

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA
FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

**APPROCHE INTEGRATIVE DE LA VARIATION POPULATIONNELLE DES
APHIDES ET DISPONIBILITE DES GROUPES FONCTIONNELS D'AUXILIAIRES
DANS LA REGION AGRUMICOLE DE BOUGARA (ATLAS, BLIDEEN)"**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER ACADEMIQUE EN SCIENCES AGRONOMIQUES**

Spécialité : PHYTOPHARMACIE APPLIQUEE.

Réalisé par : Mr AMADA Farid

Devant le jury composé de :

Mme DJENNAS.K	M .A. B.	U.S.D.B.	Présidente du jury
Mme MOSTEFAOUI H	M .A. B.	U.GUELMA	Examinatrice
Mr. DJAZOULI .Z.D	M .C. A.	U.S.D.B.	Examineur
MR ALLAL.L	M .C. A	U.S.D.B.	promotrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2011/2012

DEDI CACES

Je dédie ce travail, à mes très chers parents en témoignage de l'amour, du respect et de ma profonde et éternelle gratitude que je leurs porte et ma reconnaissance pour leur soutien.

A mes frères et sœurs

A toute ma promo de phytopharmacie applique

A tous mes amis surtout:

Moussa, Hamza, Naser, I smail, Belkacem, Ahmed, Djillali, Abdelkader, Abdenmour.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie الله de nous avoir donné la santé, la patience et les moyens, à fin que nous puissions accomplir ce travail.

Nous somme redevables pour l'élaboration de ce mémoire à ma promotrice M^{me} ALLAL .L . Pour son aide, sa dynamique, ces conseils précieux et sa disponibilité. Sincères remerciements.

Nos sincères remerciements et grâces s'adressent à Mme Djenasse d'avoir faite l'honneur de présider la séance de ma soutenance.

Nous tenons à remercier l'examineur Mme MOSTFAOUI

Nous exprimons également nos remerciements à tous les enseignants de département de l'agronomie, et toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

*A tous mes camarades de la promotion
Merci*

Liste des tableaux

Tableau 01 : Caractéristiques des produits utilisés pour les traitements réalisés en 2011-2012 dans le verger entretenu d'oranger à Bougara.....	22
Tableau 02 : Caractéristiques des amendements réalisés dans le verger entretenu d'oranger à Bougara.....	23
Tableau .03 : Analyse de la variance appliquée à la comparaison des moyennes des colonies aphidiennes dans le verger non entretenu (NE) et le verger entretenu (E). (FJ-FA : feuilles jeunes, feuilles âgées, col : colonies, NE-E : non entretenu, entretenu).....	30
Tableau. 04 : Analyse de la variance appliquée à la comparaison des moyennes des abondances aphidiennes dans le verger non entretenu (NE) et le verger entretenu (E). (FJ-FA : feuilles jeunes, feuilles âgées, col : colonies, NE-E : nonentretenu, entretenu).....	30
Tableau .05 : Richesse des familles et des taxons des auxiliaires présents dans les deux vergers d'oranger.....	34
Tableau 06 : Indices de diversité de Shannon comparés entre les communautés et probabilités associées (Boot P, Past version 9.1).....	40
Tableau 07 : Ajustements au modèle de Motomura et probabilités associées à la comparaison des pentes des équations des modèles linéaires entre les communautés deux à deux.....	41

LISTE DES FIGURES

Figure.01 : Production mondiale des agrumes	02
Figure.02 : Répartition géographique de la production d'agrumes	02
Figure. 03 : Production d'agrumes en Algérie (en quintaux) sur la période 2002 -2006	03
Figure .04 : Présentation des ravageurs potentiels des agrumes.....	06
Figure.05 :Schéma d'un corps et de l'antenne d'un puceron	08
Figure .06 : Cornicules du puceron.....	10
Figure .07 : Les différents cycles chez les pucerons	11
Figure .08 : Pucerons des agrumes.....	13
Figure .09 : Principaux ennemis naturels des pucerons.....	16
Figure 10 : Limite géographique de la Mitidja MUTIN (1977).....	17
Figure .11 : Evolution des températures minimales moyennes sur les deux périodes décennales.....	18
Figure. 12 : Variation des quantités de pluies sur deux décennies de (1989 à 1999) et de (2000 à 2008) en Mitidja.....	19
Figure.13 : Diagramme ombrothermique relatif à la Mitidja centrale durant la période 1989-2008.....	20
Figure 14 : Localisation de la Mitidja dans le Climagramme d'Emberger (période 1995-2010).....	21
Figure 15 : Localisation du verger d'oranger non entretenu à Bougara (Google 2012).....	22
Figure 16 : Réalisation d'un traitement phytosanitaire par un pulvérisateur de type atomiseur.....	23
Figure 17 : Localisation du second verger d'étude (non entretenu) à Bougara, (Google Earth 2012).....	24

Figure 18 : Distance séparant les deux vergers d'étude (Google Earth, 2012).	
Figure 19 : Dispositif expérimentale de la parcelle étudiée.....	26
Figure. 20 : Fluctuations des populations aphidiennes dans un verger non entretenu, pendant la période d'échantillonnage.....	29
Figure .21 : Fluctuations des populations aphidiennes dans un verger entretenu, pendant la période d'échantillonnage.....	29
Figure .22 : Evolution du complexe entomophage dans les populations aphidiennes au sein du verger non entretenu.....	31
Figure .23 : Evolution du complexe entomophage dans les populations aphidiennes au sein du verger entretenu.....	31
Figure. 24 : Abondance comparée des communautés d'aphidiphages dans les deux vergers étudiés à Bougara.....	32
Figure .25 : Structure et distribution spatiotemporelle du complexe entomophage dans les deux vergers.....	33
Figure. 26 : Dendogramme de la distribution spatiotemporelle des auxiliaires dans les deux vergers étudiés.....	33
Figure .27 : Richesse spécifique des familles de l'entomofaune circulante dans les deux vergers.....	35
Figure 28 : Distribution des communautés d'auxiliaires parasitoïdes et prédateurs dans le verger entretenu et traité.....	38
Figure 29 : Dendogramme des groupes d'auxiliaires à Bougara, d'après les distances euclidiennes prises comme mesures de similitude entre les Variables.....	38
Figure .30 : Diagramme rang fréquence des communautés d'auxiliaires rencontrées après une semaine et deux semaines dans le verger entretenu.....	39
Figure 31 : Variabilité des abondances des différents groupes trophiques auxiliaires circulant dans le verger traité selon les conditions spatiotemporelles (tem : non traité, Tr : traité ; 1 et 2 : 1ere et 2eme semaine après traitement) a-b : Hymenoptera parasitoïdes, c-d : aphidiphages Coccinellidae et Chrysopidae, e-f : araignées, g : Diptera Tachinidae).....	42
Figure .32 : Ordres de recrutement des différentes espèces d'auxiliaires dans le verger traité dans le temps (Tr1 et Tr2 : 1 semaine puis 2 semaines après les applications phytosanitaires).....	44

LISTE DES ABRÉVIATIONS

FAO: Food and agriculture Organization.

ha : hectare.

I.T.A.F :l'Institut Technique d'Arboriculture Fruitière de Boufarik.

I.T.A.F.V :L'Institut Technique d'Arboriculture fruitière et vigne de Boufarik.

INRA : L'institut national des recherches agricole.

P : pluviométrie.

P.N.D.A le programme national du développement agricole.

T : température.

Tr1 : traitement après une semaine.

Tr2 : traitement après d'aux semaines.

VE : verger entretenu.

VNE : verger non entretenu.

APPROCHE INTEGRATIVE DE LA VARIATION POPULATIONNELLE DES APHIDES ET DISPONIBILITE DES GROUPES FONCTIONNELS D'AUXILIAIRES DANS LA REGION AGRUMICOLE DE BOUGARA (ATLAS, BLIDEEN)"

RESUME

Ce travail porte sur les variations de l'activité des populations aphidiennes et de leurs auxiliaires associés au cours de la saison printanière dans deux vergers différents par le système de régie dans la région agrumicole de Bougara. Le maximum de pucerons observés a été atteint vers le mi mai dans chaque verger et également vers le mi juin dans le verger non entretenu. Par ailleurs, le nombre de colonies observées est nettement plus important sur les jeunes feuilles que sur les feuilles âgées de la même pousse. L'activité des aphides est caractérisée par une phase de déclin entre le mi mai et le début de juin avec des colonies présentes mais caractérisées par de faibles densités des individus. Le complexe des aphidiphages associés est représenté par des larves et des adultes de coccinellidae (principalement des *Scymnus*), des adultes de la chrysope *Chrysoperla carnea*, et des larves de la cécidomyie *Aphidoletes aphidimyza* plus abondants en effectifs. Nous avons examiné et évalué l'impact des traitements phytosanitaires réalisés dans le verger d'oranger entretenu, sur les catégories d'auxiliaires rencontrés et capturés par les pièges jaunes à eau. La richesse totale des deux vergers étudiés se compose de 23 taxons répartis en 5 ordres (Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Neuroptera et Arenomorpha) et 14 familles avec 10 espèces de parasitoïdes, 4 espèces de coccinellidae aphidiphages, 1 espèce de chrysopidae aphidiphage, 2 espèces de diptera parasites, 4 espèces d'araignées. Globalement, on peut dire que les communautés d'espèces restent stables et homogènes. Elles recolonisent le milieu et rejoignent leur niche d'habitat après une période de deux semaines après traitement mais avec des abondances faibles. La recolonisation du verger et la reprise d'installation des différentes espèces n'est pas la même en relation avec le temps d'exposition. D'après nos observations chez les hyménoptères parasitoïdes, on remarque que ce sont les Trichogrammatidae notamment, les Chalcididae et les Ichneumonidae qui manifestent un effet de choc aux traitements ainsi que les coccinelles aphidiphages et certains Tachinidae. La fourmi *Cataglyphis bicolor* est par contre plus résistante aux traitements.

Mots clés : agrumes, aphidiphages, écotoxicologie, biodiversité, entomofaune circulante, traitements phytosanitaires.

Summary

Intégrative approach of the populationnelle variation of the aphides and availability of the functional groups of auxiliaries in the agrumicole area of Bougara (Atlas, Blidéen).

This work concerns the variations of the activity of the populations aphidiennes and their auxiliaries associated during the spring season in two orchards different by the system from control in the agrumicole area of Bougara. The maximum of plant louses observed was reached about semi May in each orchard and also about semi June in the orchard not maintained. In addition, the number of colonies observed is definitely more significant on the young sheets than on the old sheets of the same growth. The activity of the aphides is characterized by a phase of decline between semi May and the beginning of June with colonies present but characterized by low densities of the individuals. The complex of the associated aphidiphages is represented by larvae and adults of coccinellidae (mainly of *Scymnus*), adults of the chrysope *Chrysoperla carnea*, and larvae of the cécidomyie more abundant *Aphidoletes aphidimyza* in manpower. We examined and evaluated the impact of the plant health treatments carried out in the orchard of orange tree maintained, on the categories of auxiliaries met and captured by the yellow traps with water. The total richness of the two studied orchards is composed of 23 tax divided into 5 orders (Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Neuroptera and Arenomorpha) and 14 families with 10 species with parasitoïdes, 4 species of coccinellidae aphidiphages, 1 species of chrysopidae aphidiphage, 2 species of will diptera parasitic, 4 species of spiders. All in all, one can say that the communities of species remain stable and homogeneous. They recolonisent the medium and join their niche of habitat after one two weeks period after treatment but with low abundances. The recolonisation of the orchard and the resumption of installation of the various species are not the same one in relation to the duration. According to our observations at the hyménoptères parasitoïdes, one notices that they are Trichogrammatidae in particular, Chalcididae and Ichneumonidae which expresses an effect of shock to the treatments as well as the ladybirds aphidiphages and unquestionable Tachinidae. The ant *Cataglyphis bicolor* is on the other hand more resistant to the treatments.

Key words: citrus fruits, aphidiphages, ecotoxicology, biodiversity, entomofaune circulating, treatments plant health.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

DEDICACES

SOMMAIRE

LISTE DES SYMBOLES ET D'ABREVIATIONS

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

RESUME

OBSTRACT

ملخص

Introduction

Partie bibliographique.

CHAPITRE I : Présentations de la plante hôte et des aphides.

1.1. Généralités	01
1.2. Classification	01
1.3. Importance de l'agrumiculture.....	01
1.4. Ravageurs des agrumes.....	04
1. 4.1.Les homoptères.....	04
1.4.2. Les Lépidoptères.....	04
1.4.3. Les Araignées.....	04
1.4.4. Diptères.....	04
1.5. Les pucerons des agrumes généralités et systématique.....	07
1.5. 1. Caractéristiques morphologiques	08
1.5. 1. 1. Tête et pièces buccales	08
1.5. 1. 2. Le Thorax.....	09
1.5. 1. 3. L'abdomen.....	09
1.5. 2. Cycle biologique des aphides	10

1.5. 3. Facteurs de développement des aphides.....	11
1.5. 3.1. Les facteurs abiotiques	11
1.5. 3.2. Les facteurs biotiques.....	12
1.5.3.2.1. La plante hôte	12
1.5.3.2.2. Comportement social et mutualisme.....	12
1.6. Les principaux aphides des agrumes.....	12
7. Les ennemis naturels des aphides.....	14

Partie expérimentale

CHAPITRE I :Materiels et Méthodes

2.1. Présentation de la région d'étude (Mitidja).....	17
2.1.1. Situation géographique	17
2.1.2. Températures de la région d'étude.....	17
2.1.3. Pluviométrie de la région d'étude.....	18
2.1.3. Vents gelées et grêle.....	19
2.2. Synthèse climatique.....	19
2.2.1. Diagramme Ombrothermique.....	19
2.2.2. Climagramme d'EMBERGER.....	20
2.3. Présentation des vergers d'oranger	21
2.3.1. Verger entretenu.....	21
2.3.2. Verger non entretenu.....	23
2.4. Méthodologie d'étude.....	25
2.4.1. Echantillonnage sur le terrain.....	25
2.5. Analyses globales.....	26

CHAPITRE III:R résultats et discussions

3.1 Résultats sur l'évolution des communautés entomofauniques dans les deux vergers étudiés.....	28
--	----

3.1.1. Variation de la dynamique d'activité aphidienne	28
3.1.2. Evolution du complexe entomophage dans les deux vergers...	30
3.1.2.1. Fluctuations des populations des aphidiphages.....	30
3.1.3. Distribution spatiotemporelle globale et structuration des communautés d'aphidiphages dans les deux vergers.....	32
3.1.4. Inventaire de l'entomofaune auxiliaire circulante dans les deux vergers.....	34
3.1.5. Analyse de l'impact des traitements phytosanitaires sur l'entomofaune circulante dans le verger entretenu (traité).....	37
3.2. Discussions.....	44

Conclusion générale.

Références bibliographiques

Introduction

Introduction

Les agrumes sont originaires du sud-est asiatique, ils se confondent avec l'histoire des civilisations anciennes de la Chine, qui les cultivent d'abord pour leurs parfums puis pour leurs fruits, (BICHE, 2012). Pays exportateur d'agrumes juste après l'indépendance, l'Algérie n'arrive plus aujourd'hui à satisfaire ses besoins nationaux. Entre 2000 et 2005, la production nationale était de plus de 6,2 millions de quintaux, dont plus de 5,3 millions étaient issus de la zone de la Mitidja, englobant 4 wilayas du centre du pays.

La superficie consacrée à la filière agrumes durant cette même période était de plus de 62 000 ha, dont plus de 26 000 ha concentrés dans la zone de la Mitidja (ANONYME, 2008). Les wilayas de Relizane, Blida, Mostaganem et Chlef réalisent plus de la moitié de la production nationale, soit 60%. La wilaya de Blida, qui détient une part de 33% de la production nationale d'agrumes, a vu sa récolte passer d'un million qx au quatrième trimestre de 2010 à 602.000 qx lors de la même période de 2011. En Algérie, la production agrumicole est constituée de 72% d'oranges, 16% de clémentines, 4% de mandarines et 7% de citrons. Les autres variétés (pomelos, pamplemousse, etc.) étant estimées à 1% de la production globale.

L'agriculture algérienne et surtout l'agrumiculture est la proie de nombreux problèmes, liés parfois à des facteurs climatiques naturels, qu'on ne peut que subir, ou encore aux facteurs anthropiques. En plus des nombreux problèmes non seulement techniques et économiques mais aussi commerciaux, l'essor actuel de l'agrumiculture est entravé par les infestations causées par plusieurs insectes et champignons (BICHE, 2012). Certaines contraintes sont liées notamment au ralentissement des investissements en matière de plantations, l'arrachage massif de plantations dans le cadre du PNDA, la dégradation du parc agrumicole, l'effet de sécheresse, les insuffisances hydriques, la faiblesse de système de lutte contre les maladies et autres ravageurs, la détérioration des systèmes de drainage ainsi qu'une insuffisance des bonnes pratiques en agriculture (ANONYME, 2008).

Les dommages résultant des pullulations d'insectes sont importants et variés. En effet, les insectes causent l'affaiblissement ou la mort des cultures, des pertes de production et la dépréciation de la valeur marchande des produits agricoles (DRIOUCHI et *al.*, 1990). Les Aphididae, homoptères piqueurs suceurs de sève en font partie. Anciens de près de 200 millions d'années, phloémophages en raison de leur mode d'alimentation impliquant la pénétration dans des tissus de la plante hôte, ils constituent un groupe de ravageurs complexes de par la diversité de leurs cycles de développement, leur polymorphisme et leur polyphagie

caractérisée par l'importance des dégâts qu'ils causent de manière indirecte ou directes aux cultures, (MORAN, 1992).

Les pucerons s'agrègent pour former des colonies discrètes très localisées et composées d'un très grand nombre d'individus (VAN STEENIS et EI-KHAWASS, 1995). Ils s'attaquent pratiquement à toutes les cultures. Ils peuvent être noirs, verts, cendrés, jaunes. Ils sucent la sève des plantes qu'ils envahissent et affaiblissent. Les organes touchés sont les jeunes pousses, les tiges, les feuilles qui se couvrent d'un champignon noir et poisseux. Certaines espèces sont des agents vecteurs de maladies à virus ou à mycoplasme. Nombreuses sont celles qui rejettent un liquide excrémental sucré ou miellat qui favorise le développement de divers champignons : les fumagines. Leur salive toxique peut provoquer des boursouflures sur les feuilles. Leur cycle est évolutif et varie selon les espèces. Ces bioagresseurs sont retrouvés sur un très grand nombre d'espèces de plantes hôtes dont un certain nombre de plantes cultivées d'importance économique majeure telles que les agrumes (citronnier, clémentinier, mandarinier) (DEGUINE et LECLANT 1997).

Certains pesticides très employés présentent une remarquable stabilité dans le temps. Leurs applications par les agriculteurs sont réalisées sans prendre en considération les dangers liés à leur utilisation se fait en parfaite ignorance des risques qui en sont liés, (BRUN et *al.*, 2003). Les pesticides absorbés par les organismes vivants, peuvent subir une dégradation, les produits résultants peuvent être aussi toxiques, ou même plus toxiques, que la molécule d'origine, ou encore être stockés, et concentrés à des doses sublétales tout au long des chaînes alimentaires (BRUN et *al.*, 2003). Les populations aphidiennes sont très fréquemment contrôlées par de nombreuses applications de pesticides chimiques parfois inefficaces car utilisées à des périodes d'intervention inadéquate.

Or, l'utilisation massive des produits phytosanitaires pour la protection des cultures et des milieux urbains conduit à l'exposition d'un grand nombre d'espèces non ciblées de l'entomofaune utile dont les parasitoïdes, groupe trophique d'une grande importance dans les chaînes alimentaire et la biodiversité. Cette exposition à lieu soit de façon directe, à proximité immédiate des zones traitées, soit par exposition indirecte, liée à la présence de concentrations variables de ces produits dans l'environnement par pollution environnementale.

L'agriculture a une influence très forte sur la biodiversité. Elle est à la fois créatrice de biodiversité, agent d'influence majeur de la diversité du vivant, demandeur de ses mécanismes de régulation. C'est aussi est un élément répressif de la biodiversité suivant les systèmes et leur mode de conduite,

Dans ce contexte, l'impact de l'hétérogénéité du milieu sur les dynamiques de populations a fait l'objet de nombreuses études (CRONIN et REEVE, 2005 ; HAYNES et CRONIN, 2006), l'environnement lui-même étant discontinu, pour ce qui est de la distribution des ressources, de la structure spatiale...

La présente étude s'inscrit dans cette problématique, puisque les dynamiques d'activité des ravageurs et de leurs auxiliaires en Algérie ont fréquemment été étudiées séparément dans le cadre de l'évaluation de la pression phytosanitaire dans différentes cultures. Dans certains cas, l'étude de l'évolution de ce complexe interactif a fait l'objet d'analyses de l'impact des traitements phytosanitaires sur les populations bio agresseurs-auxiliaires. Différentes études algériennes mentionnées dans la bibliographie, ont été menées dans le secteur agrumicole dans cette voie. Enfin, à notre connaissance, quelques rares travaux précisément dans la région de Blida parlent de l'évolution de l'entomofaune circulante et de l'impact des conditions environnementales des vergers d'agrumes sur leur dynamique ou leur fonctionnement, on peut citer à titre d'exemple le travail de Mahdjoubi (2006) qui s'est penché sur l'étude de l'effet des pesticides sur des neuroptères aleurodiphages.

Les objectifs de ce travail s'attachent en partie à identifier et caractériser d'abord la situation phytosanitaire des vergers d'agrumes dans la plus importante région agrumicole d'Algérie, la Mitidja. Nous avons pris comme région d'étude celle de Bougara et comme modèle biologique les aphides puisque ce sont des ravageurs potentiels dans nos vergers. Nous nous sommes intéressés en particulier :

- A montrer comment évoluent les populations aphidiennes dans deux types de vergers différents d'oranger durant la poussée de sève printanière.
- A mettre en évidence s'il ya des variations d'occurrence dans les catégories d'auxiliaires associées à ces populations aphidiennes à la même période.
- A mettre en valeur les richesses spécifiques de l'entomofaune circulante et auxiliaire dans les types de vergers d'étude.
- A évaluer s'il ya une perturbation dans la dynamique de recrutement des principaux auxiliaires dans les parcelles ayant subi des traitements chimiques.

Partie bibliographique

CHAPITRE I : Présentations de la plante hôte et des aphides.

1.1. Généralités :

Les agrumes sont originaires des pays du sud-est asiatique, leur culture commença à se propager au cours du premier millénaire avant notre ère (LOUSSERT , 1985). Le premier citrus connu en Europe, bien que n'ayant plus aujourd'hui d'importance économique, est le cédratier (LOUSSERT , 1985).. Le cédrat appelé Pomme de Médie a été diffusé selon le même auteur sur le pourtour méditerranéen au début de l'ère chrétienne et les premières plantations sont identifiées en Espagne.

1.2. Classification :

Sous le nom agrumes sont regroupées plusieurs espèces du genre *Citrus*, quelques rares espèces du genre *Fortunella* et *Poncirus*. Les citrus se croisent naturellement entre eux et sont sujets à des mutations. Les hybridations entre les trois genres cités est également possible (MAZOYERET *al*, 2002). Les Citrus selon DEROCCA *et al*, (1992) appartiennent à la règne de *Plantae*. Division d'*Embryophyta*. Classe de *Dicotylédones*. Sous classe d'Archichlomydeae, *Ordre : Génariales*. Sous ordre *Génariales*. Famille : *Rutaceae*., la Sous famille d'*Aurantioideae*. Tribu : *Citreae*.

A plusieurs Genres : *Poncirus*, *Fortunella*, *Citrus* et aux Espèces: *Citrangetroyer*, *Citrusaurantium*, *Citrusreshni*. A partir de ces principales espèces plusieurs hybrides ont été obtenus selon Rouse (1988) Citrumelo (*Poncirus* et *Citrus x Paradisi*). Calamondin (mandarine et kumquat). Tangor (mandarine et orange) Citrandarin (mandarine et *Poncirus*) et le Citrange (*Poncirus* et orange).

1.3. Importance de l'agrumiculture :

La croissance de la production mondiale en agrumes a été relativement linéaire au cours des dernières décennies du XX^{ème} siècle (Figure. 01). En 2007, plus de 140 pays produisaient des agrumes (Food and Agriculture Organisation of the United Nations). Les principaux pays producteurs d'agrumes sont le Brésil, les pays du bassin méditerranéen, la Chine et les États-Unis. Ces pays comptent plus des deux tiers de la production totale d'agrumes (Figure. 2), (ANONYME, 2004). Ainsi, la Méditerranée fait partie des principales zones de culture des agrumes dans le monde, avec 17 millions de tonnes (INBERT, 2005), l'essentiel des exportations méditerranéennes est destiné au marché européen, qui est le premier marché mondial (60%) (SAUBRY, 1992).

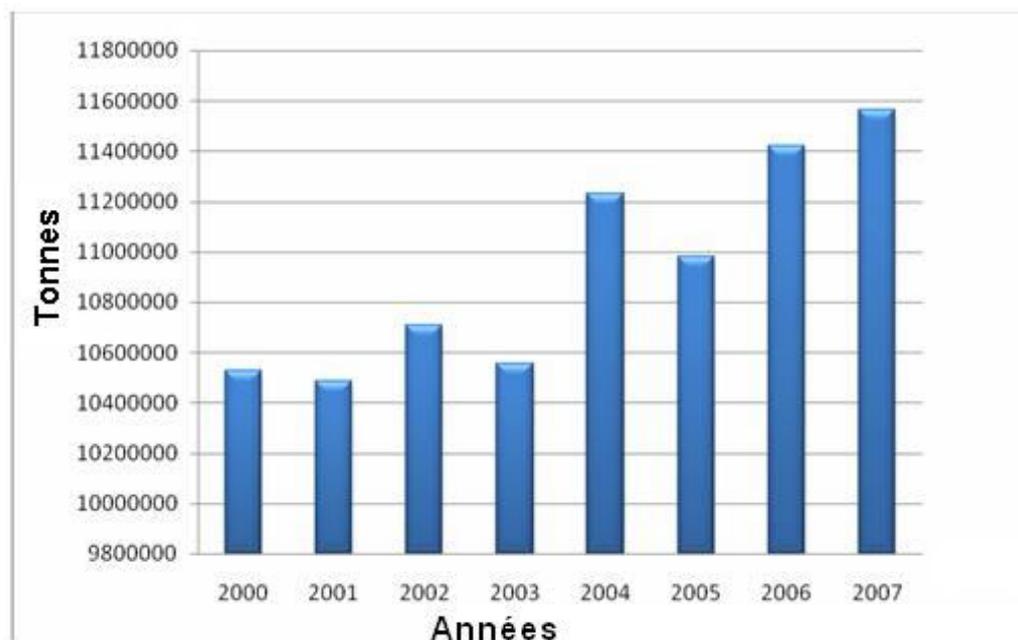


Figure.01 : Production mondiale des agrumes (FAO, 2009).

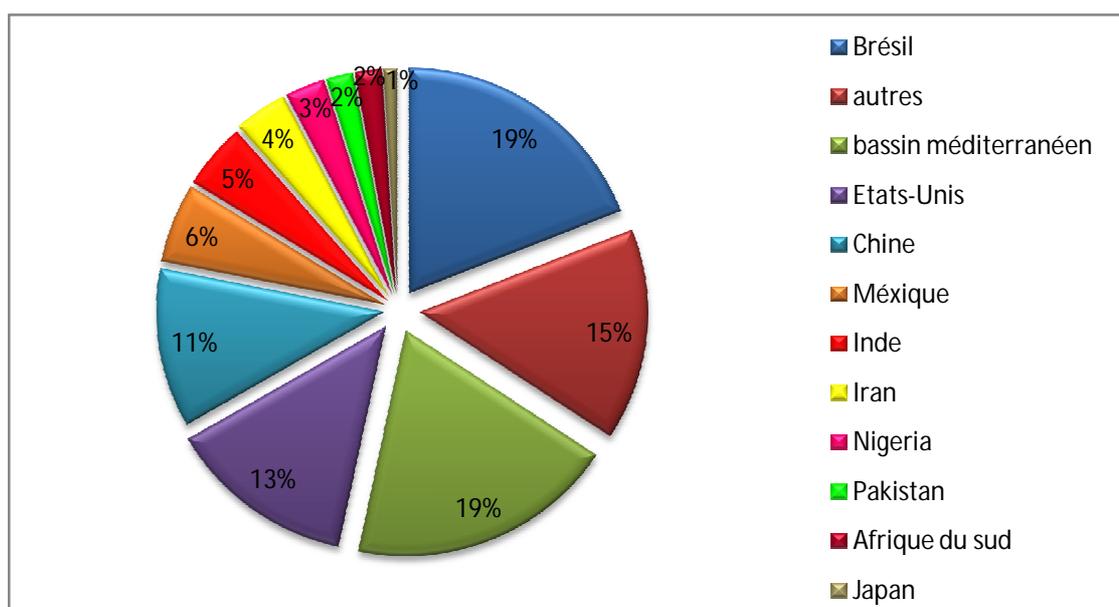


Figure.02 : Répartition géographique de la production d'agrumes (ANONYME, 2004).

Les pays producteurs-consommateurs sont l'Italie (61%), la Grèce (65%), Turquie (71%) et l'Egypte (84%), tandis que les pays producteurs exportateurs sont l'Espagne (54%) et le Maroc (45%). La Tunisie, de l'Algérie et de Chypre sont caractérisés par un volume de production modeste destinée au marché local.

En Algérie, la majeure partie des vergers agrumicoles algériens date de l'époque coloniale et sont pour la plupart délaissés actuellement. Un regain d'intérêt vers l'agrumiculture a été enregistré depuis 2000/2001 avec le programme national du développement agricole (P.N.D.A). La superficie agrumicole est passée de 48.640 ha (période 2001/2002) à 62.128 ha entre (période 2004/2005)(ANONYME, 2008b),(Figure. 03).

C'est surtout la plaine de la Mitidja qui est considérée comme la région agrumicole par excellence. Les superficies agrumicoles de la wilaya de Blida représentent la grande partie de cette plaine. La superficie agrumicole est passée à 11811 ha en 2004-2005, à 12730 ha pendant l'année 2007, avec une production de 2.342.348 Qx et à 14520 ha en 2010, avec une production de 2.152.355Qx.

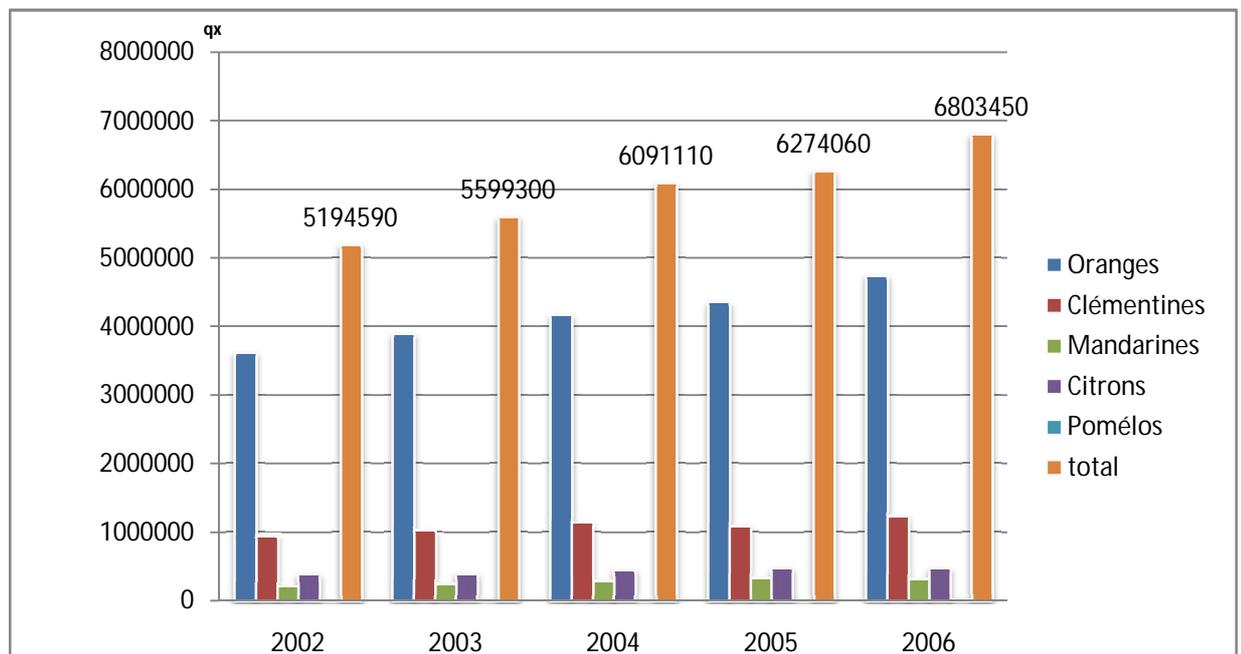


Figure. 03 : Production d'agrumes en Algérie (en quintaux) sur la période 2002 -2006 (ANONYME, 2009a).

1.4. Ravageurs des agrumes :

1. 4.1. Les homoptères :

- La cochenille :
Très polyphagies, on la retrouve sur un grand nombre de plantes sauvages et cultivées, particulièrement sur agrumes. La cochenille secrète sur le feuillage et les rameaux un abondant miellat qui provoque une apparition massive de fumagine. Les fruits portant les traces de fumagine perdent sensiblement leur valeur commerciale (PIGUET, 1960).
- L'Aleurode :
Se développe en dessous des feuilles en formant un coton blanc et gluant parce que sucré (LOUSSERT, 1985).
- Les pucerons :
Les pucerons provoquent des dégâts considérables sur les agrumes en attaquant les pousses et les fleurs et parfois les jeunes fruits. Les dégâts alimentaires peuvent provoquer des pertes jusqu'à 50%, dus en particulier à la transmission de viroses (KRANZET *al.* 1977, MILAIRE, 1981).

1.4.2. Les Lépidoptères :

- La mineuse :
Phyllocnistiscitrella tendance à choisir les feuilles jeunes se trouvant dans la partie apicale du rameau (JARRAYAET *al.* 1997).. Cette espèce peut s'attaquer à plusieurs espèces et variétés d'agrumes avec une préférence pour le citronnier et à moindre degré les orangers et le mandarinier (BATRA *et al.* 1992).

1.4.3. Les Araignées :

Vivant sur les jeunes pousses, elles ont l'épaisseur d'un cheveu, elles sont généralement rouges ou blanches leurs piqûres décolorent la feuille qui devient jaune clair, on les observe avec une loupe, (DAHMANE. A, 1991).

1.4.4. Diptères :

- Cératite *Ceratitiscapitata* ou Mouche méditerranéenne des fruits est considérée comme étant l'insecte le plus redoutable sur les agrumes, l'adulte est une mouche de 4 à 5 mm de long, de corps jaune, marqué de taches,

durant sa vie, la femelle peut produire 300 à 1000 œufs (CHOUIBANI et al, 2009). Les fruits attaqués présentent généralement une zone de décoloration, et l'attaque se traduit par le mûrissement précoce puis la chute des fruits (QUILLICI, 1999).

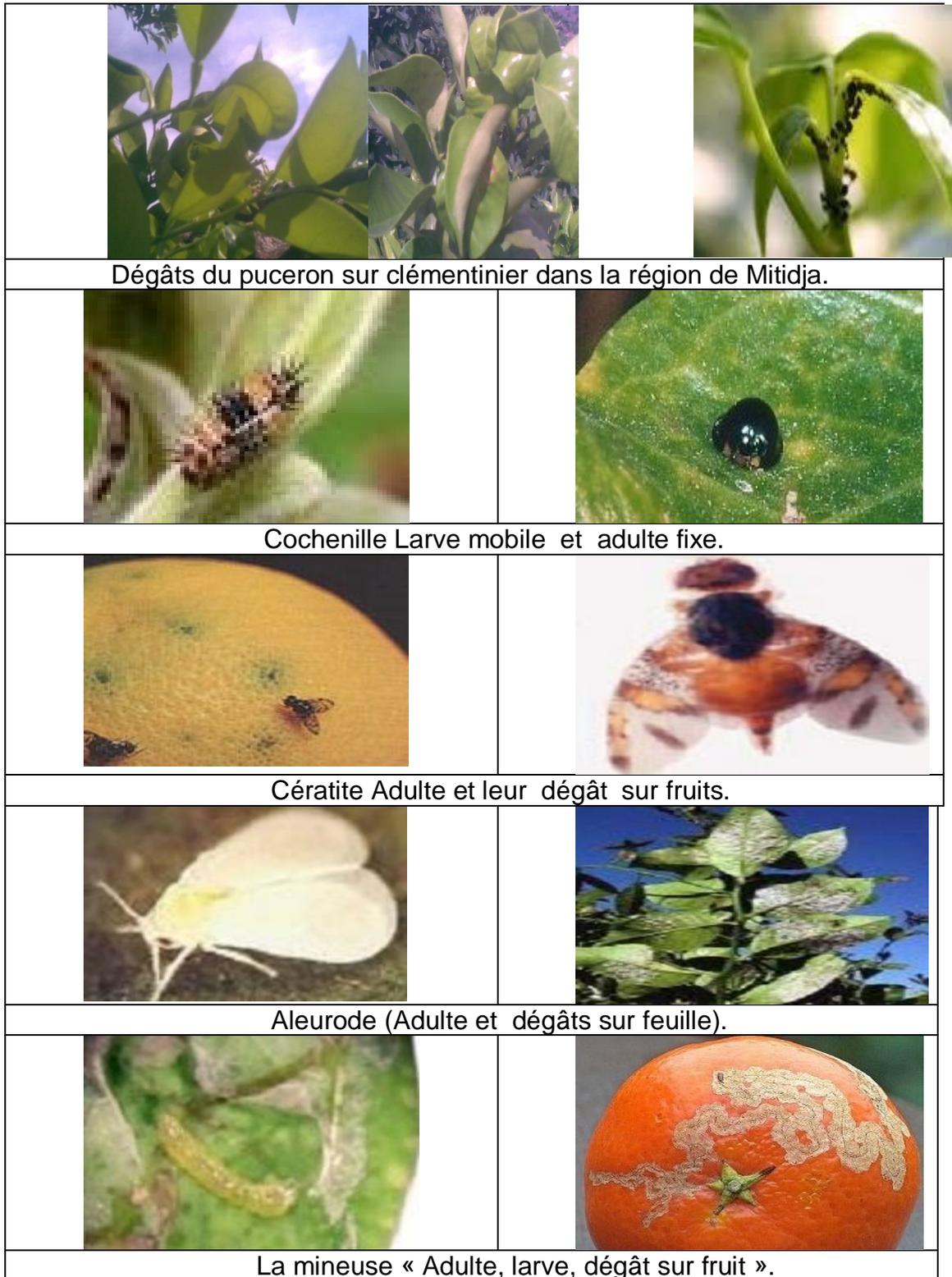


Figure .04 : Présentation des ravageurs potentiels des agrumes
(AHMED MAHMOUD, 2011).

1.5. Les pucerons des agrumes généralités et systématique :

Les pucerons ou aphides constituent un groupe d'insectes phytophages extrêmement répandu et important dans le monde et qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs dont presque toutes les espèces maraîchères et ornementales sont hôtes d'aphides. Leurs cycles complexes et leurs polymorphismes leur permettent d'exploiter leurs plantes hôtes au maximum (HULLÉ et al, 1999). D'après (LECLANT, 1996 ; HULLÉ et al, 1999), plus de 4500 espèces sont connues dans le monde. Grâce à leur appareil buccal de type piqueur-suceur, ils se nourrissent de la sève des plantes et peuvent transmettre à celle-ci des viroses. Plusieurs études se sont intéressées aux populations aphidiennes installées dans les vergers d'agrumes dont celle de AROUN(1985) et (MOSTEFAOUI, 2009).

Dierl et RING, (1988) et ROBERT, (2001) classent les aphides comme suit :

- ✚ Embranchement : *Arthropodes*
- ✚ Sous-embranchement : *Antennates*
- ✚ Classe : *Insectes*
- ✚ Sous-classe : *Ptérygotes*
- ✚ Division : *Exoptérygotes = Hétérométaboles = Hémimétaboles*
- ✚ Super-Ordre : *Hemiptera*
- ✚ Sous-Ordre : *Sternorrhyncha*
- ✚ Ordre : *Homoptera*
- ✚ Super-famille : *Aphidoidea*
- ✚ Famille : *Aphididae*
- ✚ Sous-familles : *Anoeciinae, Aphidinae, Drepanosiphinae, Hormaphidinae, Lachninae, Pemphiginae, Thelaxinae*

1.5. 1. Caractéristiques morphologiques :

1.5. 1. 1. Tête et pièces buccales :

Les pucerons sont des insectes piqueurs-suceurs caractérisés par la présence, à la face inférieure de la tête, d'un rostre, la tête porte généralement deux yeux composés volumineux et deux antennes (Figure. 05) (HULLE et *al*, 1999).

Les yeux composés sont présents à tous les stades de la vie du puceron ; chacun est composé de trois ommatidies, ces dernières sont plus développées au stade adulte et pour toutes les espèces ils augmentent en taille au cours du développement. Les trois ocelles ne sont présents uniquement chez les individus ailés et chez les mâles intermédiaires, une est située entre les deux antennes et les deux autres au-dessus des yeux composés, elles sont probablement capables de détecter des changements dans l'intensité lumineuse (MINKSET HARREWIJN, 1987).

La première paire d'yeux composés ne semble que fournir des images rudimentaires, mais elle pourrait avoir un rôle dans l'orientation pour le vol, cependant, cette hypothèse n'explique pas leur présence chez les jeunes individus et chez les individus aptères, la seconde paire d'yeux composés peut certainement détecter les mouvements et est sensible à une certaine partie du spectre: elle joue ainsi un rôle d'orientation au cours du vol, les pucerons ailés montrent une attraction importante envers la lumière jaune, préférentiellement à toutes les autres couleurs d'après le même auteur.

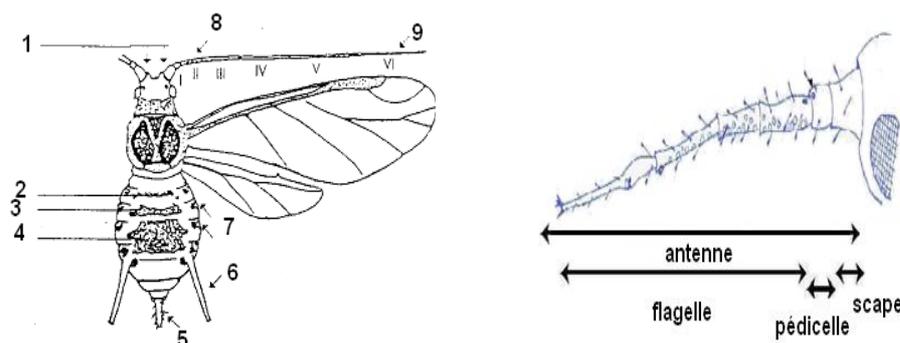


Figure.05:Schéma d'un corps et de l'antenne d'un puceron (Hullé 1999 ; MINKS ET HARREWIJN, 1987). (1-Tubercules frontaux, 2-3-Bonde, 4-Plaques dorsales, 5-coda 6-cornicule, 7- Sclérite marginaux, 8- Rhinaries, 9- fouet)

Chez les adultes, Les antennes ont 6 articles généralement, quelquefois 3, 4 ou 5, sur lesquels apparaissent des organes olfactifs(Figure 5) : les rhinaries ou sensoria ; le dernier article comporte une partie terminale le

plus souvent effilée : le fouet ou flagelle ou processus terminal, le nombre et la localisation des rhinaries, la longueur des antennes et la longueur du fouet aident à la détermination des espèces, ainsi que la forme du front et des tubercules frontaux sur lesquels sont insérées les antennes, (HULLE et *al*, 1999).

L'extrémité du flagelle comporte 4 ou 6 soies courtes, selon les espèces. Ce type II de sensilles diffère du type I par le fait qu'elles sont innervées par 5 neurones mécanorécepteurs. Ces sensilles ont une double fonction, gustative et mécanoréceptrice. Les pucerons touchent la surface de la plante avec leurs antennes et reçoivent ainsi des informations sur la qualité de leur hôte, (MINKS ET HARREWIJN, 1987).

Les pièces buccales des aphides sont de type piqueur-suceur caractérisées par des mandibules et maxilles en forme de stylets accolés en faisceau sur leur longueur qui coulissent les uns par rapport aux autres en délimitant deux canaux salivaire et alimentaire. Elles sont transformées et adaptées au prélèvement d'une alimentation liquide non disponible en surface. Les stylets permettent aux pucerons d'effectuer des piqûres dans les plantes et d'atteindre les faisceaux cribro-vasculaires du phloème, transporteurs de la sève élaborée. Des récepteurs chimiques existent dans le canal alimentaire et sont les ultimes indicateurs de la qualité de la plante-hôte (MINKS ET HARREWIJN, 1987).

Dans le phloème de la plante hôte, les aphides se nourrissent exclusivement de sève élaborée très riche en sucre mais contenant très peu d'acides aminés ou de lipides (GUT et Van OOSTEN, 1985). L'alimentation de ces insectes est associée à des bactéries endosymbiontes du genre *Buchnera* qui synthétisent toutes les molécules indispensables qu'ils n'ont pas la possibilité de synthétiser eux mêmes. Les deux organismes entretiennent une relation symbiotique obligatoire.

1.5. 1. 2. Le Thorax :

Il est composé de trois segments et porte les trois paires de pattes qui se terminent par des tarsi à deux articles ; le dernier est pourvu d'une paire de griffes, chez l'ailé, le thorax porte également deux paires d'ailes membraneuses repliées en toit au repos, chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique, (HULLE et *al*, 1999).

1.5. 1. 3. L'abdomen :

Il comporte des segments difficiles à différencier. La cinquième porte les cornicules (Figure. 06) par où le puceron excrète des gouttes de liquide contenant des hormones d'alarme ou favorisant la rencontre des sexes. Le

dernier segment porte la cauda, la forme et la pigmentation des cornicules (figure 06) et de la cauda, ainsi que la présence de stries, de bandes, de plaques ou de sclérites sur l'abdomen sont des critères pour la détermination des espèces, (HULLE et al, 1999).

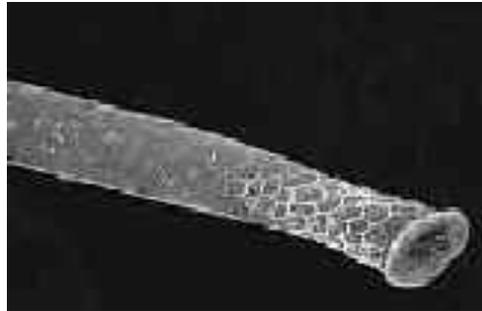


Figure .06: Cornicules du puceron (STRONG, 1966).

À l'extrémité des cornicules, se trouve un couvercle à charnière qui fonctionne par contraction musculaire. Lorsqu'un prédateur dérange un puceron, les cornicules peuvent produire une goutte de substance cireuse qui se solidifie à l'air et sert à coller les pièces buccales de l'ennemi. Elles peuvent également émettre des substances (phéromones d'alarme) pour avertir les autres pucerons du danger (STRONG, 1966).

1.5. 2. Cycle biologique des aphides (Figure .07):

La grande majorité des espèces de pucerons ont un cycle hétérogonique, comprenant successivement les deux types de reproduction : parthénogénétique (chaque femelle parthénogénétique porte plusieurs générations successives dans ses ovarioles, chacune à un stade de développement différent) et amphisexuelle, (MINKSET HARREWIJN, 1987).

Si les femelles fécondées sont toujours ovipares, les femelles parthénogénétiques sont le plus souvent vivipares et engendrent des larves capables de se mouvoir et de s'alimenter dès leur "naissance". En outre, on parle de télescopage des générations, très caractéristique des pucerons (MINKS ET HARREWIJN, 1987).

Certaines espèces accomplissent la totalité de leur cycle sur les plantes de la même espèce ou d'espèces très voisines et apparentées sur le plan botanique, ce sont des espèces monoéciques. D'autres espèces nécessitent deux plantes hôtes de familles botaniques différentes pour accomplir tout leur cycle, un hôte primaire sur lequel a lieu la reproduction sexuée et le développement des colonies jusqu'au départ des fondatrices ailées et un ou des hôtes secondaires sur lesquels se développeront les générations de virginogènes durant l'été : ce sont les espèces hétéroéciques ou dioéciques .

Les espèces holocycliquesse rencontrent généralement dans les régions tempérées où l'hiver par ses températures basses .Ce sont des pucerons qui présentent un cycle complet comportant une génération de sexuée, (DEDRYVER, 1982). Certaines espèces ont perdu totalement ou partiellement la possibilité de se reproduire par la voie sexuée et se multiplient toute l'année par parthénogenèse : on les appelle anholocycliques, (HULLE et *al*, 1999).

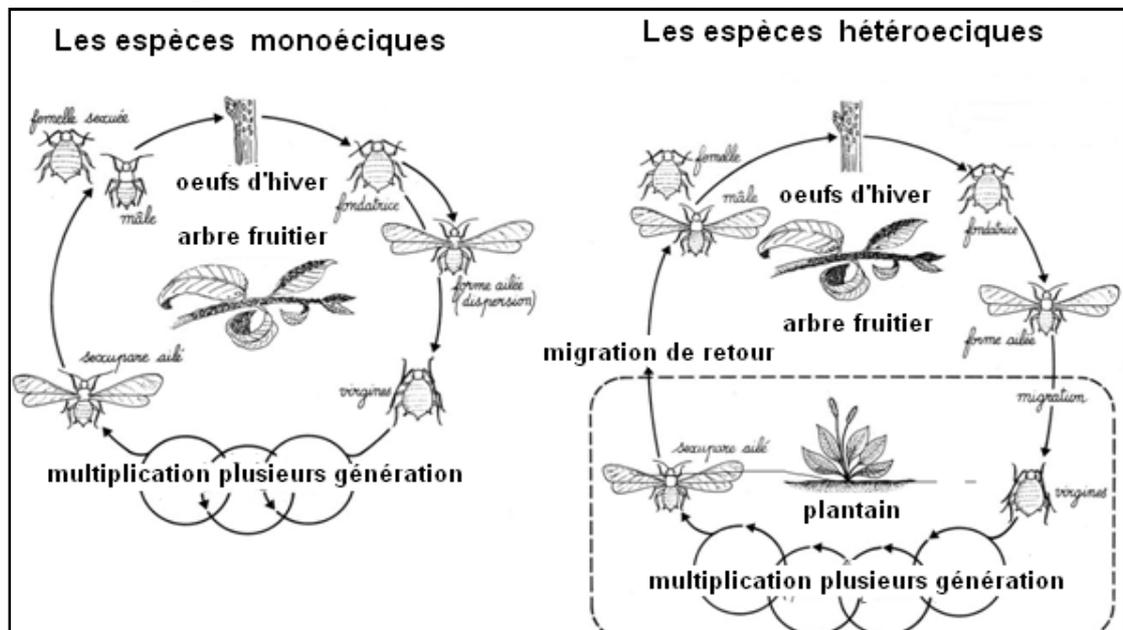


Figure .07: Les différents cycles chez les pucerons (HULLE et *al*, 1999).

1.5. 3. Facteurs de développement des aphides:

1.5. 3.1. Les facteurs abiotiques :

Il s'agit de la Température, la Pluviométrie, le vent et la lumière.

Les augmentations rapides des populations du puceron sont observées lorsque la température est optimale au verger (entre 22 et 25°C) (McCornack et *al*. 2004). Les précipitations peuvent empêcher le vol des pucerons, si elles sont trop abondantes et violentes peuvent lessiver les pucerons des feuilles. Les pluies interviennent par leur durée, leur intensité et le moment où elles se produisent en empêchant ou en favorisant le vol (ROBERT et Col, 1978). Les augmentations rapides des populations du puceron sont observées lorsque les précipitations sont faibles (MCCORNACK et *al*, 2004).

La vitesse et la direction de vent agit, sur la dispersion des ailés (ROBERT, 1982). WYATT ET BROWN (1977) ont mesuré l'influence de la photopériode sur les taux d'accroissement de pucerons. Ainsi, le taux de croissance augmente avec l'intensité lumineuse, la photopériode et la durée d'insolation (HODGSON et *al*, 2005).

1.5. 3.2. Les facteurs biotiques :

1.5.3.2.1. La plante hôte :

Les pucerons se dispersent sur les jeunes feuilles des plants adjacents et ensuite vers les vieilles feuilles au bas des plants en relation avec la compatibilité alimentaire (MCCORNACKET *al*, 2008). Or la plante hôte réagit en produisant des composés secondaires via l'acide salicylique et l'acide jasmonique qui contribuent à déclencher une réaction de défense face aux agressions des insectes. Les activités des stylets durant la recherche du phloème peuvent induire des réactions de la plante dans les quelques minutes suivant la piqûre, (DOGIMONT *et al*, 2003).

1.5.3.2.2. Comportement social et mutualisme:

Il s'agit des interactions entre fourmis-pucerons. (HÖLLDOBLER *et WILSON*, 1990). Le mélézitose qui est un trisaccharide est considéré comme étant le sucre prépondérant dans les relations pucerons-fourmis (YAO *et AKIMOTO*, 2001). Plusieurs bénéfiques sont retirés des pucerons par leur entretien par les fourmis. Les pucerons ont de meilleurs taux de reproduction en présence des fourmis (FISHER *et al*. 2001), les fourmis retardent le développement des formes ailées, changent la distribution des pucerons sur la plante (BRETON *et ADDICOTT*, 1992 ; YAO *et al*, 2000).

Les populations de pucerons prospèrent lorsqu'elles sont protégées par les fourmis due à la protection des prédateurs externes, des parasitoïdes, du climat. Les bénéfiques de la relation d'entretien peuvent alors être considérables, les taux de prédation et de parasitisme deviennent plus faibles (STADLER *et al*, 2001).

1.6. Les principaux aphides des agrumes (Figure .08):

Les deux principales espèces rencontrées sont *Aphispiraeicola* et *A. gossypii*, mais d'autres peuvent également se retrouver sur les agrumes comme *Toxopteraaurantii* et *T. citricida* vecteurs de viroses dont la plus connue est la tristezza.

Les individus aptères d'*Aphispiraeicola*, ce caractérisent par : couleur jaune à vert pomme, avec une cauda noire et des cornicules noires, de longueur moyenne de 1,3 à 2,2 mm Les individus ailés, on le corps vert à vert jaunâtre, les antennes courtes (de la dimension du corps), l'abdomen avec des sclérites marginaux, les cornicules noires, plus courtes que chez les aptères, Cauda aussi noire que les cornicules et longue (Hullé *et al.*, 1999). Ce puceron est typiquement dioécique. Il hiberne sous formes d'oeufs, sur les plantes-hôtes primaires du genre *Spirea*, émigre au printemps sur des plantes-hôtes secondaires appartenant aux genres *Citrus*, *Pirus*, *Prunus*, *Malus* et sur d'autres essences arborescentes et herbacées, (ACCODJI, 1982).

	
<p><i>Aphis Citricola aptère.</i></p>	<p><i>A. gossypii aptère.</i></p>
	
<p><i>Aphis Citricola ailé</i></p>	<p><i>A. gossypii ailé.</i></p>
<p>Dégâts provoquent par les pucerons des agrumes.</p>	

Figure .08 : Pucerons des agrumes (INRA, 2005 et GARCIA MARI .SD)

(Photos personnelles).

L'adulte aptère d'*A.gossypii* est de couleur jaunâtre à vert sombre, long de 1,2 à 2, 2 mm. Les antennes sont jaune pâles, Le prothorax porte des tubercules latéraux très développés, les cornicules sont très foncées et la cauda plus pâle. Par contre l'ailé a un corps généralement vert à vert foncé, les antennes courtes vu la dimension du corps, l'abdomen avec des sclérites marginaux, les cornicules noires, plus courtes que chez les aptères, la Cauda pigmentée, plus claire que les cornicules (HULLE et al, 1999 ; WU et al, 2004).

7. Les ennemis naturels des aphides :

Les ennemis naturels des aphides sont des entomphages de la catégorie des prédateurs et des parasitoïdes.

Les principaux prédateurs du puceron sont la coccinelle, ainsi que des larves de cécidomyies, de syrphes et des punaises pentatomides, nabides et anthocorides (RHAINDS et al, 2007).

Les coccinelles sont toutefois les plus abondantes (WU et al, 2004), sont des prédateurs important du puceron, pouvant manger un puceron aptère en moins d'une minute (COSTAMAGNA et LANDIS, 2007), et jusqu'à 270 pucerons par jour (XUE et al, 2009).

Les Chrysopes jouent un rôle important dans la limitation des pullulations des aphides. Les femelles pondent jusqu'à 700 œufs au cours de leur existence, et consomment jusqu'à 50 pucerons quotidiennement, les adultes mesurent de 7 à 15 mm et sont de couleur brune ou vert-jaunâtre et possèdent des ailes transparentes (GAUTIER, 1993 ; HAVELKAET ZEMEK, 1999).

Les syrphes sont capables de s'attaquer à la plupart des espèces de pucerons dans les vergers ou dans les plantes de la strate herbacée. Les larves très voraces consomment au cours de leur développement de 400 à 700 pucerons, elles détruisent systématiquement les colonies en s'attaquant à tous les stades d'après GAUTIER, (1993).

La famille des Cecidomyidae est capable de consommer au minimum 70 espèces différentes de pucerons, une larve a besoin d'au moins 5 pucerons / jour pour se développer et jusqu'à 100 pucerons / jour, (HAVEKKA ET ZEMEK, 1999).

Les principaux parasitoïdes des pucerons sont des micro-Hyménoptères appartenant notamment se recrutent chez les Braconides (genres *Aphidius*, *Ephedrus*, *Lysiphlebus*, *Praon* (Aphidiidés), les Chalcidiens (*Aphelinus* spp. (Aphelinidés), les Cynipidés...Beaucoup, une fois leurs imagos formés et envolés laissent une trace caractéristique, appelée momie, (FRAVAI, 2006).

	
<p>Braconidae déposant son œuf dans le corps d'un puceron.</p>	<p>Momie de puceron parasité par un Aphidiidae.</p>
	
<p>Coccinelle prédatrice des pucerons (a : larve ; b : adulte).</p>	
	
<p>Larve de chrysope.</p>	<p>les Larves de Cécidomyidae <i>Aphidoletes aphidyr</i></p>

Figure .09 : Principaux ennemis naturels des pucerons (INRA, 2005 in AHMED MAHMOUD, 2011).

Partie expérimentales

Matériels et méthodes

2.1. Présentation de la région d'étude (Mitidja)

2.1.1. Situation géographique

La Mitidja est la plus grande plaine sub-littorale d'Algérie (figure .10). Elle s'étend sur une longueur d'environ 100 Km, pour une largeur variant entre 5 et 20 Km, sa superficie est d'environ 140 000 hectares. Elle est isolée de la mer par la ride du Sahel, prenant appui sur le vieux massif de Chenoua qui la limite au Nord. Au Nord-Est par l'Oued Reghaia et l'Oued Boudouaou. Au Nord Ouest et à l'Ouest se situent le Djebel Chenoua (905 m), la chaîne du Boumaad et le Djebel Zaccar (800m). Au Sud, l'Atlas Blidéen est borné par tout un ensemble de montagnes. A l'Est se trouvent les hauteurs et les collines de basse de kabylie.

Elle a une latitude Nord moyenne de 36 à 48 degrés et une altitude moyenne de 30 à 50 mètres (LOUCIF ET BONAFONTE, 1979).



Figure 10: Limite géographique de la Mitidja MUTIN (1977).

2.1.2. Températures de la région d'étude

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

La région de la Mitidja est soumise à un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons. Une saison à climat doux et humide, allant de novembre à avril et une autre chaude et sèche, s'étendant de mai à octobre.

Au cours de la décennie (1989-1999) et les années (2001 à 2003 et de 2006 à 2008) les températures moyennes des maxima et minima varient légèrement. Les minima oscillent entre (1.48 et 6.54°C) et sont enregistrées au mois de janvier. Les maxima sont compris entre (19.2 et 40°C) et sont signalées au mois d'août.

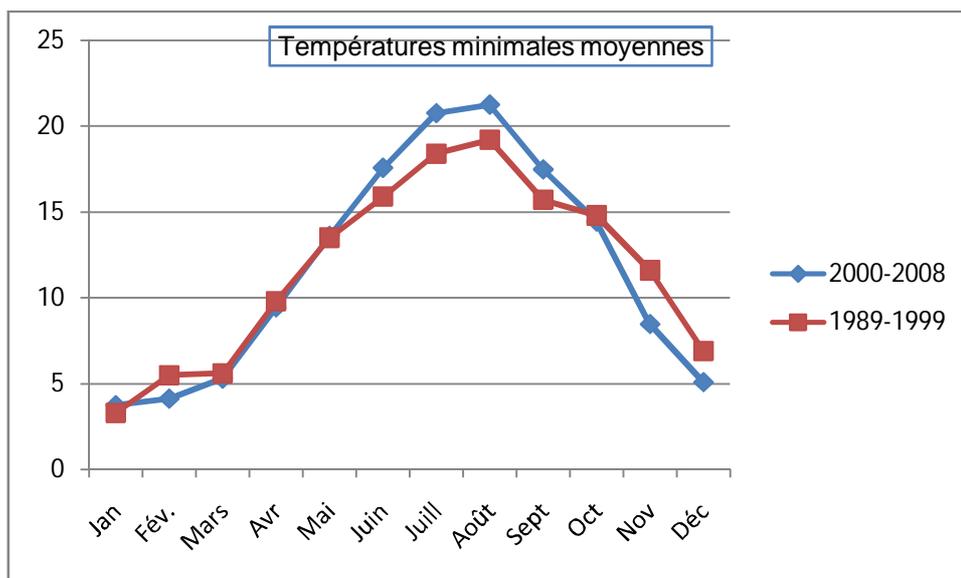


Figure .11 : Evolution des températures minimales moyennes sur les deux périodes décennales.

2.1.3. Pluviométrie de la région d'étude

Les précipitations mensuelles en Mitidja ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été. Elles varient entre 600 et 900 mm en fonction de la région considérée (localisation géographique et l'altitude) (GEAHCHAN et ABI ZEID DAOU a.,1995). Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur des activités biologiques des ravageurs.

Les relevés pluviométriques enregistrés par la station météorologique de l'Institut Technique d'Arboriculture fruitière et vigne de Boufarik (I.T.A.F.V.) au cours de la décennie (1989-1999) et les années (de 2000 à 2008) montrent une variation assez marquée de la pluviométrie annuelle. Deux périodes sont observées, une saison humide d'octobre à avril et une saison sèche de mai à septembre avec les mois les plus secs de juin à août. Les courbes de l'évolution des pluies au cours des deux périodes annuelles considérées présentent un même profil. Néanmoins, durant la période décennale de 1989 à 1999, la pluviométrie enregistrée en avril est plus importante que la quantité de pluies enregistrée le même mois durant la période de 2000 à 2008. Au cours de cette dernière période, on remarque une saison automnale plus pluvieuse notamment en novembre et décembre (figure 11).

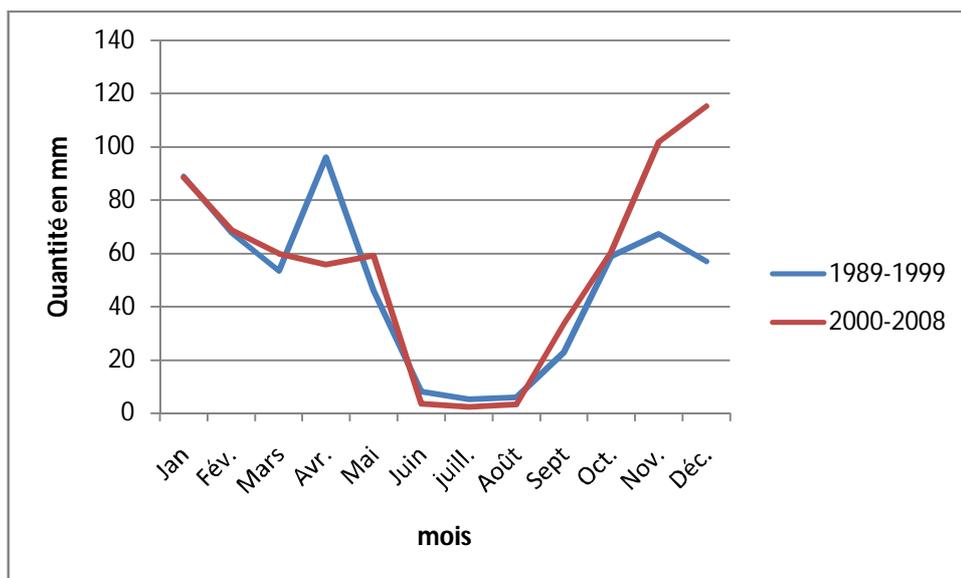


Figure. 12 : Variation des quantités de pluies sur deux décennies de (1989 à 1999) et de (2000 à 2008) en Mitidja.

2.1.3. Vents gelées et grêle

Les vents les plus redoutés pour les vergers de la Mitidja sont ceux qui soufflent en hiver de l'ouest et du nord-ouest. Cependant, le Sirocco, vent très chaud et sec, reste le plus néfaste aux cultures car il peut souffler à n'importe quelle saison de l'année. Les dégâts se traduisent par un arrêt de la végétation, une défoliation et un dessèchement des extrémités, du côté le plus exposé. Pour l'année 2006, la moyenne annuelle de la vitesse de vent est de 6,4 Km/h, bien que la vitesse maximale a atteint 54,7 Km/h le 27 juillet ANONYME, 2007.

Les gelées sont fréquemment signalées en hiver, elles causent de graves dommages sur les feuilles les jeunes rameaux et les pousses donnant un aspect de brûlures. Le maximum de jours de gelée enregistrés est de 16 journées et de 3 journées glacées au cours de l'année 2006 (ANONYME, 2007).

La grêle provoque de nombreuses plaies ; elle endommage la production et parfois même l'arbre lui même. Les grêles sont hivernales particulièrement, le maximum est atteint à la campagne 1996-1997 avec 38 jours.

2.2. Synthèse climatique

2.2.1. Diagramme Ombrothermique

Les diagrammes Ombrothermiques sont utilisés pour caractériser une image de la synthèse climatique. Ce diagramme a été réalisé avec les relevées climatiques enregistrées par la station météorologique de l'Institut Technique d'Arboriculture Fruitière de Boufarik (I.T.A.F) de 1989 à 2006.

Gausson a considéré que la sécheresse s'établit lorsque la pluviométrie mensuelle P exprimée en millimètres est inférieure au double de la température moyenne mensuelle T de ce mois en degrés Celsius ($P < 2T$) (DAJOZ, 1985). Le diagramme ombrothermique de la région d'étude établi sur une période de 20 ans de 1989 à 2008 nous montre une période sèche étalée sur une période de 5 mois entre la mi mai et la mi octobre, tandis que les périodes humides concernent les périodes hivernoprintanières jusqu'à la mi avril et toute la période automnale où les précipitations peuvent atteindre une quantité moyenne de près de 90 mm de pluie en décembre (figure 14).

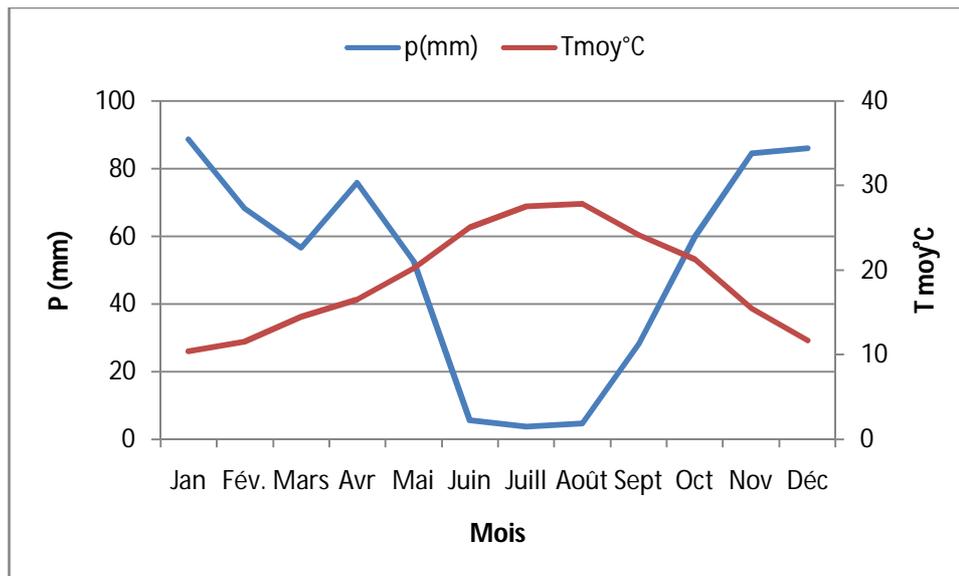


Figure .13 : Diagramme ombrothermique relatif à la Mitidja centrale durant la période 1989-2008.

2.2.2. Climagramme d'EMBERGER

L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans l'étage bioclimatique. Cet indice est calculé par le biais du coefficient pluviométrique dont la formule adopté par (STEWART, 1963), est $Q_2 = 3.43 (P/M - m)$ avec P qui représente la pluviométrie annuelle (mm), M est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud et m la moyenne des températures minimales du mois le plus froid. La température moyenne minimale du mois le plus froid placée en abscisse et la valeur de coefficient pluviométrique Q_2 placée en ordonnée, donnent la localisation de la station météorologique choisie dans le Climagramme. En considérant la période annuelle de 1995 à 2010, on classe la Mitidja dans l'étage subhumide à hiver doux (figure 15).

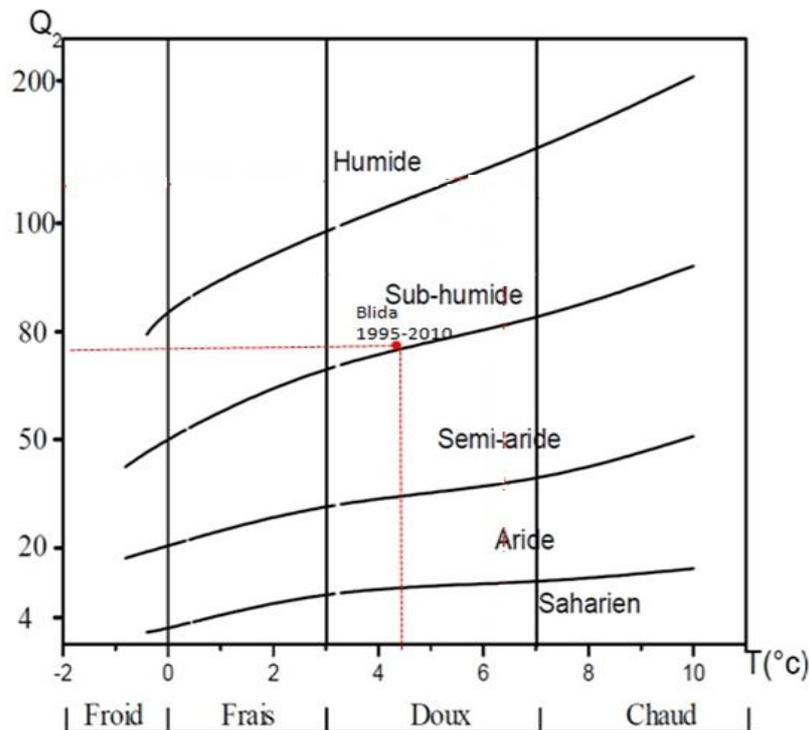


Figure. 14 : Localisation de la Mitidja dans le Climagramme d'Emberger (période 1995-2010).

2.3. Présentation des vergers d'oranger étudiés :

Notre étude a été réalisée dans deux vergers d'oranger situés dans la partie centrale de la Mitidja précisément à Bougara. Nous avons choisi ces deux vergers selon leur type de régie.

2.3.1. Verger entretenu :

Ce verger s'étend sur deux hectares (figure 16), il contient environ 1350 arbres de variété Washington navel sur Bigaradier. La distance de plantation est de 6 m sur la ligne et de 6 m entre les lignes. Ce verger est entouré de brise-vent constitué de cyprès *Taxodium distichum*. L'âge des arbres est de 28 ans. Durant toute la période de notre étude, plusieurs travaux d'entretien (Désherbage, irrigation) et différents traitements insecticides notamment ont été effectués (tableau 1 et tableau 2). Pendant le mois de juin et juillet, un seul traitement phytosanitaire (Acetaplane) a été appliqué contre les pucerons. Toutes les traitements ont été réalisés par des pulvérisateurs pneumatiques, appelés communément « atomiseurs » (figure 17), le liquide est amené à basse pression dans les tuyères de sortie de la ventilation, où un violent courant d'air le disperse en fines gouttelettes. Ce type de pulvérisateur permet de travailler avec des bouillies plus concentrées que celles qui sont employées avec les pulvérisateurs ordinaires.

Tableau 1 : Caractéristiques des produits utilisés pour les traitements réalisés en 2011-2012 dans le verger entretenu d'oranger à Bougara.

Spécialité Commerciale	Matière active	Ravageurs et maladies	Dose d'utilisation	Propriétés	Epoque de traitement
Ultracide	METHIDATHION	Pucerons	150cc/ha	contact et ingestion	Avril-2011
Dursban 4	CHLORPYRIPHOS ETHYL	Cochenilles	1.5l/ha	ingestion et contact	Juin-2011 en mélange avec l'huile blanche
Aliete flash	FOSETYL-AL	Gombose parasitaire	0.25 kg/hl	Systemique	
Decis expert	DELTAMETHRINE	Cératite	15.5ml/hl	contact et ingestion	Août-2011
Captain	-	Agent mouillant	30ml/hl	Agent mouillant	En mélange avec l'huile blanche



Figure .15 : Localisation du verger d'oranger non entretenu à Bougara

(Google Earth 2012).



Figure 16 : Réalisation d'un traitement phytosanitaire par un pulvérisateur de type atomiseur.(originale 2012).

Tableau 2 : Caractéristiques des amendements réalisés dans le verger entretenu d'oranger à Bougara

Spécialité commerciale	Matière active	Utilisation	Dose d'utilisation	Propriétés	Epoque
UREE46%	46% N	engrais de surface	3qx/ha	lessivage rapide	Mars 2011 Juin 2011
GIBGRO T20	20%d'acide Jebberrilique	stimulateur de croissance	10-20 comprimés/1000l	utilisation foliaire	Avril 2011
PROTIFERT	acide amine, azote, carbone organique	Bio-stimulant de croissance	3L/HA	engrais foliaire	Avril 2011
ULTRAFFERRA	chélates de fer	correcteur de carence		engrais de surface	Avril 2011

2.3.2. Verger non entretenu

Ce verger (figure .17) s'étend sur un ha, et se compose de 465 arbres environ de variété Washington navel. Le porte greffe est le Bigaradier. La distance de plantation est de 6 m sur la ligne et de 6 m entre les lignes, entouré de brise-vent constitué de cyprès (*Taxodium distichum*) au Nord, à l'ouest et au sud et limité à l'est par un verger de pommier. L'âge des arbres est de plus de 58 ans. Durant toute la période de notre étude, seul le désherbage à été effectués pendant le mois de juin. On peut remarquer sur la figure 18, la distance séparant les deux vergers d'étude.



Figure .17 : Localisation du second verger d'étude (non entretenu) à Bougara, (Google Earth 2012).



Figure .18 : Distance séparant les deux vergers d'étude (Google Earth, 2012).

2.4. Méthodologie d'étude

2.4.1. Echantillonnage sur le terrain

L'échantillonnage sur le terrain a concerné deux volets : l'étude de l'évolution du complexe aphidien-auxiliaire au sein des canopées et l'évaluation des abondances de l'entomofaune circulante dans le verger entretenu avant et après l'application des traitements chimiques à travers les récoltes des insectes dans des pièges jaunes à eau disposés dans les canopées.

La période d'échantillonnage s'est étalée du début mai jusque la fin juin 2012. Nous avons réalisé 2 sorties par mois pour les deux vergers. Dans le cadre du suivi de l'évolution des populations aphidiennes et des communautés d'aphidiphages associés, nous avons délimité une surface d'environ ½ ha dans le verger. Nous avons choisi 5 rangées au hasard au sein de cette surface. Au sein de chaque rangée, nous avons échantillonné 1 arbre pris au hasard au sein de chaque rangée soit 5 arbres échantillons différents selon le dispositif d'échantillonnage présenté en figure 19.

Nous avons pris en considération les pousses printanières à chaque direction cardinale (nord, sud, est, ouest, centre) à savoir 2 feuilles jeunes sur un rameau et 2 feuilles âgées sur un autre rameau au niveau de chaque direction au sein d'un même arbre. Les observations ont porté sur le nombre total de colonies de pucerons, le nombre total d'individus actifs des auxiliaires aphidiphages prédateurs au sein d'une colonie de pucerons (larves et adultes de coccinelles, larves de syrphes, larves et adultes de chrysopes, nombre de larves de cécidomyies).

Concernant, l'étude de l'impact des traitements sur l'entomofaune dans le verger entretenu, nous avons installé 4 pièges jaunes à eau au niveau de 4 arbres pris au hasard. Nous avons trié par la suite les insectes récoltés en catégories trophiques où seule la catégorie auxiliaire a été prise en considération sachant que ce groupe trophique représente une faune non cible. Trois récoltes ont été réalisées à partir des pièges : avant les traitements (il s'agit de 4 autres arbres qui n'ont pas été traités Tem) puis après une semaine et deux semaines suivant l'application dans le verger (Tr1 et Tr2). Laboratoire et sous la loupe binoculaire, les taxons ont été déterminés jusqu'à la famille pour la plupart des insectes en nous basant sur des clés systématiques appropriés pour les insectes que nous n'avons pas pu identifié à l'oeil nu.

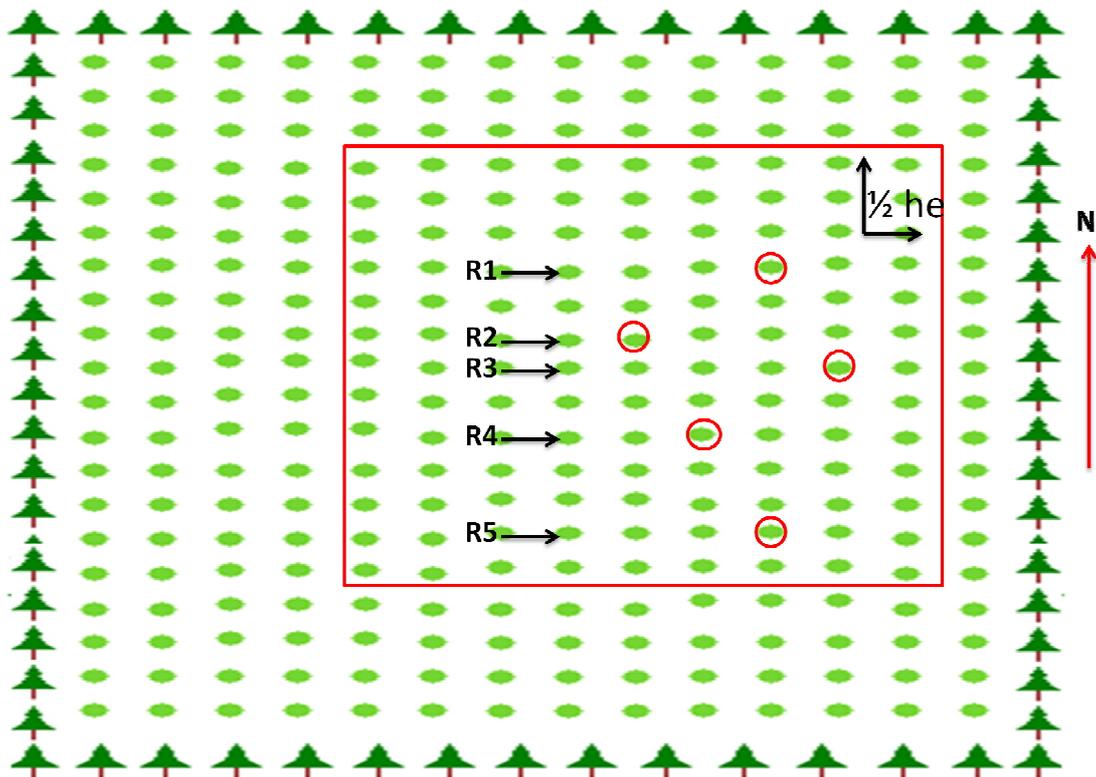


Figure 19 : Dispositif expérimentale de la parcelle étudiée

Légende :  Essence de *Taxodium distichum*  arbre échantillonné , R : rangée, ha :hectare.

2.5. Analyses globales

L'ensemble des observations de chaque volet étudié a été d'abord enregistré sous forme de données brutes pour chaque sortie considéré. L'essentiel des analyses de ces observations a porté sur des données d'abondance aussi bien pour l'évolution des populations d'aphides et leurs auxiliaires associés que pour l'étude de l'entofaune associée au verger d'oranger entretenu.

Nous avons considéré des indices de composition (richesse totale et spécifique ainsi que les abondances spécifiques). Pour comparer les diversités des communautés d'insectes avant et après 2 semaines d'exposition aux traitements, nous avons eu recours à la transformation des données d'abondances moyennes en données logarithmiques pour construire des diagrammes basés sur les rangs des espèces (diagramme rang-fréquence). La significativité des différences des diversités comparées a été réalisée en prenant en considération les pentes de l'équation du modèle de MOTOMURA (1932) représenté par les courbes de tendance des courbes de l'évolution des rangs des espèces au sein de chaque communauté (Tr1 et Tr2).

Nous avons également utilisé des analyses de variance et des analyses multivariées pour la comparaison de moyennes d'abondance et pour analyser la distribution spatiotemporelle du complexe aphides-auxiliaires et la distribution des communautés entomofauniques sous l'effet des traitements.

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions, il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour *ANalysis Of VAriance*), la distribution de la variable quantitative doit être normale.

Dans le cas de variables de type abondances, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances (A.F. C.) (TER BRAAK ET PRENTICE, 1988). A partir des trois premiers axes de l'analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique des espèces est réalisée dans le but de détecter des discontinuités inter-communautés et structurer les différents assemblages.

Résultats et discussions

Ce chapitre porte sur les résultats des données d'observation de l'évolution des communautés d'insectes dans deux types de vergers d'oranger différents par leur système de régie. D'une part, nous avons analysé les variations de l'activité des populations aphidiennes et de leurs auxiliaires associés au cours de la saison printanière. D'autre part, nous avons examiné et évalué l'impact des traitements phytosanitaires réalisés dans un verger d'oranger traité, sur les catégories d'auxiliaires rencontrés et capturés par les pièges jaunes à eau.

3.1 Résultats sur l'évolution des communautés entomofauniques dans les deux vergers étudiés :

Les abondances moyennes des populations globales d'*Aphis spireacola* et *Aphis gossypii* ont été estimées sur la base de l'observation des pousses. Chaque pousse comprend approximativement 50 feuilles : les feuilles proximales sont claires, petites et tendres (elles sont qualifiées de feuilles jeunes) tandis que les feuilles situées à la base de la pousse sont plus foncées, plus larges et de meilleure consistance (elles sont qualifiées de feuilles âgées). Sur chaque catégorie de feuilles de la pousse, nous avons également estimé le nombre moyen de colonies des pucerons. Une colonie est représentée par une femelle aptère ou ailée accompagnée de sa descendance.

3.1.1. Variation de la dynamique d'activité aphidienne :

Quelque soit le type de verger étudié (non entretenu-entretenu), on remarque que les effectifs des populations ainsi que le nombre moyen de colonies aphidiennes sont faibles dès le début de notre échantillonnage (figure 21 et figure 22). Le maximum de pucerons observés a été atteint vers la mi mai dans chaque verger et également vers la mi juin dans le verger non entretenu. Par ailleurs, le nombre de colonies observées est nettement plus important sur les jeunes feuilles que sur les feuilles âgées de la même pousse. L'activité des aphides est caractérisée par une phase de déclin entre la mi mai et le début de juin avec des colonies présentes mais caractérisées par de faibles densités des individus.

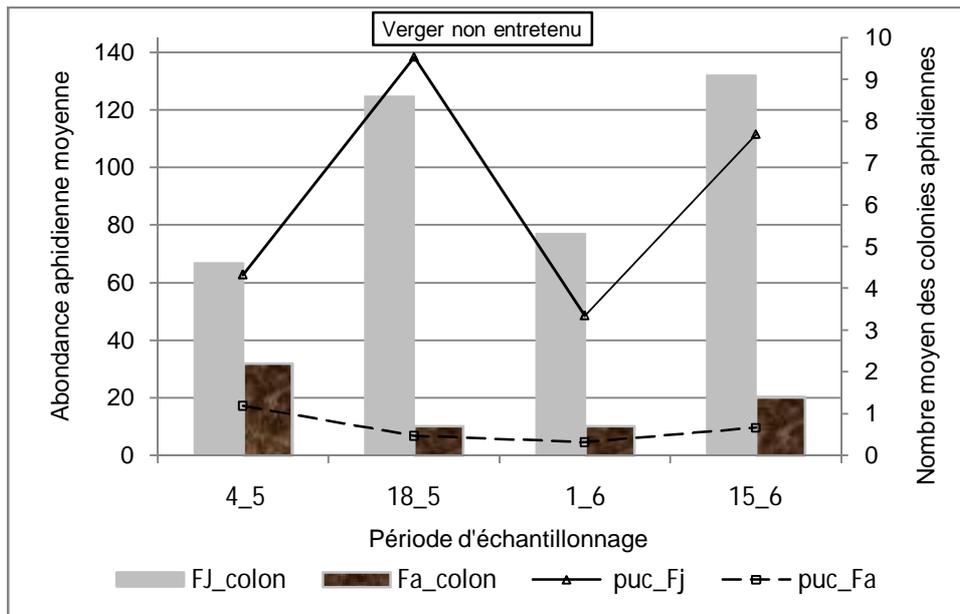


Figure. 20 : Fluctuations des populations aphidiennes dans un verger non entretenu, pendant la période d'échantillonnage.

Dans le verger d'oranger entretenu surtout, on n'observe presque pas de colonies au niveau des feuilles âgées. D'après le test de l'analyse de variance à un facteur, quand on compare les moyennes d'abondance et le nombre moyen des colonies au sein des deux vergers, on constate des différences significatives à hautement significatives dans le nombre de colonies entre les jeunes feuilles et les feuilles âgées (tableau 3 et 4). Les différences sont hautement significatives entre les abondances des pucerons des feuilles jeunes et des feuilles âgées au sein d'un même verger ($p= 0.01$) et entre les vergers eux mêmes ($p=0.006$) (tableau .04).

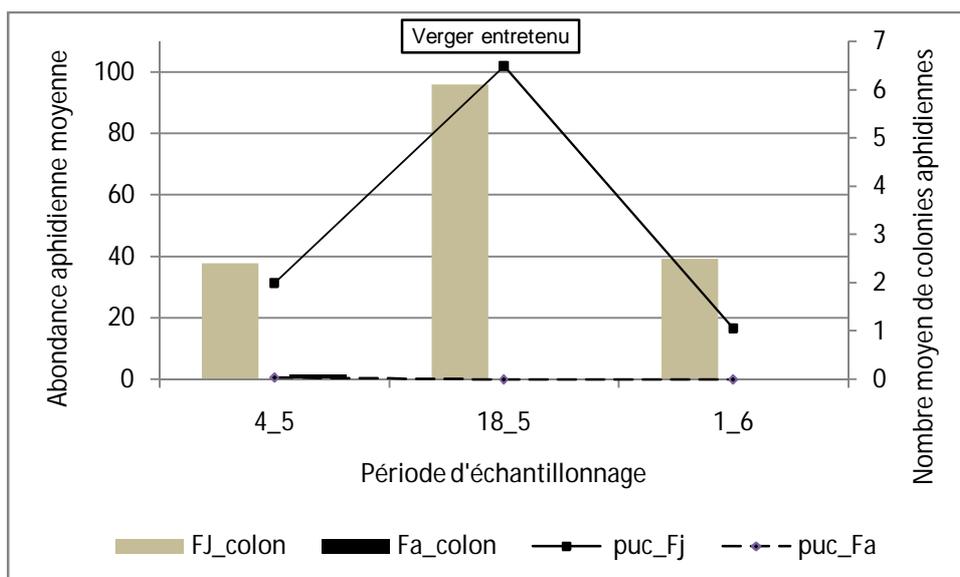


Figure .21: Fluctuations des populations aphidiennes dans un verger entretenu, pendant la période d'échantillonnage.

Tableau .03: Analyse de la variance appliquée à la comparaison des moyennes des colonies aphidiennes dans le verger non entretenu (NE) et le verger entretenu (E). (FJ-FA : feuilles jeunes, feuilles âgées, col : colonies, NE-E : non entretenu, entretenu).

	FJ_col_NE	Fa_col_NE	FJ_col_E	Fa_col_E
FJ_col_NE	-	0,0030	0,024	0,00074
Fa_col_NE	6,516	-	0,6249	0,7529
FJ_col_E	4,786	1,73	-	0,1724
Fa_col_E	7,929	1,413	3,143	-

Tableau. 04 : Analyse de la variance appliquée à la comparaison des moyennes des abondances aphidiennes dans le verger non entretenu (NE) et le verger entretenu (E). (FJ-FA : feuilles jeunes, feuilles âgées, col : colonies, NE-E : non entretenu, entretenu).

	puc_Fj_NE	puc_Fa_NE	puc_Fj_E	puc_Fa_E
puc_Fj_NE	-	0,01385	0,1248	0,00661
puc_Fa_NE	5,244	-	0,5901	0,972
puc_Fj_E	3,43	1,814	-	0,3587
puc_Fa_E	5,855	0,6101	2,424	-

3.1.2. Evolution du complexe entomophage dans les deux vergers :

3.1.2.1. Fluctuations des populations des aphidiphages :

Le complexe des aphidiphages associés aux populations aphidiennes colonisant les pousses est représenté par des larves et des adultes de coccinellidae (principalement des *Scymnus*), des adultes de la chrysope *Chrysoperla carnea*, et des larves de la cécidomyie *Aphidoletes aphidimyza*. A l'exception des larves de cécidomyies dans les colonies aphidiennes, les autres catégories d'aphidiphages sont très faiblement représentées où n retrouve des abondances temporelles moyennes comprises entre 0.5 et 1 individu (figure 22 et figure 23) dans chaque type de verger étudié.

Les prédateurs cécidomyidae sont plus abondants en effectifs (5.5 individus en moyenne dans le verger non entretenu et seulement près de 6 individus en moyenne dans le verger entretenu ou traité). L'activité des cécidomyies est importante au début de mai dans les deux vergers, elle diminue vers le mi mai dans le verger non entretenu (figure. 23) mais reste similaire à celle observée au début de notre échantillonnage dans le verger traité (figure. 22 et figure .23).

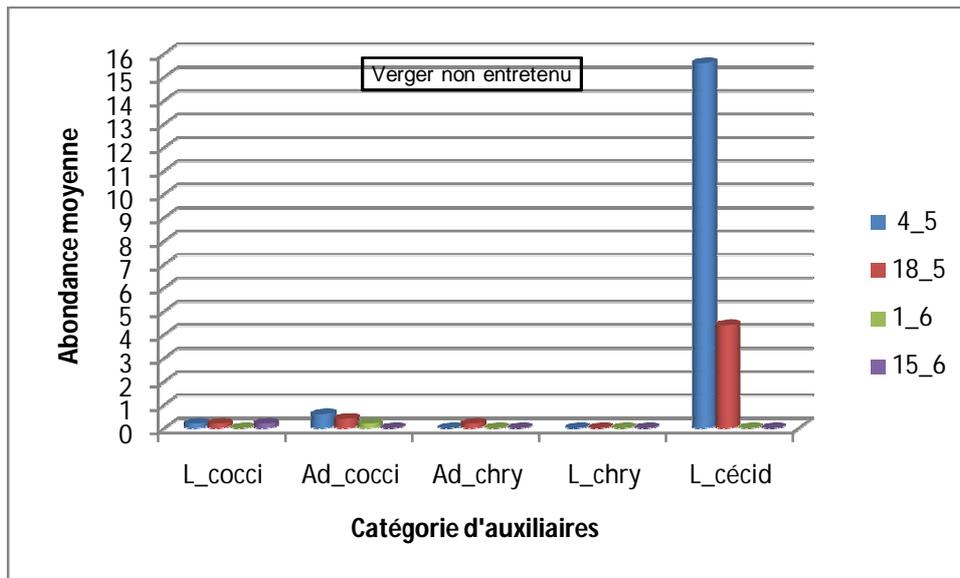


Figure .22 : Evolution du complexe entomophage dans les populations aphidiennes au sein du verger non entretenu.

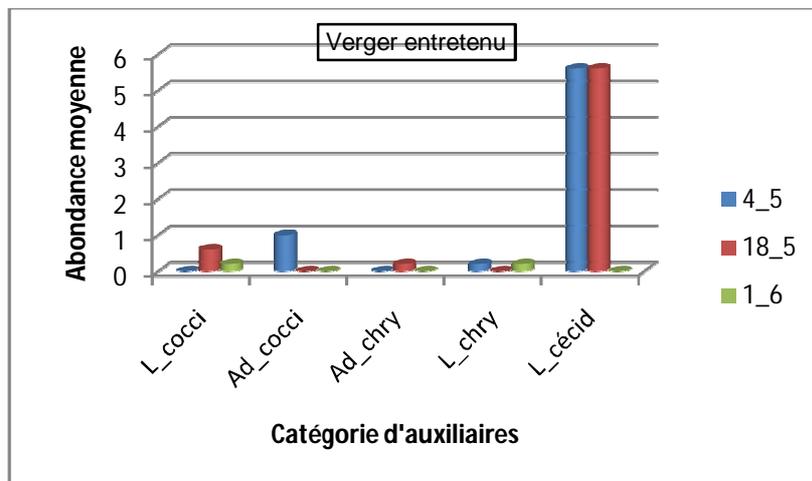


Figure .23 : Evolution du complexe entomophage dans les populations aphidiennes au sein du verger entretenu.

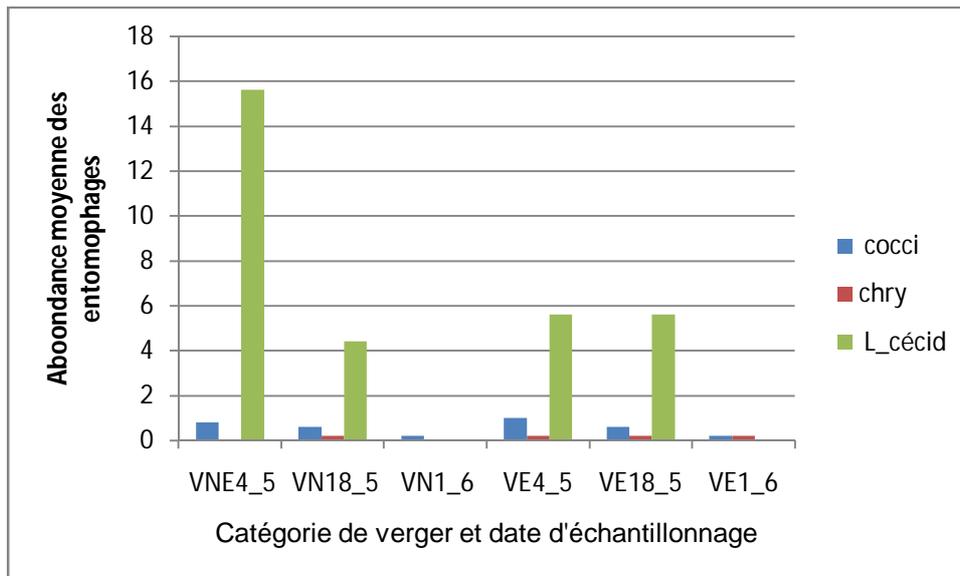


Figure. 24 : Abondance comparée des communautés d'aphidiphages dans les deux vergers étudiés à Bougara.

3.1.3. Distribution spatiotemporelle globale et structuration des communautés d'aphidiphages dans les deux vergers.

Nous avons analysé la distribution globale des auxiliaires aphidiphages sur toute la durée d'échantillonnage dans les deux vergers, à travers une analyse factorielle des correspondances. Les axes 1 et 2 sont retenus du fait que la somme des pourcentages de contribution des variances sur ces deux axes (57.30% et 24.40%) est satisfaisante, supérieure à 30%.

L'AFC met en évidence 3 enveloppes nettement séparées. On peut remarquer un assemblage d'aphidiphages durant toute la période d'échantillonnage, caractérisé par l'occurrence des adultes de coccinelles et de chrysopes qui sont associés aux larves de cécidomyidae. Les deux autres enveloppes correspondent à des abondances très faibles des larves de coccinelles dans le verger non traité à la mi juin d'une part et la présence des larves de chrysopes dans le verger traité au début du même mois d'autre part mais avec une abondance moyenne presque nulle (figure 25).

La classification ascendante hiérarchique a permis de structurer deux groupes sur la base de la mesure de similitude – 3.5 à partir du calcul des distances euclidiennes entre les coordonnées (x,y) des variables abondances totales des espèces-dates d'échantillonnage.

Le premier groupe concerne l'occurrence et vraisemblablement un début d'activité des chrysopes vers le début de juin. Le second groupe correspond à un complexe d'aphidiphages présents en même temps dans les colonies aphidiennes quelque soit le verger étudié et cela durant toute la période d'échantillonnage (figure 26).

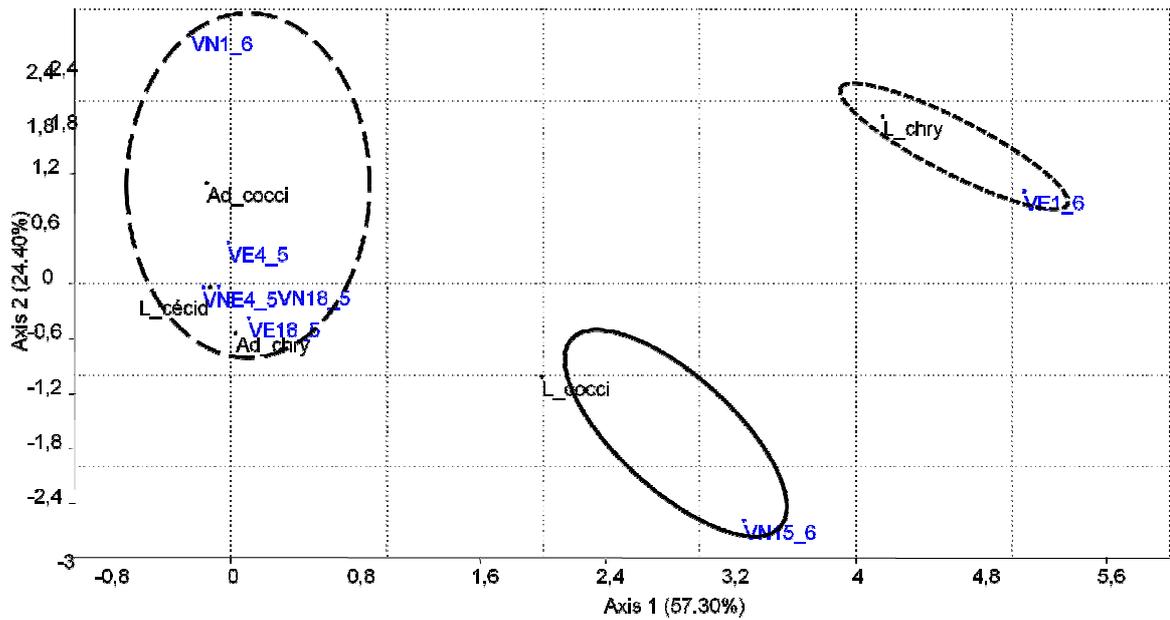


Figure .25 : Structure et distribution spatiotemporelle du complexe entomophage dans les deux vergers.

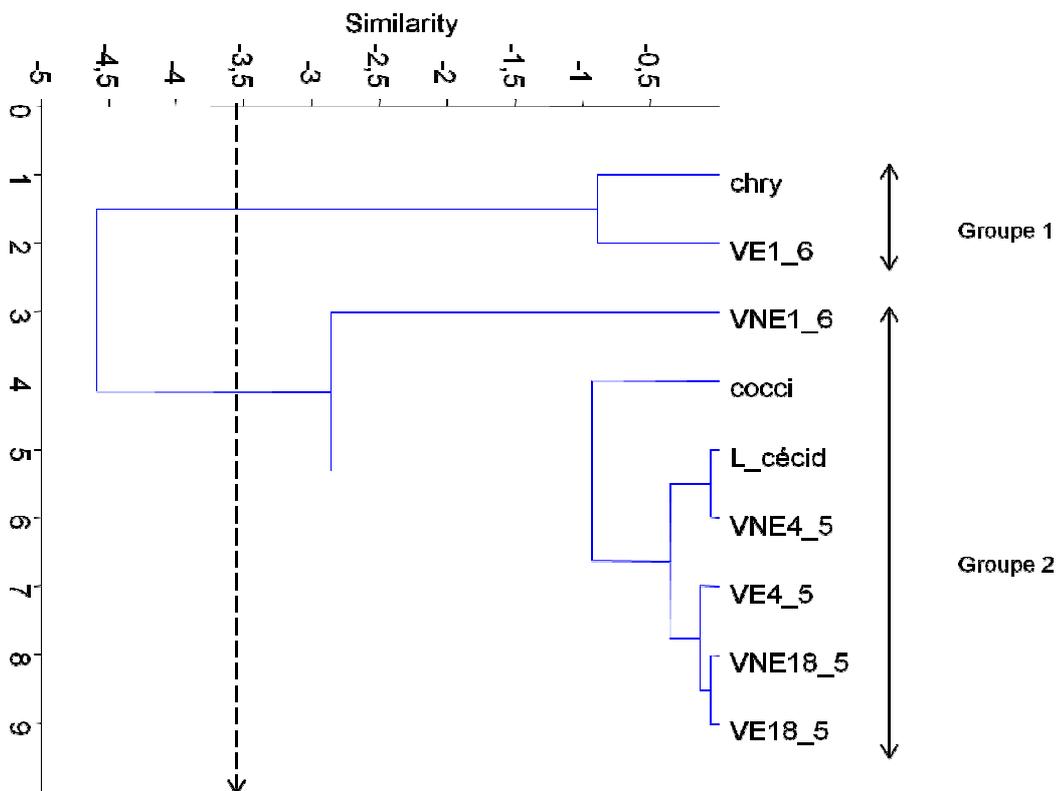


Figure. 26 : Dendrogramme de la distribution spatiotemporelle des auxiliaires dans les deux vergers étudiés.

3.1.4. Inventaire de l'entomofaune auxiliaire circulante dans les deux vergers :

La richesse totale des deux vergers étudiés se compose de 23 taxons répartis en 5 ordres (Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Neuroptera et Arenomorpha) et 14 familles. En considérant les richesses spécifiques, on retrouve 10 espèces chez les hymenoptera : la plupart étant parasitoïdes, 4 espèces de coccinellidae aphidiphages, 1 espèce de chrysopidae aphidiphage, 2 espèces de diptera parasites, 4 espèces d'araignées (tableau 5).

Tableau .05 : Richesse des familles et des taxons des auxiliaires présents dans les deux vergers d'oranger.

Taxons	ordre	famille	Groupe trophique
<i>Trichogrammatidae</i> <i>sp</i>	Hymenoptera	Trichogrammatidae	Parasitoïde des œufs de Lepidoptera
<i>Chalcididae</i> <i>sp1</i>	Hymenoptera	Chalcididae	Endoparasites des nymphes et des larves de divers ordres d'insectes
<i>Chalcididae</i> <i>sp2</i>	Hymenoptera	Chalcididae	
<i>Braconidae</i> <i>sp1</i>	Hymenoptera	Braconidae	Endo et ectoparasitoïdes de divers insectes
<i>Braconidae</i> <i>sp2</i>	Hymenoptera	Braconidae	
<i>Braconidae</i> <i>sp3</i>	Hymenoptera	Braconidae	
<i>Ichneumonidae</i> <i>sp1</i>	Hymenoptera	<i>Ichneumonidae</i>	Endoparasites de lépidoptères et de coléoptères
<i>Ichneumonidae</i> <i>sp2</i>	Hymenoptera	<i>Ichneumonidae</i>	
<i>Tachinidae</i> <i>sp1</i>	Diptera	<i>Tachinidae</i>	Larves parasites d'insectes
<i>Tachinidae</i> <i>sp2</i>	Diptera	<i>Tachinidae</i>	
<i>Bethylidae</i> <i>sp</i>	Hymenoptera	<i>Bethylidae</i>	Parasites de microlépidoptères et de coléoptères
<i>Cataglyphis bicolor</i>	Hymenoptera	Formicidae	prédateur
<i>Chilocorus bipustulatus</i>	Coleoptera	Coccinellidae	aphidiphage
<i>Coccinella algerica</i>	Coleoptera	Coccinellidae	
<i>Adalia bipunctata</i>	Coleoptera	Coccinellidae	
<i>Adonia variegata</i>	Coleoptera	Coccinellidae	
<i>Chrysoperla carnea</i>	Neuroptera	Chrysopidae	

<i>Thomisidae sp</i>	Araneomorpha	<i>Thomisidae</i>	Araignées prédatrices
<i>Leptyphantès sp</i>	Araneomorpha	Linyphiidae	
<i>Lycosidae sp1</i>	Araneomorpha	<i>Lycosidae</i>	
<i>Lycosidae sp2</i>	Araneomorpha	<i>Lycosidae</i>	
<i>Salticidae sp</i>	Araneomorpha	<i>Salticidae</i>	
<i>Gnaphosidae sp</i>	Araneomorpha	<i>Gnaphosidae</i>	

La (figure. 27) représente les richesses spécifiques des familles d'insectes circulants dans les vergers et récoltés à travers les pièges jaunes à eau. On remarque que la famille la plus représentée est celle des Coccinellidae (4 espèces) suivie par celle des Braconidae (3 espèces). Certaines familles sont moins représentées (2 espèces) notamment les Chalcididae, les Ichneumonidae chez les Hyménoptères ; les Lycosidae chez les araignées ainsi que les Tachinidae chez les Diptères. Le reste des familles n'est représenté que par un seul taxon.

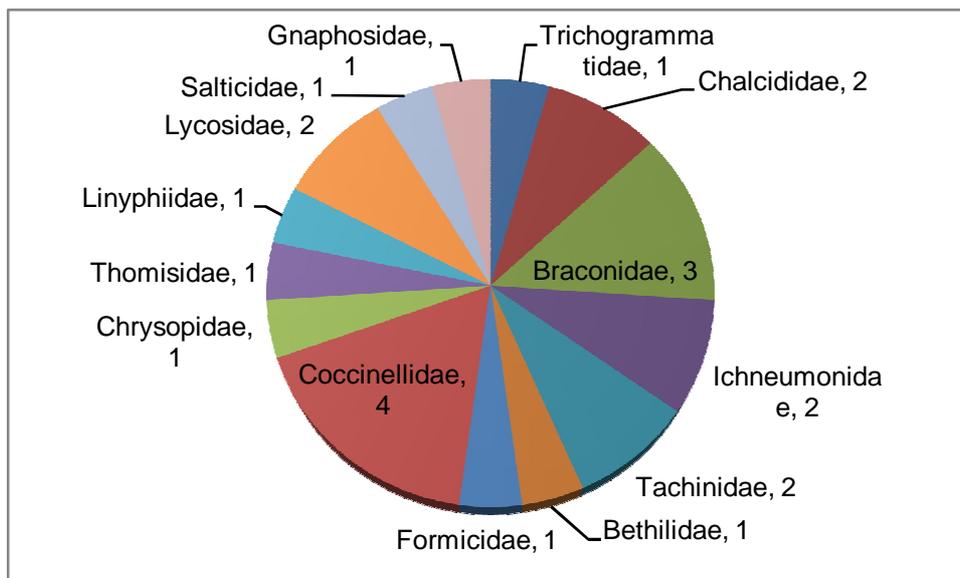


Figure .27 : Richesse spécifique des familles de l'entomofaune circulante dans les deux vergers.

Nous décrivons sommairement le rôle trophique de ces principales familles à travers les informations fournies dans l'encyclopédie Wikipédia.

Les Chalcididae forment une famille d'insectes Hyménoptères Apocrites de la super famille des Chalcidoidea. Ce sont en majorité des endoparasites solitaires de nymphes de [Lépidoptères](#) ou de larves de [Diptères](#) et secondairement d'[Hyménoptères](#), [Coléoptères](#) ou [Neuroptères](#). Souvent, les **chalcididae** ont une très faible spécificité, ce qui limite considérablement leur utilisation en [lutte biologique](#).

Les *Trichogrammatidae* sont des [Chalcidoidea](#), des [parasitoïdes](#) oophages solitaires ou grégaires, le plus souvent de [Lépidoptères](#), [Hémiptères](#), [Coléoptères](#), [Thysanoptères](#), [Hyménoptères](#), [Diptères](#) et [Neuroptères](#). Ce sont des candidats de choix pour la [lutte biologique](#) contre un grand nombre de ravageurs, du fait de leur polyphagie et de leur facilité d'élevage.

Les *Braconidae* sont des endoparasitoïdes ou des ectoparasitoïdes d'insectes divers, on citera pour quelques grands ordres, les sous familles suivantes :

- Lépidoptère : *Braconinae*, *Macrocentrinae*, *Agathidinae*, *Cheloninae*, *Microgasterinae*, *Rogadinae*
- Coléoptère : *Braconinae*, *Helconinae*, *Spathiinae*, *Doryctinae*
- Diptère : *Opiinae*, *Dacnusinginae*, *Alysiinae*

Certains groupes sont par ailleurs parasitoïdes d'aphides et d'hétéroptères. La plupart tuent leurs hôtes, mais quelques espèces les rendent seulement stériles. Leur fécondité est élevée.

Les Ichneumonidae forment une famille d'insectes [hyménoptères](#). Ce sont des insectes [hyménoptères térébrants](#) relevant, avec les [Braconidae](#), de la super-famille des [Ichneumonoidea](#). Leurs larves sont le plus souvent endoparasites solitaires, en majorité de Lépidoptères, de Tenthredines et de Coléoptères. Il existe des centaines d'espèces d'ichneumons, difficiles à identifier à l'œil pour la plupart (il faut observer les genitalia ou d'autres organes au microscope pour différencier les espèces). Les Bethyloidea sont une [famille d'insectes hyménoptères](#). La taille est moyenne. L'aspect général est noir ou brun noir. Ils ressemblent superficiellement à des fourmis. Les ailes sont parfois absentes ou bien plutôt courtes à nervation réduite, avec lobe caractéristique sur la paire postérieure. Ce sont des parasites de [Lépidoptères](#) (principalement [Microlepidoptera](#)) et de [Coléoptères](#), qu'ils peuvent attaquer sous forme larvaire ou [imaginale](#) selon les espèces. La femelle pique sa proie, seule ou [en groupe](#), entraînant sa paralysie généralement définitive. Puis, les œufs sont pondus sur l'insecte paralysé et se développent à ses dépens. Les [Sclerodermus](#) sont prédateurs de larves de [Coléoptères](#), les femelles sont aptères.

Ce sont les fourmis prédatrices du genre *Cataglyphis*. *Cataglyphis*, d'allure élancée, possède une tête plus fine bien qu'équipée de solides mandibules. L'abdomen plus effilé se termine en pointe et reste souvent relevé et même quasi vertical, notamment pendant la course (MOULAI et al., 2006).

Les Thomisidae sont une [famille d'araignées aranéomorphes](#). Elles sont surnommées araignées-crabes et certaines espèces sont parfois baptisées thomisées. Plusieurs [espèces](#) sont mimétiques de diverses parties végétales (surtout les fleurs), qui leur servent de support pour la chasse à l'affût. Elles ont des pattes antérieures I et II plus fortes et plus longues que les

postérieures III et IV et dirigées latéralement. *Lepthyphantes* est un [genre](#) d'[araignées aranéomorphes](#) de la [famille](#) des [Linyphiidae](#). Ce sont des araignées de taille moyenne ou grande. Les espèces de la faune de France mesurent de 3 mm à 22 mm (longueur du corps d'un individu adulte). Les plus grands individus connus dans le monde atteignent 30 mm (longueur du corps d'un individu adulte). Elles chassent en courant et en bondissant sur leurs proies. Elles ont de petits yeux antérieurs disposés en ligne droite, et deux yeux postérieurs très gros. Les femelles transportent leurs œufs dans un [cocon](#) accroché aux [filières](#) ou leurs jeunes sur le dos. À la différence de la plupart des autres araignées, les araignées sauteuses (Salticidae) sont des prédateurs à orientation visuelle, qui mémorisent leur environnement, les distances et orientations. Chez les Gnaphosidae, presque toutes les espèces de cette famille sont nocturnes. Ce sont des araignées chasseresses, qui vivent sous les pierres dans des loges de soie, mais ne construisent pas de toile pour attraper leurs proies.

Quant aux Tachinidae (ou tachinaires), ce sont une famille d'[insectes diptères cyclorraphes](#) dont les larves sont parasites d'insectes (une seule ou plusieurs [larves](#) par hôte). Les adultes sont des mouches de taille très variable qui portent généralement des couleurs sombres et peu remarquables (fr.wikipedia.org/wiki/).

3.1.5. Analyse de l'impact des traitements phytosanitaires sur l'entomofaune circulante dans le verger entretenu (traité)

L'analyse factorielle des correspondances réalisée sur l'impact des pesticides chimiques utilisés sur les variations d'abondance des communautés d'auxiliaires est satisfaisante car 93% des informations sont exprimés sur le plan d'ordination F1 (84.67%) x F2 (9.21%) (figure 28).

La tendance globale de la distribution des communautés dans le verger entretenu reflète trois assemblages de composition différente (figure 28). D'après les calculs des distances euclidiennes avec comme mesure de similitude la valeur -0.4, les différentes espèces d'insectes se structurent en 3 groupes de statut différent.

On retrouve un pool d'espèces riche de 13 taxons au niveau des arbres qui n'ont pas subi de traitement (Tem) et caractérisé d'une part par l'occurrence des Hymenoptères Braconidae, Trichogrammatidae, Bethyidae, des coccinellidae dont *Adonia variegata*, des Chrysopidae représenté par *Chrysoperla carnea* et des Diptera Tachinidae qui se sont installés plus précocement (tem1). D'autre part, on retrouve plus tardivement à la deuxième semaine de nouvelles espèces représentés par des Hymenoptera Chalcididae et Ichneumonidae et une 2eme espèce de Diptera Tachinidae (Figure 28 et figure 29).

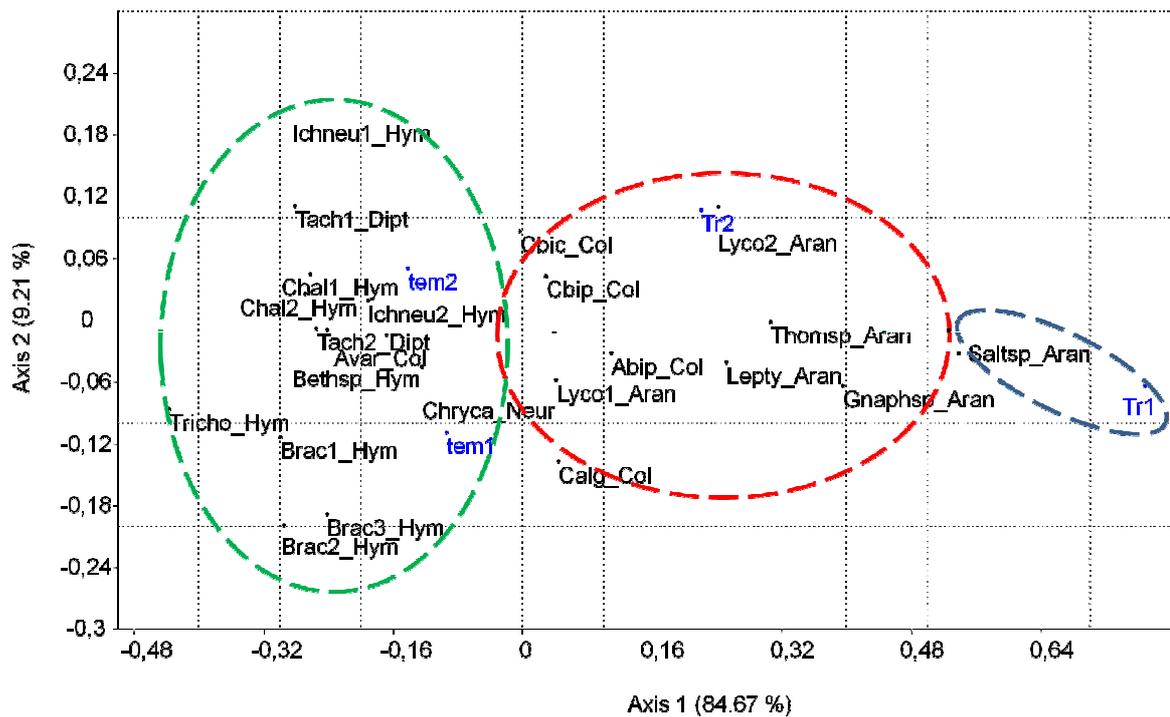


Figure. 28 : Distribution des communautés d'auxiliaires parasitoïdes et prédateurs dans le verger entretenu et traité.

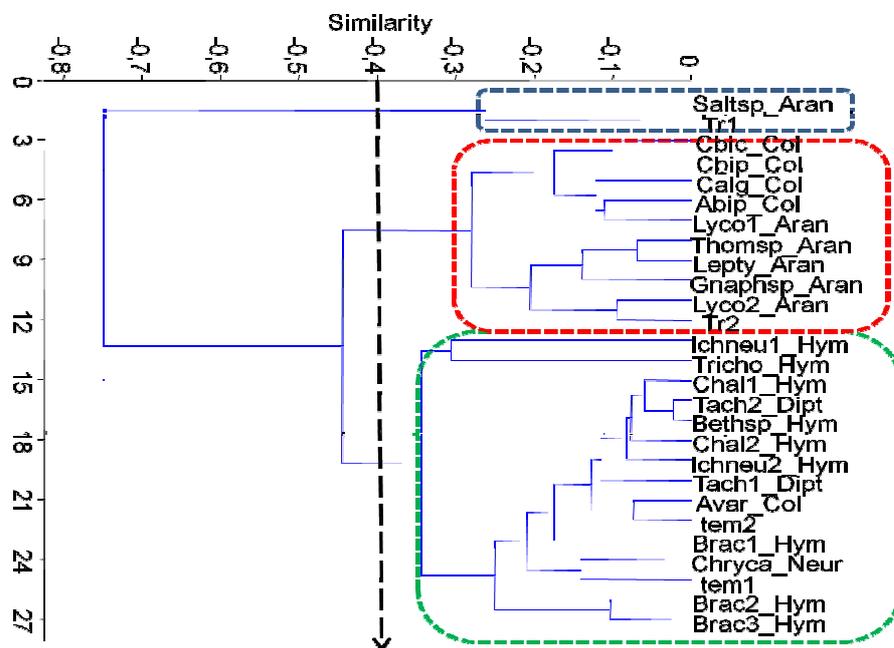


Figure .29 : Dendrogramme des groupes d'auxiliaires à Bougara, d'après les distances euclidiennes prises comme mesures de similitude entre les variables.

Le second pool ou assemblage d'espèces (encadré rouge) concerne des coccinellidae prédateurs de pucerons (*Chilocorus bipustulatus*, *Adalia bipunctata* et *Adonia variegata*) et des fourmis prédatrices *Cataglyphis bicolor* qui sont associées à des espèces d'araignées prédatrices comme les Gnaphosidae, les Thomisidae, les Linyphiidae (Genre Leptyphantes) et les Lycosidae. Cet ensemble d'espèces est représenté par des abondances supérieures à celles enregistrées une semaine plus tôt chez les coccinellidae (figure 29) alors que les araignées n'ont pas été affectées par les traitements dont le seul effet s'est répercuté sur leurs effectifs. Le troisième groupe renferme une seule espèce présente dès la première semaine et dont l'abondance n'a pas changé : il s'agit d'une araignée sauteuse de la famille des Salticidae ce qui pourrait s'expliquer par la nature de locomotion de cette espèce de telle sorte que les individus peuvent s'éloigner rapidement et s'abriter sous les feuilles par exemple, afin de se protéger contre les pulvérisations des traitements.

Nous avons établi le diagramme rang-fréquence des espèces afin de comparer les diversités des communautés entre elles en relation avec leurs abondances après une et deux semaines d'exposition à l'effet des traitements (figure 30 et tableaux 6 et 7).

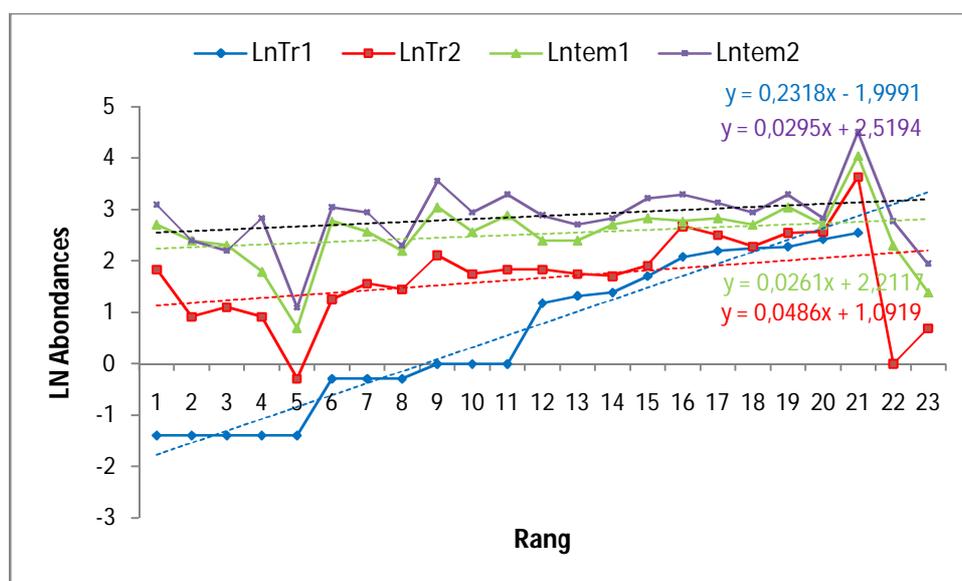


Figure 30: Diagramme rang fréquence des communautés d'auxiliaires rencontrées après une semaine et deux semaines dans le verger entretenu.

L'ajustement des fluctuations des abondances des communautés au modèle de Motomura ainsi que la comparaison des pentes qui reflètent les diversités fait apparaître d'abord des indices de structure élevées quelque soit les communautés d'après les valeurs mentionnées en bits (tableau 6) mais les différences ne sont pas significatives entre ces diversités sauf pour les communautés d'espèces ayant été exposées aux traitements ($P= 0.05$)

(tableau 6). On retrouve le même raisonnement en comparant les pentes des droites de Motomura en remarquant une différence hautement à très hautement significatives entre les communautés exposées et les communautés non exposées et entre les communautés exposées selon le temps d'exposition (tableau 7). Globalement, on peut dire que les communautés d'espèces restent stables et homogènes. Elles recolonisent le milieu et rejoignent leur niche d'habitat après une période de deux semaines après traitement mais avec des abondances faibles.

Tableau 6 : Indices de diversité de Shannon comparés entre les communautés et probabilités associées (Boot P, Past version 9.1).

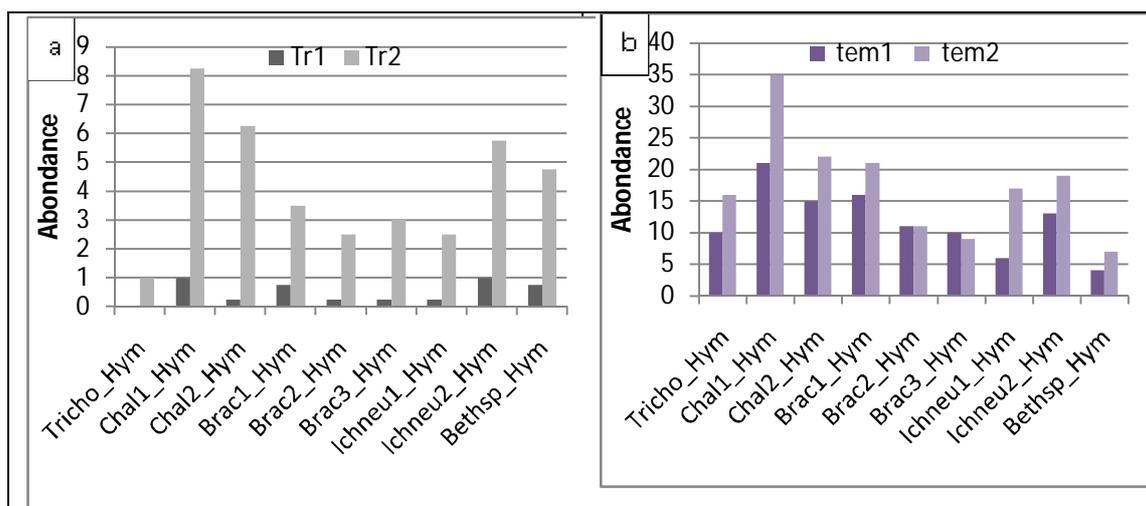
	Tr1	Tr2	Boot p(eq)
Taxa S	21	23	0,732
Individuals	76	165	0
Shannon			
H	2,625	2,896	0,052
	Tr2	tem1	Boot p(eq)
Taxa S	23	23	1
Individuals	165	343	0
Shannon			
H	2,896	2,96	0,424
	tem1	tem2	Boot p(eq)
Taxa S	23	23	1
Individuals	343	495	0
Shannon			
H	2,96	2,928	0,49
	Tr1	tem1	Boot p(eq)
Taxa S	21	23	0,781
Individuals	76	343	0
Shannon			
H	2,625	2,96	0,017
	tem2	Tr2	Boot p(eq)
Taxa S	23	23	1
Individuals	495	165	0
Shannon			
H	2,928	2,896	0,722

Tableau 7 : Ajustements au modèle de Motomura et probabilités associées à la comparaison des pentes des équations des modèles linéaires entre les communautés deux à deux.

	LnTr1	LnTr2	Lntem1	Lntem2
Pente	0,2318	0,04855	0,026	0,0295
P (Ajustement Motomura)	1,5304 e-14***	0,0792 *	0,1983 ns	0,1465 ns
LnTr1	---	0,00021***	0,0112*	0,0119*
LnTr2	---	---	0,1757 ns	0,1684 ns
Lntem1	---	---	---	0,9810 ns
Lntem2	---	---	---	---

Nous avons essayé d'expliquer à travers des graphes de l'évolution des abondances quel est le groupe d'auxiliaire le plus sensible ou le plus résistant à l'effet des traitements, et au sein de chaque groupe quelle sont les espèces qui pourraient être affectées (figure 31 de a à g).

Chez les témoins, toutes les catégories sont bien représentées, il ya même ajout de nouveaux recrues dans la communauté de départ (1ere semaine) (figure 32 b, d, f, g). Chez les traités, on remarque que toutes les catégories d'auxiliaires ont subi des diminutions d'abondance par rapport aux mêmes catégories observées dans les témoins (figure a, c, e, g). Dans ces conditions, toutes les espèces ont manifesté un regain d'activité plus accru pendant la deuxième semaine par rapport à la première semaine.



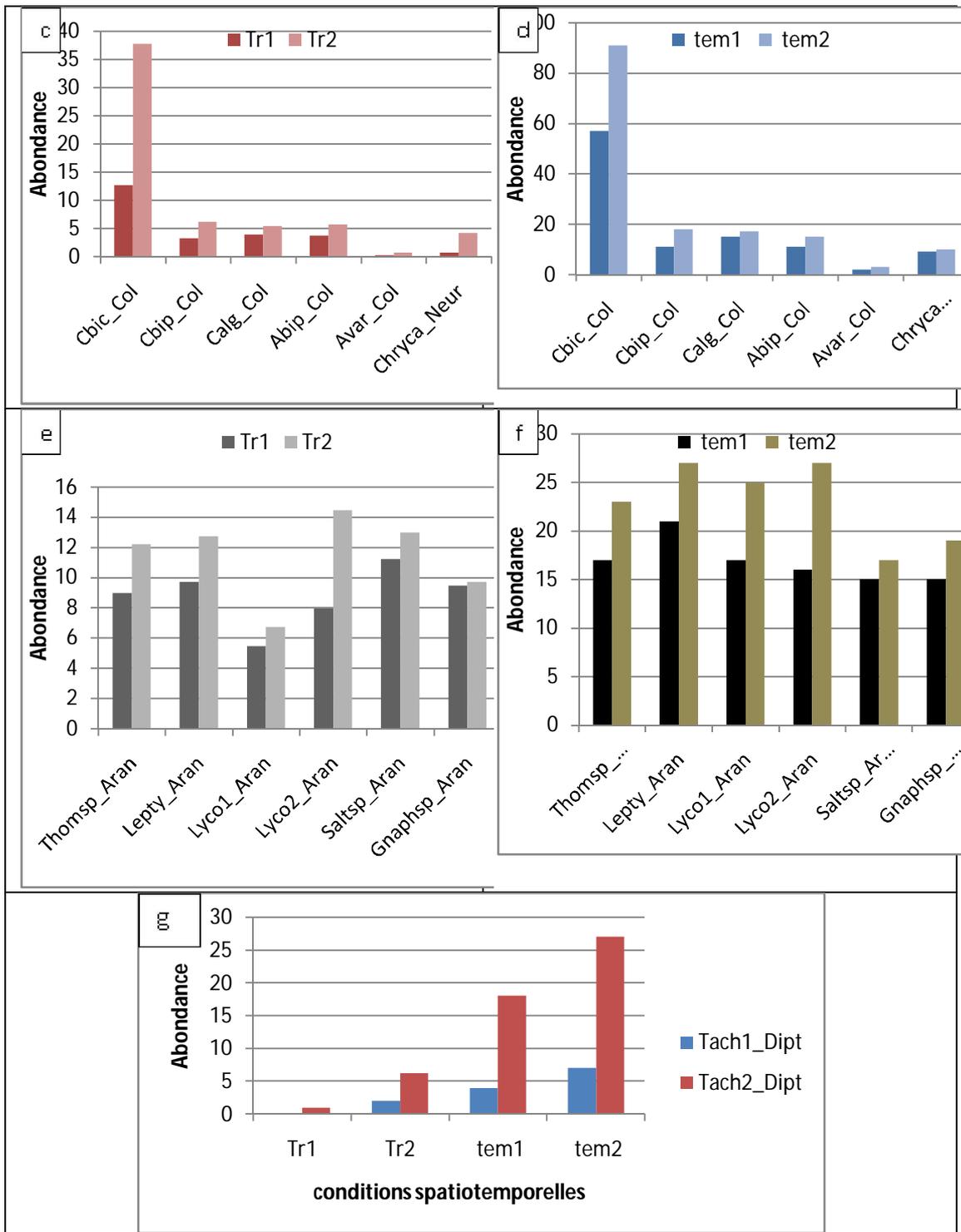
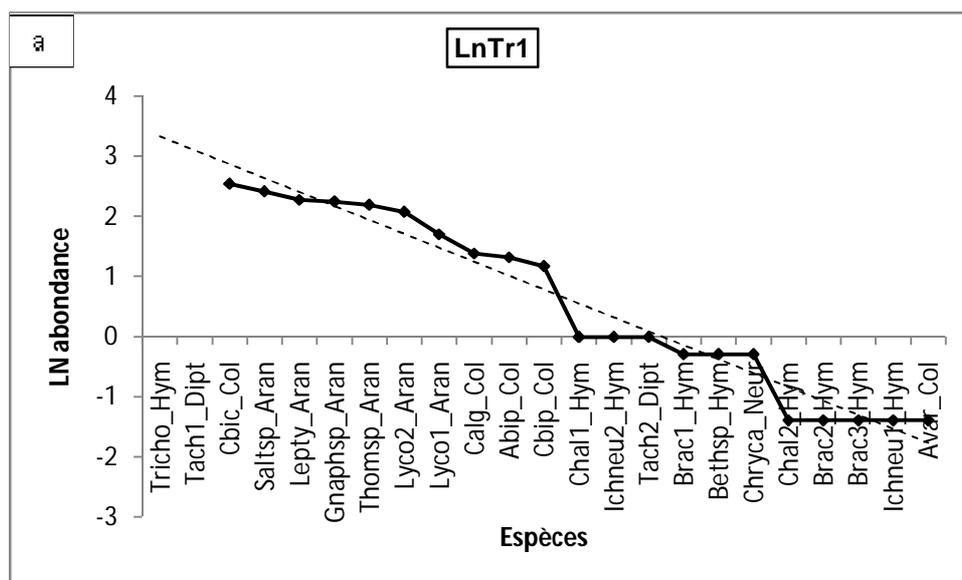


Figure .31 : Variabilité des abondances des différents groupes trophiques auxiliaires circulant dans le verger traité selon les conditions spatiotemporelles (tem : non traité, Tr : traité ; 1 et 2 : 1ere et 2eme semaine après traitement) a-b : Hymenoptera parasitoïdes, c-d : aphidiphages Coccinellidae et Chrysopidae, e-f : araignées, g : Diptera Tachinidae).

Nous pouvons mettre en évidence les groupes les plus résistants à l'effet des traitements par ordre décroissant : il s'agit du groupe des araignées qui sont caractérisés par des effectifs compris entre 8 et 12 individus excepté les Lycosidae, puis le groupe des Tachinaires, le groupe des Coccinellidae-Chrysopidae avec des formicidae, et enfin le groupe des Hymenoptera parasitoïdes qui demeure le plus sensible (figure 32 a) et au sein duquel on remarque que la reprise biocénotique est très négligeable après une semaine d'exposition. La sensibilité des espèces est différente d'une catégorie d'auxiliaire à une autre. Chez les hyménoptères parasitoïdes, on remarque que ce sont d'après nos observations les Trichogrammatidae notamment, les Chalcididae et les Ichneumonidae qui manifestent un effet de choc aux traitements. C'est le cas également de toutes les coccinelles aphidiphages et de certains Tachinidae. La fourmi *Cataglyphis bicolor* est par contre plus résistante aux traitements.

La recolonisation du verger et la reprise d'installation des différentes espèces n'est pas la même en relation avec le temps d'exposition (figure 33 a et b). Après une semaine d'exposition, on remarque que les Tachinidae et les trichogrammes sont absents de la communauté, les espèces persistantes sont d'abord les Formicidae du genre *Cataglyphis* et des araignées prédatrices, certaines coccinelles aphidiphages apparaissent les premières et les parasitoïdes s'installent en dernier (figure 33 a). Après la seconde semaine d'exposition, l'installation des espèces maintient le même ordre de recrutement avec une certaine stabilité de la communauté. On constate que les abondances des différentes espèces se rapprochent de la droite du modèle de Motomura (courbe de tendance linéaire) (figure 32b).



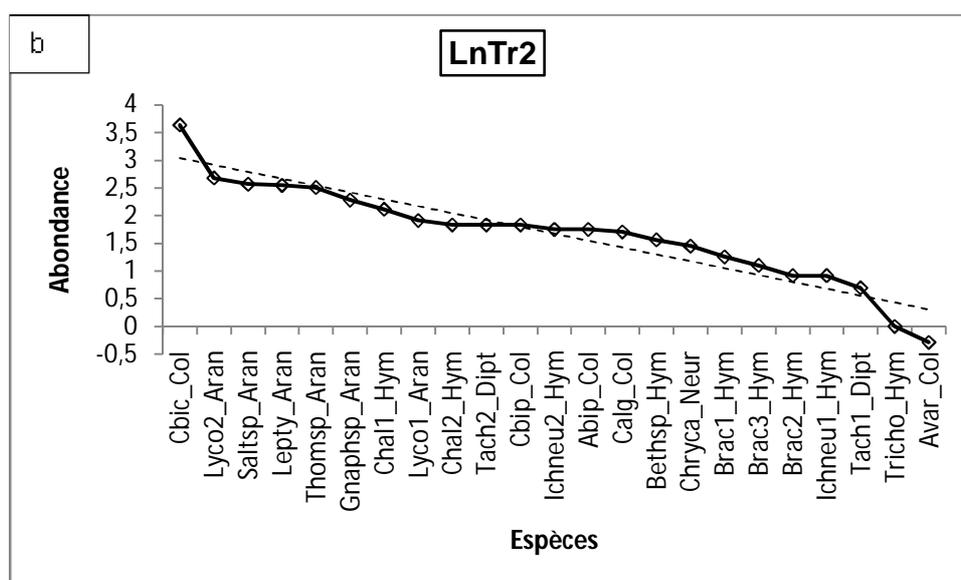


Figure 32. : Ordres de recrutement des différentes espèces d'auxiliaires dans le verger traité dans le temps (Tr1 et Tr2 : 1 semaine puis 2 semaines après les applications phytosanitaires).

3.2. Discussions

La pratique de l'activité agricole suppose une transformation du milieu naturel en agrosystème. L'agriculture est donc un domaine d'action fortement interactif. Tout changement subi par un élément déterminé se répercute directement ou indirectement sur les autres composantes du système. Dans la biosphère, les plantes supérieures, parmi lesquelles les cultures, sont le siège de la photosynthèse. Elles sont capables de capter la lumière solaire incidente et de la convertir en biomasse. Ces plantes transforment l'énergie biologique grâce à la présence, dans leurs cellules, de chloroplastes contenant la chlorophylle. Elles sont dites *productrices primaires*. Les animaux qui n'ont pas de chlorophylle sont incapables de convertir l'énergie solaire. Ils sont donc obligés de prendre de l'énergie biologique provenant de la photosynthèse par les plantes. Ils prélèvent ainsi, pour se nourrir, une partie de cette énergie stockée dans les divers organes de la plante. Cette action provoque des dégâts sur la plante qui réagit en exhibant des symptômes de la bioagression. (PIERRARD, 1993).

L'infestation des pucerons sur les jeunes feuilles pourrait être liée à une plus grande disponibilité de l'azote dans le phloème (WALTER et DIFONZO, 2007). Dès l'insertion de leurs stylets dans les tissus végétaux, les pucerons effectuent des prélèvements de contenu tissulaire qui leur permettent

d'identifier les propriétés physico-chimiques de la plante et d'évaluer ainsi sa compatibilité alimentaire (SILBERSTEIN et *al*, 2003).

L'augmentation de la densité de population sous l'effet direct de comportements agrégatifs intraspécifiques et l'effet indirect de la modification de la composition de la nourriture par les prélèvements de sève, entraînent la modulation de la fécondité des adultes qui induit une diminution de la taille des individus et l'apparition de pucerons plus pâles (ROBERT, 1982 ; RAGSDALE et *al*, 2004).

D'autres facteurs d'ordre biotique peuvent favoriser le maintien des pucerons sur les plantes. Dès qu'un puceron détecte une menace (prédateur, toxicité d'une plante...), il en informe ses congénères par des phéromones d'alarme (PICKETT et GRIFFITHS, 1980). La molécule la plus connue est l' (E)- β -farnesene, ou plus simplement EBF, elle est sécrétée en cas d'attaque, par toutes les espèces de pucerons connues (PICKETT et GRIFFITHS, 1980). Le message est capté par les antennes des individus qui l'analysent, en général, un nanogramme suffit à faire passer un message, la compréhension de l'information déclenche la fuite par chute de la plante colonisée ou par changement de lieu sur la plante (GUT et VAN OOSTEN, 1985). Des augmentations de la densité de population de puceron de 4 à 207 fois ont été observées en absence d'ennemis naturels (COSTAMAGNA et *al*, 2008).

Par ailleurs, les pucerons cherchent à contourner le mécanisme de défense de la plante en inhibant l'action des composés secondaires à partir des enzymes contenues dans leur salive (MILES, 1999). Les phloémophages se localisent sur les parties tendres de l'arbre (feuilles, pousses) particulièrement riches en glucides solubles, car en dehors des oligosaccharides et notamment du saccharose, du raffinose et du maltose, l'équipement osidasique des opophages ne leur permet d'utiliser que deux polysaccharides : l'amidon et la pectine.

Hunter et Elkinton (2000) ont montré que le potentiel biotique des bioagresseurs phytophages peut être modifié en fonction de la modulation de la qualité phytochimique des plantes sous l'effet des facteurs abiotiques d'une part, et la synchronisation de ces phytophages avec le développement de la plante hôte d'autre part.

Les Pucerons, sont des insectes aux morphologies, comportements et fécondités variables suivant les générations en fonction des conditions de vie. Les plantes pérennes étant cultivées plusieurs années de suite, les populations de pucerons peuvent demeurer sur l'hôte et s'y multiplier durant de nombreuses générations. Du fait de la variabilité temporelle plus faible des cultures pérennes, les pucerons sont soumis à des contraintes environnementales et écologiques moins variées et à une pression de

sélection en faveur d'une forte variabilité génétique moins importante, permettant aux lignées asexuées (parthénogénétiques) de s'y maintenir et de bénéficier de l'avantage démographique considérable conféré par ce mode de reproduction. En revanche, une étape de la sélection de la plante hôte s'effectue pour toutes les espèces de pucerons directement sur la plante (DEGUINE and LECLANT 1997). En effet, une fois que l'individu se retrouve sur la feuille, il procède à une série de ponction dans l'épiderme de la plante avec son stylet (POWELL *et al.*, 2006).

En effet, une lignée asexuée de femelles parthénogénétiques peut doubler son effectif à chaque génération. Or, les coûts associés à la production de morphes ailés mesurés chez les femelles parthénogénétiques incluent un temps de développement plus long, une taille adulte réduite et une fécondité moindre que les morphes aptères NEWTON et DIXON 1990 ce qui conforte l'explication de nos observations populations saisonnières aphidiennes sur l'oranger.

Toutes les études sur l'organisation des communautés s'accordent sur le fait que la structure de ces communautés et sa diversité dépendent fortement de l'histoire évolutive des espèces impliquées ainsi que des processus écologiques régissant les relations entre les espèces tels que la compétition, la prédation, le parasitisme ou le mutualisme Denno *et al.*,

L'autorégulation qui se manifeste au sein d'une biocénose naturelle nécessite donc la présence des éléments de tous les niveaux trophiques et en particulier d'une population avec un minimum d'hôtes phytophages pour assurer la survie des entomophages qui leur sont inféodés (GRISON, 1970). Des expériences ont démontré que les ennemis naturels peuvent répondre de façon agrégative à une forte infestation de pucerons du soya (CHACON et HEIMPEL, 2010), permettant de réduire de 1000 à 10 pucerons en une semaine (DONALDSON *et al.*, 2007). Ces conditions ne peuvent se réaliser pleinement qu'à partir d'une production végétale suffisamment abondante et surtout variée.

La diminution de biodiversité localement constatée est d'abord le résultat de la disparition, de la fragmentation ou de l'altération (pollution) des habitats qui hébergent les espèces vivantes dans les Territoires Une augmentation de la diversité du paysage implique une augmentation de la diversité des ressources trophiques disponibles. Les espèces généralistes pouvant utiliser plusieurs ressources différentes, une meilleure diversité paysagère représente donc potentiellement à la fois un plus grand nombre de

ressources utilisables et une meilleure connectivité entre elles (Jonsen & Fahrig 1997 ; Taylor et al. 2003).

Une des motivations de la lutte biologique est de limiter le développement de la résistance aux insecticides. Souvent, lors d'une application d'insecticides, les insectes auxiliaires (micro-hyménoptères, coccinelles, syrphes,...) sont éliminés en même temps que les insectes ravageurs. Dans un premier temps, une sélection d'insectes auxiliaires a permis d'obtenir des souches résistantes à certains insecticides, notamment avec des acariens (Phytoseiididae) prédateurs de *Tetranychus urticae* (Avella et al., 1985). Les insecticides ont un effet direct sur les Hyménoptères parasites (mortalité des jeunes stades, mortalité des adultes) ou différé (retard d'infestation, diminution du nombre de momies) du parasitoïde *Aphidius ervi*. Toutefois, le traitement insecticide ne supprime pas l'action des Hyménoptères parasites qui continuent à limiter les pucerons quand l'insecticide n'est plus efficace. De plus, nous avons mis en évidence que les insecticides ne sont pas le principal facteur de limitation des parasitoïdes : ces derniers sont victimes d'action d'insectes hyperparasites et prédateurs, et de mycoses.

Dans le cadre d'un groupe de travail de l'Organisation internationale de lutte biologique (OILB / IOBC) en vue de la sélection de produits phytopharmaceutiques utilisables dans la lutte intégrée, des méthodes de référence ont été proposées permettant de définir la toxicité des pesticides à l'égard de diverses espèces auxiliaires (Hassan et al. 1994). L'exposition aux pesticides agit également sur les paramètres de reproduction des syrphes : fécondité totale et taux d'émergence s'en trouvent réduits. Ces observations recourent celles de Jansen (1998) et de Niehoff et Poehling (1995).

Les espèces parasitoïdes sont des espèces "clef de voûte" des écosystèmes car elles participent à leur maintien à l'équilibre en régulant les populations d'autres insectes. L'utilisation massive de produits phytosanitaires pour la protection des cultures et des milieux urbains conduit à l'exposition d'un grand nombre d'espèces non ciblées dont les parasitoïdes. Cette exposition a lieu soit de façon directe, à proximité immédiate des zones traitées, soit par exposition indirecte, liée à la présence de concentrations variables de ces produits dans l'environnement par pollution environnementale. La mortalité des insectes est le premier effet pouvant être observé. Mais l'impact des produits phytosanitaires sur la dynamique évolutive et la dynamique des populations de ces espèces non ciblées, par l'intermédiaire de paramètres ne faisant pas intervenir la mortalité comme les effets sublétaux, est également un facteur important à considérer. D'autant plus que, en complément, ou parfois en remplacement de cette lutte chimique, une lutte biologique utilisant

des insectes auxiliaires est également pratiquée. Stratégie d'exploitation des patchs d'hôtes.

Les insecticides jouent un rôle important dans la limitation de populations d'insectes ravageurs et dans l'amélioration de la production agricole. Les problèmes écotoxicologiques ne sont pas pris en compte lors de l'application des produits phytosanitaires, malgré des indices d'effets sur les insectes auxiliaires, tels que l'absence de l'action des parasitoïdes et les traces d'insecticide pouvant être retrouvés dans les échantillons d'abeilles mortes analysées. En effet, nous avons constaté que les agriculteurs protègent essentiellement leurs vergers contre l'attaque des insectes ravageurs par le traitement chimique systématique. Du fait du savoir-faire limité en matière de protection de plantes, les agriculteurs n'appliquent pas correctement le traitement. Nous avons observé les problèmes d'inadéquation des produits, de surdosage et de traitements pendant la période de floraison.

Selon Aoudia (2012), les traitements biologiques n'ont pas d'effets négatifs sur l'écosystème, le Spinosad engendre des perturbations au sein des populations des parasites, ce qui provoque un retard de parasitisme et une pullulation des ravageurs. Contrairement aux parasites, les prédateurs sont maintenus avec le Spinosad, Les Chrysopidae font exception. Des études complémentaires de toxicité chronique et l'effet subléthale de ces produits sur les prédateurs est nécessaire afin de les utiliser conformément à une lutte intégrée. Les floricoles montrent une sensibilité au Spinosad aux deux doses (homologuée et la demi dose), ce qui nous obligerait à ne pas utiliser cette bactérie formulée pendant la période de floraison.

Comme tous les insecticides chimiques, la Lambda-cyhalothrine a un effet négatif sur l'entomofaune non cible, mais avec des degrés variables selon l'espèce et la dose d'application. Les parasites et les floricoles sont les plus sensibles, suivis par les prédateurs. La demi-dose de cette matière active a montré un effet destructif sur la faune utile, mais avec degrés faibles comparé à la dose homologuée. Ces résultats nous conduisent à prédire l'état phytosanitaire de notre culture si on utilise ce produit de façon anarchique. Ainsi il faut penser à remplacer cette matière active malgré son efficacité sur les ravageurs et leur grand spectre d'activité qui minimise le coût de protection, par d'autres insecticides plus spécifiques sur les ravageurs ciblés (Aoudia, 2012).

Au moment où l'insecte entre en contact avec l'insecticide, ce dernier pénètre dans l'organisme et atteint, plus ou moins rapidement, au niveau cellulaire, les protéines et les enzymes cibles dont il entrave le fonctionnement normal. On distingue à cet égard deux types de modifications. La première est due à

une activité accrue des systèmes de dégradation des insecticides considérés comme xénobiotiques. La seconde modification concerne une modification de la cible de l'insecticide qui devient capable de fonctionner correctement malgré la présence d'insecticide, (AVELLA *et al.*, 1985).

Les traitements pesticides entraînent différentes réponses chez divers groupes d'arthropodes. Ces effets sont visibles à court terme (quelques jours ou semaines suivant l'application du traitement) ou à moyen terme (effets cumulatifs d'applications répétées d'un insecticide ou effet déclencheur d'évènements suite à une seule application). Ont démontré que l'insecticide isazofos pouvait entraîner d'importantes baisses de populations de prédateurs à court terme comparativement aux autres insecticides à l'étude soit le cyphlutrin (cyhalothrine) et le carbaryl. Ces baisses ont été observées chez les araignées, les fourmis, les staphylins et les carabes. Ces mêmes auteurs ont aussi mesuré le temps de re-colonisation de ces arthropodes suite aux traitements. Six à dix semaines après les traitements, les arthropodes les plus mobiles (araignées, staphylins, etc.) avaient re-colonisé les parcelles traitées.

Les méthodes alternatives de lutte, dont l'utilisation des auxiliaires, constituent un moyen de contrôle complémentaire qui permet de réduire le nombre d'interventions chimiques et les résidus de pesticides dans les denrées alimentaires. Selon Colignon (2003), lors de la mise en oeuvre d'un programme de lutte intégrée basé sur l'utilisation combinée d'ennemis naturels et de pesticides, le choix des produits phytopharmaceutiques doit prendre en compte les effets éventuels sur la faune auxiliaire. En effet, la lutte intégrée prône l'utilisation de techniques appropriées et de manière aussi compatible que possible. Il convient dès lors de déterminer un traitement pesticide suffisamment efficace pour réduire les populations du ravageur à un niveau permettant de les maintenir sous le seuil économique de dégâts avec l'aide complémentaire des auxiliaires. La sélectivité du traitement est obtenue par le

Choix de la matière active et par les quantités employées.

Conclusion

Les plantations agrumicoles font l'objet de diverses maladies et attaques de très nombreux ravageurs. L'intérêt économique et qualitatif contraint l'agrumiculteur à utiliser des pesticides, soit au verger, soit au cours de la conservation ou du conditionnement des fruits et ce, dans le but d'éliminer ou de réduire les pertes de production. Le défi à relever est d'y parvenir sans risque pour le consommateur et l'environnement.

L'activité des aphides est caractérisée par une phase de déclin entre le mi mai et le début de juin avec des colonies présentes mais caractérisées par de faibles densités des individus.

Les différences sont hautement significatives entre les abondances des pucerons des feuilles jeunes et des feuilles âgées au sein d'un même verger ($p=0.01$) et entre les vergers eux mêmes ($p=0.006$)

Le complexe des aphidiphages associés aux populations aphidiennes colonisant les pousses est représenté par des larves et des adultes de coccinellidae (principalement des *Scymnus*), des adultes de la chrysope *Chrysoperla carnea*, et des larves de la cécidomyie *Aphidoletes aphidimyza*. A l'exception des larves de cécidomyies dans les colonies aphidiennes, les autres catégories d'aphidiphages sont très faiblement représentées où n retrouve des abondances temporelles moyennes comprises entre 0.5 et 1 individu (figure 23 et figure 24) dans chaque type de verger étudié.

L'AFC met en évidence 3 enveloppes nettement séparées. On peut remarquer un assemblage d'aphidiphages durant toute la période d'échantillonnage, caractérisé par l'occurrence des adultes de coccinelles et de chrysopes qui sont associés aux larves de cécidomyidae. Les deux autres enveloppes correspondent à des abondances très faibles des larves de coccinelles dans le verger non traité à la mi juin d'une part et la présence des larves de chrysopes dans le verger traité au début du même mois d'autre part mais avec une abondance moyenne presque nulle

La richesse totale des deux vergers étudiés se compose de 23 taxons répartis en 5 ordres (Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Neuroptera et Arenomorpha) et 14 familles. En considérant les richesses spécifiques, on retrouve 10 espèces chez les hymenoptera : la plupart étant parasitoïdes, 4 espèces de coccinellidae aphidiphages, 1 espèce de chrysopidae aphidiphage, 2 espèces de diptera parasites, 4 espèces d'araignées.

La tendance globale de la distribution des communautés dans le verger entretenu reflète trois assemblages de composition différente (figure 29). D'après les calculs des distances euclidiennes avec comme mesure de

similitude la valeur -0.4, les différentes espèces d'insectes se structurent en 3 groupes de statut différent

Il apparaît nécessaire de constituer des réseaux d'observations permettant d'assurer une surveillance générale des vergers, d'évaluer la nuisibilité et les nuisances réelles liées aux organismes nuisibles, d'appréhender les risques sanitaires et environnementaux qui découlent de la mise en œuvre de stratégies de lutte, de proposer des méthodes adaptées de gestion du risque. Il est judicieux également d'orienter les actions de sensibilisation des agriculteurs vers une utilisation des pesticides plus rationnelle et à moindre risque éco toxicologique.

Il n'est pas indispensable de tenter à tout prix de disposer d'un verger complètement indemne de tout ravageur ; par contre il faut rechercher à tendre en permanence vers un équilibre de la faune se trouvant dans nos vergers. La lutte intégrée ou raisonnée, reste la meilleure garantie pour une agriculture plus saine. Les pesticides utilisés contre tous les ravageurs et maladie deviennent de plus en plus toxique ; cela est lié à l'accoutumance progressive et à un développement d'une résistance à diverse traitement et à de multiples matières actives.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

- **ACCODJI J.M.M., 1912** - Contribution à la connaissance des Aphidiens tropicaux: Etude d'*Aphis citricola* Van Der Goot Homdp, Aphididae). Aspects bioécologiques, Nuisibilité et résistance au parasitisme. Aperçu sommaire sur quelques Aphidiens du Bénin. Thèse doct. 3ème cycle en Parasitologie, Pathologie et relations écophysiologicals. MONTPELLIER (Paris), 161 p
- **AHMED MAHMOUD** : La répartition de population des pucerons (*Aphis citricola* et *Aphis gossypii*) et leurs auxiliaires dans le verger des agrumes (clémentinier) en Mitidja centrale. thèse ingénieur Inst. Agro. Univ. Saad dehle, Blida, Alger, p.
- **(ANONYME, 2009)**- Pour une agriculture compétitive. SAF agriculteurs de France, Conférence régionale, Picardie Nord Pas de calais, 21p.
- **ANONYMEa 2009** (ITAFV) Institut Technique d'Arboriculture Fruitière et de la Vigne
- **ANONYMEb 2009** DSA /M.A.D.R
- **ANONYME a, 2004**, Secrétariat de CNUCED d'après les données statistiques de l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture 7p.
- **ANONYME., b2004**- les agrumes. C.N.U.C.E.D. www.agrumes.htm.
- **ANONYME-b 2008**, Données statistiques de la direction des services agricoles (DSA) de la wilaya de Blida .12p.
- **AROUN M.E.F., 1985** - Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja (Algérie). *Th. Mag. Agro. Inst. Nat. Agro., El-Harrach*, 125.
- **AVELLA M., FOURNIER D., Pralavorio M., Bergé JB. (1985)**. Sélection pour la résistance à la deltaméthrine d'une souche de *Phytoseiulus persimilis*. *Agromonie* 5, p. 177-180.
- **BATRA, R.C., D.R. SHARMA ET Y.R. CHANANA. 1992**. Screening of Citrus germplasm for their resistance against citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton. *J. Insect Sci.* 5 : 150-152.
- **BRETON L.M. ET J.F. ADDICOTT. 1992**. Density-dependent mutualism in an aphid-ant interaction. *Ecology* 73(6): 2175-2180.
- **CHACON JM et HEIMPEL GE (2010)** Density-dependent intraguild predation of an aphid parasitoid. *Oecologia* 10.1007/s00442-010-1611-7.
- **CHOUIBANI, M.Ouizbouben, A.Kaack, H. (2009)** Protection intégrée des agrumes. Ed GTZ-DPVCTRF Projet Contrôle phytosanitaire
- **COSTAMAGNA AC ET LANDIS DA (2007)** Quantifying predation on soybean aphid through direct field observations. *Biological Control*, 42: 16-24.
- **COSTAMAGNA AC, LANDIS DA et BREWER MJ (2008)** The role of natural enemy guilds in *Aphis glycines* suppression. *Biological Control*
- **DAHMANE. A, 1991** -Contribution à l'étude bioécologique de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratittis Capitata* (Weidmann, 1824) (Diptere Trypetidae) dans la région de la Mitidja. thèse. Mag. Agro. univ. Ager.

- **DELABIE J. H.C. 2001** . Les trophobioses entre Formicidae et Hemiptera Sternorrhyncha et Auchenorrhyncha. Mémoire d'Habilitation à Diriger des recherches.
- **DEROCCA, S ET OLLITRDULT, M., 1992-** l'amélioration des agrumes .les sources génétiques fruits.vol 47.50p.
- **DIERL, W. & RING, W., 1988,** Guide des Insectes : la description, l'habitat, les moeurs, Delachaux & Niestlé
- **DOGIMONT C ET AL. (2003)** Gène de résistance à *Aphis gossypii*. FR 0300287(Inra, brevet)
- **DONALDSON JR, MYERS SW et GRATTON C (2007)** Density-dependent responses of soybean aphid (*Aphis glycines* Matsumura) populations to generalist predators in mid to late season soybean fields. *Biological Control*, 43, 111-118.
- **É. HAUBRUGE, M. AMICHOT 1998-** Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 1998 2 (3), 161–174.
- **FAO. 2009,** Food and agriculture Organization of United Nation. Division de la statistique (FAOSTAT). 3p.
- **FISHER M.K., K.H. HOFFMANN ET W. VÖLKL. 2001.** Competition for mutualists in an ant-homopteran interactions mediated by hierarchies of ant attendance. *Oikos* 92: 531- 541.
- **GAUTIER M., 1993-** La culture fruitière. Vol. 1 : L'arbre fruitier. Ed. Technique et documentation, Paris, pp, 386-392.
- **(Hassan et al. 1994). HASSAN S.A., F. BIGLER, H. BOGENSCHÜTZ, J. BRUN, J. CALIS, J. COREMANS-PELSENEER, C. DUSO, A. GROVE, U. HEIMBACH, N. HEYLER, H. HOKKANEN, G.B. LEWIS, F. MANSOUR, L. MORETH, L. POLGAR, L. SAMSOE-PETERSEN, B. SAUPHANOR, A. STAÜBLI, G. STERK, A. VAINIO, M. VEIRE, G. VIGGIANI ET H. VOGT. 1994.** Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS working group "Pesticides and beneficial organisms". *Entomophaga* 39 : 107-119.
- **HAVELKA J. & ZEMEK R., 1999.** Life table parameters and oviposition dynamics of various populations of the predacious gall-midge *Aphidoletes aphidimyza*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91. P 481-484
- **HÖLLDOBLER B ET E.O. WILSON. 1990.** The ants. 732 pages.
- **HULLE M., TURPEAU E., ET LECLANT F., 1998**"Les pucerons des arbres fruitiers, cycle Biologique et activités de vol", Ed. ACTA, Paris, 80p.
- **INBERT E., 2005,** Les agrumes de méditerranée, Article, FRUITTOP, N°122, pp 4-6.
- **J. GUT, A.M. VAN OOSTEN 1985,** Functional significance of the alarm pheromone composition in various morphs of the green peach aphid, *Mysus persicae*, *Entomol. exp. and appli.*, 37, 199, 204.
- **J.A. PICKETT, D.C. 1980,** Griffiths, Composition of Aphid alarm pheromones, *Journal of Chemical Ecology*, 6, 349-360.

- **JANSEN, J.P. 1998.** Side effects of insecticides on larvae of the aphid specific predator *Episyrphus balteatus* (De Geer) (Dipt. Syrphidae) in the laboratory. *Meded. Fac. Landbouwwet. Univ. Gent.* 63 : 585-592
- **KRANZ, J.; SCHMUTTERER, H.; KOCH, W., 1977-** *Diseases, pests and weeds in tropical crops*, pp. 342-343. Paul Parey, Berlin, Allemagne.
- **LECLANT F., 1996** - Dégâts et identification des pucerons”, PHM, n° 369. France, 19-24.
- **LOUSSERT R., 1985-**les agrumes. Ed. Baillière, paris, 136p.
- **MAZOYER M., 2002-** Larousse agricole. Ed.Larousse, Paris, 767 p.
- **MCCORNACK BP, RAGSDALE DW ET VENETTE RC (2004)** Demography of soybean aphid (Homoptera: Aphididae) at summer temperatures. *Journal of Economic Entomology*, 97, 854-861.
- **MILAIRE H.G. (1981).** Les pucerons des arbres fruitiers,Données générales.Ed. ACTA p. 233-235.
- **MILES P. W., 1999** – Aphid saliva. *Rev. Biol.* 74: 41–85.
- **MOSTEFAOUI H., 2009** – Effet de la qualité de la plante hôte sur l'allocation des réserves énergétiques des pucerons dans un verger d'agrumes en Mitidja centrale”, Thèse Magistère, Inst. Agro. Univ. Saad dehle, Blida, Alger, 207p.
- **NIEHOFF, B. ET H.M. POEHLING. (1995).** Population dynamics of aphids and syrphid larvae in winter wheat treated with different rates of pirimicarb. *Agric. Ecosyst. Environ.* 52 : 51-55.
- **PIERRARD, G. 1993.** Les méthodes alternatives à la lutte contre les ennemis des cultures. Communication présentée au séminaire national sur l'impact de l'utilisation des pesticides sur l'environnement et la santé humaine : cas du Niger. Niamey, 21-25 juin 1993.
- **PIERRE COLIGNON, Éric Haubruge, Charles Gaspar et Frédéric Francis 2003-** Effets de la réduction de doses de formulations d'insecticides et de fongicides sur l'insecte auxiliaire non ciblé *Episyrphus balteatus* [Diptera : Syrphidae] *PHYTOPROTECTION* 84 : 141-148.
- **PIERRE PIGUET, 1960** Les ennemis animaux des agrumes en Afrique du Nord p 120 Ed Société Shell d'Algérie Algérie.
- **QUILCI S., 1999.**La mouche méditerranéenne des fruits ou Cératite (*Ceratitis capitata*), <http://fruitflies.netfirms.com/french/2f-ceratitis.html>,C.I.R.A.D.
- **RAGSDALE DW, VOEGLIN D et O'NEIL RJ (2004)** Soybean aphid biology in North America. *Annals of the Entomological Society of America*, 97, 204-208.
- **RHAINDS M, ROY M ET BRODEUR J (2007)** Détermination de seuils d'intervention basée sur la densité des populations de pucerons du soya et la phénologie de la plante., Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.
- **ROBERT Y., 1982** - Fluctuations et dynamique des populations de puceron. Les pucerons des cultures, journées d'étude et d'information, Paris 2,3 et4 Mars 1981, Acta. 76p.
- **ROBERT Y., 1982** - Fluctuations et dynamique des populations de puceron. Les pucerons des cultures, journées d'étude et d'information, Paris 2,3 et4 Mars 1981, Acta. 76p.

- **ROBERT, P.-A., 2001.** Les Insectes, Delachaux & Niestlé, 4e édition
- **ROUSE, F., 1988.** Agrume : quelques hybrides. pp : 3 - 5.
- **Riadh Moulai, Anissa Maouche & Kahina Madouri, 2006,** Données sur le régime alimentaire de *Cataglyphis bicolor* (Hymenoptera Formicidae) dans la région de Bejaia (Algérie), *L'Entomologiste*, **62**, 37-44.
- **SAUBRY. A.J., 1992,** Les agrumes en méditerranée, problématique et perspectiveS. Sér A / n°19 193 p.
- **SILBERSTEIN L et al. (2003)**Genome 46, 761-73
- **STADLER B., K. FIEDLER, T.J. KAWECKI ET W. WEISSER. 2001.** Costs and benefits for phytophagous myrmecophiles: when ants are not always available. *Oikos* 92: 467-478.
- **STRONG, D.R., LAWTON, J.H. & SOUTHWOOD, T.R.E. (1984).** Insects on plants. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- **TERRY ET AL. (1993) TERRY, L.A., D. POTTER ET P.G. SPICER. 1993.** Insecticides affect predatory arthropods and predation on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) eggs and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) pupae in turfgrass. 1993. *J. Econ. Entomol.* 86: 871-878.
- **WU Z, SCHENK-HAMLIN D, ZHAN W, RAGSDALE DW ET HEIMPEL GE (2004)** The soybean aphid in China: a historical review. *Annals of the Entomological Society of America*, 97, 209-218.
- **WYATT, I. J., BROWN, S. J., 1977.** The influence of light intensity, day length and temperature on increase rates of four glasshouse aphids. *Journal of Applied Ecology* 14 : 391-399.
- **XUE Y, BAH LAI CA, FREWIN A, SEARS MK, SCHAAFSMA AW ET HALLETT RH (2009)** Predation by *Coccinella septempunctata* and *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 38: 708-714.
- **YAO I., H. SHIBAO ET S. AKIMOTO. 2000.** Cost and benefits of ant attendance to the drepanosiphid aphid *Tuberculatus quercicola*. *Oikos*, 89, 3-10.
- **YAO I. ET S. AKIMOTO.2001** Ant attendance changes the sugar composition of the honeydew of the drepanosiphid aphid *Tuberculatus quercicola*. *Oecologia* 128: 36-43.

Table des matieres

Table des matières

REMERCIEMENTS

DEDICACES

SOMMAIRE

LISTE DES SYMBOLES ET D'ABREVIATIONS

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

RESUME

OBSTRACT

ملخص

Introduction

Partie bibliographique.

CHAPITRE I : Présentations de la plante hôte et des aphides.

1.1. Généralités	01
1.2. Classification	01
1.3. Importance de l'agrumiculture.....	01
1.4. Ravageurs des agrumes.....	04
1. 4.1. Les homoptères.....	04
1.4.2. Les Lépidoptères.....	04
1.4.3. Les Araignées.....	04
1.4.4. Diptères.....	04
1.5. Les pucerons des agrumes généralités et systématique.....	07
1.5. 1. Caractéristiques morphologiques	08
1.5. 1. 1. Tête et pièces buccales	08
1.5. 1. 2. Le Thorax.....	09
1.5. 1. 3. L'abdomen.....	09

1.5. 2. Cycle biologique des aphides	10
1.5. 3. Facteurs de développement des aphides.....	11
1.5. 3.1. Les facteurs abiotiques	11
1.5. 3.2. Les facteurs biotiques.....	12
1.5.3.2.1. La plante hôte	12
1.5.3.2.2. Comportement social et mutualisme.....	12
1.6. Les principaux aphides des agrumes.....	12
7. Les ennemis naturels des aphides.....	14

Partie expérimentale

CHAPITRE I I: Matériels et Méthodes

2.1. Présentation de la région d'étude (Mitidja).....	17
2.1.1. Situation géographique	17
2.1.2. Températures de la région d'étude.....	17
2.1.3. Pluviométrie de la région d'étude.....	18
2.1.3. Vents gelées et grêle.....	19
2.2. Synthèse climatique.....	19
2.2.1. Diagramme Ombrothermique.....	19
2.2.2. Climagramme d'EMBERGER.....	20
2.3. Présentation des vergers d'oranger étudiés.....	21
2.3.1. Verger entretenu.....	21
2.3.2. Verger non entretenu.....	23
2.4. Méthodologie d'étude.....	25
2.4.1. Echantillonnage sur le terrain.....	25
2.5. Analyses globales.....	26

CHAPITRE III:R résultats et discussions

3.1 Résultats sur l'évolution des communautés entomofauniques dans les deux vergers étudiés.....	28
3.1.1. Variation de la dynamique d'activité aphidienne	28
3.1.2. Evolution du complexe entomophage dans les deux vergers.....	30
3.1.2.1. Fluctuations des populations des aphidiphages.....	30
3.1.3. Distribution spatiotemporelle globale et structuration des communautés d'aphidiphages dans les deux vergers.....	32
3.1.4. Inventaire de l'entomofaune auxiliaire circulante dans les deux vergers.....	34
3.1.5. Analyse de l'impact des traitements phytosanitaires sur l'entomofaune circulante dans le verger entretenu (traité).....	37
3.2. Discussions.....	44

Conclusion générale.

Références bibliographiques