, statistiques agricoles.
- Anonyme., 2010 :. Définition de pesticide. In Actu-Environnement. Dictionnaire environnement, [En ligne]. http://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/pesticide.php4 .
- Anonyme, 2011. Rubrique Monographie Wilaya. Wilaya de BEJAIA. ANIREF(Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière).6p.
- Anonyme. 2013 : UNCTAD.Agricultural products-Citrus.<http://www.unctad.info/en/Infocomm>
- Anonyme. 2014: FAO, 2014. FAOSTAT <http://faostat3.fao.org/home/E>.
- Anonyme. 2016: FAO.2016.CITRUS FRUIT FRESH AND PROCESSED STATISTICAL BULLETIN 2016
- Anonyme.2018 Année de l'agrumiculture : septembre 2017 – septembre 2018.itafv
- Argyriou L.C., 1977. Données sur la recrudescence d'attaque des cochenilles en Grèce. Rev. Fruits. Vol. 32, n°5, pp. 360-362.
- Arnett, R. H. 1985. American insects: a handbook of the insects of America north of Mexico. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 850 pp.
- Aubert, L.1999. Atlas des coléoptères de France. Tome I. Edition Boubée, Paris, 232 p.
- 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.

Balachowsky A., 1932. Etude biologique des coccidés du bassin occidental et de la méditerranée. Ed. Paul le Chevalier et fils, Paris, 285

Barbault, R., 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson, Paris, 200 p.

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.

Bellabas A., 2012. Rapport de mission. Etude de base sur les Agrumes en Algérie. Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le ProcheOrient. Projet GTFS/REM/070/ITA. ONU pour l'alimentation et l'agriculture. 46p.

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.

Blondel L., 1959 – La culture des agrumes en Algérie. Station expérimentale d'arboriculture de Boufarik. Bull, n)176,25p

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.

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

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

Bonnier G. et Douin R., 1990 - La grande flore, de Gaston Bonnier. Ed. Belin, Paris, p.p. 203 - 204.

Bonvallot, N., 2004. Insecticides organochlorés aux Antilles : identification des dangers et valeurs toxicologiques de référence (VTR). Etat des connaissances. Saint-Maurice Institut de veille sanitaire : 52 p

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.

Boudi M., 2005 - Vulgarisation agricole et pratiques des agrumiculteurs de la Mitidja. Institut national Agronomique, El Harrach, Alger, 133 p.

Brasero et Martin N.,2009. Systématique des Chalcidoidea de l'ambre de l'Oise. University DE MONS- HAINAUT.83 p.

Canadian Association of Physicians for the Environment (CAPE) (2000). Pesticides. In Canadian Association of Physicians for the Environment. Toxics, [En ligne]. <http://www.cape.ca/toxics/pesticides>.

Carrier, G., Robert, C., Brunet., Michèle, B., Nathalie, H., Gosselin., Marie-Josée, D., Yvette, B., 2005. Évaluation de l'exposition humaine aux organophosphorés et des risques associés à l'aide de biomarqueurs urinaires. Département de santé environnementale et santé au travail, Faculté de médecine, Université de Montréal Département de mathématiques et de statistique, Université de Montréal.124p.

Chaboussou F., 1975. Les facteurs cultureux dans la résistance des agrumes vis-à-vis de leurs ravageurs. *St. Zool. Inst. Nat. Rech. Agro.*, Bordeaux, 39 p.

Cloutier, C. et Cloutier C. (1992). Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. In Vincent, C. et Coderre, D. (réd.), *La lutte biologique* (chap. 2, p. 19-88). Boucherville (Québec), Gaëtan Morin Éditeur.

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.

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.

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.

DAJOZ, R., 1971. *Précis d'écologie*. Ed. DUNOD, Paris, 434 p.

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 NIESTLE, Paris, 479 p.

Davies, F.S.; Albrigo, L.G. (1994). *Citrus* . Wallingford: CAB International, 254p

DeBach, P. et Rosen D., 1991. *Biological Control by Natural Enemies*. Cambridge University Press, New York- 'Le staphylin (mal) odorant, *Ocypus olens* ' sur www.myrmecofourmis.fr

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.

DeRocca-Sierra et Ollitrault P. 1992. *Les ressources génétiques chez les agrumes*. Le courrier de l'environnement de l'INRA, 3pp.

Eilenberg J., Hajek A., et Lomer C., 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl* 46, Pp 387–400.

Fabienne A., 2002-*Les agrumes*. Ed. UE, SAEP 68040 ingersheim-Colmar, 69p.

Feener, D.H.J. et Brown, B.V. 1997. *Diptera as parasitoid*. *Annual Review of Entomology* 42 : 73-97.

Floate, K. D., Doane, J. F. et Gillott, C.,1990. *Carabid predators of the weat midge (Diptera-Cecidomyiidae) in Saskatchewan*. *Environ. Entomol.* 19: 1503- 1511.

Floate, K. D., Doane, J. F. et Gillott, C., 1990. La faune de la France illustrée- Coléoptères (première partie). Tome I. Ed. Delagrave, Paris, 192 p.

Gbénonchi., 2008. Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Thèse de doctorat, Sciences des Agro ressources : l'université de Toulouse. 35p.

Gibson, G.A.P., 2009. Revision of new world Spalanginae (Hymenoptera: Pteromalidae). *Zootaxa* 2259, 1-159.

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

Graziella, T., Ionel-Catalin. P., Liviu, O., 2002. Biocapteurs ampérométriques à cholinestérases pour la détermination des pesticides organophosphorés. *Can. J. Chem.* 80 : 315–331.

Hoffmann G.M., Nienhaus F., Schönbeck F., Weltzien H.C., et Wilbert H., 1994. *Lehrbuch der Phytomedizin*. Blackwell Wissenschafts Verlag, Berlin.

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.

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.

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.

Hunter MD, McNeil JN (1997) Host-plant quality influences diapause and voltinism in a polyphagous insect herbivore. *Ecology* 78: 977-986

Iganaki H., 1967. Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive, Vie Milieu 18 : 153–166.

Jacquemond, C., Curk, F. and Heuzet, M., 2013. Les clémentiniers et autres petits agrumes Quae., Versailles: Quae.

Johnson, M.W. (2000). Conservation of natural enemies. In College of Natural Resources – University of California, Berkeley - Center for Biological Control. Biological Control of Pests,

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

Kouassi, M., 2001. La lutte biologique : une alternative viable à l'utilisation des pesticides ? Vertigo. 2(2.) (Thakore, Y., 2006. The biopesticide market for global agricultural use. Industrial Biotechnology. 2(3) :294-208.

Kromp, B., 1999. Carabid beetles in Sustainable agriculture: A review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. Agric. Ecosystem. Environ. 74: 187- 228.

Kumar, R. 1991. La Lutte Contre les Insectes Ravageurs. Karthala et CTA. Paris : 10-311p. ISBN 2- 86537-333-9

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.

Landin, B. O.,1961. Ecological studies of dung beetles. Opusc. Entomol. Suppl. 19: 1-228

Larousse, 2002 - Larousse Agricole. Ed. Larousse, Paris, 767 p

LaSalle J (1993) Hymenoptera, biodiversity In LaSalle J, Gauld ID (éd) Hymenoptera, and biodiversity. p. 197-215, CAB International, Wallingford.

Le Jeune A., 1990. Ecologie alimentaire de loutre (*Hydricteis macubicolis*) au lac Muhazi. Rwanda. Mammalia, T. 54 (1) : 33-45.

Liliana, J., 2007. Étude des risques liés à l'utilisation des pesticides organochlores et impact sur l'environnement et la santé humaine. Sciences de la Terre. Université Claude Bernard - Lyon I.

Loussert R., 1985 – Les agrumes. Ed. J.B. Baillié, Paris, 136p

Loussert R., 1987 - Les agrumes, arboricultures. Ed. Mkalles–Mar Roukoz. Liban. Technique scientifique universitaire, 113 p

Loussert R., 1989 - Les agrumes ‘’. Production. Ed. Sci. Univ. Vol. 2. Liban, 280p

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

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.

Lucas, E., 2005. Intraguild predation among aphidophagous predators. *European Journal of Entomology* 102: 351-364.

Luro FL et al. (2008) Transferability of the EST-SSRs developed on Nules clementine (*Citrus clementina* Hort ex Tan) to other Citrus species and their effectiveness for genetic mapping *BMC genomics* 9:287

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.

Motomura ., 1932. Etude statistique de la population écologique (en japonais). - *Doobutugaki Zassi* 44: 379-383.

Muller Y., 1985. L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord, place dans le contexte medico-européen. Thèse Doctorat., Univ de Dijon, 318 p.

Mutin G ., 1977 – La Mitidja Décolonisation et espaces géographiques. Ed. OPU. Alger, 607p

N'Doye, M., 1975. Répartition altitudinale d'une faune entomologique au-dessus d'une prairie. Cahier de L'ORSTOM, Série Biologie X: 35- 39.

Ollitrault P, Luro F (1997) Les agrumes. In: Charrier A, Jacquot M, Hamon S, Nicolas D (eds) Amélioration des plantes tropicales. CIRAD-Orstom, p 623.

Onil, S., Gaétan, C., Lyse, Lefebvre., 2007. Atteinte de systèmes consécutive à une exposition aux insecticides organophosphorés ou carbamates maladie à déclaration obligatoire d'origine chimique ou physique. Institut national de santé publique du Québec. 123p. ISBN 13 : 978-2-550- 49988-6.

Pestimal- Sainsauveur, R., 1978. Comment faire une collection de papillons et autres insectes. Ed. GUY Authie, Paris, 172 p.

Piguet P., 1960. Les ennemis animaux des agrumes en Afrique du Nord. Ed. Soco-Schell, Algérie, 117 p. 103.

Praloran J. C., 1971 - Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicales. Ed. Maisonneuve et Larox, T. 11 et 12, Paris, 665 p.

Praloran J. C., 1971. Les agrumes. Techniques agricoles et productions tropicales. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 561 pp.

Price PW (1991) The plant vigor hypothesis and herbivore attack. *Oikos* 62: 244-251

Principi M.M. et Canard M., 1974 - Les Névroptères in : Les organismes auxiliaires en vergers de pommiers. OILB/SROP, brochure n°3, pp151-162.

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.

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.

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.

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.

Sotherton, N. W. 1984. The distribution of predatory arthropods over wintering on farmland. *Annals of Applied Biology* 105: 423- 429.

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.

Tanaka, T., 1933. Acclimatation des Citrus hors de leur pays d'origine. *Rev. Bot. Appliq.*, 389–398.

Tilman, D., 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*. 277: 1300- 1302.

Tscharntke, 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.

U.S. Congress, Office of Technology Assessment (1995). Biologically based technologies for pest control. In Princeton University. *Biologically based technologies for pest control*, [En ligne]. <http://www.princeton.edu/~ota/disk1/1995/9506/9506.PDF> (Page consultée le 20 janvier 2010).

Van Driesche R.G. et Bellows T.S., 1996. *Biological control*. Chapman and Hall, New York. DOI : 10.1007/978-1-4613-1157-7

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.

Van-Ee S., 2005 - La culture fruitière dans les zones tropicales. Wageningen Reboijr H. (1966) - *Des agrumes - Manuel des cultures de Citrus pour le bassin Méditerranéen*. Ed. Baillière et Fils, Paris, 264 p

Vincent C., Coderre D., 1992. *La lutte biologique*. Gaëtan Morin, Québec, Canada. p. 19-88

Walali-Loudyi D. E. M., Skiredji A. et Hassan E., 2003 - Fiches techniques : le bananier, la vigne, les agrumes. Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, 4 p. ; Van-Ee S., 2005 - La culture fruitière dans les zones tropicales. Wageningen Reboijr H. (1966) - Des agrumes - Manuel des cultures de Citrus pour le bassin Méditerranéen. Ed. Baillère et Fils, Paris, 264 p.

Weeden, C.R., Shelton, A.M. et Hoffman, M.P. (2007). Biological Control : A Guide to Natural Enemies in North America, [En ligne]. <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/info/needstatus.html> (Page consultée le 3 décembre 2009).

APPENDICE

APPENDICE A

Station de Bejaia

Sorties	Mois	Dates
1	Décembre	02-08/12/2018
2	Décembre	16-23/12/2018
3	Janvier	29/12/2018-06/01/2019
4	Janvier	13-20/01/2019
5	Fevrier	-27/01-04/02/2019
6	Fevrier	10-18/02/2019
7	Mars	25/02-04/03/2019
8	Mars	11-18/03/2019
9	Avril	25/03-01/04/2019
10	Avril	08-15/04/2019
11	Mai	22/29/04/2019
12	Mai	05-12/05/2019

Station de Zaouia

Sorties	Mois	Dates
1	Décembre	04-10/12/2018
2	Décembre	18-25/12/2018
3	Janvier	31/12/2018-08/01/2019
4	Janvier	15-22/01/2019
5	Fevrier	29/01-06/02/2019
6	Fevrier	12-20/02/2019
7	Mars	27/02-06/03/2019
8	Mars	13-23/03/2019
9	Avril	27/03-03/04/2019
10	Avril	10-17/04/2019
11	Mai	24/04-01/05/2019
12	Mai	07-14/05/2019

Station de Nador

Sorties	Mois	Dates
1	Décembre	06-15/12/2018
2	Décembre	20-27/12/2018
3	Janvier	03-10/01/2019
4	Janvier	17-24/01/2019
5	Fevrier	31/01-08/02/2019
6	Fevrier	15-22/02/2019
7	Mars	01-08/03/2019
8	Mars	15-22/03/2019
9	Avril	29/03-05/04/2019
10	Avril	12-19/04/2019
11	Mai	26/04-03/05/2019
12	Mai	10-17/05/2019