

UNIVERSITE BLIDA I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Biotechnologies

MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité: Biodiversité-Bioprotection

**IMPACT DES MILIEUX ENVIRONNANTS SUR LA BIODIVERSITE
FONCTIONELLE DES ENTOMOPHAGES**

Par

Fouzia SELMANE

Devant le jury composé de:

A.BenrimaGuendouz	Professeur, U. Blida I	Présidente
L.Allal-Benfekih	Professeur, U. Blida I	Promotrice
Z.E.Djazouli	Professeur, U. Blida I	Examineur
F.Marniche	Maître de conférences classe A. ENSV	Examinatrice

Blida, Décembre 2017

RESUME

Impact des milieux environnants sur la biodiversité fonctionnelle des entomophages

Les communautés d'entomophages ont été étudiées sur une période de 5 mois, au niveau de deux vergers d'agrumes entourés de diverses parcelles cultivées et localisés dans la région de Rouïba. Les échantillonnages des taxons utiles ont été réalisés par fauchage de la strate herbacée et par capture à l'aide de plaques jaunes engluées disposées au sein des canopées des arbres de citronnier et de nectarinier/oranger. Les résultats ont montré une diversité importante des communautés des auxiliaires dans les deux vergers. Sur citronnier, la disponibilité entomofaunique est représentée par une richesse totale de 48 espèces réparties en 1079 individus et 20 familles dominées par celle des Aphelinidae (61,53%). Sur nectarinier/oranger, la disponibilité entomofaunique était moins importante avec une richesse spécifique de 44 taxons seulement répartis en 547 individus et 19 familles dominées également par les Aphelinidae (26,70%) suivie par la famille des Encyrtidae (15,35 %) et des Platygastriidae (15,17%). La diversité dans les deux vergers d'étude est relativement élevée avec 2,94 bits dans le verger du citronnier et de 3,10 bits dans celui du nectarinier/oranger. Les assemblages des prédateurs et parasitoïdes sont représentés principalement par des spécialistes aphidiphages et coccidiphages qui sont inégalement répartis dans le temps et dans l'espace. La richesse en ces espèces semble conditionnée notamment par la disponibilité de leurs proies et la surface de l'habitat ainsi que par le voisinage des parcelles cultivées et de la végétation spontanée entre ces parcelles, la structure du paysage de la parcelle mais aussi les températures. Les conditions locales des vergers pourraient influencer sur la répartition des entomophages. Les plantes spontanées trouvées soit à l'intérieur ou aux alentours des vergers semblent constituer des populations d'hôtes et de proies alternatifs ce qui permet une continuité de développement pour les entomophages.

Mots clés : Milieux environnants, biodiversité fonctionnelle, entomophages, agrumes, activité anthropique.

ABSTRACT

Impact of surrounding environments on functional biodiversity of entomophagous communities

The entomophagous communities were studied over a period of 5 months, at two Citrus orchards surrounded by various cultivated plots and located in the Rouïba region. Sampling of useful taxa was done by mowing the herbaceous layer and capturing with yellow sticky traps in the canopy of the lemon and nectarine / orange trees. The results showed an important diversity of auxiliary communities in both orchards. On lemon trees, entomofaunic availability is represented by a total richness of 48 species distributed in 1079 individuals and 20 families dominated by the Aphelinidae (61.53%). On nectarine / orange trees, the entomofaunic availability was less important with a species richness of only 44 taxons distributed in 547 individuals and 19 families also dominated by Aphelinidae (26.70%) followed by the family Encyrtidae (15.35%) and Platygastriidae (15.17%). The diversity in the two study orchards is relatively high with 2.94 bits in the lemon trees orchard and 3.10 bits in the nectarine / orange trees. The assemblages of predators and parasitoids are mainly represented by aphidiphagous and coccidiphagous specialists who are unequally distributed over time and space. The richness of these species seems conditioned by the availability of their prey and the surface of the habitat as well as by the vicinity of the cultivated parcels and the spontaneous vegetation between these parcels, the structure of the landscape of the parcel and also the temperatures. Local orchard conditions may influence the distribution of entomophagous communities. Spontaneous plants found either in or around orchards appear to be alternative hosts and prey populations, which allows developmental continuity for entomophagous communities.

Keywords: surrounding environments, functional biodiversity, entomophagous communities, Citrus, anthropogenic activity.

ملخص

تأثير البيئات المحيطة على التنوع البيولوجي الوظيفي للحشرات المفترسة للحشرات

تم دراسة مجتمعات الحشرات المفترسة للحشرات في مدة تقدر ب خمسة أشهر على مستوى بستانين للحمضيات تحيط بهما عدة مساحات مزروعة ويقعان في منطقة الروبية، أخذ العينات تحقق عن طريق الاصطياد بشبكة الحشرات على مستوى النباتات العشوائية و كذلك وضع الفخاخ الصفراء اللاصقة على مستوى أشجار الليمون و كذا النيكترارين/البرتقال. على ضوء هذه الدراسة تبين وجود تنوع مهم من مجتمعات الأعداء الحيوية المساعدة في كل من البستانين بثروة إجمالية قدرها 480 نوع وتوافر 1079 فرد من الحشرات، تنتمي إلى 20 فصيلة في بستان الليمون، مع هيمنة فصيلة Aphelinidae (61.53%). أما بالنسبة للبستان الثاني كان التنوع أقل نسبيا ب 44 نوع و 547 فرد موزعون على 19 فصيلة. تشير النتائج إلى أن الأنواع التي تنتمي إلى فصيلة Aphelinidae تمثل الأغلبية بنسبة 26.70٪، تليها فصيلة Encyrtidae و Platygastridae بنسبة 15.35٪ و 15.17٪ على التوالي. قيم مؤشر التنوع شانون ويفر في البستانين مرتفعة نسبيا حيث أنها تساوي 2.94 bits في بستان الليمون و 3.10 bits في بستان النيكترارين/البرتقال، وقد تبين كذلك من خلال هذه الدراسة أن هذه الحشرات النافعة الموجودة على مستوى البستانين تتمثل بصفة أساسية في تجمع فئتين للحشرات : المفترسة والطفيلية ممثلة أساسا في الحشرات المتخصصة في مهاجمة المن و كذا المتخصصة في مهاجمة الحشرات القشرية و التي تتوزع بشكل غير متساو في الزمان والمكان. كما أن التنوع يعتمد بشكل خاص على توافر فريستها وعلى مساحة الموئل وكذلك على مقربة المساحات المزروعة والنباتات العشوائية الموجودة بينهم إضافة إلى عامل درجة الحرارة. كذلك المعلومات المحلية للبستان لها تأثير كبير على توزيع هذه الحشرات. فيما أن النباتات العشوائية الموجودة داخل وحول البستان تعتبر ملجأ يحوي على مجموعات من العوائل والفرائس البديلة التي تسمح باستمرار حياة و تطور هذه الأعداء الحيوية.

كلمات البحث: البيئات المحيطة، التنوع البيولوجي الوظيفي، الحشرات المفترسة للحشرات، الحمضيات، النشاط البشري.

REMERCIEMENTS

Je remercie DIEU tout puissant, de m'avoir donné la volonté, le courage, la santé et la patience d'accomplir ce travail.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à ma promotrice Mme ALLAL BENFEKKIH L. Professeur à l'université de Blida 1, pour ses orientations et l'aide qu'elle m'a donnée, qu'elle trouve ici l'expression de ma reconnaissance et mon profond respect pour sa patience et ces précieux conseils.

Je tiens à remercier vivement Mme. BENRIMA-GUENDOZ A. Professeur à l'université de Blida 1, d'avoir accepté de présider le jury.

Mes remerciements vont également à M. DJAZOULI Z. E. Professeur à l'université de Blida 1 et Mme. MARNICHE F. Maître de conférences classe A à ENSV d'El Harrach, qui ont accepté d'examiner ce travail.

Je tiens à remercier fortement tous les enseignants du département de la biotechnologie de l'université Saad Dahlab Blida.

Je tiens à exprimer mes profonds remerciements à M. Benzara A. Professeur à ENSA d'El Harrach et M. Saharaoui L. Maître de conférence à l'université de Boumerdes, pour ses aides et conseils précieux. Je tiens à remercier également tous les agriculteurs qui ont m'aidé pour la réalisation du côté pratique dans des bonnes conditions.

Enfin, Je destine mes vifs remerciements à tous les gens qui m'ont soutenus moralement et m'ont encouragé durant le long de l'achèvement de ce travail et à tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin, trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Fouzia

DEDICACE

Je dédie ce mémoire aux êtres les plus chers dans ma vie

A La mémoire de mes chers parents :

Ma mère et mon père, qui ont éclairé mon chemin et qui ont été toujours à ma coté toute au long de leurs vies pour avoir réussi, de par ses amours, ses soutiens, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute leurs présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A Mes frères Abderrahmen, Rabeh et Lakhder, mes soeurs Faiza, Soad, Zohra et Nabila qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A ma grande famille du grand au petit

A tous mes amies et amis surtout

: Saliha, Kheira, Hafsa, Khadidja, Amina, Amel, Karima, Hadjira, Mounia, Sarah, Razika, Wardia, Aziza et Nadia.

A tous mes collègues de magister: Mounia, Sarah, Karima, Amina, Fatima Z, Sofiane et Khaled.

A tous mes amis de l'enfance et du long parcours scolaire

Et à toutes les personnes qui me connaissent de près ou de loin.

Fouzia

TABLE DES MATIERES

RESUME	
ABSTRACT	
ملخص	
REMERCIEMENTS	
DEDICACE	
TABLE DES MATIERES	
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	
INTRODUCTION.....	13
CHAPITRE 1. LES PRINCIPAUX GROUPES D'ENTOMOPHAGE DES MILIEUX CULTIVES	15
1.1. Prédateurs.....	15
1.1.1. Neuroptères	15
1.1.1.1. Famille de Chrysopidae (Chrysopes)	16
1.1.1.2. Hemerobiidae.....	17
1.1.1.3. Coniopterygidae.....	17
1.1.2. Diptères prédateurs.....	18
1.1.2.1. Syrphes.....	18
1.1.2.2. Cecidomyiidae et autres diptères.....	18
1.1.3. Coléoptères prédateurs.....	20
1.1.3.1. Coccinelles	20
1.1.3.2. Les Cantharides.....	24
1.1.3.3. Les Carabidés.....	24
1.1.4. Hémiptères prédateurs.....	25
1.2. Parasitoïdes.....	26
1.2.1. Hyménoptères parasitoïdes	26
1.2.2. Diptères parasitoïdes	26
CHAPITRE 2.FACTEURS INFLUENÇANT LA BIODIVERSITE FONCTIONNELLES CHEZ LESINSECTES	27
2.1. Définition de la biodiversité.....	27
2.2. La biodiversité fonctionnelle.....	27
2.2.1. Les composantes de la biodiversité fonctionnelle.....	27
2.2.1.1. Composantes ressources	28
2.2.1.2. Composantes destructrices	31
2.2.1.3. Composantes productives	31
2.3. Facteurs influençant la biodiversité et l'abondance des arthropodes dans un milieu.....	32
2.3.1. Aménagement des paysages	32
2.3.1.1. Habitat	33
2.3.1.2.Travail du sol	34
2.3.2. Pesticides.....	34
2.3.3. Fertilisation et rotations	34
2.3.4. Maitrise de l'eau.....	35

2.3. Le maintien de la biodiversité	36
CHAPITRE 3. MATERIELS ET METHODES	
3.1. Présentation de la région d'étude.....	37
3.1.1. Situation géographique.....	37
3.1.2. Caractéristiques climatiques.....	38
3.1.2.1. Température.....	38
3.1.2.2. Pluviométrie.....	38
3.1.2.3. Vent.....	39
3.1.2.4. Humidité relative de l'air.....	39
3.1.3. Synthèse climatique.....	40
3.1.3.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	40
3.1.3.2. Climagramme pluviothermique d'Emberger.....	40
3.2. Objectif, choix et description de la station d'étude.....	42
3.2.1. Objectif.....	42
3.2.2. Choix et description de site d'étude.....	42
3.2.2.1. Verger de nectarinier/oranger.....	43
3.2.2.2. Verger de citronnier.....	43
3.3. Méthodologie d'étude et identifications	44
3.3.1. Méthode du fauchage.....	44
3.3.2. Méthode des plaques jaunes engluées.....	44
3.3.3. Identifications de l'entomofaune utile.....	45
3.4. Analyse des données.....	47
3.4.1. Indices écologiques de composition.....	47
3.4.1.1. Richesse totale (S).....	47
3.4.1.2. Abondance relative ou Fréquence centésimale (%).....	47
3.4.1.3. Fréquence d'occurrence ou constance.....	47
3.4.1.4. Indices de diversité de Schannon et équitabilité.....	48
3.5. Analyses statistiques.....	49
3.5.1. Analyses multivariées AFC/CAH.....	49
CHAPITRE 4: RESULTATS	
4.1. Inventaire de l'entomofaune utile capturée par piégeage.....	50
4.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques	53
4.2.1. Indices écologiques de composition.....	53
4.2.1.1. Richesse.....	53
4.2.1.2. Fréquence centésimale ou abondance relative (%).....	54
4.2.1.3. Fréquences d'occurrence ou constance (%).....	63
4.2.2. Indices écologiques de structure.....	67
4.3. Estimation de la variation de la biodiversité.....	67
4.3.1. Estimation de la variation de la biodiversité spatiale et temporelle entre les deux vergers d'étude.....	67
4.3.2. Variation temporelle en abondance des principaux entomophages rencontrés.....	69
4.3.2.1. Verger du citronnier.....	69
4.3.2.2. Verger du nectarinier/oranger.....	70
4.4. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C) et Classification ascendante hiérarchique (C.A.H) appliquée aux espèces entomophages	71

recensées dans les deux vergers.....	
4.4.1. Cas du citronnier.....	71
4.4.2. Cas du nectarinier/oranger.....	74
4.4.3. A.F.C/C.A.H comparée.....	76
CHAPITRE 5: DISCUSSION.....	79
CONCLUSION	90
APPENDICES.....	92
REERENCES.....	96

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableau1.1 : Autres familles des diptères prédateurs d'insectes.....	19
Tableau1.2 : Les coccinelles entomophages classées en fonction de leur mode de nourriture.....	23
Tableau 1.3 : Quelques insectes de la famille de Carabidae prédateurs.....	25
Tableau 3.1 : Température moyennes, minimales et maximales mensuelles de la région de Dar El Beida de l'année 2014.....	38
Tableau 3.2 : Moyennes pluviométriques mensuelles en mm de la région de Dar El Beida de l'année 2014.....	39
Tableau 3.3 : Moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen (en m/s).....	39
Tableau3.4 : Humidité moyenne mensuelle en% de la région de Dar El Beida durant l'année 2014.....	39
Tableau 4.1 : Entomofaune utile récoltée dans la station d'étude.....	50
Tableau 4.2 : Richesse totale et moyenne en espèces entomophages dans les vergers de citronnier et de nectarinier/oranger.....	53
Tableau 4.3 : Valeurs de la fréquence centésimale (%) relatives en fonction de différents ordres d'espèces entomophages dans les deux vergers d'études de Rouïba.....	54
Tableau 4.4 : Valeurs de la fréquence centésimale (%) relatives en fonction de différentes familles des espèces entomophages dans les deux vergers d'études de Rouïba.....	56
Tableau4.5 : Valeurs de la fréquence centésimale (%) relatives des espèces entomophages dans les deux vergers d'études de Rouïba.....	59
Tableau 4.6 : Fréquence d'occurrence des espèces entomophages capturées dans les deux vergers d'étude.....	64
Tableau 4.7 : Valeurs de l'indice de diversité Shannon (H'), de l'indice de diversité maximale ($H'max$) et de l'indice d'équitabilité appliquées aux espèces entomophages recensées dans les deux vergers	67

étudiés.....	
Tableau 4.8 : Variation spatio-temporelle de la richesse en espèces entomophages au niveau de deux vergers d'étude.....	68
Tableau 4.9 : Effectifs mensuels d'individus des espèces entomophages les plus importantes dans le verger de citronnier.....	69
Tableau 4.10 : Effectifs mensuels des individus de quelques espèces entomophages dans le verger de nectarinier/oranger.....	70

Liste des figures

Figure 1.1 : Larve de Chrysopidae.....	16
Figure 1.2 : Larve d'Hemerobiidae.....	17
Figure 1.3 : Larves de Syrphidae prédatrices.....	19
Figure 1.4 : <i>Coccinella septempunctata</i> attaque les pucerons.....	21
Figure 1.5 : Larve de la coccinelle à deux points dans les colonies de pucerons.....	21
Figure 1.6 : Larves d' <i>H.axyridis</i> prédatent une larve de <i>Coccinella septempunctata</i>	21
Figure 1.7 : Adulte <i>Stethorus punctillum</i> se nourrit de deux acariens <i>Tetranychus urticae</i>	22
Figure 1.8 : <i>Rodolia cardinalis</i> se nourrit d' <i>Icerya purchasi</i>	23
Figure 1.9 : Genre <i>Orius</i> prédateur de thrips.....	25
Figure 2.1 : Les diverses composantes de la biodiversité spécifique.....	31
Figure 3.1 : Carte de localisation de site d'étude dans la plaine de la Mitidja orientale.....	37
Figure 3.2 : Diagramme ombrothermique et climagramme d'emberger de la région de Mitidja orientale sur 11 ans de 2004 à 2014.....	41
Figure 3.3 : Présentation du site d'étude expérimentale de Rouïba.....	42
Figure 3.4 a : Verger de Nectarinier/oranger.....	43
Figure 3.4 b : Verger de Citronnier.....	43
Figure 3.5 : Utilisation des plaques jaunes engluées pour les captures de l'entomofaune circulante dans les vergers d'étude.....	45
Figure 3.6 : Morphologie du flagelle et de tibia de <i>Signiphoridae</i> (<i>Chartocerus</i>).....	46

Figure.3.7 : Morphologie alaire et antenne de <i>Platygastridae</i> genre <i>Allotropia</i>	46
Figure 3.8 : Morphologie de l'aile antérieure de <i>Braconidae</i> (<i>Aphidius</i>)...	46
Figure3.9 : Morphologie de l'aile antérieure de <i>Braconidae</i> (<i>Lysiphlebus</i>)	46
Figure3.10 : Vue générale d'adulte de <i>Pteromalidae</i>	46
Figure3.11 : Vue générale d' <i>Encyrtidae</i> (<i>Encyrtinae</i>).....	46
Figure 3.12 : <i>Asilidae</i> : Tête en vue frontale	46
Figure 3.13 : Vue générale d' <i>Aphelinidae</i>	46
Figure 4.1 : Photos de quelques entomophages recensés dans les deux vergers étudiés.....	52
Figure 4.2 : Abondances relatives des ordres d'entomophages capturés dans les vergers étudiés.....	55
Figure 4.3 : Abondances relatives des familles d'espèces entomophages capturées dans les vergers étudiés.....	58
Figure 4.4 : Abondances relatives des espèces entomophages capturées dans les vergers étudiés.....	62
Figure 4.5 : Variation spatio-temporelle de la richesse en espèces entomophages au niveau de deux vergers d'étude : citronnier et nectarinier/oranger.....	69
Figure 4.6 : Variation de l'abondance temporelle des entomophages les plus importants dans le verger de citronnier.....	70
Figure 4.7 : Variation temporelle en nombre d'individus de quelques espèces entomophages dans le verger du nectarinier/oranger.....	71
Figure 4.8 : AFC/CAH des abondances des espèces entomophages dans le verger de citronnier.....	73
Figure 4.9 : AFC/CAH des abondances des espèces entomophages dans le verger de nectarinier/oranger.....	75
Figure 4.10 : AFC/CAH des abondances des espèces entomophages dans les deux vergers d'étude ; citronnier et nectarinier/oranger.....	78

INTRODUCTION

La Terre abrite une extraordinaire diversité biologique ou "biodiversité" qui comprend des millions d'espèces différentes. Dans un écosystème, des milliers d'espèces se côtoient et des interactions extrêmement complexes sont à la base de son fonctionnement général qui se caractérise par une dynamique de sa biodiversité fonctionnelle [1].

Dans un agrosystème, on entend par lutte biologique toute forme d'utilisation d'organismes vivants, appelés agents de lutte biologique pour combattre les ennemis des cultures justifiables d'une telle lutte [2] et [3]. L'écologie reconnaît à cette pratique une unité conceptuelle relativement simple : dans la plupart des cas, des relations d'antagonisme entre espèces consommatrices (proie/prédateur ou hôte/parasite) appartenant à des niveaux trophiques successifs [2].

Les conditions d'habitat et le niveau de ressources conditionnent la présence et le développement des espèces animales. Elles sont donc à même d'influer sur le développement des ravageurs des cultures et de leurs ennemis naturels [4]. CHOUHET [5] en 2013 a estimé que les différents paramètres des facteurs abiotiques et biotiques caractérisant chaque saison agissent en quelque sorte sur la diversité des écosystèmes en invertébrés. D'une façon générale, les fluctuations de la diversité des différents arthropodes sont liées à l'espèce elle-même tels que le cycle biologique, la physiologie et l'éthologie et aux conditions de milieu comme la disponibilité d'alimentation et la stabilité. De même, la fluctuation de ces insectes diffère d'un milieu à autre.

Selon LEPAR [6], Il est important d'analyser, à différentes échelles, les relations entre les changements d'origine naturelle ou anthropique de l'environnement et les variations des diversités et d'en comprendre les déterminants écologiques.

Des travaux sur l'impact des milieux sur la diversité des arthropodes entomophages abritant l'agroécosystème, ont fait l'objet de recherches de plusieurs auteurs dans le monde. Cependant des travaux similaires restent fragmentaires en Algérie. Parmi les travaux effectués dans le monde, nous citons

ceux de SIMON et *al.*[4] sur la manipulation du verger biologique et de son environnement pour le contrôle des bio-agresseurs. HERVE [7], a étudié l'effet du paysage sur la diversité des espèces généralistes et spécialistes, AL HASSAN [8], s'est intéressé au rôle du paysage sur la répartition et l'abondance des pucerons et de leurs prédateurs carabiques. En Algérie, parmi les travaux menés sur des insectes entomophages associés à des catégories d'insectes ravageurs déterminés, nous citons les travaux de SAHARAOUI et *al.*[9], sur la biogéographie des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae). Concernant les travaux réalisés sur l'entomofaune des agrumes, il ya lieu de mentionner ceux de BENOUFELLA-KITOUS et *al.*[10] qui ont fait un inventaire des Aphides et de leurs ennemis naturels dans un verger d'agrumes dans la grande Kabylie à Tizi Ouzou. Dans la région de Rouïba, on peut citer le travail de BICHE et *al.*[11] sur la biologie du pou de Californie *Aonidiella aurantii* sur citronnier, ainsi celui de AGGANA [12] sur le rôle d'*Aphytis melinus* dans la régulation de ce ravageur.

Le présent travail concerne une étude écologique au niveau de vergers d'agrumes situés dans la région de Rouïba, et gérés par des exploitants privés lesquels ne prennent pas en charge leurs parcelles dans les pratiques culturales et phytosanitaires requises. On s'est posé la question de rechercher si les communautés auxiliaires de deux vergers adjacents peuvent circuler avec des abondances similaires et cela en relation avec la disponibilité de la végétation spontanée en place et sa diversification. Le document s'articule autour de cinq chapitres. Les deux premiers chapitres sont consacrés à la partie bibliographique, respectivement à des généralités sur les principaux groupes entomophages dans les agroécosystèmes et les facteurs influençant la biodiversité fonctionnelle des insectes. Le troisième chapitre est attribué à une présentation générale des stations d'étude à Rouïba et la méthodologie de travail appliquée sur le terrain et réalisée au laboratoire. Le quatrième chapitre porte sur les analyses des résultats par les indices écologiques et les méthodes statistiques. Le dernier chapitre est consacré à la discussion des résultats. Et enfin, une conclusion générale et des perspectives terminent ce travail.

CHAPITRE 1 : LES PRINCIPAUX GROUPES D'ENTOMOPHAGES DES MILIEUX CULTIVES

La faune auxiliaire constitue l'un des principaux facteurs de limitation des ravageurs. L'auxiliaire peut être un vertébré (Oiseau ou Poisson insectivore) ou un nématode, dans la plupart des cas, c'est un autre insecte [2]. D'une façon plus générale, un auxiliaire de lutte biologique est défini comme tout organisme s'attaquant à un ou plusieurs ravageurs des cultures. Ces auxiliaires sont souvent classés en trois catégories en raison de leur mode d'action : les prédateurs, les parasitoïdes et les entomopathogènes. Si l'auxiliaire utilisé pour la lutte biologique est un animal, le plus souvent un insecte, il s'agit d'une lutte biologique par entomophages [13]. On distingue alors les prédateurs, qui se nourrissent de plusieurs proies au cours de leur développement, des parasitoïdes qui se développent aux dépens de leur hôte unique qui mourra après l'achèvement du développement du parasitoïde. Il existe des parasites d'œufs, de larves et de nymphes [2] et [13].

1.1. Prédateurs

Les prédateurs sont des insectes qui chassent des proies vivantes pour se nourrir ou pour alimenter directement leurs larves [14], ils dévorent successivement plusieurs proies au cours de leur vie. Ils sont généralement plus gros que leurs victimes. Leur appareil buccal est équipé d'éléments masticateurs ou suceurs ; ils chassent leurs proies au sol, sur les plantes ou en vol [15]. Les prédateurs efficaces sont principalement des Coléoptères : Carabiques et Coccinelles, des Chrysopes, des Diptères Syrphides et divers Hémiptères Hétéroptères [16].

1.1.1. Neuroptères

Cet ordre renferme Certaines espèces prédatrices qui appartiennent essentiellement à la famille des Chrysopidae, Hemerobiidae et celle des Coniopterygidae.

1.1.1.1. Famille des Chrysopidae (Chrysopes)

La famille des Chrysopidae présente un intérêt certain pour la protection des cultures et des milieux anthropisés [17]. Elles sont à la fois des pollinisateurs à l'âge adulte et des auxiliaires des cultures à l'état larvaire [18]. Elles ont un potentiel considérable en tant qu'agents de lutte biologique contre une grande diversité d'insectes ravageurs [19] et jouent un rôle très important dans la régulation de ces derniers [17].

Les larves de chrysopes constituent le stade le plus intéressant pour la lutte contre les espèces nuisibles. Elles sont essentiellement aphidiphages (Fig.1.1.a). Mais dans certains cas, elles peuvent se nourrir d'autres espèces appartenant aux Homoptères tel que les psylles, les aleurodes (Fig.1.1.b) et les cochenilles (Fig.1.1.c), des œufs et des jeunes larves de Lépidoptères (tordeuses et noctuidés), des Hyménoptères, des Coléoptères (Chrysoméridés), des Diptères, des Thysanoptères et des acariens [17] et [20]. Lorsque les larves sont en pleine croissance, leur appétit est presque sans limite où un individu peut dévorer jusqu'à 500 pucerons assurant ainsi son développement complet. En absence de pucerons, les chrysopes s'attaquent aux acariens, aux aleurodes et aux cochenilles surtout les cochenilles farineuses [13].

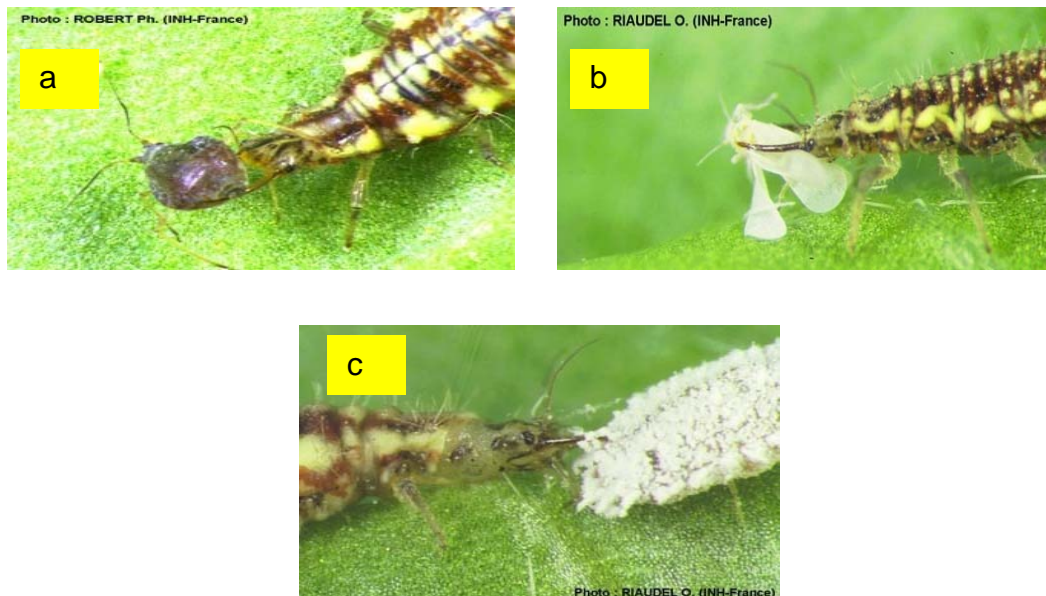


Figure 1.1 : Larve de *Chrysopidae* [21]. Larve de chrysope dévorant un puceron noir (a), Larve de chrysope dévorant une cochenille (b), Larve de chrysope dévorant un aleurode (c)

1.1.1.2. Hemerobiidae

Les Hemerobiidae sont voisins des Chrysopes, mais de couleur plus sombre et de taille plus réduite avec une envergure de 15 mm [22].

La littérature concernant la biologie de ces insectes est rare et fragmentaire. On peut citer l'espèce *Eumicromus angulatus* qui est rencontrée régulièrement dans la strate herbacée, dans les cultures basses comme la luzerne et la pomme de terre, souvent en compagnie d'une autre espèce, *Micromus variegatus* F. Les larves et les adultes de ces deux auxiliaires sont polyphages mais elles ont une préférence marquée pour les pucerons [23].

Les hémérobés larves (Fig. 1.2) et adultes sont particulièrement voraces et se nourrissent de pucerons et d'acariens. Les adultes consomment du pollen et du nectar [24].

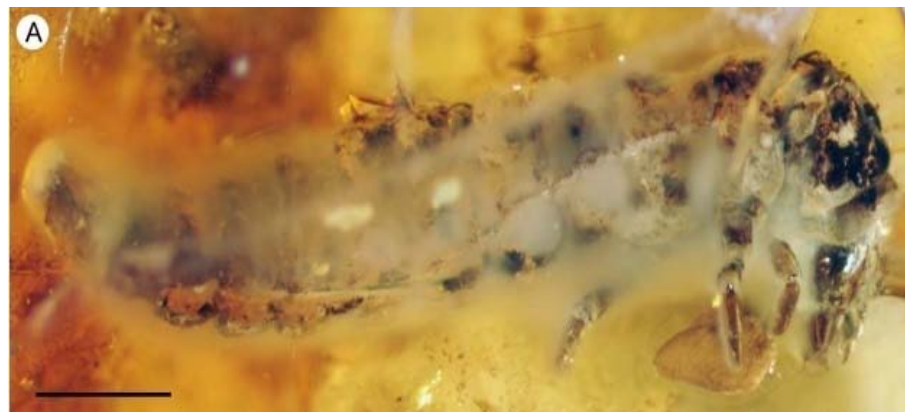


Figure 1.2 : Larve d'*Hemerobiidae* [25]

1.1.1.3. Coniopterygidae

C'est une famille d'insectes Neuroptères qui se distingue largement des autres Neuroptères par leurs ailes à la véneration très simplifiée, par la poudre qui recouvre leurs ailes, leur taille et allure générale. Cette famille est divisée en deux sous-familles : les Aleuropteryginae et les Coniopteryginae. Cependant, peu d'espèces dans chaque sous-famille ont été considérées comme importantes dans la lutte biologique [26].

Les Coniopterygidae, bien que fréquemment pris pour des aleurodes lorsqu'ils volent, sont au contraire des insectes fort utiles, qui se nourrissent

d'insectes au corps mou. Il a été démontré qu'une larve de Coniopterygidae, avant métamorphose, peut ingérer entre 150 et 300 œufs et jeunes larves d'Aphididae [27] in PENNY *et al.*[28]. Les adultes consomment également des insectes mous et lents tels les Aphididae, Aleyrodidae, Coccidae et autres [29].

1.1.2. Diptères prédateurs

L'ordre Diptera renferme des espèces prédatrices intéressantes comme les syrphes et les Cecidomyiidae.

1.1.2.1. Syrphes

Les syrphes sont des diptères de taille très variable, souvent ornés de couleurs vives et au corps parfois très velu [30]. Il y'a approximativement 850 espèces connues en Europe et un peu plus de 510 espèces en France [31].

Les adultes butinent les fleurs des bandes enherbées et des ligneux ou se nourrissent de miellat des pucerons et de sucre des fruits mûres et de nectar [30]. Les mâles, en raison de leurs pièces buccales relativement courtes prélèvent le nectar principalement de fleurs jaunes ou blanches, contrairement aux fleurs nectarifères à corolle profonde très fréquemment ornée d'une coloration rose, rouge ou bleu. Les femelles se nourrissent aussi abondamment de pollen qui leur procure les protéines dont elles ont besoin pour la maturation des œufs [30]. La spécialisation alimentaire des larves de la famille de Syrphidae est variée, plus de 40% des espèces sont des prédateurs entomophages efficaces à ce stade [32]. Elles consomment une diversité de proies plus ou moins large citons les pucerons (Fig.1.3.a et Fig.1.3.b), les cochenilles, les cicadelles, les aleurodes (Fig.1.3.c) [33] et [34]. La larve de l'espèce *Episyrphus balteatus* se nourrit en premier lieu de pucerons où le nombre consommés est en moyenne 700 individus, cette consommation varie avec la température et l'humidité [35].

1.1.2.2. Cecidomyiidae et autres diptères

Les larves des Cecidomyiidae sont prédatrices de plusieurs catégories d'insectes, les larves des *Aphidoletes* spp. sont prédatrices d'Aphides et celles des *Coccidomyia* spp. sont prédatrices de Cochenilles. D'autres genres sont

prédateurs de Psylles (ex :*Leptodiplosis*) ou de Diptères et plusieurs genres et espèces acariphages comme *Feltiella acarisuga* [36].



a- Larve de syrphie d'*Episyrphus balteatus* Prédatrice des pucerons [37].



b- Larve de Syrphidae consommant un puceron cendré du pommier [38].



c- Larve de Syrphidae nourrissant de pupe de *Bemisia tabasi* [39].

Figure. 1.3 : Larves de Syrphidae prédatrices

Il existe aussi d'autres familles de Diptères (tableau. 1.1) qui présentent un intérêt important dans la régulation de quelques insectes ravageurs nuisibles aux cultures c'est le cas de la famille de *Chamaemyiidae*, *Empididae* et celle des *Muscidae*.

Tableau 1.1 : Autres familles des diptères prédateurs d'insectes.

Familles	Prédateurs
<i>Chamaemyiidae</i>	- Les larves de <i>Chamaemyiidae</i> sont prédatrices d'Hémiptères <i>Aphidoidea</i> et <i>Coccoidea</i> . [36]. - Le genre <i>Leucopis</i> ont des larves aphidiphages. [39].
<i>Empididae</i>	- <i>Platypalpus spp.</i> Et <i>Tachydromia spp.</i> Sont prédateurs des petits insectes diptères comme <i>Oscinella frit</i> et <i>Chlorops sp.</i> [40].
<i>Muscidae</i>	-Les larves de <i>Coenosia attenuata</i> sont des prédateurs d'insectes ravageurs des cultures appartenant principalement à l'ordre des Diptères (mouches mineuses <i>Liriomyza</i> et <i>Chromatomyia</i>) et des Homoptères (cicadelles et aleurodes) [41].

1.1.3. Coléoptères prédateurs

Chez les coléoptères, on trouve des prédateurs dans de nombreuses familles.

1.1.3.1. Coccinelles

Parmi les prédateurs entomophages, les Coccinellidae appartenant à l'ordre de Coleoptera, représentent actuellement une des familles les plus célèbres en lutte biologique. Elles sont reconnues comme des prédateurs généralistes de plusieurs espèces de pucerons, cochenilles et entre autres de larves d'autres coccinelles. C'est particulièrement le cas pour les coccinelles exotiques comme la coccinelle asiatique [42]. Séparément du classement entomologique, on peut considérer les coccinelles entomophages en plusieurs groupes selon leur type d'alimentation indispensable. Les plus connues se nourrissent de pucerons et sont dites aphidiphages. D'autres préfèrent les cochenilles (coccinelles coccidiphages), ou bien les œufs et les larves d'aleurodes (coccinelles aleurodiphages). Il existe aussi des coccinelles acariphages qui se nourrissent d'acariens, et des espèces mycophages se nourrissant de champignons [43].

a. Coccinelles aphidiphages

Ce groupe est celui qui comporte le plus d'espèces. Certaines ne sont intéressées que par quelques espèces de pucerons, d'autres, peuvent en consommer une grande variété [44].

Leurs efficacité paraît surtout sur les pucerons, ce sont les larves qui sont les plus voraces, comme la larve de la coccinelle à sept points *Coccinella septempunctata* qui peut consommer jusqu'à 800 pucerons pour son développement et l'adulte au cours de sa vie peut en consommer 3000 individus des pucerons (Fig .1.4) [24].

Les coccinelles *Adalia punctata* et *Propylea quatuordecimpunctata* sont aussi des prédatrices de pucerons, elles se développent à des hauteurs préférentielles des végétaux. La coccinelle à deux points, *Adalia bipunctata* est un prédateur efficace pour la lutte biologique contre les pucerons. En effet, la larve de

cette coccinelle peut consommer jusqu'à 100 pucerons par jour mais présente également l'avantage de se nourrir de thrips et d'acariens nuisibles (Fig. 1.5) [45].

La coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera, Coccinellidae) (Fig. 1.6) est une espèce aphidiphage qui se nourrit essentiellement de pucerons (Hémiptères Aphidoidés) et d'autres petits insectes à corps mou. En automne, elle peut également se nourrir de fruits. Ses caractéristiques en font un auxiliaire précieux et efficace pour les causes suivantes : sa grande capacité de reproduction, sa capacité à se montrer active dès l'apparition des premiers pucerons et aussi sa capacité à coloniser les strates arborée et herbacée [46]. Elle est capable de vivre dans pratiquement tous les milieux, aussi bien dans la strate herbacée que dans des arbres feuillus ou résineux [47] et [48].



Figure 1.4 : *Coccinella septempunctata* attaque les pucerons [Original].



Figure 1.5 : Larve de la coccinelle à deux points dans les colonies de pucerons [49].



Figure 1.6 : Larves d'*H. axyridis* prédatent une larve de *Coccinella septempunctata* [50].

b. Coccinelles aleurodiphages

Au Nord Algérien, *Clitostethus arcuatus* Rossi est la seule coccinelle qui manifeste une activité prédatrice sur les aleurodes et spécialement ceux des Citrus où elle exerce avec succès un contrôle des pullulations des espèces *Aleurothrixus floccosus* et *Dialeurodes citri*, Au sud-est Algérien, ce prédateur est

très actif sur diverses cultures maraîchères (aubergine, courgette, poivron) infestées par *Bemisia tabaci* et *Trialeurodes vaporariorum* [51].

c. Coccinelles acariphages

La coccinelle orientale *Harmonia axyridis*, la coccinelle à quatorze points *Propylea quatuordecimpunctata* et la coccinelle à sept points *Coccinella septempunctata* ont été évaluée en laboratoire face au tétranyque rouge du pommier, ils ont trouvé que les trois espèces ont consommées le tétranyque rouge, tenant compte que *H.axyridis* présente le potentiel le plus élevé comme ennemis naturel du tétranyque [52]. En Algérie, l'espèce *Stethorus punctillum* est l'unique coccinelle acariphage identifié. Dans la région du Nord, les larves et les adultes se nourrissent surtout des acariens *Tetranychus cinnabarinus*, *Tetranychus urticae* (Fig. 1.7), *Tetranychus atlanticus* et *Tetranychus turkestanii* inféodés notamment aux Citrus [53].



Figure 1.7. Adulte *Stethorus punctillum* se nourrit de deux acariens *Tetranychus urticae* [54].

d. Coccinelles coccidiphages

Parmi les coccinelles coccidiphages, *Chilocorus nigritus*, d'origine asiatique, et *Rhyzobius lophantae* s'attaquent à toutes les espèces de cochenilles diaspines. Les espèces de cochenilles appartenant aux familles des Lecanidae, Pseudococcidae et Ortheziidae sont contrôlées par divers coccinelles des genres *Exochomus*, *Scymnus* et *Rodolia* (Fig. 1.8) [55].



Figure 1.8 : *Rodolia cardinalis* se nourrit d'*Icerya purchasi* [54]

Le tableau 1.2 regroupe les coccinelles prédatrices en fonction de leur mode de nourriture.

Tableau 1.2 : Les coccinelles entomophages classées en fonction de leur mode de nourriture [55]

Coccidiphages	<p><i>Chilocorus bipustulatus</i> L. sur diaspines</p> <p><i>Exochomus quadripustulatus</i> L., <i>Pharoscymnus numidicus</i> Pic, <i>Rhizobiuslophantaesur Parlatoria blanchardi</i>Targ.</p> <p><i>Rodolia cardinalis</i> Muls sur <i>Icerya montserratensis</i> Muls, <i>Icerya palmeri</i> Riley, <i>Icerya seychellarum</i> Westw.</p> <p><i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Muls sur <i>Pseudococcus citri</i> Risso.</p> <p><i>Cryptognathano diceps</i> Mahs. sur <i>Aspidiotusdes tractor</i> Signoret.</p> <p><i>Scymnus subvillosus</i> forme pubescens Panz sur <i>Chrysomphalus dictyospermi</i> Morgan.</p> <p><i>Harmonia doubleri</i> Muls sur <i>Chrysomphalus dictyospermi</i> Morgan</p> <p><i>Rhizobius litura</i> Fab. Sur <i>Chrysomphalus dictyospermi</i></p> <p><i>Pharoscymnus setulosus</i> Chevrolat sur <i>Chrysomphalus dictyospermi</i></p> <p><i>Scymnus suturalis</i>Thungb sur <i>Chrysomphalus dictyospermi</i></p>
Aphidiphages	<p><i>Coccinella septempunctata</i> L., <i>Coccinella quinquepunctata</i> L., <i>Coccinella decempunctata</i> L.</p> <p><i>Harmonia 14 punctata</i> L., <i>Harmonia 4 punctata</i> Poutopp, <i>Harmonia conglobata</i> L.</p> <p><i>Adalia bipunctata</i> L., <i>Adonia variegata</i> Goeze.</p> <p><i>Scymnus subvillosus</i> forme pubescens Panz sur <i>Aphis spiraeicola</i></p>
Aleurodiphages	<i>Clithostetus arcuatus</i> Rossi sur aleurodes
Acariphages	<i>Stethorus punctillum</i> Waise.

1.1.3.2. Les Cantharides

Il s'agit de coléoptères très communs caractérisés par leurs élytres mous. On rencontre les adultes sur les fleurs de prairies et au bord des haies où ils se nourrissent de petits insectes comme les pucerons mais également de pollen et de nectar. Les larves uniquement prédatrices vivent dans le sol, la litière et le bois pourri [56].

1.1.3.3. Les Carabidés

Les Carabidés forment une grande famille de Coléoptères, importante d'un point de vue numérique, qui se rencontrent sur le sol, sous les pierres et dans la mousse [57].

Ces insectes ont des tailles très variables (moins de 2 mm à plus de 6 cm), à corps mince et dur souvent de couleur sombre avec des reflets métalliques. Beaucoup d'entre eux ont une forme et des comportements relativement semblables [58].

Les adultes sont plus ou moins polyphages et très opportunistes, incluant dans leur régime des insectes ravageurs tels que les pucerons, les limaces, larves d'insectes et autres petits invertébrés (tableau 1.3) ainsi que des végétaux. Ce sont des espèces opportunistes et voraces [59], [60] et [61].

Les adultes vivent essentiellement au sol. Des individus *d'Agonum dorsale* marqués en bordure de champs de céréales, ont été repris jusqu'à 200 m à l'intérieur du même champ de céréales. Les larves, présentes dans le sol, sont encore plus carnivores (à 90%) que les adultes : elles se nourrissent d'œufs, de jeunes limaces et escargots, ainsi que de larves et d'adultes d'insectes. Les larves de Carabidés ont donc plus d'impact en lutte biologique que les adultes [62].

Tableau 1.3 : Quelques insectes de la famille de Carabidae prédateurs

Sous-Famille	Espèce	Proies
Carabinae	<i>Autocarabus auratus</i> (L.)	Se nourrit de limaces, escargots, vers de terre, larves terricoles, de Taupins, Tipules, chenilles, pucerons et autres carabiques [62]
	<i>Pseudophonus rufipes</i>	Il attaque les mollusques et les vers, il consomme aussi des pucerons et des cicadelles. [62]
Trechinae	<i>Trechus quadristriatus</i>	Oophage, Petites proies d'Arthropodes juvéniles mais plus ou moins omnivore. [63]
Harpalinae	<i>Ophonus rufipes</i>	Il attaque les mollusques et les vers. Il consomme aussi des pucerons et des cicadelles. [62]
Drytinae	<i>Drypta dentata</i>	Chasseur de pucerons et de phytophages parmi les végétaux. [63]

1.1.4. Hémiptères prédateurs

Les Hémiptères prédateurs comprennent plusieurs familles comme les *Anthocoridae*, *Miridae* (ex. *Macrolophus caliginosus*), *Pentatomidae*, et *Nabidae* qui ont des représentants à mœurs prédatrices. Leurs actions sont très efficaces en particulier dans les serres [64].

Les prédateurs les plus courants et les plus intéressants dans les cultures sont des espèces appartenant aux genres *Anthocoris* et *Orius*. Les punaises de premier genre participent activement, en milieu naturel, à la réduction des populations de psylles en vergers de poiriers cultivés, et celles de genre *Orius* sont actuellement utilisées contre les thrips des serres (Fig. 1.9) et les acariens [65].

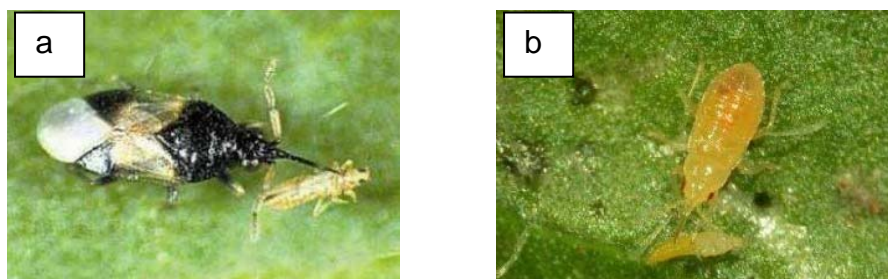


Figure 1.9 : Genre *Orius* prédateur de thrips [66]; **a** : Adulte d'*Orius* avec un thrips adulte piqué sur son rostre, **b** : Larve d'*Orius* piquant une larve de thrips.

1.2. Parasitoïdes

Contrairement aux prédateurs, les parasitoïdes se développent sur un unique organisme hôte. Ils en tirent ses nourritures et le tue comme résultat direct ou indirect de son développement [67]. Généralement, la femelle adulte dépose un ou plusieurs œufs dans l'hôte, lequel sera dévoré par les larves du parasitoïde. Il existe des parasitoïdes d'œufs, de larves, de nymphes et d'adultes de ravageurs. Les insectes parasitoïdes jouent un rôle fondamental dans le maintien des équilibres naturels. Ils appartiennent surtout aux groupes des Hyménoptères) [59].

1.2.1. Hyménoptères parasitoïdes

Nombreux sont les Hyménoptères qui jouent un rôle considérable dans le maintien des équilibres naturels et certains d'entre eux ont été utilisés avec succès en lutte biologique contre les bioagresseurs des plantes cultivées. En comparaison avec les parasites, leur vie imaginaire est libre, contrairement au cycle du parasite sensu stricto qui dépend toujours d'un hôte à n'importe quel stade [68].

Les Hyménoptères parasitoïdes comportent de très nombreuses familles. On peut citer les Ichneumonidae, les Braconidae (ex. *Apanteles*), les Aphidiidae (ex. *Aphidius*), les Aphelinidae (ex. *Encarcia*), les Eulophidae (ex. *Diglyphus*), les Mymaridae, les Pteromalidae (ex. *Muscidifurax*) et les Trichogrammatidae. Ils s'attaquent à des insectes hôtes très variés [64].

1.2.2. Diptères parasitoïdes

Les plus importants des diptères parasites entomophages appartiennent au groupe des Tachinaires, viennent ensuite les Conopides, les Pipunculides qui parasitent les larves d'Hémiptères Cicadomorphes et diverses autres petites familles [39] et [69]. Les Diptères de la famille des Tachinidae (ex. *Lydella thompsoni*) sont tous parasitoïdes et attaquent des Coléoptères, des Hétéroptères, et surtout des Lépidoptères. Leurs modes d'infestation de l'hôte sont extrêmement variés (dépôt de l'œuf, sur, dans, ou à proximité de l'hôte [64]

CHAPITRE 2 : FACTEURS INFLUENÇANT LA BIODIVERSITE FONCTIONNELLE CHEZ LES INSECTES

2.1. Définition de la biodiversité

Le terme biodiversité fait référence à la variété des organismes vivants quelle que soit leur milieu d'origine et prend en compte les diversités intra-spécifique, interspécifique et fonctionnelle [6]. Selon DE RIO [70]. La biodiversité désigne la diversité naturelle des organismes vivants. Elle s'apprécie en considérant la diversité des écosystèmes, des espèces, des populations et celle des gènes dans l'espace et dans le temps, ainsi que l'organisation et la répartition des écosystèmes à l'échelle biogéographique.

2.2. La biodiversités fonctionnelle

D'après MOONEN et BARBERI [71], la biodiversité fonctionnelle est une partie de la biodiversité totale composée de clusters d'éléments aux niveaux de gènes, espèces ou de l'habitat fournissant le même service agro écosystémique tels que la production et la protection de l'environnement, qui est guidé par la diversité intra-cluster.

Certains auteurs considèrent que la biodiversité fonctionnelle est probablement le meilleur niveau d'appréhension du statut de la biodiversité dans la mesure où il permet de s'affranchir d'un inventaire exhaustif des espèces dans un écosystème donnée [72].

Dans un agroécosystème, la biodiversité fonctionnelle consiste à implanter autour des cultures des espèces végétales qui vont attirer, héberger, nourrir les insectes auxiliaires indigènes participant au maintien des populations de ravageurs sous le seuil de nuisibilité économique [73].

2.2.1. Les composantes de la biodiversité fonctionnelle

Les composantes de la biodiversité fonctionnelle, directement utiles à l'agriculture, comprennent toutes les variétés végétales et races animales

domestiquées. Une partie de la biodiversité sauvage s'insère dans l'agrosystème, elle peut être nuisible, ou au contraire utile [74].

Ainsi, si certaines composantes de la biodiversité sont susceptibles de créer des dommages à l'agriculture, d'autres peuvent avoir des effets bénéfiques, notamment sur des services de type contrôle biotique [75].

2.2.1.1. Composantes ressources

a. Pollinisateurs

La pollinisation repose principalement sur la présence et l'activité de quelques espèces généralistes telles que l'abeille domestique, ce qui conférerait une forte résilience du service de pollinisation à l'extinction d'espèces pollinisatrices spécialistes. Un nombre limité d'études suggère cependant que la diversité fonctionnelle des pollinisateurs peut contribuer au maintien de la diversité des communautés de plantes sauvages et améliorer la performance des cultures entomophiles, colza par exemple [76].

Il existe plus de 100 000 espèces pollinisatrices connues (abeilles, papillons, coléoptères, oiseaux, mouches et chauves-souris). La valeur économique mondiale apportée à l'agriculture annuellement par les pollinisateurs représente 9,4% de la production agricole mondiale utilisée pour l'alimentation humaine en 2005, soit environ 153 milliards d'euros [77].

Ainsi 70% des espèces végétales cultivées pour la consommation humaine dans le monde dépendent de la pollinisation entomophile (c'est-à-dire par les insectes). Cette dépendance est plus ou moins importante suivant les cultures. A titre d'exemple, la production de pomme dépend à 65% de ce mode de pollinisation. Cela signifie qu'une disparition des insectes pollinisateurs causerait une baisse significative des rendements. De plus, des aspects qualitatifs sont à prendre en compte : une bonne pollinisation influence le poids, le calibre et la teneur en sucre des fruits [78].

b. Prédateurs et parasitoïdes régulateurs des ravageurs

Les prédateurs, les guêpes parasites et les micro-organismes jouent un rôle essentiel dans la maîtrise des ravageurs et des maladies agricoles. Par exemple,

plus de 90 % des insectes potentiellement nuisibles pour les cultures sont régulés par leurs ennemis naturels vivants dans des zones naturelles et semi-naturelles attenantes aux exploitations agricoles. De nombreuses méthodes de lutte contre les ravageurs, tant traditionnelles que modernes, reposent sur la diversité biologique [79]. La lutte biologique est née d'un certain échec de la lutte chimique, essentiellement dû à de nombreux abus, à la présence des résidus ainsi qu'à une absence de vue globale des différents problèmes, en particulier l'impact sur l'environnement [80]. Cette lutte est naturellement présente dans la plupart des écosystèmes. Elle peut être utilisée volontairement, en agriculture, en effet, le contrôle des ravageurs par l'utilisation des ennemis naturels, peut s'agir de l'introduction d'un organisme pour lutter contre un ravageur exotique (lutte biologique classique), de l'augmentation de l'occurrence d'un ennemi naturellement présent en rajoutant dans le milieu (lutte biologique par augmentation) ou en protégeant son milieu (lutte biologique par protection) [81].

La lutte biologique classique contre les insectes ravageurs consiste à introduire, dans le milieu colonisé par les ravageurs à combattre, des espèces d'auxiliaires pouvant s'acclimater puis réguler les populations des ravageurs sans autre intervention [82]. De nombreuses applications de cette lutte ont eu lieu depuis le passé. Par exemple, en Algérie, c'est en 1922 que les premières tentatives d'acclimatation et d'utilisation d'auxiliaires ont été faites, notamment avec des coccinelles *Novius (Rodolia) cardinalis* pour lutter contre la cochenille australienne *Icerya purchasi* [83]. Autre exemple, le parasitoïde *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera, Encyrtidae) qui a été signalé pour la première fois en Algérie en 1994. Cette espèce a été introduite dans le pays et libéré au stade adulte dans les vergers d'agrumes infestés par le phytophage *Phyllocnistis citrella* [84].

La lutte biologique par augmentation se distingue par deux stratégies: l'inondation ou l'inoculation. Cette lutte a pour avantage un effet non permanent qui évite l'introduction d'auxiliaire qui pourrait s'installer durablement dans l'environnement [85]. La première stratégie qui s'appelle lutte biologique inondative est principalement appliquée à l'horticulture sous abri [86]. Elle consiste à faire des lâchers répétés d'auxiliaires qui ne s'acclimateront pas mais qui vont protéger les plantes cultivées contre les ravageurs visés avant qu'ils disparaissent

[82]. La deuxième stratégie qui est nommée La lutte biologique par inoculation consiste à faire des lâchers d'auxiliaires qui se reproduiront donnant à cet effet t une descendance qui régulera les populations de ravageurs visés plus tard, mais qui ne s'acclimateront pas en permanence [82].

La lutte biologique par conservation fait partie des méthodes relevant du biocontrôle. Elle consiste à favoriser le développement des auxiliaires de cultures en apportant des modifications à l'environnement des parcelles cultivées ou aux pratiques agricoles. Les modifications apportées ont pour but de fournir des ressources nutritives comme le nectar et le pollen, de fournir des proies de substitution et développer des zones de refuge et d'hivernation[87]. Les parasitoïdes de la mouche *Bactocera oleae* (Gmelin), principal ravageur de l'olivier, sont par exemple connus, mais leur impact sur les populations de Diptères demeure faible, faute d'aménagement adéquat du paysage et suite à une intensification abusive des pratiques culturales. Le programme d'installation de bandes florales mené par le Groupe de recherches en agriculture biologique qui a débuté en 2004 dans le sud de la France, vise à rétablir des relations tritrophiques, entre la faune auxiliaire, les espèces d'insectes nuisibles et les plantes adventices, en favorisant l'installation de ces dernières [88].

c. Décomposeurs

Les décomposeurs sont des êtres vivants qui contribuent à la dégradation de la matière organique morte ou des excréments en les restituant sous forme minérale. Ils jouent un rôle crucial au sein d'un écosystème car ils participent au recyclage des éléments.

Les décomposeurs regroupent une vaste palette d'organismes de petites tailles voire microscopiques. Parmi ces décomposeurs figurent les Annélides, tel le lombric, animal fondamental à de nombreux écosystèmes. Cette fonction au sein du réseau trophique concerne aussi les escargots, les mille-pattes, les cloportes, des champignons, des bactéries ou des protozoaires [89].

2.2.1.2. Composantes destructrices

a. Ravageurs

Les ravageurs des cultures, appelés aussi « déprédateurs », sont des organismes animaux qui attaquent les plantes cultivées, ou les récoltes stockées, en causant un préjudice économique au détriment des agriculteurs. Les ravageurs font partie des bio-agresseurs, aux côtés des agents phytopathogènes et des mauvaises herbes qui concurrencent les plantes cultivées. Les ravageurs peuvent provoquer des dégâts directs aux plantes cultivées par leur régime alimentaire ou leur mode de vie parasite, ou des dégâts indirects lorsqu'ils sont vecteurs de maladies, virales par exemple [90].

2.2.1.3. Composantes productives

a. Plantes

La diversité de la flore dans les parcelles cultivées comme dans les milieux semi-naturels, contribue au maintien de communautés de divers arthropodes zoophages. En retour, ces derniers protègent les plantes des impacts des arthropodes phytophages et permettent le maintien de communautés végétales diversifiées [91].

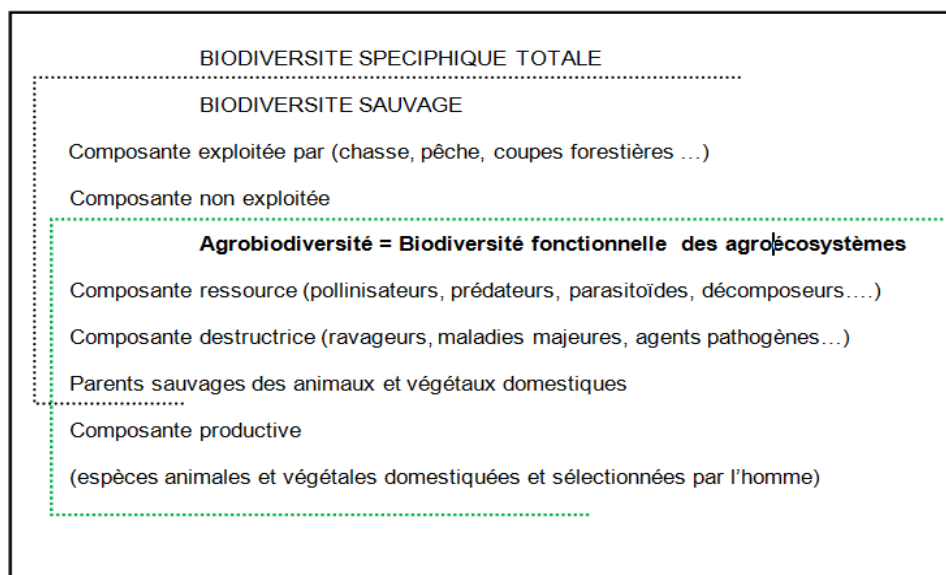


Figure 2. 1 : Les diverses composantes de la biodiversité spécifique [92]

2.3. Facteurs influençant la biodiversité et l'abondance des arthropodes dans un milieu

2.3.1. Aménagement des paysages

D'une façon globale, à l'augmentation de la richesse végétale correspond une augmentation de la richesse animale (mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens) et particulièrement une augmentation de la richesse des arthropodes : phytophages, entomophages et recycleurs. De ce fait, à chaque fois que l'on augmente la diversité végétale, on apporte certaines espèces particulières, spécifiques, qui s'ajoutent ainsi au peuplement généraliste des arbres [93].

La diversité végétale est essentielle au maintien des auxiliaires. On prend l'exemple des coccinelles prédatrices aphidiphages, si elles manquent de proies, elles peuvent terminer leur développement en se nourrissant exclusivement de pollen et de nectar. Les fleurs contribuent donc à les maintenir dans l'environnement des cultures, même en l'absence de pucerons [73].

Selon GUET [94], parmi les facteurs environnementaux ayant une influence sur les populations d'insectes d'une parcelle de culture, on peut citer :

- la culture d'engrais verts sur la parcelle.
- la Création de zones ou bandes non travaillées non traitées.
- les cultures voisines traitées ou non.
- la plantation de haies.

La biodiversité dépend étroitement des activités agricoles. Elle est considérée comme un facteur de production : équilibre entre les insectes, fertilité des sols et pollinisation. L'aménagement de l'environnement des cultures permet de maintenir cette biodiversité. Ces aménagements sont les haies, les bosquets, les points d'eau, les jachères et les bandes fleuries [74].

D'après LEGEMBLE [44], les coccinelles, tout comme de nombreux auxiliaires des cultures, sont favorisées par la présence de bandes fleuries, de bordures non désherbées, d'étages variés de végétation, d'adventices telles que

l'ortie ou le chardon. Cette diversité végétale abrite en effet une faune variée dont de nombreuses espèces de pucerons qui, sans pour autant être tous préjudiciables aux cultures maraîchères, favorisent l'installation d'une sorte de réservoir à coccinelles. Une partie de ces dernières pourront voler vers les plantes cultivées s'il survient une infestation de pucerons.

2.3.1.1. Habitat

L'habitat et la prédation sont deux facteurs majeurs du fonctionnement des écosystèmes. Ainsi des modifications d'habitat peuvent entraîner indirectement une augmentation de la prédation ou de son impact. Une modification de l'habitat peut induire une hausse de la ressource alimentaire pour des prédateurs généralistes, avec pour conséquence une augmentation de leur abondance et de l'impact de leur prédation sur une espèce-proie occasionnelle [95].

Concernant les coccinelles prédatrices, chaque espèce affectionne des lieux préférentiels. Ainsi la coccinelle à 2 points (*Adalia bipunctata*) sera présente au niveau de la strate arbustive, tandis que la coccinelle à 7 points (*Coccinella septempunctata*) affectionnera principalement la strate herbacée, et la coccinelle jaune et noire à 14 points (*Propylea quatuordecimpunctata*) est très fréquente dans les céréales [24].

Plus de 50 % des espèces vivantes trouvent leur espace de vie dans les paysages agricoles. Néanmoins, l'agriculture intensive moderne a des effets négatifs. La rationalisation extrême avec des grandes parcelles et l'application fréquente de produits phytopharmaceutiques ne laisse que peu de place pour une biodiversité dans les paysages agricoles [96].

Les parcelles cultivées sont soumises à des perturbations intenses, par exemple des interventions visant la destruction de bio-agresseurs. Ces pratiques agissent sur la biodiversité directement en modifiant le milieu comme le labour par exemple et/ou la biocénose comme les pesticides, de façon intentionnelle et indirectement par des effets trophiques notamment [97].

2.3.1.2. Travail du sol

Le sol est un milieu vivant constitué de milliers d'espèces représentées. Le type de technique choisi pour travailler le sol va avoir des impacts importants sur les organismes et il faudra donc adopter la technique permettant une interaction bénéfique entre toutes ses composantes. Globalement, les effets des différentes méthodes de travail du sol sur l'abondance et la diversité de la faune du sol sont liés à des effets directs lors du travail, à la modification de leurs habitats et à la modification de la distribution des apports nutritifs. La biodiversité des sols labourés est généralement inférieure à celle subissant de moindres perturbations physiques [98].

2.3.2. Pesticides

En règle générale, les effets des produits phytosanitaires sur les arthropodes et particulièrement les auxiliaires et les ravageurs des cultures, dépendent des traits de vie, des paramètres démographiques et du stade de développement au moment de l'application. Plus le produit est appliqué sur un stade jeune et plus l'espèce a une démographie lente, plus l'insecte est vulnérable et sa population susceptible de disparaître [97].

Dans le cas des grandes cultures, l'usage des produits phytosanitaires de synthèse et la fertilisation, apparaissent comme des facteurs majeurs du déclin de la richesse spécifique et de l'abondance de nombreux organismes. Ces effets sont à la fois intentionnels lorsqu'ils visent à favoriser la plante cultivée, mais aussi non intentionnels lorsqu'ils touchent par exemple les populations d'auxiliaires des cultures ou des vers de terre [97].

2.3.3. Fertilisation et rotations

L'accroissement du niveau de disponibilité des ressources qui résulte de la fertilisation se traduit par des effets généralement positifs sur l'abondance et la croissance des organismes vivants dans le sol et dans la végétation des parcelles cultivées [98].

Le rôle des rotations dans la structuration des communautés d'arthropodes épigés est très peu abordé dans la littérature. Il a cependant été montré que

l'intégration de cultures pérennes dans une rotation augmente la richesse spécifique et l'abondance des invertébrés [99]. De même, l'intégration dans les rotations de périodes de jachère augmente la richesse spécifique des invertébrés sans favoriser les ravageurs puisqu'ils y ont été observés moins nombreux que dans les parcelles cultivées [100].

Les rotations longues de type rotation culture-prairie, correspondent à une diminution de l'intensification agricole. Contrairement, les rotations rapides correspondent à une augmentation de l'intensification agricole par rapport à une monoculture classique.

2.3.4. Maitrise de l'eau

Le drainage permet l'assainissement des sols cultivés [101] et la mise en culture de surfaces très importantes [102]. Mais cette pratique a des effets radicaux sur la diversité des espèces liées aux milieux humides. En favorisant le développement de la plante cultivée, l'élimination de l'eau entraîne la suppression des adventices caractéristiques des milieux humides [103] au profit d'une flore plus classique. De plus, le drainage peut aussi amener une augmentation du pH qui va aussi fortement influencer sur la structure de la communauté végétale [104].

Sur la biodiversité pédofaunique, l'irrigation a des effets différents selon les situations. En milieux arides, elle favorise le maintien de populations de macroinvertébrés, mais son effet dépend de la salinité et du mode de gestion. Ainsi, les situations d'hydromorphie sont généralement défavorables à la macrofaune [105]. Dans les sols tempérés, l'abondance de la macrofaune décroît avec une diminution de l'humidité du sol.

Avec l'irrigation, l'abondance de la majorité des organismes du sol va être augmentée. Toutefois, si l'irrigation induit la salinisation du sol, les vers de terre pourront être réduits en densité/biomasse [106]. L'irrigation peut aussi modifier les communautés adventices, d'une part en uniformisant les milieux, d'autre part en favorisant le développement d'espèces végétales soit indirectement par la modification du milieu soit directement par l'apport de nouvelles espèces avec les eaux d'irrigation.

2.4. Maintien de la biodiversité :

Le maintien de la biodiversité tant végétale qu'animale est une préoccupation d'actualité.

A' côté de la réduction des densités de semis et de l'utilisation réduite de pesticides dans les cultures, des fauches tardives de prairies, le maintien de haies et des bandes boisées, l'installation de tournières enherbées en bordure de champs sont proposés [97]. Si l'étude de l'évolution des populations de l'ensemble des familles entomologiques dans divers biotopes présente un intérêt en termes d'effet sur la biodiversité, la présence et l'abondance des ravageurs et des auxiliaires des cultures doivent aussi être analysée dans un contexte de protection des cultures [107].

La diminution de l'emploi des pesticides pour réduire ses effets négatifs sur la biodiversité en vergers repose à la fois sur la mise en œuvre de techniques de protection intégrée, sur l'aménagement de la parcelle elle-même, avec la mise en place de bandes enherbées et l'aménagement des bordures. Elle revêt pour l'agriculteur une importance particulière, du fait de rôle des pollinisateurs et de la nécessité de contrôler la pression des parasites pour la réussite de ces productions [97].

Le recours aux cultures pièges peut permettre de diminuer de façon efficace l'utilisation d'insecticides et de réduire l'incidence environnementale et le coût des intrants de plus du tiers. Il permet également d'épargner la vie des insectes utiles vivant dans la culture principale, tels que les pollinisateurs et les guêpes parasites, les prédateurs généralistes, comme les coccinelles et les punaises anthocorides, ainsi que les espèces qui se nourrissent au sol comme les coléoptères carabidés [108].

CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES

Ce chapitre présente le choix et la description des stations d'études comme il explique les différents indices écologiques utilisés ainsi les méthodes statistiques adoptées pour l'exploitation de nos résultats d'étude.

3.1. Présentation de la région d'étude

3.1.1. Situation géographique

L'étude a été effectuée dans un site dans la région de Rouïba, qui se localise dans la zone orientale de la Mitidja (Fig.3.1). La commune de Rouïba est située à 25 Km de la capitale d'Alger et à 7 Km de la méditerranée. Elle s'étend sur une superficie de 80,54 km² et à une latitude de 36° 44' 00" N 3° 17' 00" E.

Elle est limitée au nord par la commune d'Ain Taya, au sud par la commune de Khemis-El-Khechna, à l'est par la commune de Réghaia, à l'ouest par la commune de Dar El Beida, et elle se trouve à 25 m par rapport au niveau de la mer.



Figure 3.1 : Carte de localisation de site d'étude dans la plaine de la Mitidja orientale ([109], modifiée)

3.1.2. Caractéristiques climatiques

3.1.2.1. Température

Le climat est l'un des facteurs qui influence la répartition et l'abondance des insectes, la température est l'une des plus importantes. Celle-ci est un facteur fondamental dans la vie des insectes, parce qu'elle règle tous les aspects de leur biologie [22].

Tableau 3.1 : *Température moyennes, minimales et maximales mensuelles de la région de Dar El Beida de l'année 2014* [110]. (T.moy: Température moyenne; °C: Degré Celsius; T.moy. Max: Température moyenne maximale, T.moy.Min: Température moyenne minimale)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
T.moy. en °C	13,1	13,3	12,9	17,1	18	22,4	25,1	26,6	26,1	21,3	17,9	12,2
T.moy. Min °C	7,5	7,6	7,3	9,8	11,4	16,3	18,4	20,2	20,4	14,1	12,2	7,2
T.moy Max °C	18,6	19,1	18,6	24,4	24,5	28,6	31,9	32,9	31,9	28,5	23,5	17,3

Pour l'année 2014, les températures moyennes mensuelles les plus élevées sont enregistrées généralement pendant la période estivale aux mois de juin, juillet et août. Les températures les plus basses sont enregistrées durant les mois de janvier, février, mars et décembre. Nous constatons que le mois le plus chaud de la saison estivale est le mois d'août avec une température moyenne de 26,6 °C et une température moyenne maximale de 32,9 °C. Tandis que le mois de décembre s'avère le plus froid avec une température moyenne de 12,2 °C et une température moyenne minimale de 7,2 °C (tableau 3.1).

3.1.2.2. Pluviométrie

Les moyennes pluviométriques mensuelles de l'année 2014 pour la région de Dar El Beida sont regroupées dans le tableau 3.2.

Tableau 3.2: Moyennes pluviométriques mensuelles en mm de la région de Dar El Beida de l'année 2014 (P : Précipitation en mm ; An : Annuelle) [110].

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
P mm	71,9	55,6	82,0	9	6,5	51,6	1	3,1	8,8	38,4	70,1	166,2	555,2

Les précipitations des mois de janvier, février et mars sont importantes avec des moyennes respectives de 71,9 ; 55,6 et 82,0 mm. Durant le mois d'avril, mai, juillet, août et septembre, les quantités de pluie sont très faibles avec des valeurs respectives de 9 ; 6,5 ; 1 ; 3,1 et 8,8 mm. Par contre, le mois de Juin a reçu une précipitation moyenne de 51,6 mm. Le maximum de pluviométrie a lieu en mois de décembre avec 166,2 mm, et un minimum en mois de juillet avec 1 mm.

3.1.2.3. Vent

Le vent a une action indirecte en activant l'évaporation et en augmentant ainsi la sécheresse [111]. La vitesse annuelle moyenne du vent est de 3 m/s ; la vitesse maximale ne dépasse pas et 3,7 m/s enregistrée en Mars, (tableau 3.3).

Tableau 3.3 : Moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen (en m/s) [110]. (v: Vent, M/S: Mètre par seconde, An: Annuelle)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
V en (m/s)	3	3,3	3,7	2,8	2,7	3	2,9	3	3,1	2,3	3	3,1	3

3.1.2.4. Humidité relative de l'air

Le maximum d'humidité relative de l'air est enregistré au mois de décembre avec 79%. Le plus faible taux est enregistré en mois de septembre avec 64% (tableau 3.4)

Tableau 3.4 : Humidité moyenne mensuelle en% de la région de Dar El Beida durant l'année 2014 [110]

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
H%	77	76	77	72	74	72	66	67	64	71	68	79	72

3.1.3. Synthèse climatique

3.1.3.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen

DAJOZ [112], considère que la sécheresse s'établit, lorsque pour un mois donné, le total des précipitations exprimées en mm est inférieur au double de la température moyenne exprimée en degré Celsius ($P < 2T$).

Le diagramme ombrothermique montre deux périodes bien distinctes, l'une sèche s'étalant 6 mois d'Avril à fin septembre, et l'autre humide qui s'étend aussi sur 6 mois de Janvier à la fin Mars puis d'Octobre à Décembre (Fig.3.2.a).

3.1.3.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger

Emberger a défini un quotient pluviométrique qui permet de faire la distinction entre les différentes nuances du climat méditerranéen. Cet auteur a mis au point un indice tenant compte du total annuel des précipitations et des températures maxima et minima, c'est le quotient pluviométrique d'Emberger simplifié par Stewart (1969) sous la formule suivante : Q_2 est calculé pour une période de 11 ans, allant de 2004 à 2014 ($Q_2 = 3,43 \times P / (M-m)$).

Avec : **Q_2** : Quotient pluviométrique d'Emberger, **P** : Précipitations annuelles en (mm), **M** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C, **m** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C. Le quotient pluviométrique **Q_2** de la station de Dar El Beida calculé sur 11 ans de 2004 à 2014 est égale à 65,17 indiquant que la Mitidja orientale est classée à la limite de l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré (Fig.3.2.b).

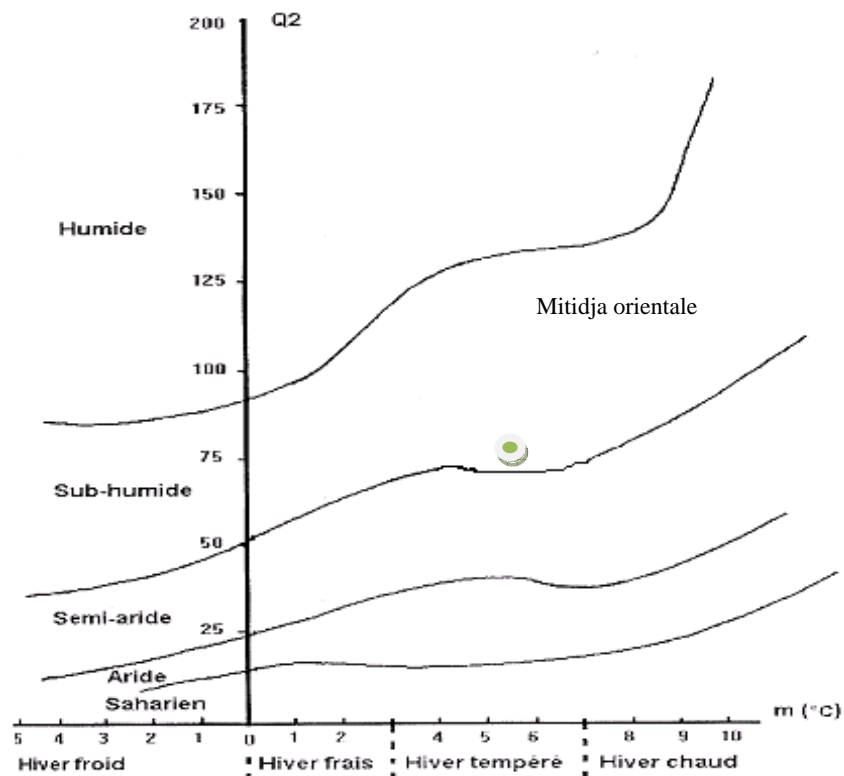
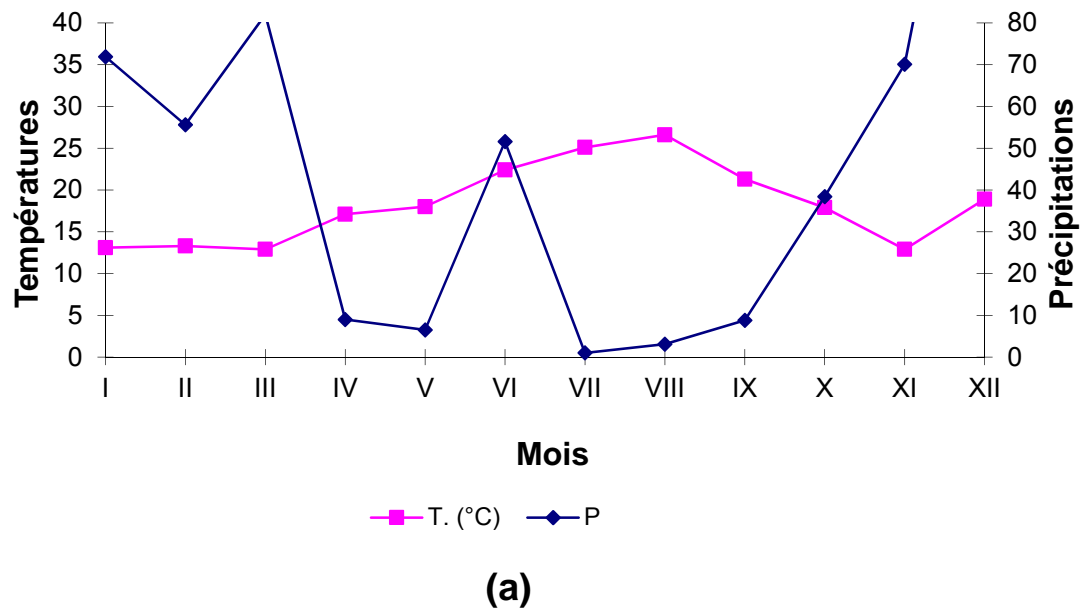


Figure 3.2 : Diagramme ombrothermique(a) et climagramme d'emberger(b) de la région de Mitidja orientale sur 11 ans de 2004 à 2014.

3.2. Objectif, choix et description de la station d'étude

3.2.1. Objectif

L'objectif de ce travail consiste à étudier la composition de la biodiversité fonctionnelle des entomophages circulant dans des vergers d'agrumes entourés de différents milieux. Il consiste également à comparer leurs diversité et en étudier la connectivité taxonomique entre ces milieux par l'analyse d'abondance des entomophages les plus importants.

3.2.2. Choix et description de site d'étude

Le choix des parcelles d'agrumes est fait au niveau de Rouïba sur la base de la présence dans leur milieu environnant de différentes cultures : maraichères et cultures d'agrumes. Deux vergers ont été choisis appartenant à une exploitation privée de la commune de Rouïba, situés à 25 Km à l'est d'Alger (Fig.3.3). Les principales plantes spontanées, les pratiques culturales et les traitements phytosanitaires réalisés dans ces vergers sont indiqués en annexe.

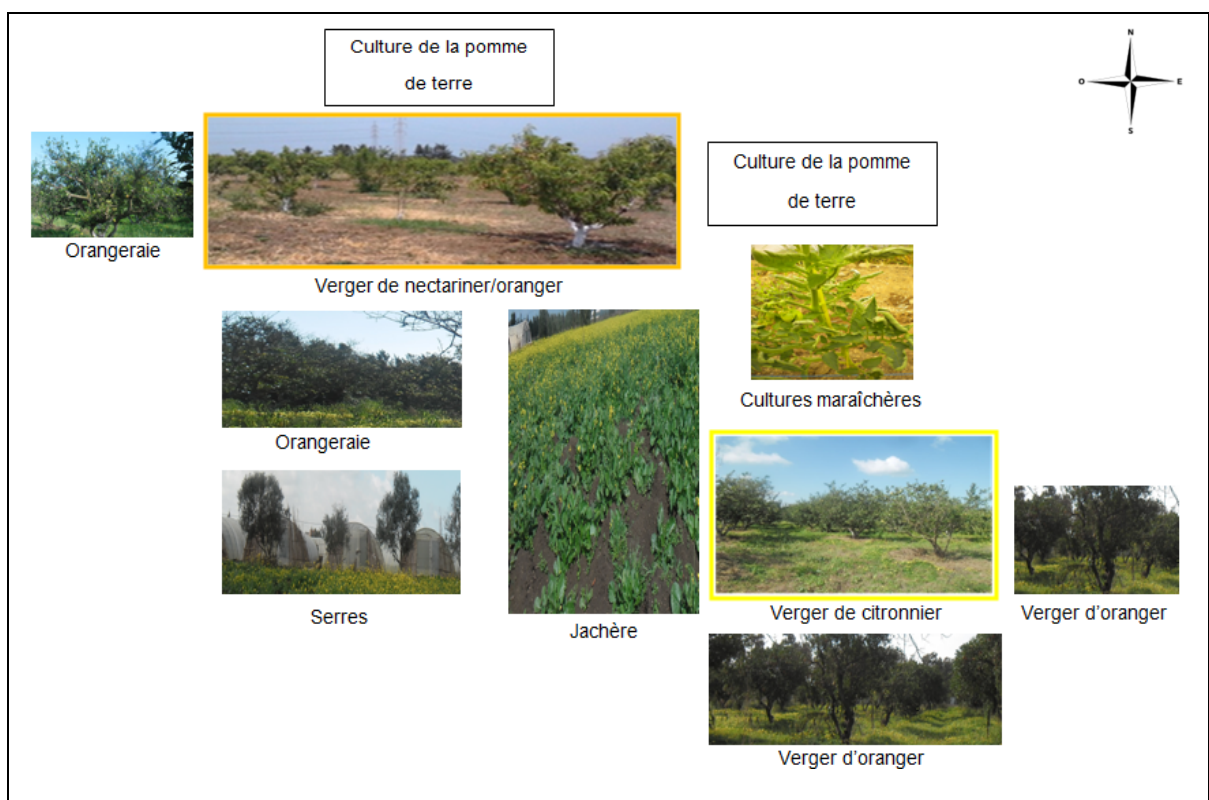


Figure 3.3 : Présentation du site d'étude expérimentale de Rouïba (Originale)

3.2.2.1. Verger de nectarinier/oranger

C'est un verger de 27 ans d'âge, d'une superficie de 7 hectares comportant le nectarinier (*Prunus persica* Var. *Nucipersica*) et l'oranger (*Citrus sinensis*), plantés en alternance. Il comprend 28 lignes d'arbres distants de 5,50 mètres entre les lignes, et de 3 mètres entre les arbres (Fig.3.4a). Il est limité au nord par une parcelle cultivée en pomme de terre, à l'est par une parcelle de fenouil et de tomate, à l'ouest par un verger d'oranger et au sud par une orangerie et une jachère.



Figure 3.4 a. Verger de Nectarinier/oranger

3.2.2.2. Verger de citronnier

Le verger de citronnier (*Citrus limon* var. *Euréka*) a une superficie de 2, 5 ha, il a été planté en 1990, il est limité au nord par une parcelle de cultures maraichères, à l'Est et au Sud par un verger d'oranger (*Citrus sinensis* L.) et à l'Ouest par une jachère. Il comprend 1200 arbres de nectarinier et 1300 arbres de citronnier (Fig.3.4b).



Figure 3.4 b. Verger de Citronnier.

3.3. Méthodologie d'étude et identifications

Deux méthodes ont été appliquées pour l'échantillonnage de l'entomofaune circulante dans les vergers d'étude : le fauchage et les pièges jaunes englués. L'échantillonnage a lieu une fois chaque 15 jours sur une période s'étalant de début de mois de mars à la fin de mois de juillet 2014 dans les deux vergers de travail.

3.3.1. Méthode du fauchage

Pour récolter tous les insectes d'une zone délimitée d'un milieu, il faut empêcher les plus mobiles de fuir. Pour cela, on cherche à les emprisonner, au moins partiellement, dans une enceinte. Le filet fauchoir peut être considéré comme une des formes les moins élaborées de ce principe d'échantillonnage [113].

Comme son nom l'indique, ce filet sert à faucher la strate herbacée, il doit être très solide pour faucher partout où cela est possible en raclant fortement la végétation : herbes, plantes basses, buissons et arbustes. On récolte ainsi les insectes qui y vivent ou qui s'y posent. Elle permet de récolter de tout petits insectes, qui passeraient inaperçus autrement [88].

Les insectes capturés sont mis à l'aide d'une pince entomologique dans des tubes à essai contenant de l'alcool à 70% et sur lesquels sont mentionnés le lieu et la date de capture, pour être déterminés au laboratoire ultérieurement sous la loupe binoculaire. Les insectes entomophages recensés sont regroupés dans l'annexe C et annexe D.

3.3.2. Méthode des plaques jaunes engluées

Les plaques chromo-attractives jaunes (marque Rebell® giallo fournies par Andermatt Biocontrol), ont été utilisées. Ces plaques en matière plastique souples de couleur jaune vif et enduites de glue, permettent de capturer un grand nombre d'insectes [89], elles mesurent 20 cm de largeur sur 30 cm de longueur. Elles ont été suspendues à hauteur d'homme (Fig.3.5), au sein des canopées pour capturer le plus possible l'entomofaune inféodée aux arbres eux-mêmes.

Deux plaques ont été placées par verger du fait de la grande superficie des parcelles. Chaque quinzaine, les pièges mentionnant le lieu et la date du piégeage, sont retirés, protégés par du film alimentaire puis examinés au laboratoire pour procéder aux déterminations sous la loupe binoculaire.



Figure 3.5 : Utilisation des plaques jaunes engluées pour les captures de l'entomofaune circulante dans les vergers d'étude.

3.3.3. Identifications de l'entomofaune utile

L'identification des insectes entomophages a été réalisée sous la loupe binoculaire aux trois grossissements (x 2, x4 et x8). Elle s'est faite sur la base des caractéristiques morphologiques selon les spécificités de chaque espèce d'hyménoptères parasitoïdes et des insectes prédateurs de différents ordres. Quelques insectes particuliers sont facilement identifiables en les comparant avec des illustrations référenciées jusqu'à la famille, ou au niveau générique et spécifique.

Nous avons adopté les clés de détermination proposés par DALVARE [68], SILVESTRI et MARTELLI.[114], SPEIGHT et SARTHOU [115] et SILVESTRI [116].

Les figures allant de 3.6 jusqu'à 3.13 représentent quelques schémas morphologiques de certaines familles des entomophages.



Figure 3.6 : Morphologie du flagelle et de tibia de Signiphoridae (Chartocerus) [68]. a-Flagelle, b- tibia



Figure 3.7 : Morphologie alaire et antenne de Platygastridae genre Allotropa [68]. a-Aile, b- Antenne



Figure 3.8 : Morphologie de l'aile antérieure de Braconidae (Aphidius) [68]



Figure 3.9 : Morphologie de l'aile antérieure de Braconidae (Lysiphlebus) [68]

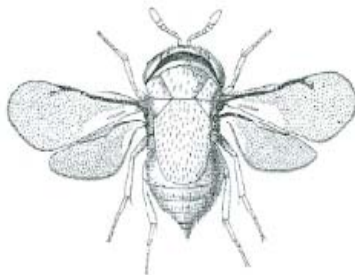


Figure 3.10 : vue générale d'adulte de Pteromalidae [114]

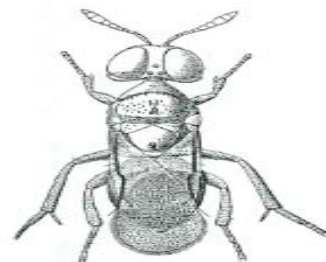


Figure 3.11 : vue générale d'Encyrtidae (Encyrtinae) [116]



Figure 3.12 : Asilidae : Tête en vue frontale [68]

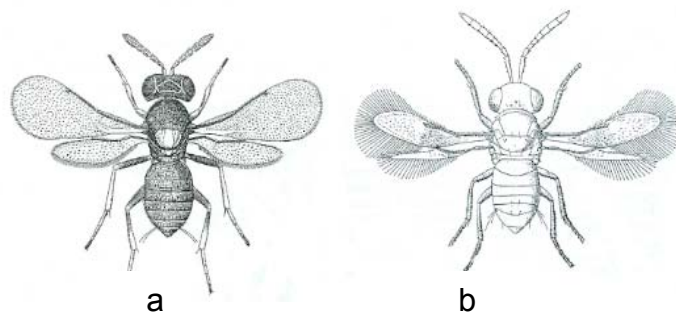


Figure 3.13 : Vue générale d' Aphelinidae ; a : Coccophagus, b : Encarsia [116]

3.4. Analyse des données

Afin d'évaluer la diversité des entomophages, nous avons jugé utile d'utiliser les indices écologiques de composition et de structure suivants.

3.4.1. Indices écologiques de composition

3.4.1.1. Richesse totale (S)

La richesse totale représente un des paramètres fondamentaux et caractéristiques d'un peuplement [117]. Selon RAMADE [118], la richesse totale S est le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné, elle est obtenue à partir du nombre total des relevées.

3.4.1.2. Abondance relative ou Fréquence centésimale (%)

L'abondance relative ou la fréquence centésimale d'une espèce (i) est le nombre d'individus de cette espèce prise en considération par rapport au nombre total des individus (N) de toutes les espèces confondues [119] et [120]. Elle est exprimée sous la forme d'un pourcentage représentée par la formule suivante :

$$AR (\%) = \frac{n_i}{N} \times 100$$

- AR (%) est l'abondance relative des espèces d'un peuplement donné
- n_i est le nombre des individus de l'espèce i prise en considération
- N est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

3.4.1.3. Fréquence d'occurrence ou constance

La fréquence d'occurrence appelée aussi constance est le rapport exprimé sous forme d'un pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce i prise en considération, divisé par le nombre total de relevés N effectués [120] et [121].

La fréquence d'occurrence est calculée par la formule suivante :

$$F.O. \% = P_i \times 100/N$$

- F.O. % : est la valeur de la fréquence d'occurrence
- P_i est le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée
- N est le nombre total de relevés effectués ;

En fonction de la valeur de F.O. % on distingue les catégories suivantes :

F.O = 100% : l'espèce est omniprésente, 75% < F.O < 100%: l'espèce est constante, 50% < F.O < 75% : l'espèce est régulière, 25% < F.O < 50% : l'espèce est accessoire, 5% < F.O < 25% : l'espèce est accidentelle, F.O < 5% : l'espèce est rare.

Les fréquences d'occurrence du peuplement ou espèces sont regroupées en classes [120]. Selon SCHERRER [122] cité par DIOMANDE et al.[123] afin de déterminer le nombre de classes on applique la règle de Sturge qui est donnée par la formule suivante : $N \text{ Clas.} = 1 + (3.3 \text{ Log } n$, Avec **NClas.** : Nombre de classe, et **n** le nombre des espèces présentes.

3.4.1.4. Indice de diversité de Schannon et équitabilité

L'indice de Shannon est le meilleur moyen que l'on puisse adopter pour traduire la diversité [124]. FRONTIER [125] et DAJOZ [121] indiquent que c'est l'indice le plus fréquemment utilisé aujourd'hui.

Cet indice est calculé à l'aide de la formule suivante [126] :

$$H' = - \sum_{i=1}^n q_i \log_2 q_i$$

$$q_i = n_i/N$$

H' est l'indice de diversité de Shannon exprimé en unité bits. Avec q_i : abondance relative de l'espèce i , $q_i = n_i/N$, n_i : l'abondance de l'espèce de rang i , N : est le nombre total des individus espèces confondus.

\log_2 : est le logarithme à base de deux

La diversité maximale correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement, calculée sur la base d'une égale densité pour toutes les espèces présentes [127]. La diversité maximale H' max. est représentée par la formule suivante $H' \text{ max} = \log_2 S$, avec S le nombre total des espèces présentes.

L'indice d'équirépartition (E) a été pris en considération. C'est le rapport de l'indice de diversité observée ou calculée H' exprimé en bits, à la diversité maximale

théorique ou potentielle H' max [118] et [128]. Cet indice est calculé par la formule suivante : $E = H' / H' \text{ max}$. Les valeurs de l'équitabilité varient entre 0 et 1. Lorsqu'elles sont inférieures à 0,5 et tendent vers 0, les effectifs des populations en présence sont en déséquilibre entre elles au sein d'un peuplement c'est-à-dire une ou deux espèces seulement pullulent par rapport aux autres. Par contre, si E est supérieure à 0,5 et tend vers 1, on dit qu'il existe un équilibre entre les populations présentes dans le milieu [118] et [128].

3.5. Analyses statistiques

3.5.1. Analyses multivariées AFC/CAH

L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C) est une méthode descriptive qui permet l'analyse des correspondances entre deux variables qualitatives [129]. Cette analyse vise à rassembler en un ou en plusieurs graphes la plus grande partie possible de l'information contenue dans un tableau de contingence [130], comportant n lignes (les vergers dans notre cas) et p colonnes ou variables (espèces entomofauniques et les dates de prélèvement) [131]. Qui jouent dans le cas de l'AFC des rôles symétriques. Cette analyse est utilisée pour préciser les normes du partage d'un univers écologique de nombreuses espèces interfèrent avec de nombreuses variables écologiques. Elle a l'avantage de représenter plusieurs espèces en même temps [132].

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) : c'est une méthode qui nécessite la définition d'une mesure de similarité ou de distance entre les objets à classer ou échantillons. Ceci conduit à définir un critère d'agrégation des classes qui peut être défini comme une mesure de similarité ou de distance entre les classes d'objets. Le critère d'agrégation est pris souvent à travers des projections factorielles. Dans la suite, les partitions sont représentées par un arbre de classification ou un dendrogramme. L'ensemble des nœuds définit un Hiérarchie sur l'ensemble d'objets. Le nombre de classes obtenues dépend du niveau de l'arbre choisi pour la coupe [133].

CHAPITRE 4 : RESULTATS

Dans la présente étude, les résultats obtenus sont exploités par des indices écologiques de composition et de structure, ainsi que par des méthodes statistiques.

4.1, Inventaire de l'entomofaune utile capturée par piégeage

L'entomofaune utile capturée par pièges englués jaunes et le filet fauchoir est reportée dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1 : Entomofaune utile récoltée dans la station d'étude

Ordres	Familles	Espèces	
Nevroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens, 1836	
	Coniopterygidae	<i>Semidalis aleyrodiformis</i> Enderlein, 1905	
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> De geer, 1776	
		<i>Melanostoma mellinum</i> Linée., 1758	
		<i>Meliscava auricollis</i> Meigen, 1822	
		<i>Platycheirus scutatus</i> Meigen, 1822	
		<i>Neoascia</i> sp Williston, 1886	
		<i>Sphaerophoris scripta</i> Linée., 1758	
		<i>Syrphus</i> sp Fabricius 1775	
		Empididae	<i>Empididae</i> sp
			<i>Empis</i> sp Linnaeus, 1758
		Asilidae	<i>Asilidae</i> sp Latreille, 1802
	Chamaemyiidae	<i>Chamaemyiidae</i> sp	
	Cecidomyiidae	<i>Cecidomyiidae</i> sp	
Hemiptera	Miridae	<i>Miridae</i> sp	
	Pentatomidae	<i>Troilus</i> sp Stål, 1867	
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Chilocorus bipustulatus</i> Linnaeus, 1758	
		<i>Adalia decimpunctata</i> Linné, 1758	
		<i>Rodolia (Novius) cardinalis</i> Mulsant, 1850	
		<i>Exochomus quadripustulatus</i> Linnaeus, 1758	
		<i>Clitostethus arcuatus</i> Rossi 1794	
		<i>Scymnus (Scymnus) interruptus</i> Goeze 1777	
		<i>Scymnus (Scymnus) pallipediformis</i> Gunther 1958	
<i>Scymnus (Scymnus) subvillosus</i> Goeze, 1777			

		<i>Rhyzobius lophanthae</i> Blaisdell; 1892
	Eulophidae	<i>Eulophidae</i> sp <i>Citrostichus phyllocnistoides</i> Narayanan, 1960
	Mymaridae	<i>Mymaridae</i> sp <i>Alaptus</i> sp Westwood 1839
	Signiphoridae	<i>Signiphoridae</i> sp
	Platygastridae	<i>Platygastridae</i> sp
	Scelionidae	<i>Scelionidae</i> sp
	Ceraphronidae	<i>Ceraphronidae</i> sp
	Ichneumonidae	<i>Ichneumonidae</i> sp <i>Gelis</i> sp Thunberg, 1827 <i>Phygadeuon</i> sp Gravenhorst, 1829
	Braconidae	<i>Trioxys angelicae</i> Haliday, 1833 <i>Lysiphlebus testaceipes</i> Cresson, 1880 <i>Lysiphlebus</i> sp Förster, 1862 <i>Trioxys</i> sp Haliday 1833 <i>Chelonus</i> sp Panzer, 1806 <i>Braconidae</i> sp <i>Aphidius</i> sp Nees, 1818 <i>Hormius</i> sp Nees von Esenbeck, 1818
Hymenoptera	Aphelinidae	<i>Aphelinidae</i> sp <i>Aphelinus</i> sp Dalman, 1820 <i>Aphytis chrysomphali</i> Mercet, 1912 <i>Aphytis hispanicus</i> Mercet, 1912 <i>Aphytis melinus</i> De Bach <i>Encarsia perniciosi</i> Tower, 1913 <i>Encarsia</i> sp Foerster, 1878 <i>Cales noacki</i> Howard, 1904
	Encyrtidae	<i>Metaphycus flavus</i> Howard, 1881 <i>Metaphycus helvolus</i> Compere, 1926 <i>Metaphycus lounsburyi</i> Howard, 1898 <i>Metaphycus</i> sp Mercet <i>Comperiella bifasciata</i> Howard, 1906 <i>Anagyrus</i> sp Howard, 1896
	Pteromalidae	<i>Pteromalidae</i> sp <i>Pachyneuron</i> sp Wolker, 1833
	Trichogrammatidae	<i>Trichogrammatidae</i> sp
Arachnida	Araneidae	<i>Aranea</i> sp Clerck, 1757

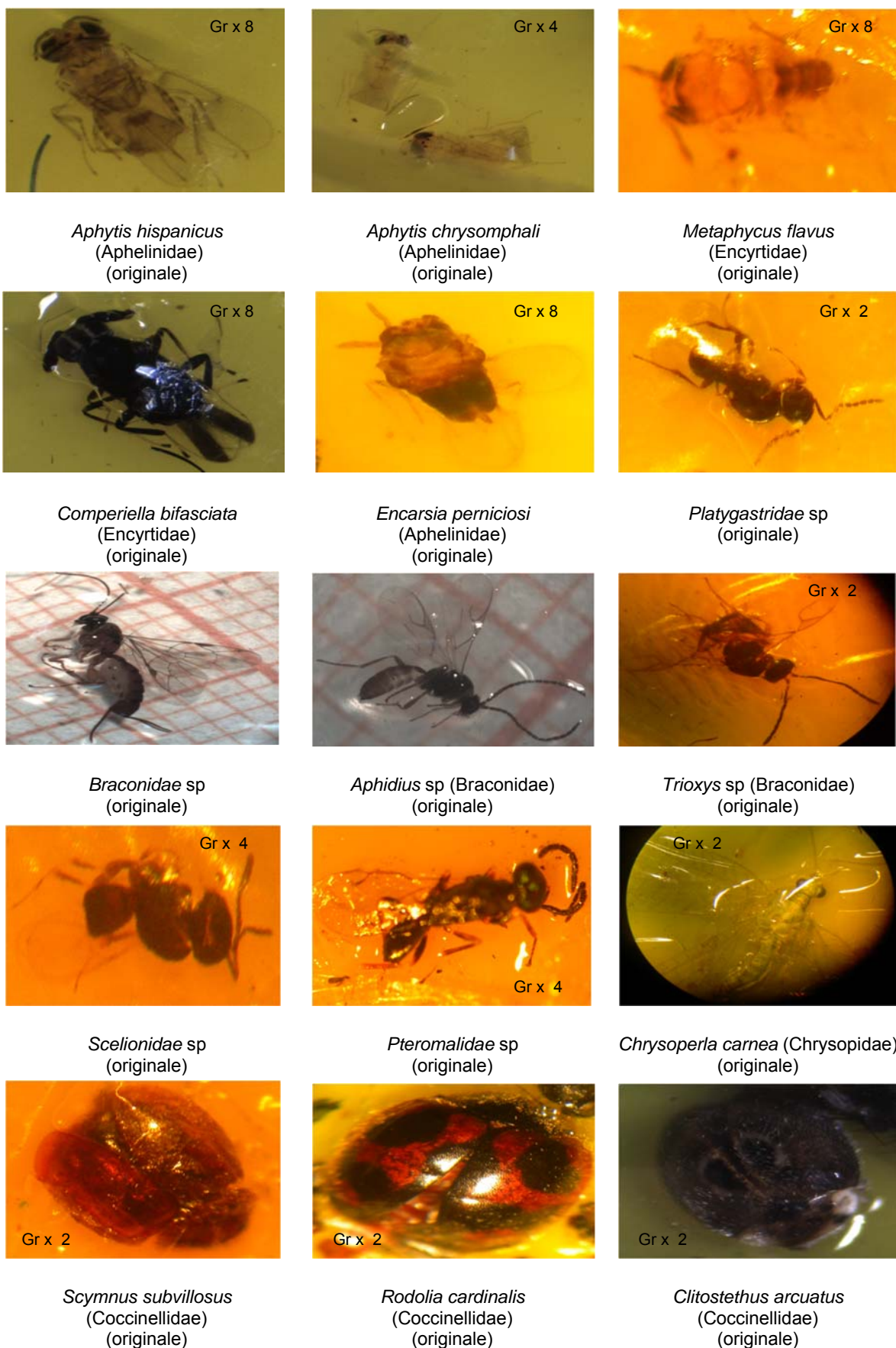


Figure 4.1. Photos de quelques entomophages recensés dans les deux vergers étudiés [Originale]

L'analyse de l'inventaire de l'entomofaune utile réalisé dans la station de Rouïba sur les deux vergers d'étude nous a permis de répertorier pas moins de 62 espèces d'insectes, dont 25 prédateurs et 37 parasitoïdes. Cette faune utile pourra contribuer à la régulation de certains bio agresseurs tels que les aphides et les cochenilles. Les espèces recensées se répartissent dans 6 ordres et 23 familles.

4.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques

4.2.1. Indices écologiques de composition

4.2.1.1. Richesse

Les valeurs de la richesse totale et moyenne portant sur les espèces entomophages échantillonnées dans les deux vergers; celui de citronnier et celui de nectarinier/oranger au niveau du site de Rouïba au cours de dix prélèvements allant de début de mois de mars jusqu'au mois de juillet 2014, sont mentionnées dans le tableau 4.2.

Tableau 4.2 : Richesse totale et moyenne en espèces entomophages dans les vergers de citronnier et de nectarinier/oranger. (**S** : Richesse totale ; **Sm** : Richesse moyenne)

Vergers	Citronnier	Nectarinier/oranger
S	48	44
Sm	4,8	4,4

D'après le tableau 4.2, la richesse S des espèces inventoriées est égale à 48 espèces au niveau du verger de citronnier et 44 espèces au niveau du verger de nectarinier/oranger. Alors que la richesse moyenne de ces deux vergers est égale à 4,8 au niveau du verger de citronnier et 4,4 au niveau de verger de nectarinier/oranger.

La faune des espèces entomophages du verger de citronnier semble plus élevée par rapport à celle recensée dans le verger de nectarinier/oranger. Cela peut être expliqué par l'influence des pratiques culturales excessives réalisées au niveau de ce dernier.

4.2.1.2. Fréquence centésimale ou abondance relative (%)

Les fréquences centésimales appliquées aux espèces entomophages capturées au niveau de deux vergers d'étude : citronnier et l'associationnectarinier/oranger, en fonction des ordres, des familles et enfin suivant les espèces sont présentées.

Les valeurs de la fréquence centésimale (%) relatives en fonction de différents ordres d'espèces entomophages sont rapportées dans le tableau 4.3. et les figures (4.2.a et 4.2.b).

Tableau 4.3 : Valeurs de la fréquence centésimale (%) relatives en fonction de différents ordres d'espèces entomophages dans les deux vergers d'études de Rouïba. (Ni : Effectifs ; A.R (%) : Abondances relatives)

Classes	Ordres	Citronnier		Nectarinier /Oranger	
		Ni	A.R %	Ni	A.R %
Insecta	Hymenoptera	921	85,35	419	76,59
	Coleoptera	90	8,34	74	13,52
	Hemiptera	1	0,092	2	0,36
	Diptera	23	2,13	44	8,04
	Neuroptera	26	2,41	6	1,09
Arachnida	Araneae	18	1,66	2	0,36

Les arthropodes utiles capturés appartiennent à deux classes : celle des Insecta qui est la plus dominante, représentée par cinq ordres : Hymenoptera, Coleoptera, Neuroptera, Diptera et Hemiptera, et la classe des Arachnida qui est représentée par un seul ordre celui des Araneae.

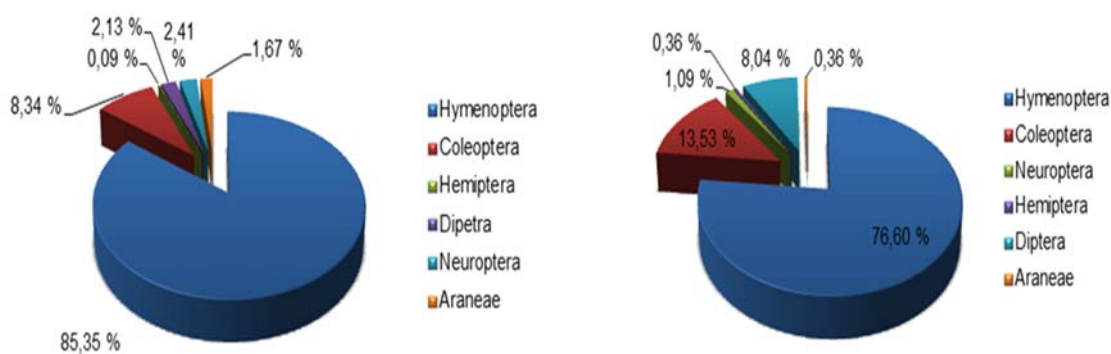
L'ordre d'Hymenoptera présente la valeur de l'abondance relative la plus élevée avec 85,35% sur citronnier et 76,60% sur nectarinier/oranger respectivement. L'ordre de Coleoptera arrive en deuxième position avec une abondance relative égale à 8,34 % pour le verger de citronnier et 13,52% pour le verger de nectarinier/oranger (Fig. 4.2 a) et (Fig. 4.2 b).

L'ordre des Neuroptera arrive en troisième position avec une abondance relative égale à 2,41% suivi par celui des Diptera avec un taux de 2,13 % au niveau de verger de citronnier : D'autre part l'ordre des Diptera occupe une

position plus avancée par rapport à l'ordre de Neuroptera au niveau du verger de nectarinier/oranger, les abondances relatives de ces deux derniers ordres sont égales à 8,04% et 1,09% respectivement.

Les deux ordres Hemiptera et Araneae sont représentées par de faibles abondances relatives dans les deux vergers d'étude, de 0,092% pour les Hemiptera au niveau du verger de citronnier (Fig. 4.2a) tandis que cet ordre est représenté par la même abondance que celle des Araneae avec une abondance soit 0,36% dans le verger de nectarinier/oranger (Fig. 4.2b).

L'ordre Araneae dans le verger de citronnier se trouve en cinquième position avec une abondance relative plus élevée (1,67%) que celle enregistrée dans le verger de nectarinier / oranger



a) Verger de citronnier

b) Verger de nectarinier/oranger

Figure 4.2. Abondances relatives des ordres d'entomophages capturés dans les vergers étudiés.

Nous avons mentionné dans le tableau 4.4 les valeurs de la fréquence centésimale (%) relative des différentes familles des espèces entomophages dans les deux vergers d'études de Rouïba.

Tableau 4.4 : Valeurs de la fréquence centésimale (%) relatives en fonction de différentes familles des espèces entomophages dans les deux vergers d'études de Rouïba. Ni : Effectifs, A.R (%) : Abondances relatives.

Familles	Citronnier		Nectarinier/oranger	
	A.R %	Ni	A.R %	Ni
Aphelinidae	61,53	664	26,69	146
Encyrtidae	9,63	104	15,35	84
Eulophidae	0,55	6	3,2	18
Mymaridae	1,76	19	2,01	11
Signiphoridae	0,09	1	1,09	6
Platygastridae	4,17	45	15,17	83
Scelionidae	1,66	18	7,31	40
Ceraphronidae	1,11	12	1,09	6
Ichneumonidae	2,13	23	0,54	3
Braconidae	1,85	20	4,02	22
Pteromalidae	0,64	7	-	-
Trichogrammatidae	0,18	2	-	-
Coccinellidae	8,34	90	13,52	74
Pentatomidae	0,09	1	-	-
Miridae	-	-	0,36	2
Empididae	0,18	2	1,46	8
Asilidae	-	-	0,36	2
Chamaemyiidae	-	-	0,36	2
Cecidomyiidae	0,55	6	0,73	4
Syrphidae	1,39	15	5,11	28
Chrysopidae	2,31	25	1,09	6
Coniopterygidae	0,09	1	-	-
Araneidae	1,66	18	0,36	2

Dans le verger de citronnier, les résultats de l'échantillonnage effectué à l'aide des deux méthodes de piégeage ont dévoilé une disponibilité entomofaunique de 1079 individus répartis en 20 familles (Fig. 4.3.a). La famille la plus représentée est celle des Aphelinidae (61,53%), suivie par celle des Encyrtidae (9,63%), et la famille des Coccinellidae (8,34%). Tandis que les familles faiblement représentées sont les suivantes: Platygastridae (4,17%), Chrysopidae (2,31%), Ichneumonidae (2,13%), Braconidae (1,85%), Mymaridae (1,76%), Scelionidae (1,66%), Araneidae (1,66%), Syrphidae (1,39%) et Ceraphronidae (1,11%), Pteromalidae (0,64%), Eulophidae (0,55%),

Cecidomyiidae (0,55%). D'autre part, d'autres familles semblent beaucoup plus faiblement abondantes comme les Trichogrammatidae (0,18%), Empididae (0,18%), Signiphoridae (0,09%), Pentatomidae (0,09%), Coniopterygidae (0,09%) (Fig. 4.3.a).

Au niveau du verger de nectarinier/oranger, nous remarquons une disponibilité entomofaunique moins élevée soit 547 individus répartis en 19 familles appartenant à six ordres d'insectes entomophages recensés (Fig. 4.3.b).

Les familles les plus représentées dans le même verger sont celles des Aphelinidae (26,70%) puis celle des Encyrtidae (15,35%) et celle des Platygastriidae (15,17%). Les autres familles d'Hymenoptera occupent des taux faibles, telles que les Scelionidae (7,31%), Braconidae (4,02%), Eulophidae (3,29%), Mymaridae (2,01%), Signiphoridae (1,09%), Ceraphronidae (1,09%) et Ichneumonidae (0,54 %). La famille de Coccinellidae représente une fréquence centésimale de 13,52%. Au sein de l'ordre Diptera la famille de Syrphidae est la plus abondante avec une abondance relative égale à 5,11 %; tandis que les autres familles appartenant à cet ordre représentent un taux très faible : Empididae (1,46 %) ; Cecidomyiidae (0,73 %) ; Chamaemyiidae (0,36 %) et Asilidae (0,36 %). L'abondance relative de la famille des Chrysopidae n'est que de 1,09 %, alors que celles des Miridae et des Araneae sont plus faibles avec une valeur de 0,36 % (Fig. 4.3.b).

L'examen du tableau 4.5 fait ressortir les différents effectifs et fréquences centésimales trouvés pour chaque espèce dans les deux vergers d'étude dans la région de Rouïba.

D'abord, au niveau du verger de citronnier (Fig. 4.4.a), et au sein de la famille des Aphelinidae, l'espèce *Aphytis chrysomphali* est la plus abondante (19,92%), suivie par *Aphytis melinus* (11,40%), *Aphelinidae* sp (11,02%), *Encarsia perniciosi* (7,50%), *Aphytis hispanicus* (6,58%). Le reste des espèces de cette famille qui sont *Cales noacki*, *Aphelinus* sp et *Encarsia* sp représentent des taux faibles de l'ordre de 2,87%, 1,85% et 0,37% respectivement.

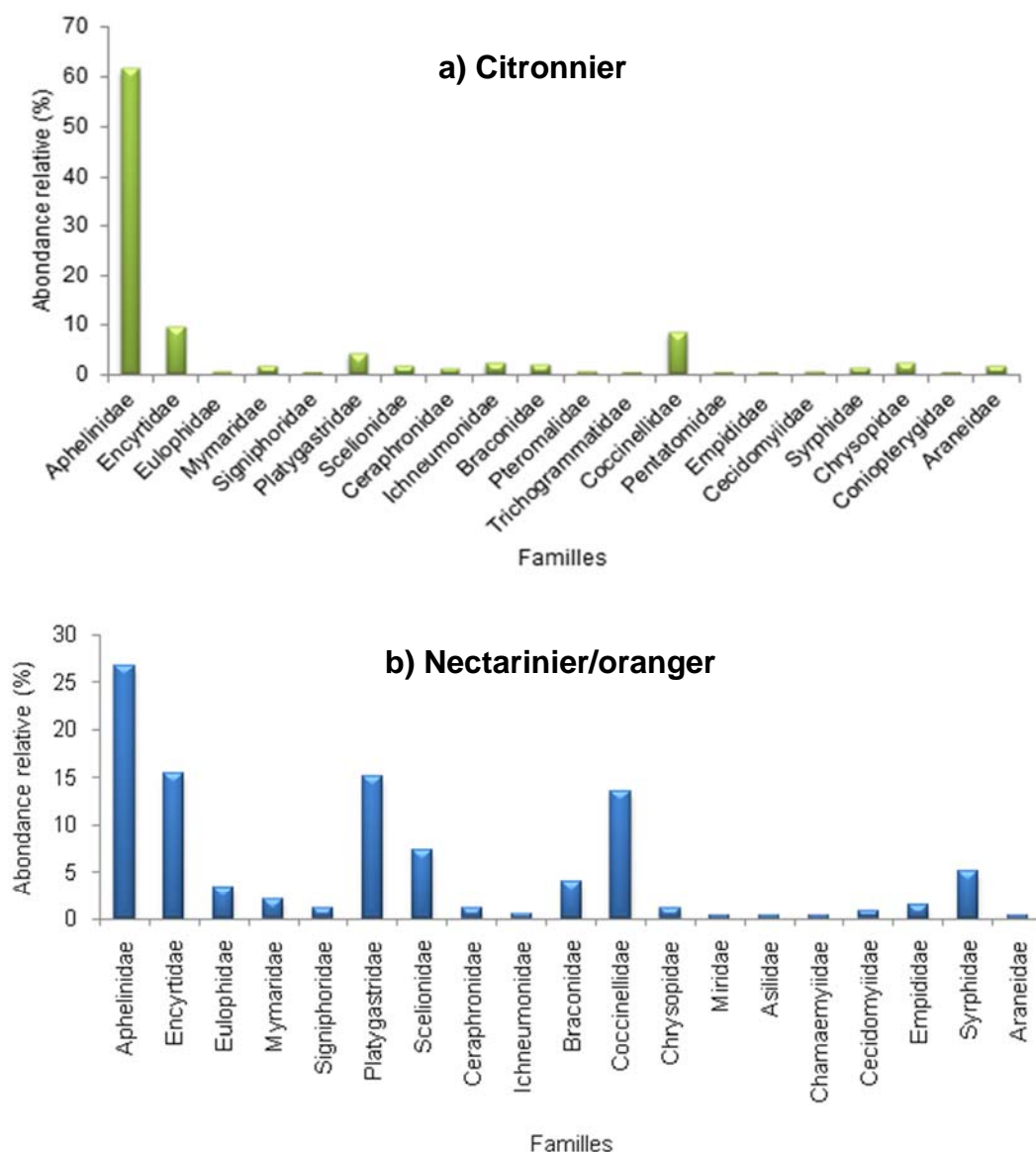


Figure 4.3 : Abondances relatives des familles d'espèces entomophages capturées dans les vergers étudiés.

La famille des Coccinellidae, compte six espèces d'après nos observations dont *Clitostethus arcuatus* qui est l'espèce la plus représentative de cette famille (5,18%), suivie par *Rodolia cardinalis* (2,03%). Les espèces *Scymnus subvillosus*, *Rhyzobius lophantae*, *Scymnus interruptus* et *Exochomus quadripustulatus* sont faiblement abondantes 0,64%, 0,18%, 0,18% et 0,09% respectivement (Fig. 4.4.a).

La famille des Chrysopidae figure par une seule espèce *Chrysoperla carnea* avec une abondance relative de 2,31%.

Tableau 4.5: Valeurs de la fréquence centésimale (%) relatives des espèces entomophages dans les deux vergers d'études de Rouïba. (Ni : Effectifs ; A.R (%): Abondances relatives.

Vergers d'étude Espèces	Verger de citronnier		Verger de nectarine	
	Ni	A.R (%)	Ni	A.R (%)
<i>Aphelinidae</i> sp	119	11,02	11	2.01
<i>Aphelinus</i> sp	20	1,85	53	9.68
<i>Aphytis chrysomphali</i>	215	19,92	3	0.54
<i>Aphytis hispanicus</i>	71	6,58	24	4.38
<i>Aphytis melinus</i>	123	11,39	48	8.77
<i>Encarsia perniciosi</i>	81	7,50	4	0.73
<i>Encarsia</i> sp	4	0,37	2	0.36
<i>Cales noacki</i>	31	2,87	1	0.18
<i>Metaphycus flavus</i>	29	2,68	21	3.83
<i>Metaphycus helvolus</i>	15	1,39	34	6.21
<i>Metaphycus lounsburyi</i>	4	0,37	-	-
<i>Metaphycus</i> sp	-	-	2	0.36
<i>Comperiella bifasciata</i>	19	1,76	27	4.93
<i>Anagyrus</i> sp	37	3,42	-	-
<i>Eulophidae</i> sp	2	0,18	1	0.18
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	4	0,37	17	3.10
<i>Mymaridae</i> sp	7	0,64	10	1.82
<i>Alaptus</i> sp	12	1,11	1	0.18
<i>Signiphoridae</i> sp	1	0,09	6	1.09
<i>Platygastridae</i> sp	45	4,17	83	15.17
<i>Scelionida</i> sp	18	1,66	40	7.31
<i>Ceraphronidae</i> sp	12	1,11	6	1.09
<i>Ichneumonidae</i> sp	18	1,66	3	0.54
<i>Gelis</i> sp	1	0,09	-	-
<i>Phygadeuon</i> sp	4	0,37	-	-
<i>Troxys angelicae</i>	5	0,46	-	-
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	2	0,18	-	-
<i>Lysiphlebus</i> sp	-	-	10	1.82
<i>Troxys</i> sp	2	0,18	7	1.27
<i>Chelonus</i> sp	-	-	2	0.36
<i>Braconidae</i> sp	6	0,55	3	0.54
<i>Aphidius</i> sp	1	0,09	-	-
<i>Hormius</i> sp	4	0,37	-	-
<i>Pteromalidae</i> sp	4	0,37	-	-

<i>Pachyneuron</i> sp	3	0,27	-	-
<i>Trichogrammatidae</i> sp	2	0,18	-	-
<i>Rhyzobius lophanthae</i>	2	0,18	3	0.54
<i>Scymnus interruptus</i>	2	0,18	-	-
<i>Exochomus quadripustulatus</i>	1	0,09	-	-
<i>Adalia decempunctata</i>	-	-	1	0.18
<i>Rodolia cardinalis</i>	22	2,03	-	-
<i>Scymnus subvillosus</i>	7	0,64	23	4.20
<i>Scymnus pallipediformis</i>	-	-	38	6.94
<i>Clitostethus arcuatus</i>	56	5,18	1	0.18
<i>Chilocorus bipustulatus</i>	-	-	8	1.46
<i>Miridae</i> sp	-	-	2	0.36
<i>Asilidae</i> sp	-	-	2	0.36
<i>Chamaemyiidae</i> sp	-	-	2	0.36
<i>Troilus</i> sp	1	0,09	-	-
<i>Empididae</i> sp	2	0,18	-	-
<i>Empis</i> sp	-	-	8	1.46
<i>Cecidomyiidae</i> sp	6	0,55	4	0.73
<i>Episyrphus balteatus</i>	2	0,18	6	1.09
<i>Melanostoma mellinum</i>	1	0,09	8	1.46
<i>Meliscava auricollis</i>	-	-	6	1.09
<i>Platycheirus scutatus</i>	12	1,11	-	-
<i>Neoascia</i> sp	-	-	2	0.36
<i>Sphaerophoris scripta</i>	-	-	4	0.73
<i>Syrphus</i> sp	-	-	2	0.36
<i>Chrysoperla carnea</i>	25	2,31	6	1.09
<i>Semidalis aleyrodiformis</i>	1	0,09	-	-
<i>Aranea</i> sp	18	1,66	2	0.36

Les espèces *Ichneumonidae* sp, *Phygadeuon* sp et *Gelis* sp qui appartiennent à la famille des Ichneumonidae sont représentées par les taux suivants : 1,66 %; 0,37 % et 0,09 %.

La famille des Braconidae est représentée par six espèces : *Braconidae* sp (0,55%), *Trioxys angelicae* (0,46%), *Hormius* sp (0,37%), *Trioxys* sp et *Lysiphlebus testaceipes* qui ont une fréquence centésimale similaire (0,18%) et *Aphidius* sp plus faible avec un taux de 0,09%.

La famille de Mymaridae est représentée par les deux espèces *Alaptus* sp (1,11%) et *Mymaridae* sp (0,64%).

Scelionidae sp appartient à la famille de *Scelionidae* et *Aranea* sp qui appartient à celle d'Araneidae sont représentées par le même taux qui est égal à 1,66 %.

La famille de Syrphidae figure par trois espèces : *Platycheirus scutatus* qui est la plus abondante avec un taux de 1,11%, suivie par *Episyrphus balteatus* 0,18% et *Melanostoma mellinum* 0,09% (Fig. 4.4.a).

L'espèce *Ceraphronidae* sp présente le taux 1,11%. La famille de Pteromalidae est représentée par les deux espèces : *Pachyneuron* sp (0,27%) et *Pteromalidae* sp (0,37%).

Les deux Eulophidae *Citrostichus phyllocnistoides* et *Eulophidae* sp, présentent des abondances de 0,37% et 0,18 %, l'espèce *Cecidomyiidae* sp (0,55 %). Les espèces *Trichogrammatidae* sp et *Empididae* sp présentent le taux de 0,18 % alors que les espèces *Signiphoridae* sp, *Troilus* sp et *Semidalis aleyrodiformis* sont très faiblement présentes (0,09%) (Fig. 4.4.a)

Concernant le verger de nectarinier/oranger (Fig. 4.4.b) :

La famille d'Aphelinidae est représentée par huit espèces dont les plus représentées sont *Aphelinus* sp (9,68 %), *Aphytis melinus* (8,77 %) et *Aphytis hispanicus* (4,38 %), d'autres espèces de la même famille sont moins disponibles comme *Aphelinidae* sp (2,01 %), *Aphytis chrysomphali* (0,54 %), *Encarsia perniciosi* (0,73 %), *Encarsia* sp (0,36 %) et *Cales noacki* (0,36 %) (Tab. 4.5).

Dans la famille des Encyrtidae, les plus importants représentants sont *Metaphycus helvolus*, *Comperiella bifasciata* et *Metaphycus flavus* avec des fréquences centésimales respectives de (6,21 %, 4,93 % et 3,83 %) une autre espèce indéterminée *Metaphycus* sp n'est présente qu'à un taux très faible égal à 0,36 %(Fig. 4.3.b). D'autres représentants *Ichneumonidae* sp (0,54 %), *Signiphoridae* sp (1,09 %) et *Ceraphronidae* sp (1,09 %) ont été capturés.

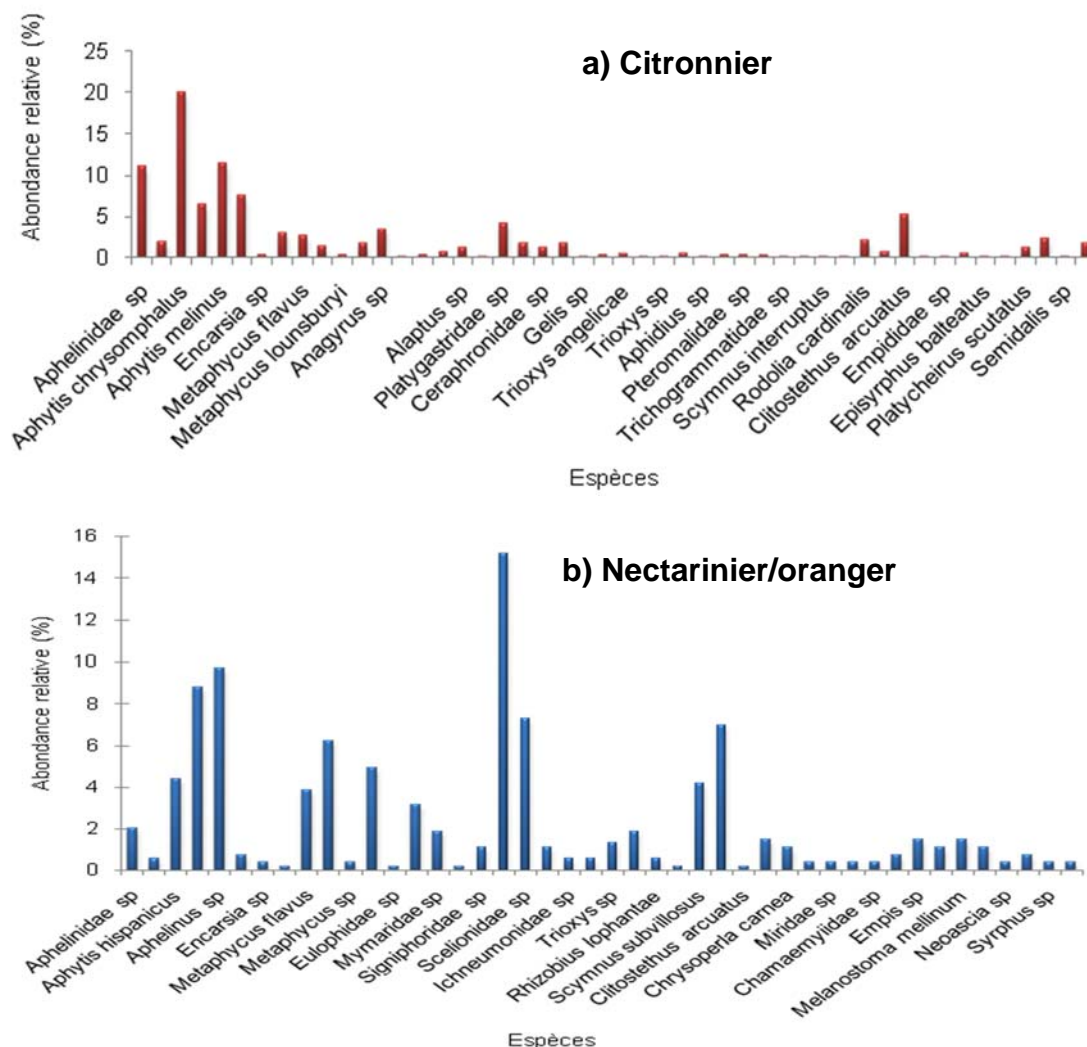


Figure 4.4 : Abondances relatives des espèces entomophages capturées dans les vergers étudiés

Les *Platygasteridae* sp sont très présents dans ce verger (15,17 %) suivis par des espèces de *Scelionidae* sp (7,31 %), *Citrostichus phyllocnistoides* (3, 10 %), *Alaptus* sp (0,18 %) et trois représentants de la famille des Braconidae tels que *Lysiphlebus testaceipes* (1,82 %), *Trioxys* sp (1,27 %) et *Braconidae* sp (0,54 %).

Chez les Coccinellidae *Scymnus pallipediformis* (6,94 %) et *Scymnus subvillosus* (4,20 %) sont les plus abondants en comparaison avec *Chilocorus bipustulatus*; *Rhizobius lophantae*; *Clitostethus arcuatus* et *Adalia decimpunctata* 1,46 %, 0,54 %, 0,18 % et 0,18 % respectivement. Les Syrphes *Melanostoma*

mellinum, *Meliscava auricollis*, *Episyrphus balteatus*, *Sphaerophoris scripta*, *Neoascia* sp, *Syrphus* sp, présentent des taux faibles ou très faibles (1,46%, 1,09 % et 1,09 %, 0,73 %, 0,36 % et 0,36 %) respectivement.

Le reste des espèces appartenant à l'ordres Diptera sont très peu abondants *Empis* sp (1,46 %), *Cecidomyiidae* sp (0,73 %), *Chamaemyiidae* sp (0,36 %) et *Asilidae* sp (0,36 %). L'espèce *Chrysoperla carnea* 1,09 %, *Miridae* sp 0,36 %, ainsi que l'espèce *Araneae* sp sont de manière similaire faiblement représentés (Fig. 4.4.b).

4.2.1.3. Fréquence d'occurrence ou constance (%)

Les classes de constance des espèces capturées, correspondent aux intervalles des fréquences d'occurrence (F.O) rencontrées dans chaque verger respectif (tab.4.6). Selon la règle de Sturge, ces classes sont au nombre de 11 au niveau du verger de citronnier et de 10 classes dans le verger de nectarinier/oranger.

Au niveau du verger de citronnier, l'intervalle de chaque classe est de 9,08 %. Ainsi, $F.O \leq 9,08$ % pour les espèces rares, $9,08 \% < F.O \leq 18,16$ % pour les espèces peu accidentelles, $18,16 \% < F.O \leq 27,24$ % pour les espèces accidentelles, $27,24 \% < F.O \leq 36,32$ % pour les espèces très accidentelles, $36,32 \% < F.O \leq 45,4$ % pour les espèces accessoires, $45,4 \% < F.O \leq 54,48$ % pour les espèces très accessoires, $54,48 \% < F.O \leq 63,56$ % pour les espèces peu fréquentes, $63,56 \% < F.O \leq 72,64$ % pour les espèces fréquentes et , $72,64 \% < F.O \leq 81,72$ pour les espèces très fréquente, $81,72 \% < F.O \leq 90,8$ pour les espèces constantes, $90,8 \% < F.O \leq 100$ % pour les espèces omniprésentes.

Au niveau du verger de nectarinier/oranger, l'intervalle de chaque classe est de 9,95 %.Ainsi $F.O \leq 9,95$ % pour les espèces rares, $9,95 \% < F.O \leq 19,09$ % pour les espèces peu accidentelles, $19,09 \% < F.O \leq 29,85$ % pour les espèces accidentelles, $29,85 \% < F.O \leq 39,08$ % pour les espèces très accidentelles, $39,08 \% < F.O \leq 49,75$ % pour les espèces accessoires, $49,75 < F.O \leq 59,70$ % pour les espèces très accessoires, $59,70 \% < F.O \leq 69,65$ % pour les espèces peu fréquentes, $69,65 \% < F.O \leq 79,60$ % pour les espèces fréquentes et , $72,64$

% < F.O ≤ 81,72 pour les espèces très fréquente, 79,60 % < F.O ≤ 89,55 % pour les espèces constantes, 89,55 % < F.O ≤ 100 % pour les espèces omniprésentes.

Tableau 4.6: Fréquence d'occurrence des espèces entomophages capturées dans les deux vergers d'étude (F.O. % : Fréquences d'occurrence, Ni : Nombres d'apparitions par espèce).(a): Très accidentelle, (b): accidentelle; (c): peuaccidentelle, (d): accessoire, (e) : très accessoire, (f): fréquente, (g): très fréquente, (h): peu fréquente, (i): omniprésente,(-) absence de l'espèce.

Vergers d'étude Espèces	Citronnier			Nectarinier/ Oranger		
	Ni	FO	Catégorie	Ni	FO	Catégorie
<i>Aphelinidae</i> sp	5	50	e	3	30	a
<i>Aphytis chrysomphali</i>	8	80	g	2	20	b
<i>Aphytis hispanicus</i>	8	80	g	8	80	g
<i>Aphytis melinus</i>	7	70	f	5	50	e
<i>Aphelinus</i> sp	6	60	h	8	80	g
<i>Encarsia perniciosi</i>	7	70	f	3	30	a
<i>Encarsia</i> sp	4	40	d	2	20	b
<i>Cales noacki</i>	6	60	h	1	10	a
<i>Metaphycus flavus</i>	8	80	g	6	60	h
<i>Metaphycus helvolus</i>	7	70	f	3	30	a
<i>Metaphycus lounsburyi</i>	4	40	d	-	-	-
<i>Metaphycus</i> sp	-	-	-	1	10	c
<i>Comperiella bifaciata</i>	7	70	f	3	30	a
<i>Anagyrus</i> sp	1	10	c	-	-	-
<i>Eulophidae</i> sp	2	20	b	1	10	c
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	2	20	b	3	30	a
<i>Mymaridae</i> sp	3	30	a	5	50	e
<i>Alaptus</i> sp	7	70	f	1	10	c
<i>Signiphoridae</i> sp	1	10	c	3	30	a
<i>Platygastridae</i> sp	10	100	ii	10	100	i
<i>Scelionidae</i> sp	7	70	f	10	100	i
<i>Ceraphronidae</i> sp	4	40	d	3	30	a
<i>Ichneumonidae</i> sp	6	60	h	3	30	a
<i>Gelis</i> sp	1	10	c	-	-	-
<i>Phygadeuon</i> sp	2	20	b	-	-	-
<i>Braconidae</i> sp	3	30	a	2	20	b
<i>Trioxys angelicae</i>	2	20	b	-	-	-
<i>Trioxys</i> sp	2	20	b	2	20	b
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	1	10	c	-	-	-
<i>Lysiphlebus</i> sp	-	-	-	3	30	a
<i>Aphidius</i> sp	1	10	c	-	-	-
<i>Hormius</i> sp	2	20	b	-	-	-
<i>Pteromalidae</i> sp	2	20	b	-	-	-
<i>Pachyneuron</i> sp	2	20	b	-	-	-
<i>Trichogrammatidae</i> sp	2	20	b	-	-	-

<i>Rhyzobius lophantae</i>	2	20	b	1	10	c
<i>Exochomus decimpunctata</i>	1	10	c	1	10	c
<i>Rodolia cardinalis</i>	3	30	a	-	-	-
<i>Scymnus subvillosus</i>	3	30	a	3	30	a
<i>Scymnus interreptus</i>	1	10	c	-	-	-
<i>Scymnus pallipediformis</i>	-	-	-	4	40	d
<i>Clitostethus arcuatus</i>	8	80	g	1	10	c
<i>Chilocorus bipustulatus</i>	-	-	-	3	30	a
<i>Chrysoperla carnea</i>	6	60	h	3	30	a
<i>Semidalis aleyrodiformis</i>	1	10	c	-	-	-
<i>Chelonus</i> sp	-	-	-	1	10	c
<i>Miridae</i> sp	-	-	-	1	10	c
<i>Asilidae</i> sp	-	-	-	1	10	c
<i>Chamaemyiidae</i> sp	-	-	-	1	10	c
<i>Cecidomyiidae</i> sp	6	60	h	2	20	b
<i>Troilus</i> sp	1	10	c	-	-	-
<i>Empididae</i> sp	1	10	c	-	-	-
<i>Empis</i> sp	-	-	-	2	20	b
<i>Episyrphus balteatus</i>	1	10	c	1	10	c
<i>Melanostoma mellinum</i>	1	10	c	1	10	c
<i>Platycheirus scutatus</i>	2	20	b	-	-	-
<i>Neoascia</i> sp	-	-	-	1	10	c
<i>Sphaerophoris scripta</i>	-	-	-	1	10	c
<i>Syrphus</i> sp	-	-	-	1	10	c
<i>Aranea</i> sp	6	60	h	1	10	c

Au niveau du verger de citronnier : les espèces entomophages capturées appartiennent à 11 classes de constance. 12 espèces sont peu accidentelles: *Anagyrus* sp, *Signiphoridae* sp, *Gelis* sp, *Lysiphlebus testaceipes*, *Aphidius* sp, *Scymnus interreptus*, *Exochomus quadripustulatus*, *Troilus* sp, *Empididae* sp, *Episyrphus balteatus*, *Melanostoma mellinum* et *Semidalis aleyrodiformis*.

Onze (11) espèces sont accidentelles : *Eulophidae* sp, *Citrostichus phyllocnistoides*, *Phygadeuon* sp, *Trioxys angelicae*, *Trioxys* sp, *Hormius* sp, *Pteromalidae* sp, *Pachyneuron* sp, *Trichogrammatidae* sp, *Rhyzobius lophantae*, *Platycheirus scutatus*, et 4 espèces sont classées d'après nos observations comme très accidentelles notamment : *Mymaridae* sp, *Braconidae* sp, *Rodolia cardinalis*, et *Scymnus subvillosus*. Les espèces accessoires sont au nombre de trois : *Encarsia* sp, *Metaphycus lounsburyi*, *Ceraphronidae* sp alors qu'une seule espèce est très très accessoire *Aphelinidae* sp. Les taxons peu réguliers sont *Aphelinus* sp, *Cales noacki*, *Ichneumonidae* sp, *Cecidomyiidae* sp, *Chrysoperla carnea*, *Aranea* sp. De même, 6 espèces sont régulières : *Aphytis melinus*,

Encarsia perniciosi, *Metaphycus helvolus*, *Comperiella bifasciata*, *Alaptus* sp, *Scelionidae* sp tandis que 4 espèces sont très régulières d'après leur classe de constance : *Aphytis chrysomphali*, *Aphytis hispanicus*, *Metaphycus flavus*, *Clitostethus arcuatus*. La seule espèce omniprésente dans le verger de citronnier appartient à la famille des *Platygastridae* (*Platygastridae* sp).

Dans le verger de nectarinier/oranger, la plupart des espèces apparaissent de manière accidentelle: on peut les répartir selon des degrés ,16 espèces sont peu accidentelles telles *Metaphycus* sp, *Eulophidae* sp, *Alaptus* sp, *Rhyzobius lophantae*, *Exochomus decempunctata*, *Clitostethus arcuatus*, *Chelonus* sp, *Miridae* sp, *Asilidae* sp, *Chamaemyiidae* sp, *Episyrphus balteatus*, *Melanostoma mellinum*, *Neoscia* sp, *Sphaerophoris scripta*, *Syrphus* sp, *Aranea* sp. 13 espèces appartiennent à la constance très accidentelle: *Aphelinidae* sp, *Encarsia perniciosi*, *Cales noacki*, *Metaphycus helvolus*, *Comperiella bifasciata*, *Citrostichus phyllocnisoides*, *Signiphoridae* sp, *Ceraphronidae* sp, *Ichneumonidae* sp, *Lysiphlebus* sp, *Scymnus subvillosus*, *Chilocoris bipustulatus*, *Chrysoperla carnea* alors que 7 espèces appartiennent à la classe de constance accidentelle comme *Aphytis chrysomphali*, *Encarsia* sp, *Braconidae* sp, *Trioxys* sp, *Cecidomyiidae* sp, *Empis* sp, *Meliscava auricollis*. Dans le groupe des espèces accessoires, on peut rencontrer *Scymnus pallipediformis*, *Aphytis melinus*, *Mymaridae* sp représentent des taxons très accessoires. Parmi les espèces fréquemment trouvées dans nos échantillonnages, on compte *Metaphycus flavus*, *Aphelinus* sp, *Aphytis hispanicus*. Par ailleurs, 2 espèces sont omniprésentes : *Platygastridae* sp et *Scelionidae* sp.

Les résultats exposés dans le tableau 4.6 montrent d'une part que dans le verger de citronnier, les fréquences d'occurrence les plus élevées (taux égal à 80%) sont notées également pour les espèces de la famille des *Platygastridae* ainsi que *Aphytis chrysomphali*, *Aphytis hispanicus*, *Encarsia perniciosi*, *Metaphycus flavus*, *Clitostethus arcuatus*. D'autre part, au niveau du verger de nectarinier/oranger, les représentants les plus importants concernent les *Platygastridae* et les *Scelionidae* qui sont des omniprésentes, tandis que, *Aphytis hispanicus* et *Aphelinus* sp sont les seules espèces très fréquentes avec le même taux d'apparition de 80 %.

4.2.2. Indices écologiques de structure

La valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver dans les deux vergers d'étude est relativement élevée, elle est égale à 2,94 bits dans le verger du citronnier et de 3,10 bits dans celui du nectarinier/oranger (Tab 4.7).

Tableau 4.7: Valeurs de l'indice de diversité Shannon (H'), de l'indice de diversité maximale (H' max) et de l'indice d'équitabilité (E) appliquées aux espèces entomophages recensées dans les deux vergers étudiés (H' : est l'indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en bits. H' max : est l'indice de diversité maximale exprimé en bits. E : est l'indice d'équitabilité).

Vergers	Citronnier	nectarinier/oranger
H'	2,94	3,10
H' (max)	3,87	3,93
E	0,76	0,78

La valeur élevée de Shannon exprime la diversité des espèces entomophages au sein de ces deux vergers. La diversité maximale H' (max) du verger de citronnier est égale à 3,87 bits et celle de nectarinier/oranger est égale à 3,93 bits.

Par ailleurs, l'indice de l'équitabilité calculé pour le verger de citronnier est de 0,76 et de 0,78 pour celui de nectarinier/oranger. Ces deux valeurs tendent vers 1 ce qui montre que les effectifs des espèces présentes sont en équilibre entre eux au sein de deux vergers.

4.3. Estimation de la variation de la biodiversité

4.3.1. Estimation de la variation de la biodiversité spatiale et temporelle entre les deux vergers d'étude

La variation spatio-temporelle de la richesse en espèces entomophages au niveau de deux vergers d'étude selon la période d'étude est reportée dans le tableau 4.8.

Tableau 4.8: Variation spatio-temporelle de la richesse en espèces entomophages au niveau de deux vergers d'étude : citronnier et nectarinier. (**Tmoy (C°)**: Température moyenne en degré Celsius, **S** : Richesse totale mensuelle, **Ni** : Nombre d'individus).

	Mois	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
	Tmoy°C	12.9	17.1	18.0	22.4	25.1
Citronnier	S	14	35	25	26	30
	Ni	38	248	144	341	308
Nectarinier /Oranger	S	14	11	22	22	24
	Ni	43	25	95	172	213

La richesse en entomophages diffère selon les mois et la température. Au niveau du verger de citronnier, on enregistre la richesse la plus faible de 14 espèces durant le mois de mars où la température est égale à 12,9 °C.

La richesse spécifique atteint 35 espèces avec 248 individus durant le début de printemps au mois d'avril où la température moyenne enregistrée est de 17,1 °C puis elle décroît pour atteindre 25 espèces avec 144 individus et 26 espèces avec 341 individus en mai et juin pendant lesquels la température moyenne varie entre 18 °C et 22,4 °C respectivement.

Enfin, la richesse maximale est atteinte en juillet avec 30 espèces et 308 individus lorsque la température augmente à 25,1 °C (Tab.4.8). Néanmoins au niveau du verger de nectarinier/oranger, la richesse spécifique rencontrée est plus faible quelque soit la période d'étude.

Le nombre total d'espèces est égale à 14 espèces durant le mois de mars, il est de 11 espèces avec seulement 25 individus en avril, il atteint 22 espèces durant la période printanière réparties en 95 individus en mai et 172 individus en juin. En juillet, la richesse augmente à 24 espèces (Fig. 4.5).

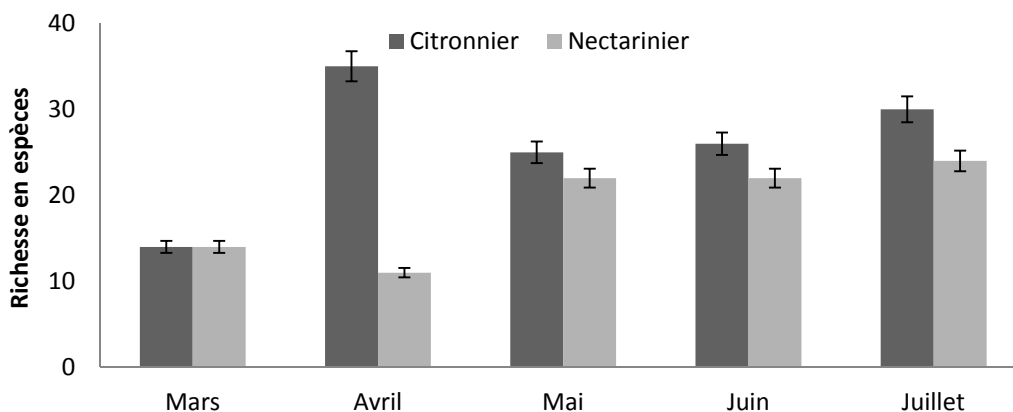


Figure 4.5: Variation spatio-temporelle de la richesse en espèces entomophages au niveau de deux vergers d'étude : citronnier et nectarinier/oranger.

4.3.2. Variation temporelle en abondance des principaux entomophages rencontrés

L'exploitation des données d'abondance a porté sur les espèces communes les plus représentatives aux deux vergers.

4.3.2.1. Verger de citronnier

L'analyse du tableau 4.9 et de la figure 4.6, montre que durant le mois de mars, on enregistre l'effectif le plus faible en nombre d'espèce, représenté seulement par le seul taxon *Aphytis chrysomphali*.

Tableau 4.9 : Effectifs mensuels d'individus des espèces entomophages les plus importantes dans le verger de citronnier

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
<i>Aphytis chrysomphali</i>	2	7	41	100	65
<i>Aphytis hispanicus</i>	0	4	17	33	17
<i>Aphytis melinus</i>	0	15	11	72	25
<i>Encarsia perniciosi</i>	0	6	2	10	63
<i>Metaphycus flavus</i>	0	9	11	8	3
<i>Comperiella bifasciata</i>	0	5	2	5	7
<i>Chrysoperla carnea</i>	0	4	3	11	7
<i>Clitostethus arcuatus</i>	0	5	10	29	12

L'apparition de la plupart des autres espèces entomophages a lieu à partir d'avril puis il s'accroît en mai pour atteindre son maximum en juin pour les parasitoïdes coccidiphages primaires et des aleurodiphages principalement de *Dialeurodes citri* : *A. chrysomphali* (100 individus), *A. hispanicus* (33 individus), *A. melinus* (72 individus), *C. carnea* (11 individus) et *C. arcuatus* (29 individus). Par la suite, on remarque une diminution des abondances au mois de juillet. Les espèces *Metaphycus flavus* et *Encarsia perniciosi* atteignent une abondance maximale en mai et juillet respectivement (Fig. 4.6).

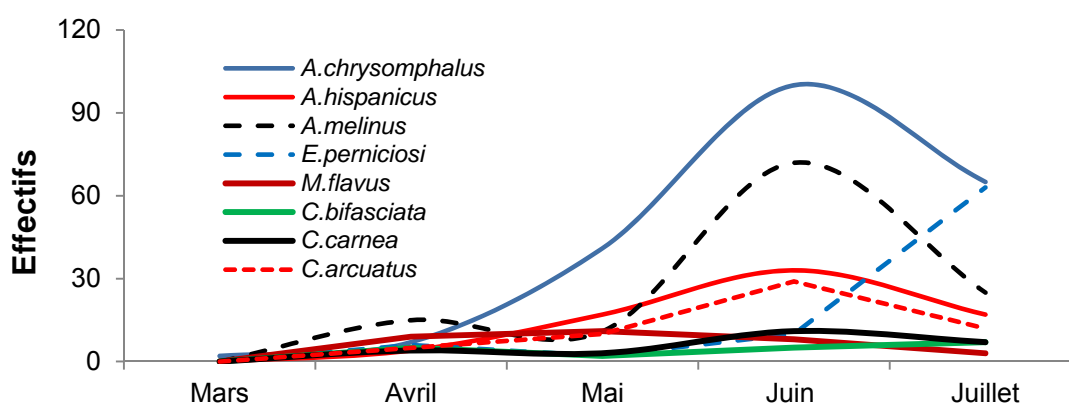


Figure 4.6: Variation de l'abondance temporelle des entomophages les plus importants dans le verger de citronnier.

4.3.2.2. Verger du nectarinier/oranger

D'après le tableau 4.10 et la figure 4.7, l'effectif des espèces entomophages mentionnées est faible en mars.

Tableau 4.10: Effectifs mensuels des individus de quelques espèces entomophages dans le verger de nectarinier/oranger.

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
<i>Aphytis Chrysomphali</i>	0	0	0	2	1
<i>Aphytis Hispanicus</i>	1	2	3	15	3
<i>Aphytis Melinus</i>	0	2	3	28	15
<i>Encarsia perniciosi</i>	0	0	0	2	2
<i>Metaphycus flavus</i>	0	1	2	14	4
<i>Comperiella Bifasciata</i>	0	0	0	3	24
<i>Chrysoperla Carnea</i>	0	0	2	3	0
<i>Clitostethus Arcuatus</i>	0	0	0	0	1

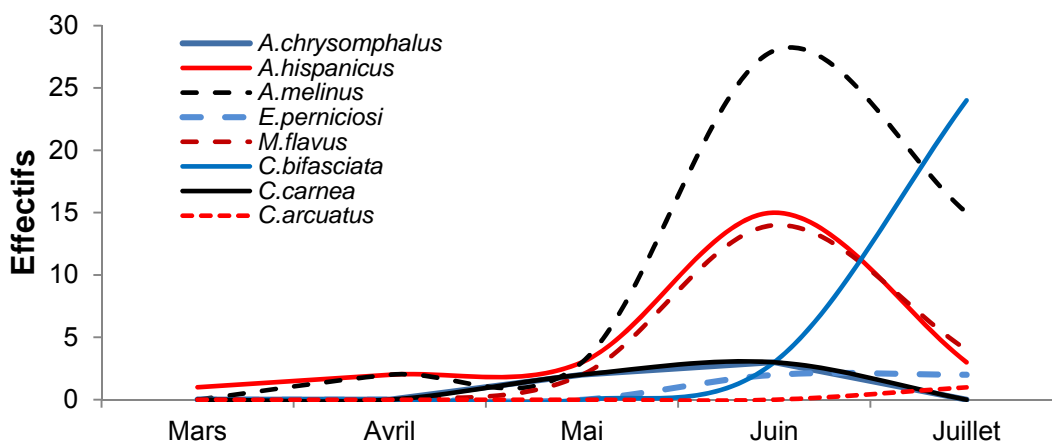


Figure 4.7: Variation temporelle en nombre d'individus de quelques espèces entomophages dans le verger du nectarinier/oranger

Leurs effectifs augmentent au fur et à mesure à partir d'avril pour atteindre un maximum durant le mois de juin. Les espèces les plus vues correspondent généralement à un complexe d'Hymenoptera coccidiphages regroupant *A. hispanicus* (15 individus), *A. melinus* (28 individus) et *M. flavus* (14 individus).

4.4 .Analyse factorielle des correspondances (A.F.C) et Classification ascendante hiérarchique (C.A.H) appliquées aux espèces entomophages recensées dans les deux vergers

4.4.1. Cas du citronnier

On distingue quatre groupes assez disparates et spécifiques d'une période donnée (Fig. 4.8). Ainsi, on peut remarquer trois communautés représentées par quelques espèces qui se succèdent de la première quinzaine de mars, puis au début d'avril et enfin vers la deuxième quinzaine de ce mois. Une quatrième communauté apparaît durant la période qui s'étale de mai à juillet et qui est caractérisée par une richesse plus importante de l'ordre de 26 espèces.

Le premier groupe est constitué par les espèces suivantes durant la deuxième moitié de mois d'avril: 2 parasitoïdes aphidiphages (*Aphidius* sp et *Lysiphlebus testaceipes*), 1 prédateur aphidiphage (*Episyrphus balteatus*), 2 coccinelles

prédatrices coccidiphages (*Exochomus quadripustulatus* et *Rhyzobius lophanthae*), 1 hyperparasitoïde de lépidoptères (*Gelis* sp), endoparasitoïde oophage (*Mymaridae* sp), endoparasitoïde et hyperparasitoïde de divers insectes (*Signiphoridae* sp) et un prédateur polyphage *Troilus* sp.

Le deuxième groupe est constitué par 2 parasitoïdes coccidiphages (*Aphelinidae* sp et *Metaphycus flavus*), 2 parasitoïdes aphidiphages (*Aphelinus* sp et *Trioxys* sp), 3 prédateurs aphidiphages (*Neoascia* sp, *Platycheirus scutatus*, et *Scymnus subvillosus*), 1 parasitoïde de guêpes *Hormius* sp et 1 parasitoïde de diptères *Phygadeuon* sp, durant la deuxième moitié de mois de mars et la première moitié de mois d'avril.

Le groupe 3 est représenté durant la première moitié de mars par: un parasitoïde de cochenilles et aleurodes (*Encarsia* sp), 1 parasitoïde de divers insectes (*Braconidae* sp), 1 prédateur aphidiphage (*Melanostoma mellinum*) et 1 prédateur polyphage (*Aranea* sp). Le groupe 4 comprend différentes espèces rencontrées en mai, juin et juillet: 1 coccinelle aleurodiphage (*Clitostethus arcuatus*) et 1 prédateur aleurodiphage polyphage (*Semidalis aleyrodiformis*), 3 prédateurs aphidiphages (*Chrysoperla carnea*, *Scymnus interruptus*, *Cecidomyiidae* sp), 1 prédateur coccidiphage (*Rodolia cardinalis*), 1 prédateur de divers insectes; Diptères, Agromyzidae et pucerons (*Empididae* sp), 8 parasitoïdes coccidiphages (*Comperiella bifasciata*, *Aphytis melinus*, *Aphytis chrysomphali*, *Metaphycus lounsburyi*, *Metaphycus helvolus*, *Encarsia perniciosi*, *Aphytis hispanicus* et *Anagyrus* sp), 1 parasitoïde aphidiphage (*Trioxys angelicae*), 1 hyperparasitoïde de pucerons (*Pachyneuron* sp), 1 parasitoïde de la mineuse des agrumes (*Citrostichus phyllocnistoides*), 2 parasitoïdes oophages de divers insectes ou d'araignés (*Scelionidae* sp, *Trichogrammatidae* sp) et 1 parasitoïde oophage de psocoptères (*Alaptus* sp), 1 parasitoïde de diptères (*Ceraphronidae* sp), 1 ectoparasitoïde de divers groupes d'insectes (*Eulophidae* sp), 2 endoparasitoïdes (*Platygastridae* sp pour les larves aleyrodidae et Coccidae, et *Ichneumonidae* sp pour divers insectes) et 1 *Pteromalidae* sp.

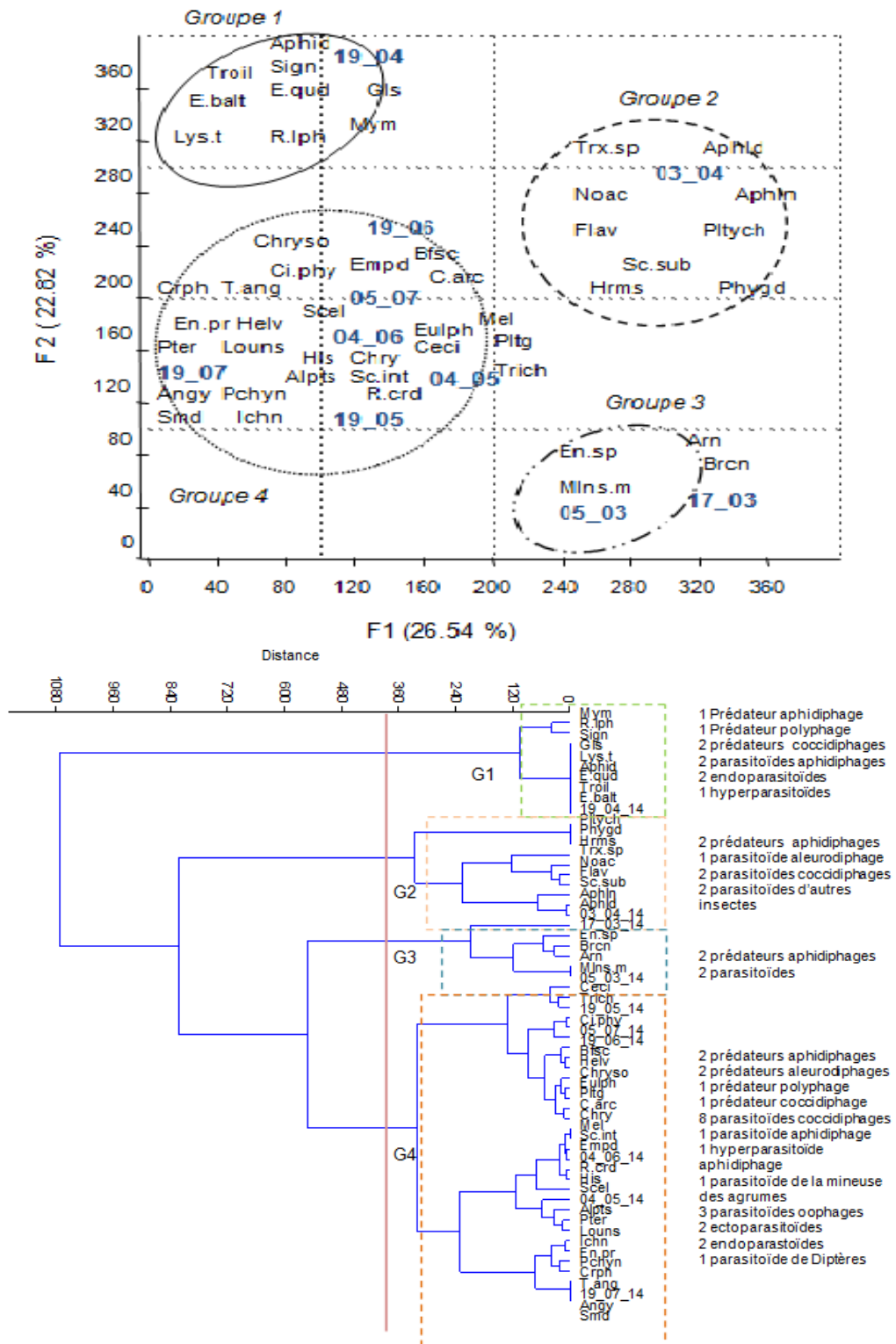


Figure 4.8: AFC/CAH des abondances des espèces entomophages dans le verger de citronnier.

Aphid(*Aphidius* sp),**Troil** (*Troilus* sp), **Sign** (*Signiphoridae* sp), **Glis** (*Gelis* sp), **E.balt** (*Episyrphus balteatus*), **E.qud** (*Exochomus quadrimaculatus*), **Lys.t** (*Lysiphlebus testaceipes*), **R.lpt** (*Rhysoobius lophantae*), **Mym** (*Mymaridae* sp),**Trx.sp** (*Trioxys* sp), **Aphid** (*Aphelinidae* sp), **Noac** (*Cales noacki*), **Aphln** (*Aphelinus* sp), **Flav** (*Metaphycus flavus*), **Pltych** (*Platycheirus scutatus*), **Sc.sub** (*Scymnus subvillosus*), **Hrms** (*Hormius* sp), **Phyg.d** (*Phygadeuon* sp), **Arn** (*Aranea* sp), **En.sp** (*Encarsia* sp), **Brcn** (*Braconidae* sp), **Mlms.m** (*Melanostoma mellinum*), **Smd** (*Semidalis aleyrodiformis*), **Angy** (*Anagyrus* sp), **Pchyn** (*Pachyneuron* sp), **Ichn** (*Ichneumonidae* sp), **Pter** (*Pteromalidae* sp), **Alpts** (*Alaptus* sp), **En.pr** (*Encarsia perniciosi*), **His** (*Aphytis hispanicus*), **Crph** (*Ceraphronidae* sp), **T.ang** (*Trioxys angelicae*), **Helv** (*Metaphycus helvolus*), **Chryso** (*Chrysoperla carnea*), **Bfsc** (*Comperiella bifasciata*), **C.arc** (*Clitostethus arcuatus*), **Empd** (*Empicidae* sp), **Ci.phy** (*Citrostichus phyllocnistoides*), **Scel** (*Scelionidae* sp), **Eulph** (*Eulophidae* sp), **Mel** (*Aphytis melinus*), **Sc.int** (*Scymnus interruptus*), **Louns** (*Metaphycus lounsburyi*), **R.crd** (*Rodolia (Novius) cardinalis*), **Chry** (*Aphytis chrysomphali*), **Ceci** (*Cecidomyiidae* sp), **Pltg** (*Platygastridae* sp), **Trich** (*Trichogrammatidae* sp)

4.4.2. Cas du Nectarinier/oranger

Les différentes communautés sont inégalement représentées du point de vue de leur richesse d'une part et de leur chronologie d'apparition d'autre part (Fig. 4.9). Dans un premier temps, on peut distinguer un premier assemblage distinct par sa faible composition durant la seconde quinzaine de mars. Par contre, les deux autres assemblages se succédant durant les périodes avril-mai puis en juin juillet paraissent nettement plus riches en espèces. Les espèces les plus abondantes se rencontrent durant la période temporelle mai-juin en comparaison avec certains taxons dont les effectifs sont faibles (côté négatif de l'axe 1), d'après notre échantillonnage. Les trois assemblages se structurent comme suit :

Le Groupe 1 rassemble un complexe de 6 Parasitoïdes coccidiphages (*Aphytis chrysomphali*, *Aphytis melinus*, *Aphelinidae* sp, *Encarsia perniciosi*, *Metaphycus* sp, *Comperiella bifasciata*), 1 parasitoïde de la mineuse des agrumes (*Citrostichus phyllocnistoides*), 2 prédateurs coccidiphages (*Chilocorus bipustulatus* et *Rhyzobius lophanthæ*), 3 prédateurs aphidiphages (*Adalia decempunctata*, *Scymnus pallipediformis*, *Scymnus subvillosus*), 1 prédateur aleurodiphage (*Clitostethus arcuatus*), 1 parasitoïde aleurodiphage (*Cales noacki*), 2 parasitoïdes aleurodiphages coccidiphages (*Platygastridae* sp et *Encarsia* sp), 1 prédateur polyphage (*Miridae* sp) et parasitoïdes et endoparasitoïdes oophages de divers insectes (*Mymaridae* sp, *Scelionidaesp*, *Ceraphronidae* sp, *Alaptus* sp). Le Groupe 2 est caractérisé par la présence de prédateurs aphidiphages (*Episyrphus balteatus*, *Melanostoma mellinum*, *Syrphus* sp, *Cecidomyiidae* sp, *Meliscava auricollis*), 1 prédateur d'autres diptères (*Empis* sp) et 1 endoparasite *Ichneumonidae* sp.

Le Groupe 3 comprend des prédateurs aphidiphages et polyphages (*Sphaerophoris scripta*, *Chrysoperla carnea* et *Neoascia* sp, *Aranea* sp et *Asilidaesp*) et des parasitoïdes coccidiphages, aphidiphages et des endoparasitoïdes de divers insectes (*Metaphycus helvolus*, *Aphytis hispanicus* et *Metaphycus flavus*, *Aphelinus* sp, *Trioxys* sp et *Lysiphlebus* sp, *Signiphoridae* sp, *Chelonus* sp, *Eulophidae* sp, *Braconidae* sp), 1 prédateur des larves des Aphidoidea et Coccoidae (*Chamaemyiidae* sp).

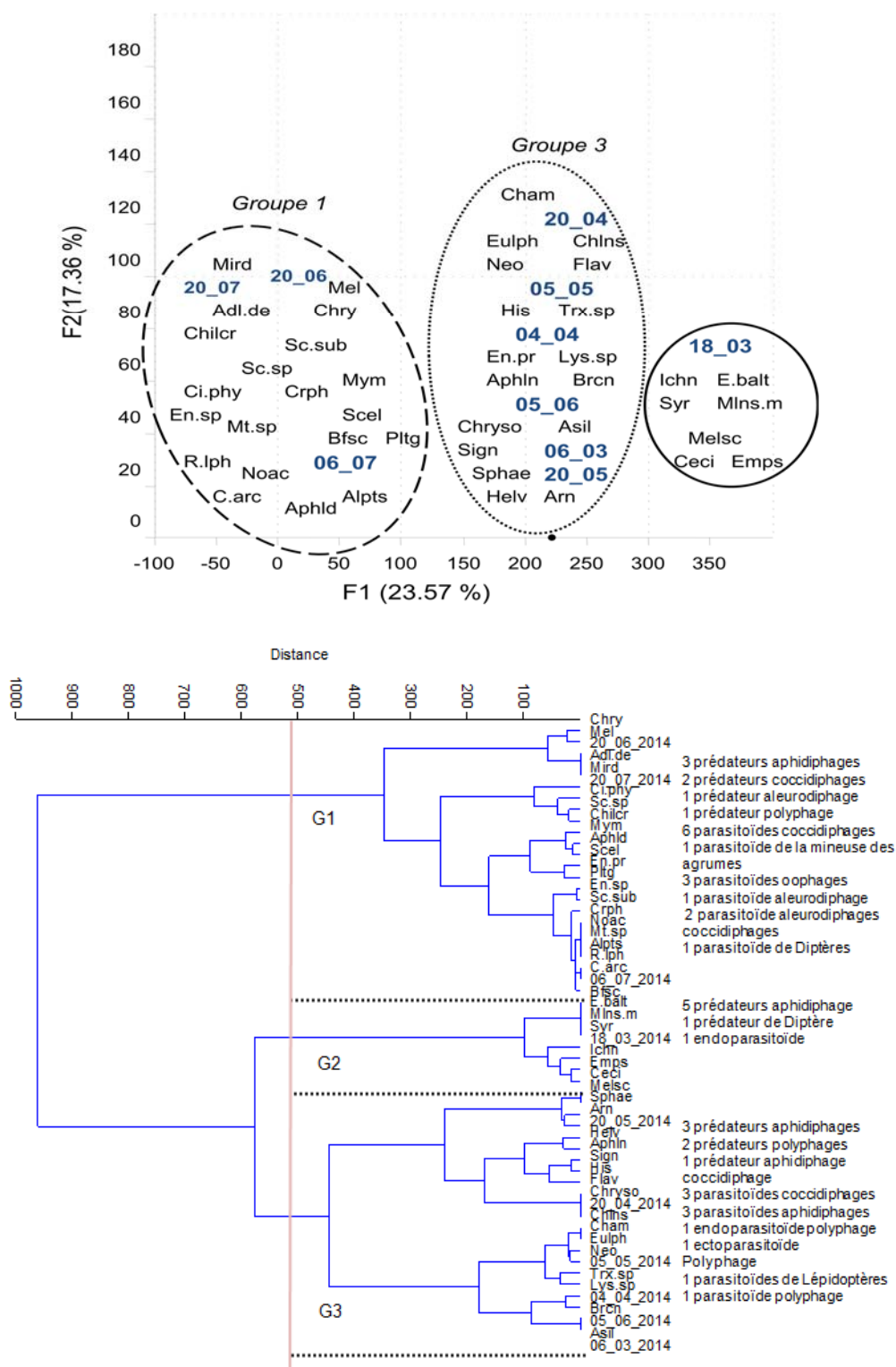


Figure 4.9: AFC/CAH des abondances des espèces entomophages dans le verger de nectarinier/oranger.

Mird (*Miridae* sp), **Adl.de** (*Adalia decempunctata*), **Chilcr** (*Chilocorus bipustulatus*), **Sc.p** (*Scymnus pallipediformis*), **Ci.phy** (*Citrostichus phyllocnistoides*), **Mt.sp** (*Metaphycus* sp), **R.lph** (*Rhyssobius lophantae*), **C.arc** (*Clitostethus arcuatus*), **Noac** (*Cales noacki*), **En.sp** (*Encarsia* sp), **Sc.sub** (*Scymnus subvillosus*), **Mel** (*Aphytis melinus*), **Chry** (*Aphytis chrysomphali*), **Mym** (*Mymaridae* sp), **Scel** (*Scelionidae* sp), **Crph** (*Ceraphronidae* sp), **Bfsc** (*Comperiella bifasciata*), **Pltg** (*Platygastridae* sp), **Alpts** (*Alaptus* sp), **Aphld** (*Aphelinidae* sp), **Cham** (*Chamaemyiidae* sp), **Chins** (*Chelonus* sp), **Neo** (*Neoscasia* sp), **Eulph** (*Eulophidae* sp), **Flav** (*Metaphycus flavus*), **His** (*Aphytis hispanicus*), **Trx.sp** (*Trioxys* sp), **Lys.sp** (*Lysiphlebus* sp), **Brnc** (*Braconidae* sp), **En.pr** (*Encarsia perniciosi*), **Aphln** (*Aphelinus* sp), **Chryso** (*Chrysoperla carnea*), **Asil** (*Asilidae* sp), **Sign** (*Signiphoridae* sp), **Sphae** (*Sphaerophorus scripta*), **Helv** (*Metaphycus helvolus*), **Arn** (*Aranea* sp), **Syr** (*Syrphidae* sp), **Ichn** (*Ichneumonidae* sp), **Mlins.m** (*Melanostoma mellinum*), **Emps** (*Empis* sp), **E.balt** (*Episyrphus balteatus*), **Melsc** (*Meliscava auricollis*), **Ceci** (*Cecidomyiidae* sp).

4.4.3.A.F.C/C.A.H comparée

La matrice de données des différentes espèces identifiées a fait l'objet d'une analyse qualitative multivariée globale en tenant compte des abondances saisonnières des espèces rencontrées dans les deux vergers d'agrumes étudiés (Fig. 4.10). La contribution à l'inertie totale pour la construction de l'axe 1 est de 47.40% et de 28.55% pour celle de l'axe 2, soit un total de 75.95%.

Les communautés entomophages rencontrées dans les deux vergers entre mars et juillet 2014 s'organisent selon les assemblages suivants :

Le premier groupe comprend les espèces qui ont une forte corrélation avec le verger de nectarinier/oranger pendant la saison estivale, ces espèces sont représentées essentiellement par un endoparasitoïde des larves des aleurodes et cochenilles *Platygastridae* sp, un parasitoïde de la mineuse des agrumes *Citrostichus phyllocnistoides*, 3 prédateurs aphidiphages présentés par *Scymnus subvillosus* , *Scymnus pallipediformis* et un effectif négligeable d'*Adalia decempunctata*, un complexe coccidiphage composé de deux prédateurs dont le plus important est celui de *Rhyzobius lophantae*, l'espèce *Chilocorus bipustulatus* avec le parasitoïde coccidiphage *Metaphycus* sp présentent des faibles effectifs. Ainsi deux parasitoïdes oophages *Scelionidae* sp et *Mymaridae* sp et un prédateur polyphage *Miridae* sp.

Le deuxième groupe 2 comporte une richesse importante de l'ordre de 28 espèces au niveau du verger de citronnier pendant la saison printanière, les espèces les plus représentées sont les suivantes: un complexe aleurodphage composé d'un parasitoïde *Cales noacki* et un prédateur *Clitostethus arcuatus*, un complexe coccidiphage composé de 2 prédateurs (*Rodolia cardinalis* et un effectif négligeable *Exochomus quadripustulatus*) et 8 parasitoïdes dont l'espèce *Aphelinidae* sp présente des abondances importantes avec les espèces *Aphytis hispanicus*, *A.melinus*, *A.chrysomphali* et *Metaphycus flavus* qui sont trouvées en commun avec la saison estivale, les parasitoïdes coccidiphages suivantes *Encarsia* sp, *Comperiella bifasciata* et *Metaphycus lounsburyi* présentent des effectifs faibles. Un complexe aphidiphage composé de 3 prédateurs représentés essentiellement par *Chrysoperla carnea* et un nombre minime de *Platycheirus*

scutatus, *Scymnus interruptus* et 2 parasitoïdes *Lysiphlebus* sp et *Aphidius* sppprésentant un effectif négligeable. Des prédateurs polyphages *Aranea* sp, *Troilus* sp et *Empididae* sp se trouvent également ici, Autres entomophages ont été trouvés avec des effectifs négligeables c'est le cas de *Gelis* sp(hyperparasitoïde des Lépidoptères), *Ceraphronidae* sp et *Phygadeuon* sp (parasitoïdes de Diptères), *Hormius* sp (parasitoïde d'Hyménoptères), *Alaptus* sp et *Trichogrammatidae* sp (parasitoïdes oophages) et *Pteromalidae* sp (ectoparasitoïdes ou endoparasitoïdes).

Le Groupe 3 concerne les entomophages au niveau du verger de citronnier, les parasitoïdes coccidiphages *Encarsia perniciosi* et *Anagyrus* sp semble corrélé avec la saison estivale, de plus des espèces mentionnées auparavant dans le groupe 2 de genre *Aphytis*, ainsi quelques individus de parasitoïdes aphidiphages *Trioxys angelicae* et *Pachyneuron* sp ont été vus.

Le Groupe 4 concerne les entomophages au niveau du verger de nectarinier/oranger, pendant la saison de printemps 19 espèces réparties en complexes des prédateurs et parasitoïdes aphidiphage, coccidiphages, aleurodiphages et même des prédateurs et parasitoïdes de divers insectes de lépidoptères, Diptères...ect. Parmi ces entomophages on peut citer trois parasitoïdes aphidiphages dont l'espèce *Aphelinus* sp est la plus abondante, un parasitoïde coccidiphage *Metaphycus helvolus* et des syrphes aphidiphages avec des faibles effectifs, ainsi des prédateurs et parasitoïdes divers : *Empis* sp, *Asilidae* sp, *Chamaemyiidae* sp, *Chelonus* sp, *Braconidae* sp, *Eulophidae* sp et *Signiphoridae* sp.

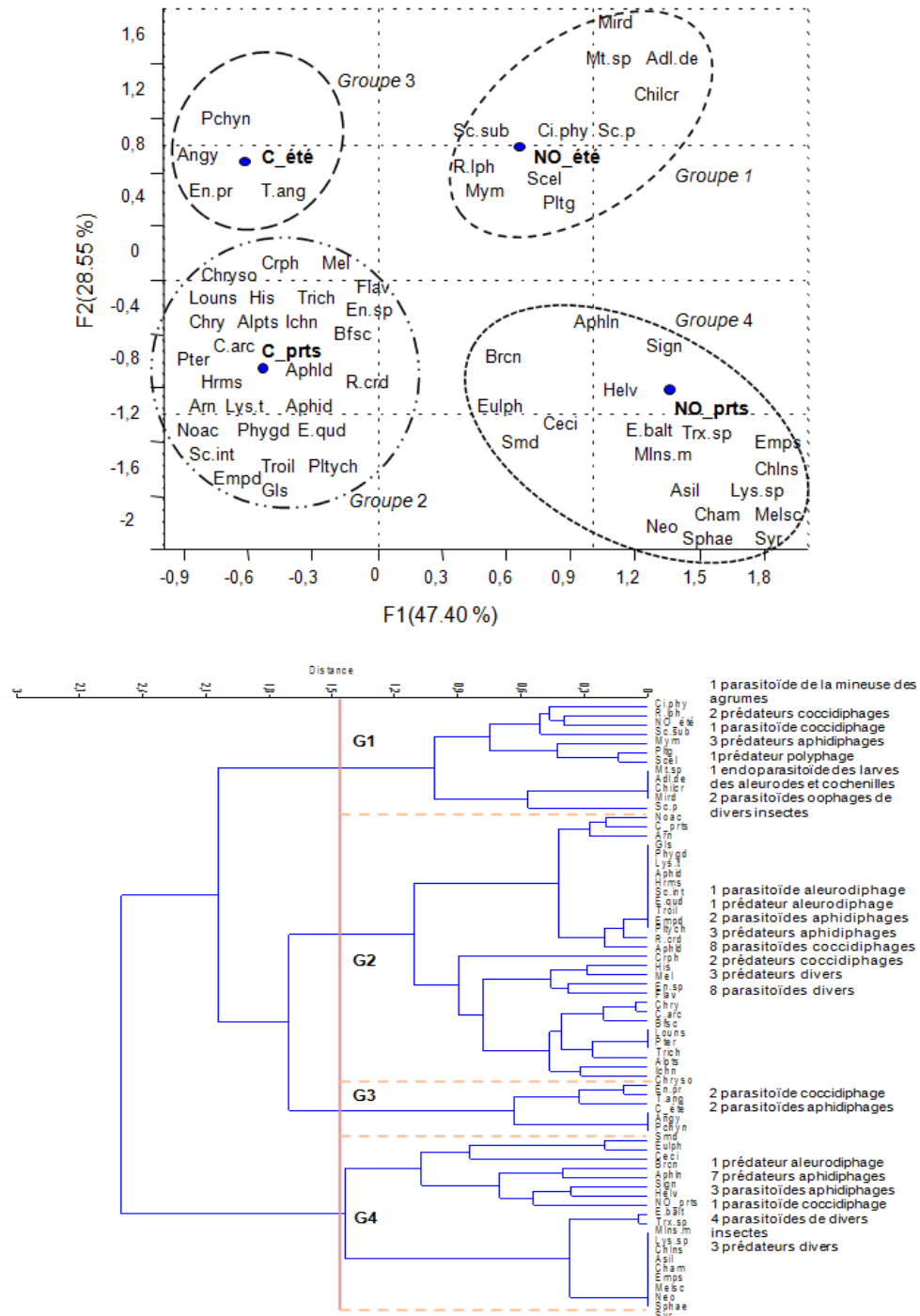


Figure 4.10: AFC/CAH des abondances des espèces entomophages dans les deux vergers d'étude ; citronnier et nectarinier/oranger.

Mird (*Miridae* sp), **Mt.sp** (*Metaphycus* sp), **Adl.de** (*Adalia decempunctata*), **Chilcr** (*Chilocorus bipustulatus*), **Sc.p** (*Scymnus pallipediformis*), **Ci.phy** (*Citrostichus phyllocnistoides*), **Sc.sub** (*Scymnus subvillosus*), **R.lph** (*Rhyssobius lophantae*), **Mym** (*Mymaridae* sp), **Scel** (*Scelionidae* sp), **Pltg** (*Platygastridae* sp), **Mel** (*Aphytis melinus*), **Crph** (*Ceraphronidae* sp), **Chryso** (*Chrysoperla carnea*), **Flav** (*Metaphycus flavus*), **Bfsc** (*Comperiella bifasciata*), **En.sp** (*Encarsia* sp), **Ichn** (*Ichneumonidae* sp), **Trich** (*Trichogrammatidae* sp), **Alpts** (*Alaptus* sp), **His** (*Aphytis hispanicus*), **Louns** (*Metaphycus lounsburyi*), **Chry** (*Aphytis chrysomphali*), **C.arc** (*Clitostethus arcuatus*), **Pter** (*Pteromalidae* sp), **Aphid** (*Aphelinidae* sp), **R.crd** (*Rodolia (Novius) cardinalis*), **Aphid** (*Aphidius* sp), **E.qud** (*Exochomus quadripustulatus*), **Pltych** (*Platycheirus scutatus*), **Arn** (*Aranea* sp), **Hrms** (*Hormius* sp), **Lys.t** (*Lysiphlebus testaceipes*), **Noac** (*Cales noacki*), **Phygd** (*Phygadeuon* sp), **Sc.int** (*Scymnus interruptus*), **Troil** (*Troilus* sp), **Empd** (*Empididae* sp), **Gls** (*Gelis* sp), **Angy** (*Anagyrus* sp), **Pchyn** (*Pachyneuron* sp), **T.ang** (*Trioxys angelicae*), **En.pr** (*Encarsia perniciosi*), **Smd** (*Semidalis aleyrodiformis*), **Brcn** (*Braconidae* sp), **Eulph** (*Eulophidae* sp), **Ceci** (*Cecidomyiidae* sp), **Sign** (*Signiphoridae* sp), **Aphln** (*Aphelinus* sp), **Helv** (*Metaphycus helvolus*), **E.balt** (*Episyphus balteatus*), **Mlns.m** (*Melanostoma mellinum*), **Trx.sp** (*Trioxys* sp), **Emps** (*Empis* sp), **Lys.sp** (*Lysiphlebus* sp), **Chlns** (*Chelonus* sp), **Syr** (*Syrphus* sp), **Cham** (*Chamaemyiidae* sp), **Asil** (*Asilidae* sp), **Neo** (*Neoascia* sp), **Sphae** (*Sphaerophoria scripta*), **Melsc** (*Meliscava auricollis*).

CHAPITRE 5 : DISCUSSION

Notre étude réalisée dans deux vergers d'agrumes situés dans la région de Rouïba, a révélé que la richesse spécifique des entomophages inventoriés est importante, elle est égale à 48 espèces au niveau de verger de citronnier et à 44 espèces au niveau de verger de nectarinier/oranger. La faune des espèces entomophages des deux vergers étudiés est donc diversifiée. Elle présente un effectif des individus plus élevé au niveau du verger de citronnier (1079 individus) par rapport à celui de l'association nectarinier/oranger (547 individus). Cela peut être expliqué par l'influence du désherbage excessif réalisé au niveau de ce dernier. DEBRAS et al, [134] et BAUDRY et al, [135] in [74], ont mentionné que l'augmentation de la diversité des espèces végétales, augmente la diversité des auxiliaires. En effet, chaque ravageur a plusieurs prédateurs et parasitoïdes, ce qui implique que la diversité des auxiliaires est plus grande que la diversité des phytophages. VAN HELDEN [96] a signalé que l'enherbement naturel possède la capacité d'attirer les auxiliaires, ces derniers s'y développent grâce aux ressources de pollen, de nectar mais surtout grâce aux proies présentes. C'est essentiellement la présence de plantes dicotylédones souvent considérées comme des mauvaises herbes qui semble stimuler ces auxiliaires. Dans les vergers étudiés, le couvert végétal pendant la période printanière est diversifié en espèces de dicotylédones et de poaceae. Différents taxons ont été inventoriés appartenant aux familles des Oxalidaceae (*Oxalis pescaprae*), Brassicaceae (*Sinapsis arvensis*), Poaceae (*Lolium perenne*, *Avena sterilis*, *Hordeum murinum*, *Cynodon dactylon*, *Setaria glauca*), Geraniaceae (*Geranium rotundifolium*), des Asteraceae (*Sonchus oleraceus*, *Galactites tomentosa*, *Scolymus hispanicus*, *Calendula arvensis*), Polygonaceae (*Rumex crispus*) et des Amaranthaceae (*Chenopodium album*).

D'après nos résultats, l'ordre des Hymenoptera est le plus dominant par rapport aux autres ordres avec un taux d'abondance de 85,35% pour le verger de citronnier et un taux de 76,60% pour celui du nectarinier/oranger. Il est suivi par l'ordre des Coleoptera en deuxième position avec une abondance relative égale à 8,34 % et 13,52% pour les vergers de citronnier et de nectarinier/oranger respectivement. Les ordres Neuroptera, Diptera, Hemiptera et Aranea sont

présents avec de faibles taux d'abondances dans les deux vergers d'étude. D'après la littérature, les hyménoptères comptent parmi les ordres les plus importants des insectes, ils viennent juste derrière les Coléoptères pour le nombre d'espèces décrites, mais des sondages réalisés dans les zones tropicales humides montrent que de très nombreuses espèces nous sont encore inconnues, particulièrement chez les Hyménoptères parasites [136].

Les espèces entomophages recensées sont réparties en 20 familles dans le verger de citronnier et en 19 familles dans le verger de nectarinier/oranger. La famille la plus représentée est celle des Aphelinidae, suivie par celle des Encyrtidae, Coccinellidae et Platygastriidae. Tandis que les familles faiblement représentées concernent les Chrysopidae, Ichneumonidae, Braconidae, Mymaridae, Scelionidae, Araneidae, Syrphidae, Ceraphronidae, Pteromalidae, Eulophidae, Cecidomyiidae, Trichogrammatidae, Empididae, Pentatomidae, Coniopterygidae et Signiphoridae.

Les Aphelinidae avec les Encyrtidae, figurent parmi les familles des Chalcidoidea les plus importantes dans la lutte biologique. D'une part, les Aphelinidae sont des endoparasites, ectoparasites ou hyperparasites principalement d'Aleyrodoidea, d'Aphidoidea, d'Auchenorrhyncha, de Psylloidea (Hémiptères) mais spécialement de Coccoidea (Homoptères). Ils sont également parasites d'œufs de Lépidoptères et d'Orthoptères, de larves et pupes de Diptères, ainsi que de larves d'autres Chalcidoidea et Dryinidae (Hyménoptères) D'autre part, la plupart des Encyrtidae, sont endoparasites de Coccidae (Homoptères), mais aussi d'œufs et de larves de Coleoptères, Diptères, Lépidoptères, Hyménoptères, Neuroptères, Orthoptères, Hémiptères et Arachnides [137].

Chez les prédateurs entomophages, la famille de Coccinellidae constitue un groupe susceptible de jouer un rôle important dans la réduction des populations de pucerons et de cochenilles [53]. Saharaoui et al, [9] ont trouvé que le nord algérien est le plus peuplé en coccinelles riche en 41 taxons, en particulier au niveau du secteur algérois caractérisé par un climat sub-humide à hiver doux et humide.

Parmi les espèces qui ont été trouvées durant la majorité des sorties au cours de notre échantillonnage, nous avons remarqué d'une part quatre espèces très régulières dans le verger de citronnier : *Aphytis chrysomphali*, *Aphytis hispanicus*, *Metaphycus flavus* et *Clitostethus arcuatus*. Ce sont des espèces parasitoïdes de cochenilles qui cohabitent essentiellement avec une coccinelle aleurodiphage. D'autre part, nous avons aussi constaté que dans le verger où le nectarinier et l'oranger sont associés, il ya 2 espèces très fréquentes : l'une aphidiphage *Aphelinus* sp et l'autre coccidiphage *Aphytis hispanicus*.

Les conditions d'habitat et le niveau des ressources conditionnent la présence et le développement des espèces animales. Ces conditions sont à même d'influer sur le développement des ravageurs des cultures et de leurs ennemis naturels [4]. Si au sein d'un habitat donné, la richesse spécifique des généralistes augmente avec l'hétérogénéité du paysage, les espèces spécialistes à l'inverse, sont dépendantes d'un nombre bien plus limité de ressources [7].

Au Liban, TRABOULSI et BENASSY [138] in TRABOULSI [139], ont retrouvé *Aphytis hispanicus* uniquement sur son hôte traditionnel *Parlatoria pergandei*. Cette diaspine est abondante dans les vergers d'agrumes abandonnés ou mal traités. L'espèce *Aphytis hispanicus* est présente au niveau du verger de l'association nectarinier/oranger où les pratiques culturales à l'exception du désherbage mécanique sont négligées. Dans des vergers ne recevant aucun traitement chimique depuis plusieurs années, *A. hispanicus* n'arrive pas à maintenir la population de son hôte à un niveau économiquement satisfaisant, son action étant très faible durant la période estivale de reproduction massive de la cochenille [139].

Dans le verger de citronnier, l'abondance des espèces *A. chrysomphali*, *A. hispanicus*, *A. melinus*, *C. carnea* et *C. arcuatus* s'accroît en mai pour atteindre un maximum en juin, puis décroît en juillet. Le nombre d'individus de l'espèce *Metaphycus flavus* atteint également une abondance maximale en mai, alors que l'espèce *Encarsia perniciosi* est fortement représentée en abondance durant le mois de juillet.

Concernant le verger de nectarinier/oranger, les espèces *A. hispanicus*, *A. melinus* et *M. flavus* sont très abondantes au mois de juin où la température maximale est de 28 C° et l'humidité relative égale à 72 %.

Metaphycus flavus est le parasitoïde le plus abondant sur les colonies de la cochenille *Coccus hesperidum* L. il a été constaté qu'à une température égale à 28 C° et une humidité relative de 70-80 %, il est possible d'obtenir de grandes populations de parasitoïdes de cette espèce d'âge uniforme en peu de temps [140].

D'une manière générale, différents auteurs d'après la bibliographie mentionnent que l'abondance enregistrée de la majorité des espèces d'insectes fluctue en fonction de la saison. D'après CHOUHET [5], la valeur la plus élevée des effectifs pour la majorité des espèces est atteinte durant la période printanière. Selon SAHRAOUI et GOURREAU., [53], la majorité des coccinelles apparaissent au milieu du printemps dans le Nord algérien, lorsque les températures minimales avoisinent 15° C et les températures maximales n'excèdent pas 28 à 30°C. Les coccinelles prédatrices manifestent en général à cette période une activité intense durant laquelle la nourriture est très abondante, jusqu'au mois de juillet.

Au niveau de l'association nectarinier/oranger, les coccinelles *Scymnus sp* et *Scymnus subvillosus* (Aphidiphages) sont les plus représentées, tandis que les espèces *Chilocorus bipustulatus*, *Rhyzobius lophantae* (Coccidiphages), *Clitostethus arcuatus* (Aleurodiphage) et *Adalia decempunctata* (Aphidiphage) présentent des taux faibles d'abondance.

COUTURIER [141] a pu montrer que la répartition spatiale des insectes dans la frondaison de l'arbre était relativement organisée en fonction des exigences microclimatiques et vraisemblablement trophiques propres à chaque espèce ou genre. Par ailleurs, les insectes se déplacent au sein du paysage agricole, en particulier les prédateurs. La richesse et l'abondance des espèces entomophages diffèrent au sein d'un milieu donné d'une part et dans un paysage agricole qui se caractérise par des structures et compositions différentes d'autre part [142].

Les vergers d'étude sont séparés entre eux par des parcelles maraichères cultivées en plein champ et sous abri et d'autres parcelles d'agrumes en plus de parcelles laissées en jachère. Toutes ces parcelles sont susceptibles d'assurer une connectivité entre les deux vergers. Dans l'agro-écosystème local, la faune déprédatrice et auxiliaire effectue des déplacements dans le temps et dans l'espace. Ils peuvent avoir lieu en aller-retour entre le champ cultivé et sa lisière pouvant être spontanée ou cultivée, ou bien dans le champ cultivé lui-même entre les plantes spontanées adventices et la plante cultivée par exemple [143].

Les espèces végétales des habitats semi-naturels, notamment des bordures de parcelles, peuvent constituer des refuges et des ressources pour les insectes inféodés aux cultures. Ainsi, la composition floristique des bords de champs peut influencer les conditions de survie des insectes ravageurs et auxiliaires, leurs abondances et leurs interactions [144]. L'inventaire des ennemis naturels réalisé dans un verger de Citrus dans la région de Tizi Ouzoua permis selon BENOUFELLA-KITOUS et *al.* [10] de mettre en évidence l'existence de 8 espèces prédatrices appartenant à 4 ordres et 5 familles, les Coccinellidae, les Syrphes, les Chrysopidae et Anthocoridae. Cette richesse serait due essentiellement à la disponibilité de zones de refuges aux alentours du verger d'après le même auteur.

Afin de compléter notre étude, une analyse factorielle des correspondances associée à une classification des groupes des différentes espèces identifiées à partir des plaques jaunes engluées et le filet fauchoir durant les périodes de suivi au sein de chaque verger séparément et au niveau de deux vergers en commun a été faite.

Plusieurs hypothèses ont été proposées pour répondre à une question essentielle : à quelle échelle spatiale les organismes perçoivent le paysage dans lequel ils vivent. L'échelle serait fonction du niveau trophique, du niveau de spécialisation trophique ou encore de la capacité de dispersion [7].

Les deux vergers d'étude sont cultivés en deux espèces d'agrumes : le citronnier et le nectarinier/oranger en association. Ils sont composés principalement des groupes trophiques entomophages notamment des espèces

spécialistes coccidiphages et aphidiphages qui sont les plus communs et les plus représentatifs durant toute la période de suivi. Nous avons vu aussi que les communautés saisonnières trophiques des prédateurs et parasitoïdes rencontrées au niveau des deux vergers sont inégalement réparties dans le temps et dans l'espace.

Au niveau du verger de citronnier, nous avons distingué un assemblage de trois communautés spécifiques d'une période donnée se succédant de la première quinzaine de mars, puis au début d'avril et enfin vers la deuxième quinzaine de ce mois. Ces communautés sont caractérisées principalement par un assemblage d'ennemis naturels composé par un complexe de parasitoïdes et prédateurs coccidiphages (*Encarsia* sp, *Aphelinidae* sp, *Metaphycus flavus*, *Exochomus quadrimaculatus*, *Rhyzobius lophantae*), un complexe aphidiphage (*Aphelinus* sp, *Trioxys* sp, *Aphidius* sp, *Lysiphlebus* sp, *Episyrphus balteatus*, *Neoascia* sp, *Platycheirus scutatus*, *Scymnus subvillosus*, *Melanostoma mellinum*), ainsi que par des hyperparasitoïdes, endoparasitoïdes et prédateurs divers.

Chez les consommateurs aphidiphages, les coccinelles et les parasites sont les premiers à s'installer sur les cultures, elles sont suivies par les Ceccidomyiidae puis les anthocoridae. Les chrysopidae et les Syrphidae interviennent par la suite durant la phase décroissante des populations des pucerons. Ces auteurs signalent que la majorité des coccinelles se reproduit aux dépens des pucerons de la première poussée de sève de la fin d'avril au début de juin. L'espèce *Scymnus subvillosus* qui est omniprésente dans les colonies d'*Aphis spireacola*, commence à pondre généralement vers le début avril. En plus de cette espèce prédatrice, une grande diversité d'ennemis naturels cohabite et partage la même nourriture avec les coccinelles principalement d'autres prédateurs Coccinellidae, des Syrphidae, Chrysopidae, Cecidomyiidae, Anthocoridae et des Aphelinidae [145] et [146].

Chez les coccidiphages, les parasites Hyménoptères sont souvent les premiers à investir la culture. Les coccidiphages trouvent souvent une nourriture diversifiée et sélective durant toute l'année pour terminer leurs cycles, contrairement aux aphidiphages qui ne trouvent pas souvent une nourriture suffisante en raison de la variation des fluctuations d'abondance de leur proie

[145]. EL HASSAN [8] suppose que l'abondance de proie entraîne l'abondance des prédateurs. On peut dire que la dispersion des insectes bénéfiques et leur apparition dans les vergers d'étude, se fait en premier lieu en relation avec la disponibilité suffisante de leur nourriture.

Une quatrième communauté apparaît durant la période qui s'étend de mai à juillet et qui est caractérisée par une richesse plus importante. Elle est composée principalement des parasitoïdes coccidiphages appartenant à la famille des Aphelinidae et Encyrtidae (*A.chrysomphali*, *A. hispanicus*, *A. melinus*, *Comperiella bifasciata*, *Metaphycus flavus* et *M. helvolus*, *Encarsia perniciosi* et *Anagyrus* sp), une coccinelle prédatrice coccidiphage *R. cardinalis* et deux prédateurs aleurodiphages *C.arcuratus* et *Semidalis aleyrodiformis*, ainsi que des aphidiphages et parasitoïdes oophages et autres qui sont représentés avec de faibles abondances

Les espèces de genre *Aphytis* vivent exclusivement comme ectoparasites de cochenilles diaspines. Ces parasitoïdes ont une grande importance dans la régulation des populations de ces cochenilles en réduisant leur nombre à un seuil économique [147]. Quoique les *Aphytis* soient actuellement utilisés contre les diaspines d'une vaste gamme de cultures, leurs intérêts le plus marquant reste cependant associé à l'agrumiculture [139]. En effet, les études réalisées par BICHE et al. [11], similairement dans nos vergers en 2008, ont montré que les larves d'*Aonidiella aurantii* atteignent une abondance maximale vers la mi-avril au fur et à mesure de l'adoucissement de la température, ce qui explique l'omniprésence des *Aphytis* et *Comperiella* à cette période. En Espagne, entre 2005 et 2009, des travaux ont relevé qu'*Aphytis melinus* De Bach (87.1%) est l'espèce la plus dominante suivie par *Aphytis chrysomphali* (Mercet) (15.9%), *Encarsia perniciosi* (Tower) (2.4%) et *Aphycus hederaceus* (Westwood) (0.004%) [148].

AGGANA [12] a noté deux périodes d'apparition des adultes d'*Aphytis melinus* dans les populations de *A. aurantii* sur le verger de citronnier de Rouïba pendant l'année 2014. La première apparition est observée en été avec 29 individus tandis que la seconde période d'apparition se situe en automne avec 5 individus. Ce même auteur signale que le niveau de pullulation du pou de

Californie, est contrôlé par un double parasitisme : outre *Aphytis melinus* un autre endoparasite *Comperiella bifasciata* entre en compétition de partage de la cochenille diaspine hôte.

La coccinelle *Rodolia cardinalis*, malgré le rôle qu'elle avait joué auparavant dans la limitation des populations de la cochenille *Icerya purchasi*, est actuellement en nette régression, du fait de la rareté de sa proie préférentielle [53].

SAHARAOUI et GOUREAU [53], ont cité que l'espèce *Clitostethus arcuatus* est la seule coccinelle qui manifeste une activité prédatrice sur des aleurodes et spécialement ceux des Citrus, où elle peut exercer avec succès un contrôle économique des pullulations des espèces *Aleurothrixus floccosus* et *Dialeurodes citri*.

Au niveau du verger de nectarinier/oranger, on a distingué un assemblage caractérisé par sa faible composition durant la deuxième quinzaine de mars. Cet assemblage est représenté par des prédateurs aphidiphages principalement des syrphes (*Episyrphus balteatus*, *Melanostoma mellinum*, *Syrphus* sp, *Meliscava auricollis*) et un prédateur *Cecidomyiidae* le prédateur Diptère *Empis* sp et un endoparasitoïde de la famille des *Ichneumonidae*.

D'après AUXIMORE [149] et DUHAUTOIS, [150], les syrphes sont des très bons auxiliaires de nettoyage. Ils hivernent au stade larvaire ou pupa sauf pour une minorité d'espèces qui hiverne au stade d'individus femelles. Ces derniers apparaissent tôt dès la fin de l'hiver dès que les conditions météorologiques sont favorables.

Les bandes fleuries riches en plantes à floraison précoce et en Apiacées, et quelques adventices attirent ces auxiliaires. De la même manière, les haies offrent aux syrphes sensibles aux conditions climatiques, une protection contre le vent, la pluie et les températures extrêmes. L'environnement floristique particulièrement les paysages diversifiés hébergent un nombre plus important d'espèces de syrphes [149,150]. De même, l'architecture de la parcelle (bandes ou bordures de maïs) [150], ou encore un microclimat particulier (parcelle abritée ou non du vent) peuvent influencer sur ces communautés.

L'adulte d'*Episyrphus balteatus* visite un grand nombre de fleurs principalement blanches et jaunes surtout des Apiacées et des Astéracées, se déplaçant des arbres aux plantes rampantes [35]. Dans les vergers d'étude, le cortège floristique se compose essentiellement de plantes attractives pour les syrphes aphidiphages comme le cas des espèces *Sonchus oleraceus*, *Galactites tomentosa*, *Scolymus hispanicus*, *Calendula arvensis*. Des études belges ont révélé la capacité de prospection des adultes de ces prédateurs sur un rayon de 40 m et la bonne concordance entre la phénologie des pucerons et les pontes des syrphidae aphidiphages sur les cultures. Les bordures ou haies fleuries peuvent être composées de plantes horticoles (bidens, *Lantana*, ...) et indigènes telles les Apiacées (carottes sauvages, aneth, fenouil,...) les astéracées (*Inule visqueuse*), les plantes pubescentes comme la bourrache et le coquelicot les attirent aussi [151].

Deux autres assemblages se succèdent durant les périodes Avril- mai puis Juin-Juillet paraissent nettement plus riches en espèces. Pendant Avril- Mai et début de juin ; il existe des parasitoïdes et prédateurs aphidiphages : *Aphelinus* sp, *Trioxys* sp et *Lysephlebus* sp, *Chrysoperla carnea* et des syrphes *Neoascia* sp, *Sphaerophoris scripta*, ainsi des parasitoïdes coccidiphages : *Metaphycus helvolus*, *A. hispanicus*, *M.flavus* et autres prédateurs et parasitoïdes. De Juin à juillet, on a trouvé essentiellement des parasitoïdes coccidiphages *A.hispanicus*, *Metaphycuss* p, *C. bifasciata*, *E. perniciosi*, *Aphelinidae* sp, et un parasitoïdes de la mineuse des agrumes *Citrostichus phyllocnistoides*, des prédateurs coccidiphages et des assemblages des parasitoïdes et prédateurs des pucerons et aleurodes et parasitoïdes et endoparasitoïdes oophages de divers insectes et qui présentant des abondances faibles.

Concernant l'AFC/CAH appliquées aux deux vergers en commun on a pu extraire quelques remarques et résultats :

Pendant la saison de printemps, le verger de citronnier comporte 10 espèces coccidiphages qui sont représentées essentiellement par l'espèce *Aphelinidae* sp, ainsi le parasitoïde aleurodiphage *Cales noacki* et le prédateur *Aranea* sp, à contrario le verger de nectarinier/oranger, comporte pendant cette saison trois parasitoïdes aphidiphages dont l'espèce *Aphelinus* sp est la plus

abondante, 7 prédateurs aphidiphages et un parasitoïde coccidiphage *Metaphycushelvolus*.

Il apparaît clairement que la richesse en espèces coccidiphages est plus importante au niveau de verger du citronnier par rapport à celui de nectarinier/oranger.

D'après SAIGHI *et al.* [152] et BICHE *et al.* [11], l'ensoleillement intense diminue les colonies des cochenilles, par contre l'ombrage et la disponibilité alimentaire favorisent leur pullulation.

Cet état de fait confère une importante ressource alimentaire pour le troisième niveau trophique qui est celui des prédateurs et des parasitoïdes coccidiphages qui semblent plus importants dans le verger de citronnier plus abrité par la présence des brises vent. Cependant, le verger de nectarinier/oranger est plus exposé aux insulations directes et aux vents. Nous pouvons émettre l'hypothèse que la structure du paysage de la parcelle agricole peut influencer sur le développement des ravageurs spécialistes et à son tour sur l'attraction de leurs entomophages spécialistes qui sont attirées de premier lieu par l'abondance de leurs proies.

La richesse en espèces aphidiphages est plus importante au niveau de verger de nectarinier/oranger, elle est au nombre de 7 prédateurs et 3 parasitoïdes durant la période printanière et 3 prédateurs durant la période estivale, devant 2 parasitoïdes et 3 prédateurs au printemps et 2 parasitoïdes en été au niveau de verger de citronnier. Selon nos observations, le verger de nectarinier/oranger est trop infesté par les pucerons cela est dû probablement par l'absence de traitement phytosanitaire sauf à la période de récolte et aussi à la grande surface de verger et sa diversification avec deux cultures différentes. Selon HERVE [7], le nombre d'espèces des insectes phytophages, de leurs parasitoïdes et de leurs prédateurs augmente plus rapidement avec la surface de l'habitat chez les spécialistes, et seuls les généralistes sont influencés positivement par la diversité du paysage. Le même auteur avance que la diversité des espèces spécialistes devrait être influencée uniquement par la supplémentation du paysage. Autrement dit, le paysage devrait être plus favorable

aux espèces spécialistes lorsqu'il est homogène (taches de grande taille et grande connectivité).

Ainsi, il existe des espèces entomophages qui se trouvent avec des abondances négligeables au niveau de deux vergers et varient d'un verger à l'autre. Pour COLUNGA GARCIA et *al.* [153], les différences de biodiversité observées entre les sites étudiés cultivés de luzerne, maïs et blé ont été significativement corrélées avec la présence d'habitats non cultivés dans le paysage

D'après les résultats trouvés avec l'utilisation des indices écologiques, AFC et CAH, on peut conclure que l'effet des paramètres locaux de verger est plus important que celui de paysage concernant les entomophages spécialistes.

D'après BOOIJ et NOORLANDER [154], l'abondance des prédateurs et la composition des espèces sembleraient être affectées par le système agricole. Néanmoins, la culture elle-même pourrait être le principal facteur structurant. On conclut que la présence et la qualité des populations de prédateurs sont principalement déterminées par la structure des cultures et les facteurs liés à celles-ci. COLUNGA GARCIA et *al.* [153] ont travaillé sur les changements dans les assemblages d'espèces des *Coccinellidae* prédateurs dans les réponses à la structure de paysage (Diversité de l'habitat et altération). Dans l'ensemble, ils ont trouvés que le site doté d'un habitat à feuilles caduques avait une plus grande richesse en espèces. Selon TSCHARNKE et *al.*[155], les espèces interagissant connaissent leur paysage environnant à différentes échelles spatiales, ce qui influence les interactions trophiques. Les paysages structurellement complexes améliorent la diversité locale dans les agroécosystèmes, ce qui peut compenser la gestion locale de haute intensité. Les effets du paysage dépendent parfois des caractéristiques de chaque espèce [142]. HERVE [7] a signalé que l'hypothèse qui propose que l'échelle à laquelle les organismes perçoivent le paysage serait dépendante de leur capacité de dispersion est la plus appropriée car elle tient compte à la fois des caractéristiques de l'espèce mais également du contexte biotique et abiotique dans lequel elle se trouve.

CONCLUSION

Ce travail s'est focalisé sur l'étude de la biodiversité fonctionnelle des parasitoïdes et prédateurs au niveau de deux vergers situés dans la région de Rouïba, l'un de citronnier et l'autre constitué d'une association de nectarinier/oranger. Les grandes lignes auxquelles nous avons abouti sont les suivantes :

- une richesse spécifique importante égale à 48 espèces dans le verger de citronnier et 44 espèces au niveau de verger de nectarinier/oranger avec un effectif d'individus réduit dans ce dernier. Cette différence est expliquée par l'influence de l'enherbement naturel et son rôle attractif pour les auxiliaires qui vont se développer grâce aux ressources de pollen, de nectar et aux proies présentes.
- Les espèces entomophages inventoriées sont réparties en 6 ordres et 23 familles en totalité, dont l'ordre des Hymenoptera semble le plus dominant, et représenté principalement par les familles des Aphelinidae, Encyrtidae et Coccinellidae.
- Les deux vergers d'étude sont composés principalement des communautés de spécialistes coccidiphages et aphidiphages qui sont inégalement réparties dans le temps et dans l'espace, cependant le verger de citronnier inclut des parasitoïdes coccidiphages de genre *Aphytis*, tandis que le verger de nectarinier/oranger comporte surtout l'espèce aphidiphage *Aphelinus sp.*
- La présence de ces entomophages et leur développement semblent dépendantes en premier lieu avec la disponibilité suffisante de leur proies ainsi que les conditions d'habitat ainsi que les conditions climatiques comme la température et l'humidité relative qui influencent la survie de ces espèces. En effet, la période printanière se caractérise par la richesse spécifique la plus importante.
- Dans les deux vergers étudiés, les entomophages effectuent des déplacements dans le temps et dans l'espace. Les plantes spontanées trouvées au sein des vergers ou bien dans les bordures et aux alentours, peuvent constituer des refuges et des ressources alimentaire pour les insectes inféodés à ces cultures.
- La richesse en espèces coccidiphages est plus importante au niveau de verger du citronnier par rapport à celui de nectarinier/oranger probablement car ce dernier est plus exposé aux insolation directes et aux vents contrairement au verger de

citronnier qui est plus abrité par les brises vent. Donc, la structure du paysage des parcelles étudiées a un effet important sur la biodiversité des entomophages spécialistes rencontrés.

- La richesse en espèces aphidiphages est plus importante au niveau du verger de nectarinier/oranger ce qui pourrait être due à une plus grande surface de l'habitat et au manque des traitements phytosanitaires.

Donc, les paramètres locaux des vergers étudiés ont un effet plus important sur la biodiversité fonctionnelle des entomophages notamment les espèces spécialistes. A l'inverse l'effet des milieux environnants se traduit par l'existence des plantes spontanées dans les alentours des parcelles qui constituent des zones d'hivernation, de refuge ou de proies de substitution pour ces espèces.

En fait, notre travail reste délimité à une étroite échelle spatiale mais il reste complémentaire à d'autres études, car l'investigation de l'effet des milieux environnants et du paysage doit se dérouler à une échelle plus large comme elle exige une étude plus profonde et de préférence appropriée à chaque espèce ou d'un groupe d'insectes bien déterminé, puisque chaque espèce a ces propres caractéristique et ces propres exigences.

En perspective, nous recommandons de :

- ✓ Poursuivre ce type d'étude sur une échelle plus large.
- ✓ Approfondir les études de l'effet du paysage sur la biodiversité fonctionnelle des prédateurs et parasitoïdes dans tous le territoire algérien.
- ✓ aménager les agrosystèmes par l'installation des haies, bandes enherbées et fleuries et préserver les habitats non cultivés au sein du paysage agricole afin d'attirer les auxiliaires bénéfiques aux cultures.
- ✓ Poursuivre le travail sur les facteurs qui favorisent les auxiliaires.

ANNEXES

Annexe A : Plantes spontanées, pratiques culturales et traitements phytosanitaires réalisés dans le verger du nectarinier/oranger

Dates	plantes spontanées		Pratiques culturales	Traitements phytosanitaires
	Eespèces principales	Taux de recouvrement (%) vu à l'œil nu		
18/03/2014	<i>Oxalis pescaprae</i>	50	/	/
	<i>Sinapsis arvensis</i>	10-15		
	<i>Avena sterilis</i>	35-40		
	autres	10		
04 /04/2014	<i>Oxalis pescaprae</i>	20	un désherbage mécanique a été appliqué avec charrue à disque depuis quelques jours	/
	<i>Avena sterilis</i>	15		
	<i>Ray grass</i>	10		
	Autres. <i>Geranium rotundifolium</i> <i>Sonchus oleraceus</i> <i>Sinapsis arvensis</i> <i>Golcrites tomentosa</i>	Quelques pieds		
28/04/2014	<i>Avena sterilis</i> , <i>Hordium murimum</i> , <i>Sonchus oleraceus</i>	Plantes desséchées	/	/
19/05/2014	<i>Ray grass</i> <i>Avena sterilis</i>	Quelques pieds	Installation du système d'irrigation goutte à goutte.	/
22/06/2014	<i>Cyndon dactylon</i>	35	Pantes desséchées à cause de désherbage mécanique réalisé depuis quelques jours	Traitement phytosanitaire contre les pucerons au début de juin
	Autres, <i>Rumex crispas</i> <i>Avena sterilis</i> <i>Hordium murimum</i> <i>Scolymum hispanicus</i>	Quelques pieds		
21/07/2014	<i>Chenopodium album</i>	10	Pantes desséchées	/
	<i>Calendula arvensis</i>	20		
	<i>Hordium murimum</i>	10		
	Autres, <i>Setaria glauca</i> <i>Sonchus oleraceus</i>	Quelques pieds		

Annexe B : Plantes spontanées, Pratiques culturales et traitements phytosanitaires réalisés dans le verger ducitronnier

Dates	plantes spontanées		Pratiques culturales	Traitements phytosanitaires
	Eespèces principales	Taux de recouvrement (%) vu à l'œil nu		
17/03/2014	<i>Oxalis pescaprae</i>	60	/	/
	<i>Sinapsis arvensis</i>	10		
	<i>Avena sterilis</i>	5		
	<i>Ray grass</i>	20		
19/04/2014	<i>Oxalis pescaprae</i>	65	/	Epanchage d'engrais NPK
	<i>Centaurea Cyanus</i>	2		
	<i>Scolymus hispanicus</i>	2		
	<i>Ray grass</i>	20		
	<i>Geranium ratundifolium</i>	1		
21/05/2014	<i>Oxalis pescaprae</i>	50	Installation du système d'irrigation goutte à goutte	/
	<i>Avena sterilis</i>	25		
	<i>Malva parviflora</i>	5		
	<i>Phalaris sp</i>	5		
18/06/2014	<i>Oxalis pescaprae</i>	25		/
	<i>Rumex crispas</i>	5		
	<i>Phalaris paradora</i>	5		
	<i>Phalaris brachystachis</i>	1		
	<i>Cyndon dactylon</i>	30		
	<i>Avena sterilis</i>	30		
19/07/2014	<i>Hordum murimum</i>	15	/	/
	<i>Avena sterilis</i>	25		
	<i>Cyndon dactylon</i>	20		
	<i>Chenopodium album</i>	10		
	<i>Phalaris brachystachis</i>			

Annexe C : Prédateurs et parasitoïdes récoltés par la méthode de filet fauchoir au niveau de verger de citronnier dans le site de Rouïba.

Ordre	Famille	genre	espèce
Hymenoptera	Braconidae	Braconidaesp Aphidius Hormius	<i>Braconidaesp</i> <i>Aphidius</i> sp <i>Hormius</i> sp
	Ichneumonidae	Ichneumonidaesp Gelis Phygadeuon	<i>Ichneumonidaesp</i> <i>Gelissp</i> <i>Phygadeuonsp</i>
	Pteromalidae	Pteromalidaesp	<i>Pteromalidaesp</i>
Hemiptera	Troileidae	Troilus	<i>Troilussp</i>
Diptera	Empididae	Empididaesp	<i>Empididaesp</i>
	Syrphidae	Episyrphus Melanostoma Platycheirus	<i>Episyrphusbalteatus</i> <i>Melanostomamellinum</i> <i>Platycheirus</i> scutatus
Neuroptera	Chrysopidae	Chrysoperla	<i>Chrysoperlacarnea</i>
Araneae	Araneidae	Aranea	<i>Araneasp</i>

Annexe D : Prédateurs et parasitoïdes récoltés par la méthode de filet fauchoir au niveau de verger de nectarinier/oranger dans le site de Rouïba

Ordre	Famille	genre	espèce
Hymenoptera	Braconidae	Chelonus	<i>Chelonussp</i>
	Ichneumonidae	Ichneumonidaesp	<i>Ichneumonidaesp</i>
Hemiptera	Miridae	Miridaesp	<i>Miridaesp</i>
Diptera	Asilidae	Asilidaesp	<i>Asilidaesp</i>
	Chamaemyiidae	Chamaemyiidaesp	<i>Chamaemyiidaesp</i>
	Cecidomyiidae	Cecidomyiidaesp	<i>Cecidomyiidaesp</i>
	Empididae	Empis	<i>Empissp</i>
	Syrphidae	Episyrphus	<i>Episyrphusbalteatus</i>
		Melanostoma	<i>Melanostomamellinum</i>
		Meliscava	<i>Meliscavaauricollis</i>
		Neoascia	<i>Neoasciasp</i>
		Sphaerophoris	<i>Sphaerophoris scripta</i>
Syrphus	<i>Syrphussp</i>		
Neuroptera	Chrysopidae	Chrysoperla	<i>Chrysoperlacarnea</i>
Araneae	Araneidae	Aranea	<i>Araneasp</i>

Annexe E : Liste des symboles et des abréviations

A.F.C	: Analyse Factorielle des Correspondance
A.R	: Abondance relative
C.A.H	: Classification Ascendante hiérarchique
S	: Richesse totale
Sm	: Richesse moyenne
F.O	: Fréquence d'occurrence
E	: Indice d'équitabilité
H'	: Indice de Schannon
H'max	: Indice de diversité maximale
P	: Précipitation
Ni	: Effectif
Caté	: Catégorie
Na	: Nombre d'apparition par espèce
acci	: accidentelle
acce	: accessoire
Fréq	: Fréquente
Omni	: Omniprésente
°C	: Degré Celsius
Fig	: Figure
Tab	: Tableau
Km	: Kilomètre
V	: Vitesse de vent
M/S	: Mètre sur seconde
H	: Humidité
Tmoy	: Température moyenne
Max	: Maximale
Min	: Minimale
%	: Pourcentage

REFERENCES

1. Bouvy M., Blanchart E. et Brauman A., 2010 – “Compétences de recherche de Montpellier et du Languedoc-Roussillon dans le domaine de la biodiversité,” Biodiversité- des sciences pour les humains et la nature, *AGROPOLIS*.
<http://www.agropolis.fr/biodiversite/ch2-biodiversite-fonctionnelle.php>
2. Jourdeuil P., Grison P., Fraval A., 1991– “La lutte biologique : un aperçu historique”, *Courrier de la Cellule Environnement* de l'INRA, n 15, Nov. 199, 37-60.
3. Beudelot A. et Henrotte B., 2017 – “Protection des cultures en agriculture biologique”, pp : 8-14, in Grognon P., 2017– Itinéraires BIO, le magazine de tous les acteurs du bio, *BIO WALLONIE*, n 32, 59 p.
4. Simon S., Sauphanor B., Defrance H. Et Laurit P.E., 2009 – “Manipulations des habitats des vergers biologique et de son environnement pour le contrôle des bioagresseurs. Des éléments pour la modulation des relations arbres-ravageurs- auxiliaires”, *Innovation Agronomique* (2009), 4 :125 -134.
5. Chouihet N., 2013 – “biodiversité des invertébrés notamment des arthropodes des oasis de la vallée du M'Zab”. Thèse Magister, Ecol. Nati. Sup.Agro., El Harrach, Alger. 280P.
6. Lepart J., Dervieux A. et Debussche M., 1996 – “Photographie diachronique et changement des paysages. Un siècle de dynamique naturelle de la forêt à Saint-Bauzille-de-Putois, vallée de l'Hérault”. *Forêt Méditerranéenne*, 17: 63-80.
7. Herve M., 2010 – “Effet du paysage sur la diversité des espèces généralistes et spécialistes”, Rapport bibliographique Master 2 Ecologie Fonctionnelle, Comportementale et Evolutive, France, 23 p.
8. Al Hassan D., 2012 – “Rôle du paysage sur la répartition et l'abondance des pucerons et de leurs prédateurs carabiques”. Thèse doctorat Université De RENNES 1, 191 p.
9. Saharaoui L., Hemptinne J.L et Alexandra M. ,2013 – “Biogéographie des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) d'Algérie“, *Entomologie Faunistique-Faunistic Entomology*,2014, 67 :147-164.
10. Benoufella-Kitous K. Domandji S. Hance T., 2014 – “Inventaire des Aphides

- et de leurs ennemis naturels dans un verger d'agrumes", *AFPP-Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier- 22 et 23 octobre 2014*, 10p.
11. Biche M., Siafa A, Adda R. et Gherbi R., 2012 – “Biologie de *Aonidiella Aurantii* (HOMOPTERA, DIASPIDIDAE) sur citronnier dans la région de Rouïba”. *Lebanese Science Journal*, 2012. Pp : 59-64.
 12. Aggana Y., 2016 – “Rôle d'*Aphytis melinus* (Hymenoptera, Aphelinidae) dans la régulation des niveaux d'infestation du Pou de Californie *Aonidiella aurantii* (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier à Rouïba”, Mémoire magister, Algérie, 91 p.
 13. Suty L., 2010 – “*La lutte biologique. Vers de nouveaux équilibres écologiques. Sciences en partage*”, Ed, Quae, Versailles, France, 323 p.
 14. Biche M., 2012 – “*Guide pratique-les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels*”. Programme Régional de Gestion Intégrée des Ravageurs des cultures au Proche Orient, Ed. INPV, 36 p.
 15. Kumar R., 1991 – “*La lutte contre les insectes ravageurs : la situation de l'agriculture africaine*”, Ed. KARTHALA, France, 310 p.
 16. Charle P-J., 1968 – “Conceptions actuelles de la lutte contre les ravageurs”. Pp : 27-30.
 17. Mignon J., Colignon P., Haubrug E. et Francis F., 2003 – “Effet des bordures de champs sur les populations de chrysope [Neuroptera : Chrysopidae] en cultures maraîchères”, *PHYTOPROTECTION*. 84 : 121-128.
 18. Preud'Homme R., 2009 – “Elaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture »Indicateurs de biodiversité en milieu agricole” – étude MAAP / MNHN Document de travail, novembre 2009, 66p.
 19. Senior L.J. and Mcewen, P.K., 2001 – “The use of lacewings in biological control”. *Cambridge University Press*. Pp: 296- 302.
 20. Paulian M., 1999 – “les Chrysopes, auxiliaires contre des insectes divers”. *Phytoma- La Défense des Végétaux*, 522 :41- 46.
 21. Site :http://www.iftech.fr/files/18760/chrysor_infos.htm
 22. Dajoz R., 2010 – “*Dictionnaire d'entomologie Anatomie, systématique,*

- biologie*”, Ed, Lavoisier, Paris 149 p.
23. Pierre E., 2006 – “NEUROPTERA : Identification – Biologie - Intérêt agronomique”. In “Les insectes d’importance agronomique : pratique de l’identification au laboratoire”. *INPV*, Montpellier, 34 p.
 24. Giraud A., 2012 – “Les auxiliares des cultures : arboriculture, maraîchage, grandes cultures”. Chambre d’agriculture de l’Ardèche, 20p.
 25. Makarkin V.N., Wedmann S. and Weaterchann T., 2012 – “First record of a fossil larva of Hemerobiidae (Neuroptera) from Balticamber”. *Zootaxa* 3417: 53-63.
 26. Fisher T. W., Thomas S., Bellows, Caltagirone L.E., Dahlsten, Carl B., Huffaker D. L., Gordh G., 1999–“*Handbook of Biological Control: Principles and Applications of Biological*”, Ed. Amazon France, 1046p.
 27. Withycombe C.L, 1923 – “Notes on the biology of some British Neuroptera”. *Transactions of the Entomological Society of London*. 1922: 501-594.
 28. Penny, N.D., Adams P.A., Stange L.A., 1997 – “Species catalog of the Neuroptera, Megaloptera, and Raphidioptera of Americanorth of Mexico”. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. Vol. 50, no.3, pp: 39 – 114
 29. David V. et Alford., 2013 – “*Ravageurs des végétaux d’ornement : Arbres, arbustes, fleurs*”, Ed : Quae, 480 p.
 30. Speight M.C.D., Sarthou V., Sarthou J.P. et Castella E., 2007–“*Le syrphe, l’ordinateur et la gestion de la biodiversité. Des insectes comme outils d’analyse et de gestion des réserves naturelles de Haute-Savoie*”, Ed, Asters. Conservatoire des Espaces Naturels de Haute-Savoie, 58p
 31. Doublet D., 2014 – “Rapport d’activités. Réserve Naturelle Nationale des Gorges de l’Ardèche”, Année 2014, SGG.A., 52 p.
 32. Rotheray G.E et Gilbert F.S., 1989 – “Systematic and phylogeny of the European predacious Syrphidae (Diptera) from larval and pupal stages”. *Zool.J. linn. Soc.* 95: 27-70.
 33. Anonyme, 2014– “Les syrphes, contre pucerons, cochenilles etc., Fiches techniques de la biodiversité en zones de grande culture”- CIVAM OASIS CHAMPAGNE- ARDENNE, 2 p. disponible sur www.agriculture-durable.org/wp-content/uploads/2014/03/syrphebiodivgc.pdf

34. Francis F., Colignon P., Straet S. and Haubruge E., 2004 – “Assessment of hoverfly populations in vegetable open fields: compatibility with conventional insecticides treatments”. *J. App. Entomology* (sous presse.)
35. Dor C., Maillet- Mezeray J. et Sarthou V., 2010 – “*Les entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialité des habitats : Episyrrhus balteatus, Nom vernaculaire : Syrphe ceinturé*”, Ed, ARVALIS : Institut du Végétal, Paris, 6 p.
36. Martinez M., 2006 – “Les insectes d'importance agronomique « Pratique de l'identification au laboratoire”. Montpellier, 34 p.
37. Aster., 2014– “Histoires et mémoires Le syrphe, des réserves naturelles”, Asters-brochure. 60 p. disponible sur le site : http://www.syrphys.com/pdf/asters_brochure_60pages_final.pdf
38. Charbonnier E., Ronceux A., Carpentier A.S., Soubelet H., Barriuso E., 2016 – “*Pesticides: Des impacts aux changements de pratiques*”, Ed ,Quae, 400 p.
39. Michel B. and Bournier J-P., 1997– “*Beneficials in tropical crops*”, Ed, Quae, 88 p.
40. Macfadyen A., 1974 – “Advances in Ecological Research”, *Academic Press*. Vol. 8. 29 Nov.1974, 417 p.
41. “*Coenosia attenuata* Un ennemi naturel des mouches mineuses et des aleurodes”. *Ecophyto2018* disponible sur le site [http://www.envies-de_jardin.com/fileadmin/documents/pdf/ONEMA/fiche_1_ter Coenosia_attenuata_Un_ennemi_naturel_des_mouches_mineuses_et_des_aleurodes.pdf](http://www.envies-de_jardin.com/fileadmin/documents/pdf/ONEMA/fiche_1_ter_Coenosia_attenuata_Un_ennemi_naturel_des_mouches_mineuses_et_des_aleurodes.pdf)
42. Koch, L.R. & Galvan, L.T., 2007 – “Bad side of a good beetle: the North American experience with *Harmonia axyridis*. *Biological Control to Invasion: the Ladybird Harmonia axyridis as a Model Species*”, p: 22-35
43. Ryckewaert P. et Rhino B., 2017 – “*Insectes et acariens des cultures maraîchères en milieu tropical humide : Reconnaissance, bioécologie et gestion agro-écologique*”, Ed, Quae, 152 p.
44. Legemble J., 2009 – “Les coccinelles. Fiche technique du service régionale de l'alimentation de Haute Normandie”, 7p.
45. Leroy P., Francis F., Verheggen F., Capella Q., Fagel Q. et Haubruge E.,

- 2008 – “La coccinelle à deux points (*adaliabipunctata*), le chrysope commun (*Chrysoperla carnea*) et le syrphe ceinturé (*Epsyrphus balteatus*), nos principaux prédateurs indigènes plutôt que la coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*) exotique et invasive dans nos écosystèmes, Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive, *Faculté universitaire des Sciences agronomiques*, Belgique, 4p.
46. Ferran A., Tourniaire R., Piotte c et Gambier J., 1999 – “Une coccinelle chinoise pour lutter contre les pucerons des cultures et préserver l'environnement”, Ed. INSECT, INRA d'Antibes, N°113. PP : 25-26
 47. San Martin G., ADRIAENS T., HAUTIER L. et OTTART N., 2005 – “La coccinelle asiatique *Harmonia axyridis*”. Ed. Insectes, N°136. 2005 (1). Pp : 7-11
 48. INPV., 2014 – “*Bulletin d'informations phytosanitaires*”, N° 34, INPV Alger, 4p.
 49. CETAB., 2014 – “Production animale, production végétale, marche, écologie et ruralité, vie professionnelle, recherche et développement”, *BIO PRESSE*, N° 205, 76 p.
 50. Vincent H., Resh, Ring T. Cardé , .2009 –“*Encyclopedia of Insects*” , Academic Press, ELSEVIER, 22 juil. 2009, 1168 p.
 51. Saharaoui, L. et Gourreau J. M., 1998 – “Les coccinelles d'Alger : Inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coléoptera -coccinellidae)”. *Bull. Soci. Entom. De France*, vol. 103 (3) pp : 209 -312.
 52. Lucas E., Coderre D. et Vincent C., 1997– “Voracity and feeding preferences of *Coccinellaseptempunctata* and *Harmoniaaxyridis* (Coleoptera; Coccinellidae) on *Tetranychusurticae* and *Aphis citricola*”. *Entomol. Exp. Appl.* 85: 151-159.
 53. Saharaoui L. et Goureau J.M., 2000 – “Les coccinelles d'Algérie : Inventaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae)”, *Recherche Agronomique* (2000). 6, 1 I – 27.
 54. Helyer N., Cattlin N.D., Brown K.C., 2014 – “*Biological Control in Plant Protection: A Colour Handbook*”. Ed, CRC Press, 276 p.
 55. Tourneur J.C., 1970 – “L'utilisation des coccinelles prédatrices en lutte biologique”, *Fruits*. Vol. 25, n°2, Février 1970, pp : 97 - 107.

56. Chinery M., 1988 – “*Insectes de France et d’Europe occidentale*”, Ed. Arthaud, pp : 204-207.
57. Reynaud P., 2006 – “*Les Coléoptères d’importance agronomique*”. In “*Les insectes d’importance agronomique : pratique de l’identification au laboratoire*”, Ed, INPV, Montpellier, 41p.
58. Kromp B., 1999 – “Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement”. *Agriculture, Ecosystems&Environment*, 74, 187-228.
59. CASDAR., 2015 – “Aménagements agro forestiers et Biodiversité fonctionnelle”, Fiche-Biodiversite-CASDAR-agroforesterie-AP32, 14 p.
60. Coombes D. S., Sotherton N.W., 1986 – “The dispersal and distribution of polyphagous predatory Coleoptera in cereals”; *Ann, Appl; Biol*; 108. 461-474.
61. ITAB (institut technique de l’agriculture biologique)., 2005 – “Les auxiliaires communs en cultures légumières biologiques”. Fiche technique. *TECHN’ITAB*, Paris, France, 3 p.
62. Diwo Allain S. et Rougon D., 2004 – “Carabes : auxiliaires des cultures, indicateurs de la biodiversité d’un milieu”. *CRITT INNOPHYT*. Fiche. 4 p.
63. Lemesle B., 2008 – “Agrobiologie et insectes du sol, l’exemple des Carabidae (Coleoptera), indicateurs de naturalité, Vienne *AGROBIO* Etude Carabidae d’Archigny. 2006-2007, 73 p.
64. Grenier S., 2009 – “La lutte biologique en protection des cultures : Les insectes et les méthodes impliqués”. Atelier 2: Nature et biodiversité au service des exploitations-*Colloque NOURRIR L’HUMANITE*-Un défi à relever ensemble, Rés OGM Info.19 novembre 2009, ISARA, Lyon
65. Streito J.C et Pierre E., 2006 – “HEMEPTERA HETEROPTERA : Identification-Biologie- Importance agronomique”. In “*Les insectes d’importance agronomique : pratique de l’identification au laboratoire*”. INPV, Montpellier, 22p.
66. BRUNO M., 2009 – “Quelques traits de vie des thysanoptères”, INRAn SUPAGRO, Cirad, Montpellier. Novembre. 2009.
67. Eggleton P. & Gaston K.J., 1990 – “Parasitoids species and assemblages – Convenient definitions or misleading compromises”. *Oikos*. 59: 417-421.
68. Delvare G., 2006 – “Les Hyménoptères : Identification des insectes

- d'importance agronomique. In Les insectes d'importance agronomique : pratique de l'identification au laboratoire". INPV, Montpellier, 109 p.
69. Claude D., 1951 – “Les insectes parasites entomophages”. *La feuille des naturalistes*. N.6 : 45-54
 70. Sommet de la Terre de Rio., 2009- Journal officiel français du 12 avril 2009
 71. Moonen A.C. and Bárberi P., 2008 – “Functional biodiversity: An agroecosystem approach”, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127 (1-2): 7–21.
 72. Goulletquer P., Weber J., Bœuf G., et Gros P., 2013 – “*Biodiversité en environnement marin*”, Ed, Quae, 208 p.
 73. Mazollier C., 2007 – “*Biodiversité fonctionnelle en maraichage biologique, quelques principes généraux*”, Ed, MARAICHAGE BIO INFO, N°48, juin, 2007. 3 p.
 74. Ronzon B., 2006 – “Biodiversité et lutte biologique : Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade”- Extrait d'un mémoire de fin d'étude sur les bandes fleuries, qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires. CES Agriculture Biologique, ENITA C., 2006, 25 p.
 75. Quae., 2012 – “*Agriculture et biodiversité : valoriser les synergies*”, Ed, Quae, 177 p.
 76. INRA., 2008 – “Agriculture et biodiversité : des synergies à valoriser. chapitre 2 : Intérêt de la biodiversité pour les services rendus par les écosystèmes”, *Rapport de l'expertise scientifique collective RSCo*, France, 212 p.
 77. FAO., 2005 – “La biodiversité pour la préservation des fonctions des agroécosystèmes”. 3 p.
 78. AREM., 2011– “Enjeux de la pollinisation pour la production agricole en Tarn-et-Garonne”, Projet CAPSTONE ? AREM P4, 91 promotion, Septembre-Décembre 2011, 106 p.
 79. FAO., 2010–“La biodiversité pour la préservation des fonctions des Agroécosystèmes”.<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0112f/i0112f02.pdf>
 80. Corbaz R., 1990 – “Principes de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes”, *PPUR presses polytechniques et universitaires Romandes*, 286 p.

81. Lambert N., 2010 – “Lutte biologique aux ravageurs : Applicabilité au Québec”, Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l’obtention du grade de maître en environnement (M.Env). Université de Sherbrooke, Québec, Canada, juillet 2010, 87 p.
82. Borowiec N., Fleisch A., Kreiter P., Tabone É., Malausa T., Fauvergue X., Quilici S., Ris N. et Malausa J.C., 2011 – “Lutte biologique classique et insectes phytophages : OÙ en est la recherche ? Quels en sont les enjeux et dans quel contexte ? Quelle évolution future ?”, *PHYTOMA. La défense des végétaux*, n° 4 (47), pp : 16-20.
83. Doumandji-Mittiche B., 2013 – “Historique de l’utilisation de la lutte biologique en Algérie : Quelques exemples”. *Séminaire International : Protection phytosanitaire : Situation et Perspectives*, Batna, le 17, 18 et 19 Novembre 2013. 63 p.
84. Berkani A. et Mouats A., 1998 – “Vers une lutte biologique de *Phyllocnistiscitrella* par introduction d’*Ageniaspiscitricola* en vergers d’agrumes dans l’Ouest algérien= Towards the biological control of *Phyllocnistiscitrella* by introducing *Ageniaspiscitricola* in Citrus fields in western Algeria”, *Fruits*, Vol. 53, n° 2, pp. 99-103.
85. Tayeh A., 2013 – “De la lutte biologique à l’invasion : la coccinelle *Harmonia axyridis* comme espèce modèle”. *Thèse pour obtenir le grade de Docteur*. Centre international d’études supérieures en sciences agronomiques Montpellier, 209 p.
86. Deguine J.P., Jacquot M., Tenailleau M., 2013 – “Influence des pratiques phytosanitaires et de la gestion de couverts végétaux sur la biodiversité fonctionnelle. Cas des arthropodes prédateurs en vergers de manguiers Bio et conventionnels à la Réunion”. *Colloque DinABio 2013, Tours*, 13-14/11/2013.
87. Pugeaux N., 2017 – “Le point sur la lutte biologique par conservation, Écho du NACA (Négoce Agricole Centre-Atlantique)”, *Eau-Environnement*, France, n 41, 1p.
88. Warlop F., 2006 – “Limitation des populations de ravageurs de l’olivier par le recours à la lutte biologique par conservation”, *Cahiers Agricultures*. Vol. 15 n 5, septembre- octobre 2006.pp : 494- 455.

89. Site1 :<http://www.futurasciences.com/magazines/nature/infos/dossiers/d/zologie-recyclage-naturel-sont-decomposeurs-695/>
90. Semal J., 1989 – “*Traité de pathologie végétale*”, Presses agronomiques de Gembloux, A.S.B.L., Belguim, 1989, 621 p.
91. Le Roux X., Barbault R. et Baudry J., 2012 – “Agriculture et biodiversité, valoriser les synergies”. Ed. Quae, France, p169.
92. Sarthou J.P., 2006 – “La biodiversité fonctionnelle”. *Alter Agri Revue de l’Institut Technique de l’Agriculture Biologique ITAB*, mars/avril 2006, n 76. 31 p.
93. Sauvion N., Calatayud P-A., Thiery D. et Marion-Poll F., 2013 – “*Interactions insectes-plantes*”, Co-édition, IRD-Quae, Paris, 752 p.
94. Guet G., 2003 – “*Mémento d’agriculture biologique : guide pratique à usage professionnel*”, Ed, France Agricole, France, 416 p.
95. Bro E., Guyon J., Delettre Y., Reitz F. et Burel F., 2008 – “Gestion des milieux. Risque de prédation : Structure de l’habitat, Perdrix grise, rapaces et carnivores. Faune sauvage”, *Rapport scientifique ONCFS*, juillet 2008, n°281 Pp : 21-31.
96. Van Helden M., 2007 – “La biodiversité fonctionnelle en viticulture-Station Régionale ITV Midi-Pyrénées”. UMR INRA/ENITA – Bordeaux, France, Décembre 2007. Pp : 20-23
97. INRA., 2008 – “Agriculture et biodiversité : valoriser les synergies. Expertise scientifique collective”. INRA, France. 113 p.
98. INRA, 2007 – “Les effets de l’agriculture sur la biodiversité. *ESCo "Agriculture et biodiversité"* “. Institut national des recherches agronomiques. France. P140
99. Hondru N., Mărgărit G., Picu I. and Chireceanu C., 1998 – “Effect of crop rotation and fertilization on the invertebrate complex from the soil of an irrigated maize crop”. *Romanian Agricultural Research*. Vol.9 (10). 98-110.
100. Firbank, L. G., Heard, M. S., Woiwod, I. P., Hawes, C., Haughton, A. J., Champion, G. T., Scott, R. J., Hill, M. O., Dewar, A. M., Squire, G. R., May, M. J., Brooks, D. R., Bohan, D. A., Daniels, R. E., Osborne, J. L., Roy, D. B., Black, H. I. J., Rothery, P. & Perry, J. N. 2003. “An introduction to the Farm-Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops”. *J. Appl.*

- Ecol.* 40, 2-16.
101. Borie V., 1892 –“*Les travaux des champs*”, 4 èmeed. Bibliothèque du Cultivateur, *Librairie Agricole de la Maison Rustique*, Paris, 180 p.
 102. McLaughlin A. and Mineau P., 1995 – “The impact of agricultural practices on biodiversity”. *Agriculture, Ecosystems&Environment*. Canada, 55: 201–212.
 103. Meerts P., 1993 – “La régression des plantes messicoles en Belgique, *Faut-il sauver les mauvaises herbes?*”, Gap (France), *Conservatoire Botanique de Gap-Charance* : 49-55.
 104. TerBraak, C. J. F., 1994–“Canonical community ordination. Part I: Basic theory and linear methods”. *Ecoscience*, 1 (2), 127-140.
 105. Curry, J.P and Good, J.A. 1992 – “Soil Fauna Degradation and Restoration”. *Advances in Soil Science*. Vol.17:171-215.
 106. Curry, J.P., 1994 – “Grass land Invertebrates. Ecology, Influence on Soil Fertility and Effects on Plant Growth”. *Springer Science & Business Media*.437 p
 107. Francis F., Colignon P. et Haubruge E., 2003 – “Evaluation de la présence des syrphidae (Diptera) en cultures maraîchères et relation avec les populations aphidienne”. *Parasitica*. 59 (3-4) : 129-139.
 108. AAC., 2007 – “Cultures pièges pour lutter contre le charançon de la graine du chou”. *Agriculture et Agroalimentaire, AAC(Agriculture et Agralimentaire Canada)*. 5 p.
 109. Mutin L., 1977 – “La Mitidja. Décolonisation et espaces géographiques”. Ed. *Off. Pub. Univ.*, Alger, 607 p.
 110. O.N.M., 2014 – “Office Nationale de la Météorologie, station de DAR BEIDA Alger METEO”.
 111. Dreux P., 1980 - “*Précis d’écologie*”. Ed, Presses universitaires de France, Paris, 231 p.
 112. Dajoz R., 1985 – “*Précis d’écologie*”. Ed, Dunod, Paris, 505 p.
 113. Gillon Y., 1967 – “Principes et méthodes d’échantillonnage des populations naturelles terrestres en écologie entomologique”. *Fiche de la recherche scientifique et technique Outre-Mer contre d’Adipodoumé, O.R.S.T.O.M. Côte d’Ivoire*, 38 p.
 114. SILVESTRI F et MARTELLI G., 1908- *La Cocciniglia del Fico (Ceroplastes*

- rusci L.). *Boll Lab Zool Portici*, PP. 297-358.
115. Speight, M.C.D. & Sarthou, J.-P., 2013 – “StN keys for the identification of adult European Syrphidae (Diptera) 2013/Clés StN pour la détermination des adultes des Syrphidae Européens (Diptères) 2013”. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae*, Vol. 74, 133 p
 116. SILVESTRI F., 1934 – *Compendio di Entomologia applicata*, Vol. 1-2. Portici, Napoli : Tipografia Vellavista 1934-51.
 117. Muller Y., 1985 – “*L’avifaune forestière nicheuse dans les Vosges du Nord, sa place dans le contexte médio-européen*”. Thèse Doctorat. Sci., Univ. Dijon, 318 p.
 118. Ramade., 1984 – “*Eléments d’écologie - Ecologie fondamentale*”. Ed. McGraw-Hill, Paris, 379 p.
 119. Bigot L. et Bodot P., 1973 – “Contribution à l’étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera* – Composition biotique du peuplement des Invertébrés”. *Vie Milieu*, Vol. 23 (2): 229 - 249.
 120. Dajoz R., 1971 – “*Précis d’écologie*”. Ed, Dunod, Paris, 434 p.
 121. Dajoz R., 1982 - “*Précis d’écologie*”. Ed, Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
 122. Scherrer B., 1984 – “Résultats des données”. In *Biostatique*, Gaetan, Morin (eds). Louisville : Canada, 850 p.
 123. Diomande D., Gourene G. et Tito De Morais L., 2001 – “Stratégies alimentaires de *Synodontisbastiani* (Siluriformes : Mochokidae) dans le complexe fluvio-lacustre de la Bia”, Côte d’Ivoire. *Cybium*, 25 (1) : 7 - 21.
 124. Blondel J., Ferry C. et Frochot B., 1973 – “Avifaune et végétation, essai d’analyse de la diversité”. *Alauda*, Vol. 10, (1 – 2) : 63 – 84.
 125. Frontier S., 1982 – “*Stratégies d’échantillonnage en écologie*”. Ed. Masson, Paris, n 17, 494 p.
 126. Dajoz R., 1996 – “*Précis d’écologie*”. Ed, Dunod, Paris, 551 p.
 127. Blondel J., 1979 – “*Biogéographie et écologie*”. Ed, Masson, Paris, 173 p
 128. Ponel P., 1983 – “Contribution à la connaissance de la communauté des arthropodes psamophiles de l’isthme de Gines”. *Trav.sci. Parc Natio. Port-Cros*, France, 9 : 149-182.
 129. Dervin C., 1992 – “Comment interpréter les résultats d’une analyse factorielle des correspondances ?”. Ed. *Inst. Tech. Céréas. Four.* (I.T.C.F.), Paris, 72 p.

130. Delagarde J., 1983–“*Initiation à l'analyse des données*”. Ed, Dunod, Paris,157 p.
131. Troude C., Lenoir R .et Passouant M., 1993 – “Méthodes statistiques sous LISA. (Statistique multivariées)”, *Dép. Sys. Org. Ruraux CIRAD/SAR*, Paris, N 40/93, pp.69-160.
132. Blondel J., 1979 – “Biogéographie de l'avifaune algérienne et dynamique des communautés”. *Sem.intern. avif. Algérienne*, 5-11 juin 1979, *Inst. Nati. Agro., El Harrach* : 1-15.
133. IREDU (Institut de Recherche sur l'Education)., 2004 – “Méthodes de classification hiérarchique et de segmentation, quelques applications autour du classement des universités en France”, *Séminaire interne IREDU* du 20 janvier 2004, France, JB/ v0,1 , 17 p.
134. Debras., J.F., 2001 – “Optimisation du choix des essences d'une haie composite pour lutter contre le psylle du poirier *Cacopsyllapyri* L”. Mémoire d'ingénieur, *Eco. Nat. Sup. Agro*, Montpellier, France, 162 p.
135. Baudry O., Bourgery C., Guyot G., et Rieux R., 2000 – “*Haies composites-réservoirs d'auxilliaires*”. Ed. Hortipratic, 166 p.
136. Aberlenc H.P et Delvare G., 1989 –“*Clés pour la reconnaissance des familles : Les insectes d'Afrique et d'Amerique tropicale*”, Ed : Quae, 302 p.
137. Brasero N. et Martin N., 2009 – “Systématique des Chacidoidea de l'ambre de l'Oise”, *Mémoire en Sciences Biologiques*, Université De Mons-Hainaut, Mons, 96 p.
138. Traboulsi R. and Benassy C., 1965 – “Les cochenilles des agrumes au Liban et leurs parasites naturels”.*Inst. Rech. Agron. Liban.Ser. Sci.* 5 : 1-13.
139. Traboulsi R., 1969 – “Contribution à l'étude des *Aphytis* Howard du Liban (HYM. CHALCIDOIDEA, APHELINIDAE)”,*Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*. 5: 5-72.
140. Avidos Z., and Podoler H., 1968 – “Studies on the life history of *Metaphycus flavus* (HOW.) (Encyrtidae)”. *Israel Journal of Entomology*, 3 (2): 1-15.
141. Couturier G., 1973 – “*Etude éthologique et biocoenotique de peuplement d'insectes dans un verger naturel*”.Ed. O.R.S.T.O.M (Office de la Recherche Scientifique er Technique Outre-Mer), No 22, Paris 1973, 96 p.
142. Maisonhaute J-É., 2009 – “Quand le paysage influence les ennemis

- naturels”, *Bulletin de la Société d'entomologie du Québec, Antennae* 2009, vol. 16, N° 2, 7 p.
143. Chaubet B., 1992 – “*Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs : cas des aphidiphages*”. *Courrier de la Cellule environnement*, n°18, 39 p.
144. Pollier A., Tricault Y. et Bischoff A., 2015 – “Impact de la flore de bordure de champs et du paysage sur les insectes ravageurs et auxiliaires des cultures de colza”, *AgroCampus*, France, 2 p.
145. Saharaoui L., Hemptienne J.C et Margo A., 2015 – “Partage des ressources trophiques chez les coccinelles”, *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 2015, 140 (1): 5-23.
146. Saharaoui L. et Hemptinne J.L., 2009 – “Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera:Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouïba (Mitidja orientale) Algérie”, *Ann. Soci. Entomo de France*, 45:2, 245-259
147. Quednau F.W., 1964 – “A Contribution on the Genus *Aphytis* Howard in South Africa.(Hymenoptera : Aphelinidae)”. *Jour. Ent. Soc. So. Africa*: Vol. 27(1): 86-116.
148. Boyero J. R., Vela J. M., Wong E., Ripoll C.G., Verdu M.J. and Urbaneja A., 2014 – “Displacement of *Aphytis Chrysomphali* by *Aphytismelinus*, parasitoids of the California red scale, in the Iberian Peninsula” *Spanish Journal of Agricultural Research* 2014, Vol. 12 (1): 244-251.
149. Auximore., 2014 – “Cultivons les auxilliaires, Optimiser le contrôle biologique des bioagresseurs en systèmes de grandes cultures”, *Chambre régionale d'agriculture de Picardie*, France, 2 p.
150. Duhautois S., 2010 – “Structuration des communautés de Diptères sur le maïs, Zeamays, utilisé comme plante piège contre les mouches des légumes à la Réunion”. *Thèse Master 2 Recherche*, UNIVERSITE MONTPELLIER II, 37 p.
151. Scradh, 2006 – “Les syrphes, ennemis naturels des pucerons et indicateurs écologiques précieux”, *Scradh*(Syndicat du centre régional d'application et de démonstration horticole), 2 p.
152. Saighi S., Domandji M. et Belhamra M., 2015 – “Numerical evaluation of populations of the scale *Parlatoria blanchardi* Targ.1868

- (*Hemiptera ; Diaspididae*) as a function of the position of the adult females on leaflets of date palm (*Phoenix dactylifera L.*) in the palm groves of (Biskra, Algeria)”, *Courrier Du Savoir*, N°19, Mars 2015, pp.41-48.
153. Colunga-Garcia M., Gage S.H et Landis D.A., 1997 – “Responses of all assemblage of *Coccinellidae* (Coleoptera) to a diverse agricultural landscape”. *Entomological Society of America*. Vol. 26, n° 4: 797-804.
154. Booij, C.J.H. et Noorlander J., 1992 – “Farming systems and insect predators”. *Agric. Ecosyst. Environ.* 40: 125-135.
157. Tscharnke T., Kellin A.M., Kruess A., Steffan-Dewenter I. and Thies C., 2005 – “Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity-ecosystem service management”. *Ecology letters*. Vol. 8 (8): 857-874.