

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention
Du diplôme de mastère II
Spécialité : Science de la nature et de vie
Option : Phytopharmacie appliquée.

**Dynamique de l'activité saisonnière des populations
aphidiennes dans un verger d'agrumes à Soumaà. Richesse
en auxiliaires et impact biocide de l'extrait aqueux de
Lantana camara (Verbénacée).**

Présenté par : YEZID Radia

Devant le jury :

M ^{me} . MARENICHE. F.	M.C.B.	U.S.D.B	Président du jury
M ^{me} ALLAL BEN FEKIEH.L.	Professeur	U.S.D.B	Promotrice
M ^r . AOUDIA.B.	Magister	U.S.D.B.	Co-promoteur
Mme DJENNES. K.	M.A.A.	U.S.D.B.	Examinatrice
M ^r . OULD RABAH I.	M.A.A.	U.S.D.B.	Examinatrice

Année Universitaire 2011/2012

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier notre Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la santé afin d'achever ce modeste travail.

Il est agréable d'exprimer nos sincères gratitudee à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation. Nos remerciement s'adressent à :

M^{me} Allal Benfekih. L, notre promotrice, professeur au département des sciences agronomiques de Blida, d'avoir été très patiente avec nous en guidant ce travail par les précieux conseils et l'appui qu'elle nous a prodigué. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profond remerciement.

M^{me} Marenich.F, maitre de conférences B au département des sciences agronomiques de Blida de nous avoir honorées en acceptant de présider ce jury.

M^{me} Djennas.K, M^r Ould Rabah.I, maitre assistant A au département des sciences agronomiques de Blida, qui ont accepté de faire partie de notre jury et d'examiner ce travail.

M^r Aoudia.B, notre Co-promoteur, magistère au département des sciences agronomiques, qui a accepté de faire partie de notre travail. Qu'il trouve ici l'expression de notre profond remerciement

M^{lle} DJEMAI Yamina, technicienne de laboratoire de zoologie, pour toute sa gentillesse et ses concessions

A tout et toutes qui ont aidées de près ou de loin de réaliser ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ma très chère,

douce et tendre Maman.

Mon très cher père

A mon mari qui m'a soutenue,

Mes sœurs et frères

A ma belle famille,

Toute ma famille proche et lointaine.

À tous mes amis qui m'ont aidé

moralement.

Radia

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1: Quelques bio pesticides et auxiliaires utilisés pour la lutte contre les pucerons.....	14
Tableau 2 : Méthodes permettant de maintenir ou d'améliorer le potentiel antagoniste des prédateurs/parasitoïdes d'aphides d'après DELUCCHI (1991), CHAUBET (1992).....	16
Tableau 03 : Superficies et productions végétales globales dans la région de Blida.	29
Tableau 04 : Substances secondaires d'origine végétale (ANONYME, 2007).....	35
Tableau 05 : Inventaire de l'entomofaune circulante récoltée à partir des pièges jaunes dans le verger expérimental d'agrumes pendant la période du 24 Avril au 24 juin 2012. (* : Espèce rare ou accidentelle, ** : espèce fréquente, *** : espèce abondante ou constante).	46
Tableau 06 : Inventaire de l'entomofaune de la strate herbacée récoltée dans le verger expérimental d'agrumes durant la période du 24 Avril au 19 juin 2012.....	48
Tableau 07 : Résultats de l'analyse comparée (modèle GLM) de l'effet temporel des deux phytoextraits de <i>L. camara</i> sur les aphides en verger.....	51

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1: Quelques bio pesticides et auxiliaires utilisés pour la lutte contre les pucerons.....	14
Tableau 2 : Méthodes permettant de maintenir ou d'améliorer le potentiel antagoniste des prédateurs/parasitoïdes d'aphides d'après DELUCCHI (1991), CHAUBET (1992).....	16
Tableau 03 : Superficies et productions végétales globales dans la région de Blida.	29
Tableau 04 : Substances secondaires d'origine végétale (ANONYME, 2007).....	35
Tableau 05 : Inventaire de l'entomofaune circulante récoltée à partir des pièges jaunes dans le verger expérimental d'agrumes pendant la période du 24 Avril au 24 juin 2012. (* : Espèce rare ou accidentelle, ** : espèce fréquente, *** : espèce abondante ou constante).	46
Tableau 06 : Inventaire de l'entomofaune de la strate herbacée récoltée dans le verger expérimental d'agrumes durant la période du 24 Avril au 19 juin 2012.....	48
Tableau 07 : Résultats de l'analyse comparée (modèle GLM) de l'effet temporel des deux phytoextraits de <i>L. camara</i> sur les aphides en verger.....	51

Dynamique de l'activité saisonnière des populations aphidiennes dans un verger d'agrumes à Soumâa. Richesse en auxiliaires et impact biocide de l'extrait aqueux de *Lantana camara* (Verbenaceae).

Résumé

L'évolution des populations d'aphides, le complexe auxiliaire circulant ainsi que l'effet d'un traitement biologique in situ à base de l'extrait aqueux d'une Verbenaceae *Lantana camara* ont été abordés dans un verger d'agrumes expérimental du département d'Agronomie, présentant une absence de régulation appropriée, durant la période de poussée de sève printanière de la fin avril à la fin juin 2012. Le suivi hebdomadaire du complexe aphidien-auxiliaires au niveau de la canopée a mis en évidence une variation des fluctuations aphidiennes caractérisée par des abondances très faibles durant la première moitié de mai puis par une augmentation très rapide des effectifs jusqu'à la fin des échantillonnages avec une brusque période de déclin durant la première moitié de juin. Les auxiliaires aphidiphages sont en faibles abondances, notamment les larves de syrphes, de coccinelles et de chrysopes, qui pourrait être en relation avec leur installation ou leur activité retardée dans le verger. L'échantillonnage de l'entomofaune circulante par la méthode de capture par pièges jaunes à eau et à travers les récoltes manuelles ou par filet fauchoir dans la strate herbacée, a fait ressortir une richesse totale comprise entre 21 et 25 taxons appartenant pour la plupart aux ordres des Diptera et Hymenoptera. La catégorie des aphidiphages est représentée surtout par des prédateurs des familles des *cécidomyidae* (*Aphidoletesaphydimyza*), des coccinellidae (*Scymnus* sp) et des parasitoïdes Braconidae (*Lysiphlebus testaceipes*). L'application de l'extrait aqueux de *Lantana camara* à base du feuillage frais de la plante s'est avérée plus efficace qu'avec l'application de l'extrait à base de feuilles sèches. L'effet de la nature du produit est très significatif par rapport à l'effet temporel progressif par le fait que les pourcentages des populations aphidiennes des aphides se sont maintenues à des pourcentages inférieures à 30% durant les 10 jours d'exposition au traitement.

Mots clés: Lutte biologique, auxiliaires, pucerons des agrumes, biopesticides botaniques, toxicité, *Lantana camara*.

Dynamics of seasonal activity aphid populations in a citrus orchard in Soumaa. Wealth and auxiliary biocide impact of the aqueous extract of *Lantana camara* (Verbenaceae).

Summary

The evolution of aphid populations, the complex auxiliary circulating and the effect of in situ biological treatment based aqueous extracts of Verbenaceae *Lantana camara* have been addressed in a citrus orchard experimental department of Agronomy, with a lack of appropriate governance, during the spring sap flow from late April to late June 2012. Weekly monitoring of aphid complex-level auxiliary canopy showed a variation of aphid fluctuations characterized by very low abundances during the first half of May, followed by a very rapid increase in numbers until the end of sampling with a sudden period of decline during the first half of June. Aphidophagous auxiliaries are low abundance, including *syrphid* fly larvae, ladybugs and lacewings, which could be related to their installation or delayed activity in the orchard. Sampling entomofauna circulating by the method of capture by traps and yellow water through crops or manual sweep net in the herbaceous layer, showed a total wealth between 21 and 25 taxa belonging to the most orders Diptera and Hymenoptera. The category is represented mainly by aphidophagous predators of families Cecidomyidae (*Aphidoletesaphydimyza*) of coccinellidae (*Scymnus sp*) and parasitoids Braconidae (*Lysiphlebus testaceipes*). The application of aqueous extract of *Lantana camara* based on the fresh foliage of the plant was more effective than the application of the extract based on dry leaves. The effect of the nature of the product is very significant in relation to the progressive temporal effect that the percentages of aphid populations of aphids were maintained at percentages lower than 30% during 10 days of exposure to treatment.

Keywords: Biological control, auxiliary citrus aphid, botanical biopesticides, toxicity, *Lantana camara*.

ديناميكية النشاط الفصلي لعشائر حشرة المن ببستان الحمضيات بالصومعة، الغنى بالحشرات النافعة و الأثر السمي للمستخلصات المائية لـ لانتانا كامارا (Verbenaceae).

ملخص

التطور العشائري للمن، مركبات الحشرات النافعة المتواجدة وأثر المعالجة البيولوجية بالمستخلصات المائية من Verbenaceae لانتانا كامارا ببستان الحمضيات التجريبي بمعهد الزراعة، الغير مهياً، وخلال تدفق النسغ الربيع من أواخر أبريل إلى أواخر يونيو حزيران عام 2012. الرصد الأسبوعي لحشرات المن و الحشرات النافعة على مستوى الشجرة أظهرت تقلبات لتواجدهم، تمثلت في نسب منخفضة للغاية للمن خلال النصف الأول من شهر مايو، ثم زيادة سريعة جدا في نهاية أخذ العينات مع فترة انخفاض مفاجئ في خلال النصف الأول من شهر يونيو. الحشرات النافعة كذلك أظهرت نسب منخفضة ، بما في ذلك يرقات الذباب syrphes و الدعسوقات coccinelle، chrysopes ، والتي يمكن أن تكون ذات صلة بتأخر النشاط في البستان. وأظهرت العينات الأنتوموفونية المأخوذة من خلال عينات الفخاخ الصفراء بالماء والصيد بكيس كبير أو باليد مباشرة في طبقة العشبية، وثرورة تتراوح ما بين 21 و 25 صنف تنتمي إلى أكثر نوات الجناحين وغشائية الأجنحة . ويمثل فئة من الحشرات المفترسة للمن aphidophagous أساسا من Cecidomyidae أسرة (Aphidoletesaphydimyza) ، الدعسوقات (Scymnus SP) coccinellidae) والطفيليات بأوراق النبتة الطازجة أكثر فعالية من تطبيقه بعماد استخراج من الأوراق الجافة. أما تأثير طبيعة المنتج فهو كبير جدا بالنسبة للتأثير الزمني، فقد تراوحت نسب المن بأقل من 30٪ خلال 10 يوما بعد التعرض للعلاج.

كلمات البحث: المكافحة البيولوجية، الحشرات المساعدة، المن الحمضيات، المبيدات الحيوية النباتية، سمية، لانتانا كامارا.

Introduction Générale

De nos jours, les agrumes sont les fruits les plus consommés dans le monde, leur production dépasse 100 millions de tonnes par an. Le bassin méditerranéen produit plus du quart de la production mondiale (ER-RAKI, 2007). La surface agrumicole algérienne s'étend sur 41.380 ha (SDA, 2008) d'où la région de la plaine de la Mitidja présente une plus grande surface avec 44% du total, la plus grande partie de production est utilisée dans la consommation en frais (97%) et le reste est destiné à la transformation agro-alimentaire et autre (SDA, 2008).

Les agrumes qui sont natifs de la région de la Mitidja, sont sujets à plusieurs contraintes d'ordre hydrique, technique, et sanitaire. Le vieillissement du verger a accéléré la multiplication de nombreux parasites qui ont contribué à l'altération quantitative et qualitative des produits. Parmi les insectes nuisibles aux agrumes, les pucerons, insectes homoptères piqueurs-suceurs restent le groupe le plus menaçant à cause de leurs pullulations qui dépassent souvent le seuil tolérable ainsi qu'à leur capacité vectrice des agents responsables du dépérissement (BENASSY et SORIA, 1964 et CHAPOT et DELUCCHI; 1964).

Les pucerons se nourrissent du phloème des plantes et affaiblissent la plante hôte par la ponction d'éléments nutritifs et/ou par la transmission de virus responsables de nombreuses maladies.

Environ 250 espèces de pucerons (parmi les 4000 répertoriées) sont ainsi des ravageurs importants dans les milieux agricoles ou forestiers. Le puceron est au cœur d'un réseau d'interactions abiotiques (photopériode, température) et biotiques (plante hôte, bactéries symbiotiques, ennemis naturels, phytovirus, cortèges des réseaux trophiques basés sur le miellat).

Actuellement, les chercheurs s'intéressent à la plupart des grandes fonctions biologiques qui sont responsables du fort potentiel démographique et adaptatif des pucerons, comme les relations avec la plante hôte, la nutrition, les symbioses, la vécion de virus, l'interaction avec les ennemis naturels, la plasticité phénotypique et le mode de reproduction.

Les moyens de lutte utilisés jusqu'à ce jour sont strictement chimiques, pourtant les inconvénients des pesticides, tels que le phénomène de concentration dans les organes vivants, les effets cancérigènes, l'altération organoléptique des produits agricoles et surtout l'apparition de souches de ravageurs de plus en plus résistantes, ne sont plus à démontrer [AROUN, 1985 ; BENFEKIH, 1989; BOUGNOUN, 1998 ; BETAM, 1998; SAIGHI, 1998; DAZOULI, 2008; BENACHOUR, 2008; MOSTEFAOUI, 2009 ; TCHAKER, 2011; AOUDIA, 2012; BELHANI et BELKHOUMALI, 2012 ; ...].

Dans la bibliographie, on parle beaucoup ces dernières années des problèmes que soulève l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour le contrôle des arthropodes. Les impacts nocifs de ces produits sur l'environnement, la santé humaine, les espèces non cibles engendrant par voie de conséquence le développement de générations résistantes, a conduit à étudier de nouvelles méthodes de lutte, à base d'insecticides formulés issus de plantes. Les substances d'origine végétale ont toujours constitué une source majeure pour l'élaboration de nouvelles substances aux propriétés thérapeutiques (LAREW et LOCKE, 1990 ; GOMEZ et *al.*, 1997) et la demande en produits phytosanitaires sans danger, de faible rémanence et qualifiés de produits verts est actuellement en hausse.

Le recours à des molécules naturelles insecticides s'est révélé dans de nombreux travaux de recherche une bonne alternative à l'utilisation des pesticides conventionnels (GIROUX et *al.*, 1994 ; ROGER et *al.*, 1995). Cependant, la place de la lutte biologique à l'échelle nationale, reste actuellement faible.

Certains agriculteurs sont forts conscients de l'existence d'une faune auxiliaire pouvant être efficace au sein des cultures. Mais, la lutte biologique en matière d'essais d'acclimatation et de lâchers s'avère difficile à mettre en place dans la plupart des cas d'attaques de ravageurs et à cause des techniques d'élevage et de production délicate, non encore maîtrisées dans notre pays.

Et, pour s'impliquer dans un programme de lutte intégrée contre les ravageurs, il est important de connaître la dispersion spatiale et temporelle des insectes dans une région (DEBOUZIE et THIOULOUSE, 1986 ; SAIGHI, 1998).

L'objectif de ce travail a pour but d'étudier d'une part la structure de l'entomofaune circulante dans les vergers d'agrumes, en tenant compte du type de régie de la culture et des habitats limitrophes, tout en mettant l'accent sur l'évolution des populations de pucerons en rapport avec ces critères. D'autre part, nous nous sommes posés la question de savoir si un traitement phytosanitaire biologique à base de l'extrait aqueux de *Lantana Camara* a un impact biocide et toxique sur les colonies aphidiennes installées sur les jeunes pousses.

Notre travail a été scindé en trois parties : La première partie bibliographique comprend deux chapitres concernant une présentation des pucerons des agrumes et leurs auxiliaires, et des généralités sur la lutte biologique et les interactions plante-insectes. Dans la seconde partie expérimentale, nous avons présenté 2 chapitres traitant du matériel et de la méthodologie de l'étude, les résultats et la discussion des données. Nous avons terminé par une conclusion avec des perspectives.

1.1. Eléments de systématique :

BALACHOWSKY et MESNIL (1936), classent les aphides dans: Embranchement Arthropodes; S/Embranchement : Mandibulates; Classe : Insectes; S/Classe: Ptérygotes; Section: Néoptères; Sup./Ordre: Hémiptéroïdes; Ordres: Homoptères Série: Sternorhynques; S/Ordre: *Aphidinea*; Sup./Famille: *Aphidoidea*; Famille: *Aphididae*; S/Famille: *Aphidinae*.

1.2. Morphologie et phénotypes des pucerons :

Les pucerons sont de petits insectes globuleux ou aplatis, ovales ou sphériques, de couleur très variable, dont la taille oscille entre 0.5 et 6 millimètres (BALACHOWSKY et MESNIL, 1936). Ils peuvent être nus ou recouverts d'une pulvérulence plus ou moins épaisse ou parfois d'une cire abondante et floconneuse (LECLANT, 1996). Les pucerons sont uniquement opophages, grâce à leurs pièces buccales de type piqueur-suceur (DEDRYVER, 1982). Ils sont caractérisés par un polymorphisme tout à fait remarquable qui ne se trouve nulle part parmi les hémiptères (BALACHOWSKY et MESNIL, 1936). Leur corps est divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

La tête: Elle est généralement bien séparée du thorax chez les formes ailées. Elle porte une paire d'antennes et des yeux composés (DEDRYVER, 1982).

Le thorax : Il porte trois paires de pattes de longueur inégale (DEDRYVER, 1982). L'abdomen : porte les cornicules par où le puceron excrète des gouttes de liquide contenant des hormones d'alarme ou favorisant la rencontre des sexes (HULLE, TURPEAU et LECLANT, 1998). Le dernier segment abdominal se prolonge par une cauda plus ou moins conique et sous lequel s'ouvrent l'anus et plus ventralement l'orifice génital (GRASSE, 1951). Les pucerons s'adaptent à leur environnement par plasticité phénotypique de leur mode reproducteur. Ils se reproduisent par viviparité clonale au printemps et en été, et alternent en été avec une reproduction ovipare sexuée. Les œufs résistants au froid sont pondus avant l'arrivée de l'hiver. Les pucerons sont des insectes caractérisés par une grande plasticité phénotypique, car ils montrent une extrême variété de formes selon les conditions environnementales et au cours de leur cycle annuel. Ces variations de traits phénotypiques ont pour point de départ des gènes ou familles de gènes (l'amplification génique étant souvent un moyen d'augmenter l'éventail des phénotypes d'un organisme), spécifiques ou non de ce groupe (OLIVIER, MORGANE, 2010).

La plasticité phénotypique permet de produire des individus du même clone mais ayant des phénotypes différents : des ailés (en augmentant la densité des colonies par exemple), ou des individus sexués (en diminuant la durée de la photopériode). Dans ce cas, les femelles sexuées fécondées pondent des œufs diapausants d'où émergeront de nouveaux individus parthénogénétiques. (TAGU, RAHBE, S.D.)

1.3. Biologie et cycles de développement :

Les aphides présentent un développement où se succèdent 4 stades larvaires. Il n'y a pas de métamorphose vraie et les stades larvaires ressemblent au stade adulte.

D'après LOUSSERT (1987), La parthénogenèse cyclique est le mode de reproduction général des pucerons. Sous les climats tempérés, les pucerons ont presque tous gardé la possibilité d'effectuer un cycle biologique complet avec une phase de reproduction sexuée, suivie de nombreuses générations parthénogénétiques.

Ces espèces dites holocycliques, peuvent présenter une alternance de plantes hôtes. L'hôte primaire est celui sur lequel a lieu la reproduction sexuée. Le ou les hôtes secondaires abritent les générations parthénogénétiques (HOFFMAN, 1974).

D'autres espèces dites anholocycliques ont perdu totalement ou partiellement la possibilité de se reproduire par la voie sexuée. Elles se multiplient parthénogénétiquement durant toute l'année et peuvent être considérées comme monophages, l'attaque sur les plantes autres que les Citrus étant très rare (DEDRYVER, 1982).

La phase parthénogénétique du cycle de vie est courte (environ 10 jours de la naissance à la production de la première sont diapausant (plus de 80 jours) et les colonies parthénogénétiques descendance) alors que la phase sexuée dure plusieurs mois : les œufs issues de l'éclosion au printemps de ces œufs sont insensibles pendant plusieurs semaines aux changements photopériodiques nécessaires à la production d'individus sexués (effet fondatrice).

D'après (ROBERT, 1982), la reproduction sexuée a lieu à l'automne et aboutit à la formation d'un œuf d'hiver diapausant. Elle constitue une forme de survie durant les conditions climatique défavorables de l'hiver.

Au printemps, émerge une femelle fondatrice dont l'éclosion coïncide avec le bourgeonnement de l'hôte primaire, elle se développe en 6 à 8 jours. La fondatrice engendre par parthénogenèse une ou plusieurs générations de femelles virginipares aptères. Le potentiel de reproduction dépend plutôt de l'abondance de sève SYMES (1924), TAYLOR (1958) et DEDRYVER (1982).

Les virginipares ailées sont produites au cours du printemps, au moment du départ de l'hôte primaire vers l'hôte secondaire où elles donnent naissance à de nouvelles infestations. Sur l'hôte secondaire, les virginipares forment une colonie d'aptères qui se multiplient rapidement grâce à une fécondité élevée. Des virginipares ailées apparaissent à partir d'une certaine densité de population,

disséminent à plus ou moins grande distance la population vers de nouveaux habitats, sur lesquels elles produisent à nouveau des générations de virginipares aptères (ROBERT, 1982).

A la fin de l'été, les virginipares donnent naissance à des sexupares qui vont engendrer soit des mâles ailés, soit des femelles gynopares ailés qui vont migrer vers l'hôte primaire, pour produire les femelles sexuées ovipares avec lesquels vont s'accoupler les mâles. (ROBERT, 1982). (Figure 1)

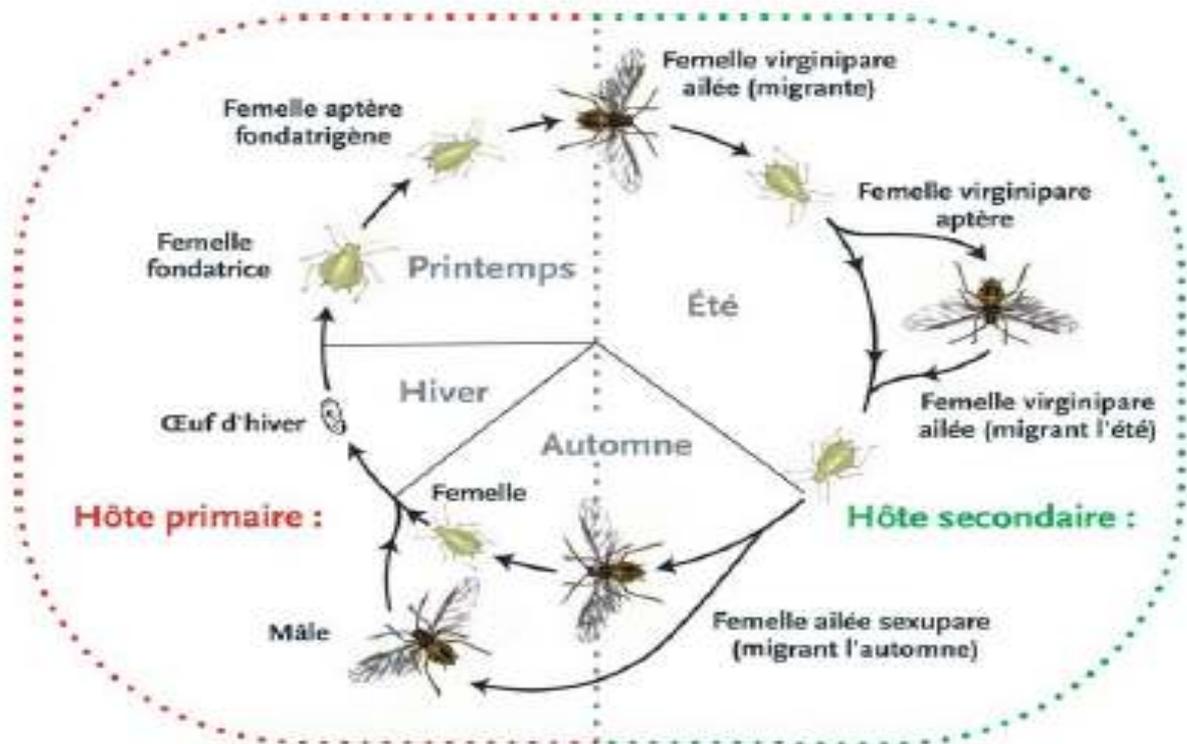


Figure 1 : Cycle biologique des pucerons (CAPINERA, 2008).

1.4. Les principales espèces aphidiennes sur agrumes :

1.4.1. Aphis citricola Van Der Goot, (fig.2) et appelé également = Aphis spiraecola Patch, par BRAWDEN (1950), DISKSON et al. (1956), et par PRALORON (1971). Son nom commun est le puceron vert de l'oranger.

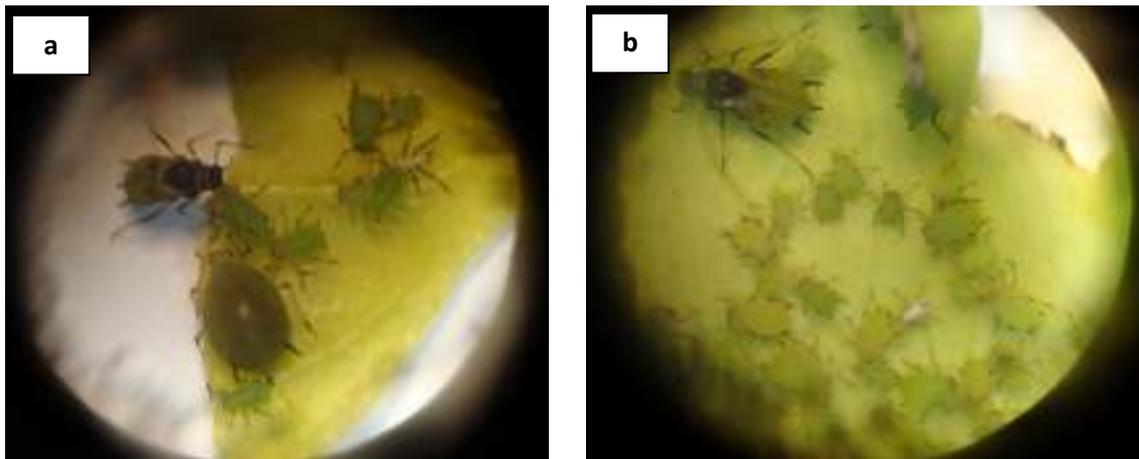
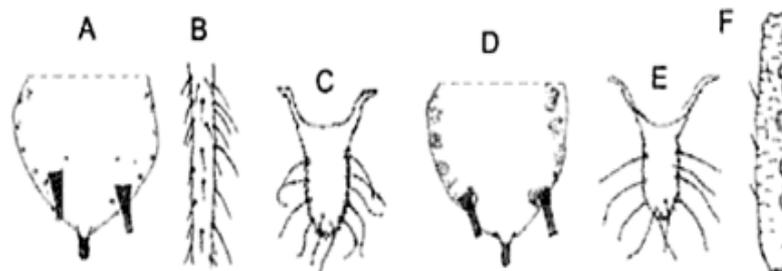


Figure 2 : a- Femelle fondatrice aptère d' *Aphis spiraecola* (ORIGINAL, 2012).

b- Femelle fondatrice ailée *Aphis spiraecola* (ORIGINAL, 2012)



A : abdomen de l'aptère
 B : chétotaxie du tibia postérieur (remarquer la différence de longueur des soies internes et externes ◆)

C : queue de l'aptère
 D : abdomen de l'ailé
 E : queue de l'ailé
 F : article III de l'antenne de l'ailé

c : Caractéristiques morphologiques des aptères

Ce puceron est reconnaissable par des cornicules et une cauda noires (SEKKAT, 2007). Il est polyphage et cosmopolite originaire d'Amérique du nord (BARBAGALLO et INSERRA, 1974), où il est considéré comme l'espèce la plus dangereuse parmi celles qui s'attaquent aux Agrumes. Dans la région méditerranéenne, LECLANT en 1978, signale pour *A. citricola* différentes espèces de plantes hôtes appartenant à 10 familles botaniques très différentes.

Dans la Mitidja, *A. citricola* développe un cycle anholocyclique, avec une hibernation au stade de femelles parthénogénétiques sur les Citrus. Au printemps et en automne, cette espèce présente des colonies parthénogénétiques denses sur Citrus, sur *Crataegus pyracantha* et sur *Pittosporum tobira*. Par contre en été, les populations diminuent et deviennent beaucoup moins importantes que celles observées au printemps et en automne (AROUN, 1985).

1.4.2. Aphis gossypii Glover. (1877) (fig.3):

Son nom commun est le puceron du Melon et du Coton.

Cette espèce est de teinte variable, (verdâtre et parfois rougeâtre à brunâtre du jaune pâle au vert très foncé) et a une taille de 0,9 à 2,0 mm. Le corps est arrondi, les tubercules antennaires sont réduits ou absents ; les cornicules sont courtes et noires foncées sur toute la longueur et la cauda est effilée portant deux à quatre paires de soies latérales (fig.4). Résistant très bien aux chaleurs estivales, ce puceron peut développer près d'une soixantaine de générations par an (SEKKAT, 2007).

Cette espèce est polyphage, cosmopolite. En Mitidja, *A. gossypii* se rencontre au printemps sur *Citrus clementina*, et en automne, en hiver et au printemps, sur *Hibiscus rosa sinensis* au stade de femelles aptères et ailées parthénogénétiques, ce qui montre bien que cette espèce est anholocyclique dans cette région (AROUN, 1985). Au Maroc, l'espèce est très nuisible sur cucurbitacées (Melons, pastèques, courges, concombres etc.), elle attaque aussi diverses plantes ornementales et spontanées. Ce puceron est fréquent également sur les agrumes et considéré, comme vecteur, entre autres, du virus de la Tristeza des agrumes (SEKKAT, 2007).



Figure 3 : Femelle fondatrigrène aptère d'*Aphis gossypii* (ORIGINAL, 2012).

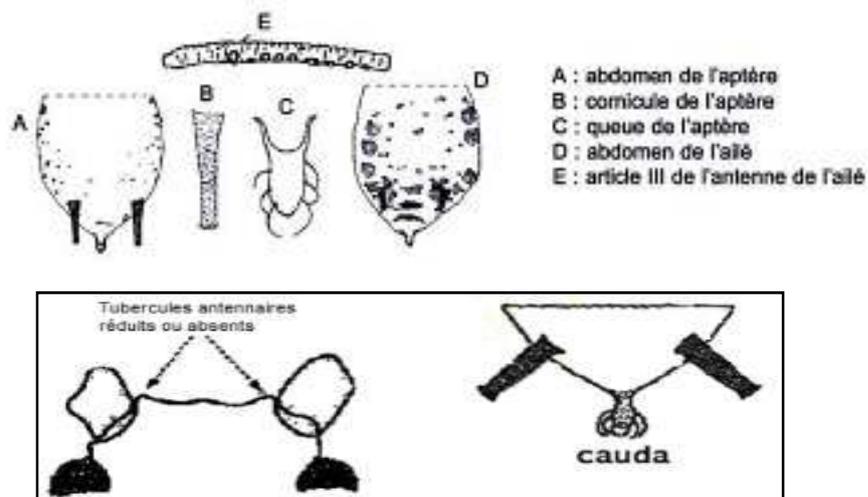


Figure 4 : Caractéristiques de l'abdomen, des tubercules antennaires (droite) et de la cauda (gauche) d'*Aphis gossypii* (SEKKAT, 2007).

1.4.3. Toxoptera aurantii Boyer de Fonscolombe (1841) (fig.5):

Selon BALACHOWSKY (1966) et REBOUR (1966), *Toxoptera aurantii* appelé communément puceron noir des *citrus*, se distingue des deux autres pucerons par sa couleur noire et par un ptérostigma noir et la nervure médiane bifurquée une seule fois, chez les ailés. Au niveau des antennes, le troisième article porte 6 sensorias secondaires. Les cornicules sont plus longues que la cauda qui porte 12 soies caudales. Chez les virginipares aptères, les antennes sont formées de 6 articles dont le troisième est plus long que le quatrième. La partie basale du troisième, du quatrième et du cinquième, ainsi que la partie apicale du sixième article, appelé processus terminalis est plus claire que le reste de l'antenne. La cauda est digitiforme et porte 18 soies caudales. Les cornicules sont plus longues que la cauda. A proximité des cornicules, il y a des sclérites post-corniculaires à aspect très réticulé, bien caractéristique de l'espèce (SEKKAT, 2007). En Algérie cette espèce est rencontrée sur agrumes et d'autres plantes ornementales (SAIGHI, 1998). CHAPOT et DELUCCHI, (1964) signalent leur polyphagie sur un grand nombre de plantes économiquement importantes. En Mitidja, cette espèce est anholocyclique et se reproduit durant toute l'année par parthénogénèse (AROUN, 1985).



Figure 5 : a- Femelle fondatrigrène aptère, b- Adulte ailé *Toxoptera aurantii* (MOSTEFAOUI, 2009).

1.4.4. Aphis citricida ou Toxoptera citricidus Kirkaldy (fig. 6 et 7)

Le puceron brun des agrumes. L'adulte est vigoureux, de taille moyenne, 1,5 - 2,4 mm de longueur, luisant, marron rougeâtre à noir. Les individus ailés peuvent être identifiés, avec une loupe, par leur 3ème segment antennaire totalement noir suivi d'un 4ème segment pâle. La nervure médiane des ailes antérieures est ramifiée. Les cornicules mesurent environ 1/6 de la longueur du corps et sont fortement sculptées, la partie caudale est arrondie en forme de bulbe à son extrémité.

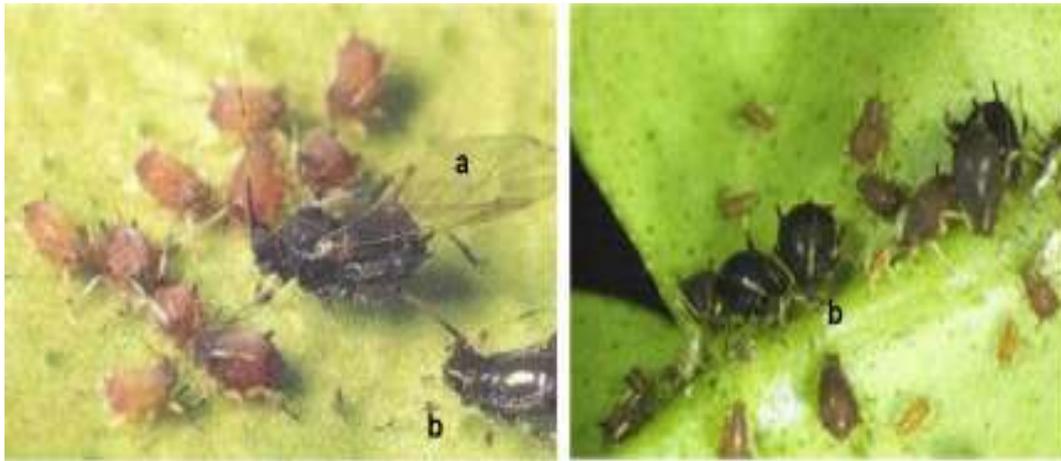


Figure 6 : *Toxoptera citricidus* (a : ailé, b : aptère) (SEKKAT, 2007).

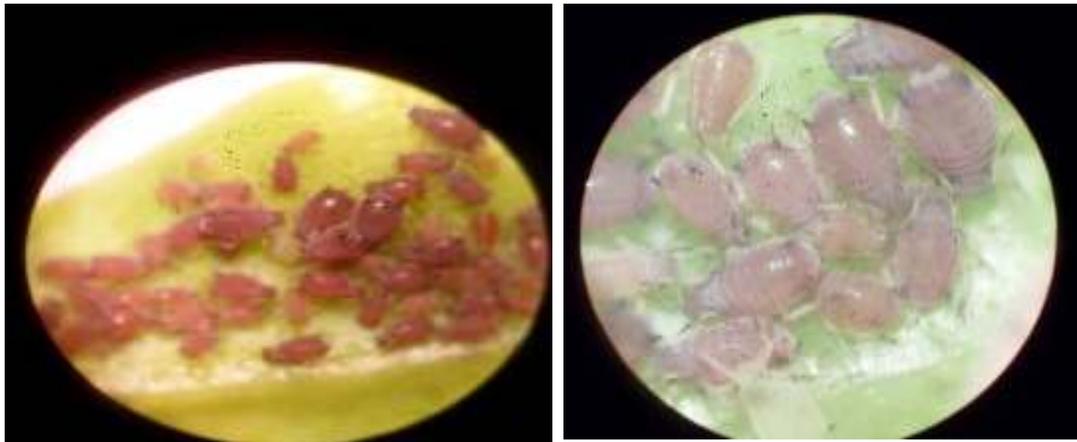


Figure 7 : *Toxoptera citricidus* aptère (ORIGINAL, 2012)

Les individus aptères doivent être examinés au microscope pour que les très longs poils fins et droits sur les pattes et sur les côtés du corps soient visibles. Les cornicules sont similaires à ceux des individus ailés mais plus courts. La partie caudale est épaisse et arrondie à son extrémité (KRANZ et *al.*, 1977).

Pour distinguer *T. citricidus* de *T. aurantii*, (toujours confondus), il est utile de savoir qu'une colonie de ces derniers produit un grincement très distinct, perceptible jusqu'à 45 cm de la feuille, alors que les colonies de *T. citricidus* ne le font pas. De plus, des spécimens de *T. citricidus* plongés dans de l'alcool le teignent en rouge, alors que les autres espèces de *Toxoptera* ne le font pas (DONCASTER, EASTOP, 1956), (STROYAN, 1961). Les plantes-hôtes principales sont les *Citrus spp.*, mais *T. citricidus* attaque également parfois d'autres *Rutaceae* (OEPP /EPPO, 1990).

1.4.5. Myzus persicae Sulzer (1776) (fig.8)

Appelé communément le puceron vert du pêcher, le corps de cet aphide est en forme de poire. Sa couleur est variable (vert pâle, jaune pâle à vert, rose à rougeâtre), de taille petite entre 1,5 à 2,5 mm. Les antennes sont plus courtes que le corps, l'abdomen est vert ou jaune de forme ovale avec des taches présentes uniquement sur la face dorsale. Les cornicules sont courtes, la queue est courte et triangulaire (AROUN, 1985).



Figure 8 : Femelle fondatrigrène aptère de *Myzus persicae* (SEKKAT, 2007).

En Algérie cette espèce est rencontrée sur agrumes et d'autres plantes ornementales (SAIGHI, 1998). AROUN (1985), a noté dans la Mitidja, que *Myzus persicae* est anholocyclique, et peut présenter quelques cas d'holocyclie.

1.5. Facteurs de pullulation des populations aphidiennes

Une population de puceron peut doubler tous les deux jours (ROCHAT, 1997), et souvent elle est favorisée par la destruction sélective de leurs ennemis naturels (hyménoptères) (ROCHAT, 1995). La multiplication des pucerons est en fonction de leur fécondité, leur parthénogenèse, la stabilité quantitative et qualitative de leur source d'alimentation pendant une longue durée (ROBERT, 1982).

La durée de développement, la fécondité, la longévité et l'envol, sont très largement influencées par le facteur température (HOFFMAN, 1974 et ROBERT, 1982). A la température de 24°C, le développement larvaire est optimal (LECLANT, 1976). Ainsi, chez *T. Aurantii* une génération évolue en une semaine et un adulte peut engendrer jusqu'à 50 ou 60 larves (MOHAMMEDI, 1986).

LAAMARI, (2004) a remarqué que les vols sont très fréquents pour des températures comprises entre 20 °C et 30 °C et une humidité relative de l'air inférieure à 75%.

Selon ROBERT (1982), BEN HALIMA et BEN HAMOUD, (2005) et LAMMARI, (2004) la durée d'insolation influence le développement des pucerons, favorise les possibilités d'envol des pucerons et donc, indirectement la contamination des cultures. Ainsi, il a été montré que le vent affecte les déplacements des ailés et détermine leur distribution spatiale sur les plantes (CHABOUSSOU, 1975).

WEISMANN et MONTES DIAZ (1968) in CHABOUSSOU (1975) confirment que chez les *citrus*, les populations de pucerons augmentent durant les périodes de croissance des jeunes feuilles, soit effectivement, durant les trois poussées de sève. D'après CHABOUSSOU (1975), un tel référendum paraît en relation avec la richesse de la sève ou des tissus foliaires en substances solubles, et notamment en acides aminés libres.

Les pucerons peuvent régler eux-mêmes leur population par des mécanismes intraspécifiques soit par la formation des ailés, sous l'action de l'effet de groupe, suite à l'augmentation des individus dans des espaces restreints. Cette formation d'ailés peut, dans d'autres cas, être le résultat d'une diminution de la qualité nutritionnelle de la sève liée ou non à des modifications physiologiques normales de la plante au cours de sa vie, ou par la diminution de la fécondité des adultes, sous l'effet direct de comportements agrégatifs intraspécifiques et l'effet de modifications de la composition de la nourriture (ROBERT, 1982). Les aptères pondent un plus grand nombre de larves que les ailés (au moins dans les vingt premiers jours de ponte) (ROBERT, 1982, DEDRYVER, 1982).

1.6. Facteurs de mortalité

D'après DELMAS (1967) in ROBERT (1982), des températures extrêmes sont létales : à 30 °C aucun puceron n'émet de larves viables. Ainsi la survie au froid et à la chaleur dépend par ailleurs de la durée d'exposition.

Les pluies violentes entraînent la mort d'un grand nombre d'individus par noyade, à la suite de lessivage des colonies sur les plantes (LECLANT, 1976 ; CHABOUSSOU, 1975).

1.7. Facteurs anthropiques influençant les pullulations

Une fertilisation technique nécessitera de l'azote pour favoriser la végétation au printemps et en été, et de la potasse en automne pour favoriser la croissance des fruits et un engrais fort en acide phosphorique en hiver pour l'enracinement. Une fertilisation adéquate est parfois nécessaire pour donner aux plantes un certain niveau de résistance aux ravageurs, (AIT HOUSSA et al, 2002).

L'efficacité des engrais peut être considérablement affectée par des maladies comme le *Phytophthora*. Mais la nutrition minérale peut aussi avoir une incidence sur les parasites: le potassium limite leur propagation alors que l'azote augmente leur sensibilité aux maladies. (AIT HOUSSA et al, 2002). Ainsi, la fertilisation azotée tend à faire baisser les composés phénoliques (glucosinolates et tannins) (GERSHENZON, 1984). Une fertilisation riche en azote à l'aide d'un engrais à action rapide favorise la croissance de tissus succulents qui attirent les pucerons.

La croissance des jeunes pousses, la floraison, la formation des feuilles et des fruits dépendent principalement des réserves minérales contenues dans le tronc, les branches, les racines et les feuilles. Ces réserves doivent être renouvelées régulièrement. (AIT HOUSSA et al, 2002).

Divers produits chimiques peuvent entraîner des pullulations de pucerons. Ainsi CHABOUSSOU (1980) cite, Les travaux effectués par MICHEL en 1966, qui a expérimentalement démontré, au moyen d'élevages, que sur Tabac, les traitements de mévinphos, déclenchent chez *Myzus persicae* des majorations de fécondité et un raccourcissement du cycle évolutif, ce qui avait pour résultat d'entraîner, au cours de la saison, l'apparition d'une génération supplémentaire. De même, étudiant sur hampes florales de Betteraves, la reproduction d'*Aphis fabae*, SMIRNOVA en 1965, in CHABOUSSOU (1980) constate un effet positif du traitement au D.D.T. sur la fécondité du puceron. Une telle majoration, de la reproduction intervient pour le maximum, entre 8 et 15 jours après l'intervention insecticide.

1.8. Interactions aphides-fourmis

Les pucerons ingèrent une très grande quantité de sève pour subvenir à leurs besoins en protéines. Le produit de la digestion, encore très riche en sucres est excrété par l'anus, c'est le miellat qui attire les fourmis (LECLANT, 1996). Cette substance claire et collante sert de nourriture aux fourmis, notamment. C'est d'ailleurs ce qui explique le mutualisme qui existe entre ces deux espèces. Les fourmis protègent les colonies de pucerons contre leurs ennemis naturels afin de préserver cette source de nourriture. (FRAVEL, 2006).

1.9. Généralités sur les moyens de lutte

Les mesures de lutte sont destinées à prévenir les dégâts sur les fruits et sur les jeunes pousses, et en particulier à empêcher la formation d'individus ailés, qui disséminent les virus (KRANZ et *al.*, 1977).

La taille donne non seulement la vigueur à la plante et donc une résistance aux maladies, mais aussi l'élimination certaine des foyers d'hivernation des ravageurs, se trouvant sur rameaux, branches et feuilles. En effet, elle permet d'éviter la création d'un microclimat favorable à la pullulation de pucerons (AROUN, 1985). Selon (DAVIES et *al.*, 2008), les labours augmentent la résistance de la plante. En effet, une déficience dans l'aération des racines accroît le niveau des acides aminés des feuilles, par conséquent, la pullulation du ravageur, en l'occurrence les pucerons. Ainsi que l'élimination de la végétation spontanée qui s'avère très importante, car les pucerons colonisent la végétation spontanée des zones non labourées ou non binées. Ces plantes sont souvent la source des pucerons ailés qui vont s'installer dans les cultures réceptives (SAIGHI, 1998). Concernant les moyens chimiques, les applications des traitements phytosanitaires doivent être effectuées très tôt, dès l'installation des premières colonies pour réduire le nombre des pucerons et aussi pour protéger leur ennemis naturels. Dans le cas d'une intervention tardive, on doit utiliser des aphicides spécifiques. L'épandage doit être particulièrement soigné, car les pucerons sont protégés par les feuilles, dont ils ont provoqué la déformation, d'où la nécessité d'utiliser des insecticides systémiques. Plusieurs traitements peuvent être nécessaires certaines années. On aurait intérêt à changer fréquemment la famille de la matière active. Cela permet d'éviter le phénomène d'accoutumance (BAILLAY et *al.*, 1980 et SAIGHI, 1998).

Les ennemis naturels, prédateurs et parasites ont un rôle important dans la régulation naturelle des populations de pucerons (Tableau 1). Cela est possible si les conditions sont favorables pour l'accomplissement de leurs actions.

Tableau 1 : Quelques bio pesticides et auxiliaires utilisés pour la lutte contre les pucerons.

Biopesticide	Composition	Utilisation	Dose	Nature
Savon potassique	sels potassiques d'acides gras organiques	nettoie le miellat produit par les pucerons	50 à 200 ml / 10L	-
Pyrethro pur	pyréthre naturel + huile de colza	en pulvérisation par contact	10 – 20 ml / 1L	
Glu à insectes	résine végétale 100% naturelle	sur les arbres pour réaliser des barrières anti-fourmis	prêt à l'emploi	-
Purin d'ortie	100 % d'origine végétale	Action de contact (toucher les deux faces des feuilles pour une lutte efficace).	0,2 L / 10 L (dilution 2%)	
Coccinelle Adalia bipunctata	Larves de coccinelles à 2 points	mai –juin ; pour les arbres ou arbustes Température > 10 °C	Dose: espaces verts : minimum 100 larves par arbre, sous abri : 10 larves par m ²	
Aphidius colemani		Utilisé surtout contre le puceron vert du pêcher Myzus persicae Température > 15 °C	0,5 à 1 Aphidius par m ²	
Aphidoletes aphidimyza	pupes Aphidoletes	Les pupes doivent être introduites sur un substrat humide (sol ou laine de roche) Humidité : 70- 90 %	1 Aphidoletes par m ² et 5 à 10 Aphidoletes par m ² sur foyers (minimum 3 apports)	
Chrysopa carnea	Larves	prédateur indigène des pucerons.	5 larves par m ² et 40 larves dans les foyers (minimum 2 apports)	

De très nombreux insectes " anti-pucerons " existent dans la nature : chrysopes, syrphes, punaises, coccinelles... Dans le cadre des cultures extérieures, il peut être intéressant de lâcher des auxiliaires complémentaires pour favoriser les équilibres naturels. Dans les cultures sous serres, généralement trop précoces pour que les auxiliaires naturels y soient efficaces, il est souvent nécessaire de lâcher plusieurs espèces d'auxiliaires, avec des modes d'action complémentaires, pour pouvoir contrôler les pucerons.

On distingue les prédateurs, qui mangent les pucerons, et les parasites dont les larves se développent dans les pucerons à leur détriment. Les parasitoïdes *Aphidius* et les prédateurs *Aphidoletes* et *Episyrphus* doivent être introduits préventivement pour combattre les premiers pucerons d'où l'intérêt du système d'élevage à base de pucerons des céréales (apport d'orge) qui ne présentent donc aucun danger pour les cultures de dicotylédones. Ces pucerons permettront la reproduction des parasitoïdes et des prédateurs d'où un apport régulier et continu d'ennemis naturels.

Des insecticides naturels peuvent être utilisés. Ils sont à base de pyrèthre, molécule issue d'une plante, *Chrysanthemum cinerariifolium*. Elle agit par contact en paralysant les pucerons. Il faut traiter par pulvérisation l'ensemble du feuillage, en répétant le traitement si tous les pucerons n'ont pas été tués. D'autres produits à base d'huile minérale sont utilisés contre les pucerons. Ils ne contiennent aucune substance active, et agissent simplement en étouffant les insectes recouverts d'une pellicule huileuse. Ces produits sont utilisables en culture biologique.

2.1. Généralités sur la lutte biologique

La lutte biologique consiste à introduire ou réintroduire des organismes vivants dans un écosystème ou, plus particulièrement dans un agrosystème pour réduire ou supprimer des populations d'organismes considérés comme nuisibles, mais qui jouent un rôle dans les réseaux trophiques et dans la structuration d'un ou plusieurs écosystèmes. Au cours des 100 dernières années, ce sont plus de 5000 introductions d'environ 2000 espèces d'arthropodes différents, et pas moins de 1000 introductions avec 350 espèces, pour le contrôle respectif de ravageurs et de plantes invasives, qui furent effectuées (Van LENTEREN *et al.*, 2006 ; SFORZA, 2009). La lutte biologique est considérée comme l'une des stratégies de lutte des plus appréciées pour réguler les populations de pucerons (LECLANT et MILAIRE, 1975).

Une modification technologique en lutte biologique prise en considération est la réorganisation des écosystèmes de culture, par le contrôle des mauvaises herbes dans les cultures. Avec la réorganisation des écosystèmes, on tente d'influer sur les conditions de vie des phytophages de telle sorte que leur infestation en soit considérablement diminué et les ennemis naturels protégés. Dans le cadre de l'application de cette technologie à faibles intrants, on améliore la fertilité du sol, et on encourage la lutte biologique contre les organismes nuisibles (Tableau 02), (DELUCCHI, 1991) et (CHAUBET, 1992).

Tableau 2 : Méthodes permettant de maintenir ou d'améliorer le potentiel antagoniste des prédateurs/parasitoïdes d'aphides d'après DELUCCHI (1991), CHAUBET (1992).

Méthodes utilisées	Auteurs	Méthodes utilisées	Auteurs
Abris nichoirs	Iperti, 1965 ; Tamaki et Hatill, 1968 ; Fye, 198 ; Carroll et Hoyt, 1984 ; Janvier, 1961.	Pulvérisations de substances	Schiefelbein et Chiang, 1966 ; Hagen, 1966
Capture/relâcher des auxiliaires.	Wilson, 1966	attractives	Ben Saad et Bishop, 1976 ; Titayavan et Alhieri, 1990
Haie fonctionnelle	Rieux, 1988	Choix des cultivars	Kareiva et Sahakian, 1990 ;
Taillies ou fauchages de végétaux	Pratt <i>et al.</i> , 1976 ; Perrin, 1975	ravageurs ou adaptés aux comportements des auxiliaires	Starks <i>et al.</i> , 1972 ; Wyatt, 1970
Plantes nectarifères	Klinger, 1984 ; Kowalska, 1986	Culture et/ou récoltes par bandes alternées	Neutwig, 1988 ; 1989 ; Cameron <i>et al.</i> 1983 ; Schlinger et Dietrick, 1960
Voisinage des cultures et assolements	Martens, 1983 ; Kowalska, 1986 ; Gravesen, 1987 ; Vorley et Wratten, 1987 ; Galecka, 1985	Maintien et/ou semis d'adventices	Theunissen, 1980 ; Horn, 1981 ;
Lâchers inondatifs	Kreiter, 1985	Associations de plantes cultivées	Takahirwa et Coaker, 1982 ; Uvah, 1984 ; Alhieri, 1989 ; Demster et Coacker, 1974 ; Arriaga et Alhieri, 1990 ; Mizell et Shiffhauer, 1987
Modification du contexte bioclimatique	Remaudière et Michel, 1971	Limitation des prédateurs/ parasitoïdes de 2e niveau	Kreiter, 1985 ; Crouan, 1990

Chapitre 2 : Les auxiliaires aphidiphages, Interactions plante-insecte-ravageur

Un modèle, pour présenter le rôle que doit jouer la biodiversité dans les systèmes cultivés, a été élaboré par le FiBL (Institut de recherche de l'Agriculture Biologique en Suisse) (WYSS, 2005) (figure : 09). La stratégie phytosanitaire de l'agriculture biologique, concernant les insectes ravageurs, peut être schématisée sous forme de pyramide à quatre étages.

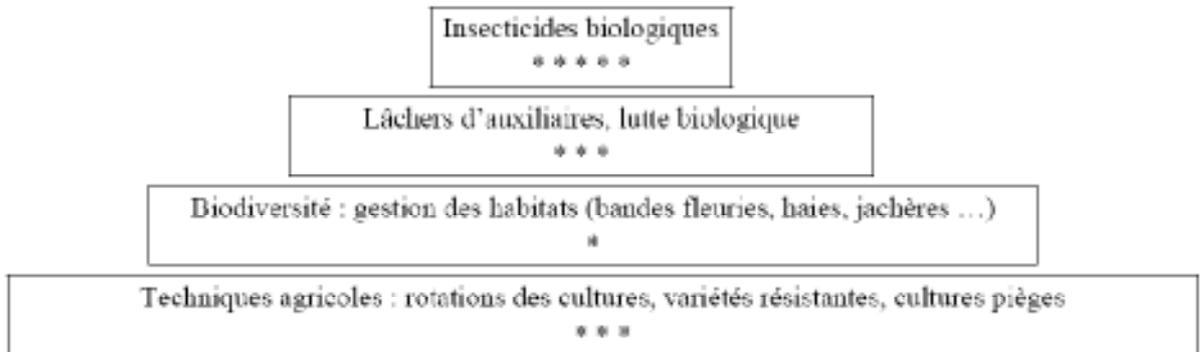


Figure 09 : Stratégie phytosanitaire de l'agriculture biologique d'après (WYSS, 2005).

D'après ce modèle, les deux étages du bas sont la base de l'approche de l'agriculture biologique. Ceux du haut agissent directement sur la population de ravageurs, (RONZON, 2006).

Lors d'une pullulation de pucerons, la première idée qui vient à l'esprit est d'utiliser une méthode curative. La non-sélectivité des produits homologués, rend l'utilisation de ces produits délicate du fait des effets non intentionnels sur les autres insectes. Depuis quelques années, la lutte biologique se développe au travers de lâcher d'organismes vivants (insectes, champignons, bactéries). Ces organismes utiles sont appelés « auxiliaires » et leur description, activité et comportement sont largement documentés dans la bibliographie. Les auxiliaires sont un des maillons des chaînes alimentaires ou trophiques (FAURIE et *al.*, 1998 ; FERRON, 1999).

Les différentes tentatives d'emploi des auxiliaires cités dans la bibliographie, qu'il s'agisse d'essais d'acclimatation ou de lâchers périodiques, ont montré la richesse et l'importance de facteurs environnementaux dans l'élaboration d'un programme de lutte intégrée. Selon ONILLON (1988), des progrès substantiels ont été réalisés dans la connaissance des particularités bioécologiques, éthologiques et physiologiques des différents auxiliaires et dans la définition de leur place et de leur rôle dans l'écosystème.

L'influence des auxiliaires sur la dynamique de population des pucerons est réalisée par des prédateurs, des parasitoïdes et des microorganismes. Nous aborderons dans cette partie introductive que les entomophages aphidiens.

2.2. Les principaux prédateurs aphidiphages sur agrumes

Les prédateurs sont des organismes vivants, libres à l'état adulte et larvaire, attaquant d'autres êtres vivants pour les tuer et se nourrir de leurs substances. Ils dévorent successivement plusieurs proies au cours de leur vie (LECLANT, 1978). Les pucerons font l'objet d'une prédation par des groupes très divers. Les plus connus sont les coléoptères Coccinellidae, les diptères Syrphidae et les névroptères Chrysopidae (LYON, 1979). Une coccinelle adulte mange de 50 à 60 pucerons par jour ; les chrysopes : une larve de chrysope mange 500 pucerons sur 15 à 20 jours et les syrphes : une larve de syrphe en consomme 400 à 700 individus sur 10 jours (HEMPTINNE, 1989 et PIOTTE *et al.*, 1999).

2.2.1. Les Coléoptères

Selon IPERTI (1978), parmi les prédateurs il y a les coccinelles larves et adultes qui jouent un rôle très important dans la décimation des colonies des pucerons, à noter que 65% des coccinelles sont aphidiphages. Elles attaquent les pucerons au moment de leur plein développement. Au printemps les coccinelles aphidiphage (*Coccinella septempunctata* (L)) déposent fréquemment leurs œufs à proximité immédiate d'une colonie des pucerons. Toutes les descendances évoluent dans le champ jusqu'à la dernière génération annuelle (IPERTI 1986). Les coccinellidae constituent le groupe de prédateurs prépondérant dans la lutte contre les Aphididae (FRAZER, 1988). Environ 90 % des espèces recensées jouent un rôle indiscutable dans la réduction des populations naturelles d'Homoptères (IPERTI, 1978).

SAHRAOUI (1998) a recensé 43 espèces de coccinelles en Algérie, réparties en deux principales sous-familles, dont celles des Coccinellinae, qui comprend 41 espèces, toutes susceptibles de jouer un rôle dans la protection des cultures contre certains de leurs ravageurs (pucerons, cochenilles, acariens). Selon BICHE (2012), on a pu recenser 16 espèces de coccinelles respectivement dans l'algérois et la Mitidja. La plupart se nourrissent de cochenilles inféodées aux strates arbustives. Les aphidiphages sont les plus représentées avec 24 espèces. La voracité des coccinelles varie selon les espèces et la proie (LUCAS, 1993, AROUN, 1985, LAAMARI, 2004). Les adultes de *C. septempunctata* consomment 21,7 de pucerons par 24 heures, et les adultes de *H. axyridis* prédatent en moyenne de 31,9 pucerons par 24 heures, même le sexe de *H. axyridis* influe significativement sur la voracité (IPERTI, 1978).

2.2.2. Les Diptères

Les *Syrphidae* sont des Diptères appartenant à deux sous-familles, celle des *Syrphinae* et celle des *Pipizinae*, (LASKA *et al.*, 1978). ***Episyrphus balteatus***, Le syrphe est une mouche de 1 à 2 cm, seule la larve se nourrit de pucerons. Les Syrphes sont toujours floricoles à l'état adulte. Ils présentent un abdomen

Chapitre 2 : Les auxiliaires aphidiphages, Interactions plante-insecte-ravageur

généralement orné de bandes ou de taches jaunes sur fond noir. Les adultes jouent un rôle très important dans la pollinisation. Les larves par contre sont prédatrices. Elles se nourrissent surtout de proies constituées par des pucerons. Elles sont considérées parmi les principaux prédateurs des pucerons en vergers agrumicoles de la Mitidja, que ce soit sur les *Citrus* ou sur les plantes adventices. Ils appartiennent aux genres *Syrphus*, *Metasyrphus* et *Sphaerophoria* (SCHNEIDER, 1969).



Figure 10 : Adulte et larve d'*Episyrphus balteatus*, larve de syrphe dévorant un puceron (BICHE, 2012).

Ils jouent un rôle très important dans la dynamique des populations des pucerons. Ainsi une larve peut consommer environ 400 pucerons au cours de sa vie larvaire qui dure entre 8 à 15 jours, (LYON, 1973) et (NIEHOFF et POEHLING, 1995). Le voltinisme ou le nombre de génération annuelle des *Syrphidae* aphidiphages rencontrés influence leur action prédatrice. Le syrphe est peu exigeant en température (PBI, 2006).

La grande majorité des cécidomyies sont des ravageurs. Les larves d'*Aphidoletes aphidimyza*, sont de petits asticots reconnaissables à leur couleur orange vif prédatrices de pucerons, deux à trois jours après la ponte, les larves éclosent et commencent leur festin, elles tuent plus de pucerons qu'elles n'en consomment ANONYME b, (2012). Les adultes ne sont pas prédateurs. Les larves d'*Aphidoletes* consomment de 3 à 50 pucerons par jour. Les femelles déposent de 60 à 250 œufs à proximité des colonies de pucerons. A 23°C, les larves émergent en 2 jours et se nourrissent durant 6 jours avant le stade pupe (au niveau du sol). La larve injecte une toxine paralysante aux pucerons, pour faciliter la prédation. Ils paralysent plus de 35 pucerons, mais en consommèrent moins. Le cycle dure 25 jours à 21°C.

2.2.3. Les Névroptères

Les larves de Chrysopidae (mouche aux yeux d'or) comme *Chrysopa* ou *Chrysoperla spp.* (FRAVAL, 2006) sont de couleur gris-vert, possèdent de fortes mandibules et mesurent jusqu'à 8 mm. La larve très polyphage peut dévorer jusqu'à 50 pucerons par jour. L'adulte ne se nourrit que de nectar, de miellat et de pollen. La chrysope est peu exigeante en température et en humidité (PBI, 2006).

Chapitre 2 : Les auxiliaires aphidiphages, Interactions plante-insecte-ravageur

D'après AROUN (1985), en Mitidja, *Chrysopa septempunctata* présente deux périodes d'activité durant l'année, une au printemps et l'autre en automne, beaucoup moins importante que la première.



Figure 11 : Œufs, Adulte et larve de chrysope consommant un puceron, (in BICHE, 2012).

2.2.4. Autres prédateurs occasionnels ou potentiels

Selon FRAVAL, (2006) Les profiteurs, qui croquent ou qui vident un puceron (voire une colonie) à l'occasion sont très nombreux. Outre les mésanges, des araignées, des opilions et quelque acariens, des petits vertébrés. . . ce sont des insectes Dermaptères (perce-oreilles, *Forficula auricularia*), Orthoptères (sauterelles), Homoptères (punaises se sont des Réduviidés, Nabidés, Anthocoridés), Coléoptères (carabes, staphilins), Diptères (Micropézidés, Empididés, Dolichopodidés), Hyménoptères (fourmis, guêpes). Ainsi des agent Entomophthorales, des champignons se développent sur les pucerons (envahis par les hyphes) et se dispersent bien (sous forme de spores) quand les conditions météorologique sont favorables (temps chaud et humide). Il s'agit (genres *Pandora*, *Conidiobolu*, *Entomophthora* . . .) et d'*Hyphomycètes* (*Beauveria*). Des préparations de souches de *Verticillium lecanii* et *Paecilomyces fumosoroseus* sont vendues comme aphicides.

2.3. Les principaux parasitoïdes des pucerons d'agrumes

Parmi les parasites il existe de petites Hyménoptères appartenant à deux familles, à celle des *Aphidiidae* et des *Aphelinidae*. Les Braconides notamment des genres *Aphidius*, *Ephedrus Lysiphlebus*, *Praon* (Aphidiidés), les Chalcidiens comme *Aphelinus spp.* (Aphelinidés), les Cynipidés . . . dont les femelles pondent à l'intérieur des pucerons, le développement larvaire s'effectue au dépend de l'hémolymphe et de différents tissus et organes de l'aphide. En fin de cycle l'adulte découpe un trou de sortie visible à la loupe. Les pucerons parasités portent le nom de « momie ». Les parasitoïdes sont spécifique, chaque espèce ne parasite qu'une gamme limitée d'espèces de pucerons (ANONYME b, 2012). Grace à leur mobilité et leur relation exclusive avec un seul hôte, les guêpes parasitoïdes sont des auxiliaires très efficaces. Cela est vrai au printemps et en début d'été en présence d'une faible densité de pucerons. Au cours de l'été leur performance diminuent, car elles sont à leur tour parasitées (Hyperparasitisme) (ANONYME, 2010).

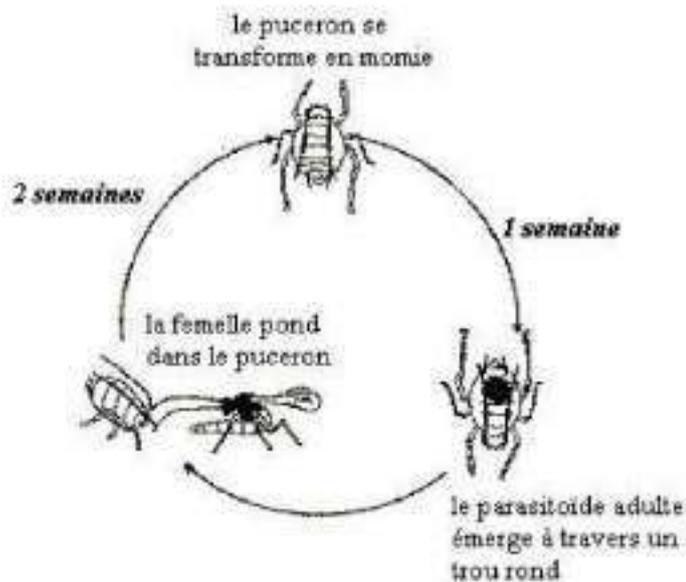


Figure 12 : Cycle de parasitoïdes des pucerons (SEKKAT, 2007).

En Mitidja, AROUN, a trouvé 7 espèces de parasites appartenant à la famille des *Aphidiidae* dans les colonies de *T.aurantii* qui sont : *Aphidius matricariae* ; *Lysiphlebus ambiguus* ; *Lipolestes gracilis* ; *Praon sp* ; *Trioscys sp* ; *Ephedrus sp* et *Trioscys angelicae*. Les deux dernières espèces sont spécifiques à *T.aurantii* tandis que les autres en plus de *T.aurantii* ils sont observés sur *Aphis citricola* et *Myzus persicae* (AROUN 1985).

Tous les *Aphidiidae* sont à l'état larvaire des endoparasites solitaires de pucerons. Ils exercent sur la multiplication de ces derniers une action limitante importante (SAIGHI, 1998).

Chapitre 2 : Les auxiliaires aphidiphages, Interactions plante-insecte-ravageur

Au Maroc, deux espèces d'aphidiides ont été identifiées sur pucerons: *Aphidius ervi* (Haliday) ; *Lysiphlebus fabarum* (Marshall), d'autres espèces sont présentes et très actives, mais non encore identifiées (SEKKAT, 2007).

2.4. Relation plante-insecte :

Les insectes sont les plus voraces des espèces phytophages (VAN DER MEIJDEN, 1996). Chaque année, ils consomment en moyenne 10% de la production végétale dans les systèmes naturels et sont responsables de 15% des pertes de récoltes dans le monde (SCHULTZ, 2002).

Au cours de la sélection de la plante hôte par un insecte, une partie des événements comportementaux qui mènent, soit à la prise de nourriture, soit au dépôt de ponte (CALATAYUD et VERCAMBRE, 1995). Des stimuli visuels, olfactifs et gustatifs jouent un rôle vital en gérant, le processus de sélection chez les insectes dans le monde vivant (PICMAN et TOWERS, 1982).

La visite de la feuille par l'insecte est vue comme source de variations de son environnement dans la couche limite, pouvant induire un «stress biotique environnemental» (CALATAYUD et VERCAMBRE, 1995). A la surface des feuilles, il existe des métabolites d'origine photosynthétique, Ceux-ci peuvent donner des informations sur l'état physiologique et sur l'espèce de plante (CALATAYUD et VERCAMBRE, 1995). Le glucose ayant un effet plutôt dissuasif sur le site de ponte de l'insecte (CALATAYUD et VERCAMBRE, 1995), les acides aminés détectés par les récepteurs sensoriels de la femelle, sont impliqués dans le déclenchement du comportement de ponte (THIBOUT et AUGER, 1996).

Les insectes phytophages n'ont pas tous le même type de relation avec leurs plantes hôtes. Certains insectes sont polyphages, d'autres oligophages ou monophages, La polyphagie chez les insectes se définit comme étant la capacité des insectes à s'alimenter sur une grande variété d'ordres de plantes et parfois même de plusieurs classes (JOLIVET, 1992).

2.4.1. Réponse induite par l'attaque des insectes

Toutefois, chez un grand nombre d'espèces végétales, un stress abiotique ou biotique telle l'attaque de phytophages peut conduire à la production accrue des composés secondaires (substances allélochimiques), (figure 13) déjà présentes à des concentrations moins importantes (KARBAN et BALDWIN, 1997 ; CONSTABEL, 1999). Depuis de nombreuses années, la mise en évidence, l'établissement et le maintien de ces défenses chimiques et physiques dans les populations végétales ce fait par la sélection naturelle, (HARTMANN, 1996).

2.4.1.1. La défense physique

Cette défense physique figure par l'élaboration de structures telles que les épines, les poils urticants ou la présence d'épais téguments sont fréquemment rencontrés chez un grand nombre de familles végétales. Ces structures perturbent la prise alimentaire par les phytophages. Ces défenses de nature physiques et en particulier les épines sont surtout efficaces vis-à-vis des phytophages de grandes tailles mais n'ont pas, une efficacité limitée vis-à-vis de phytophages de taille plus restreintes tels que les insectes (KARBAN et BALDWIN, 1997).

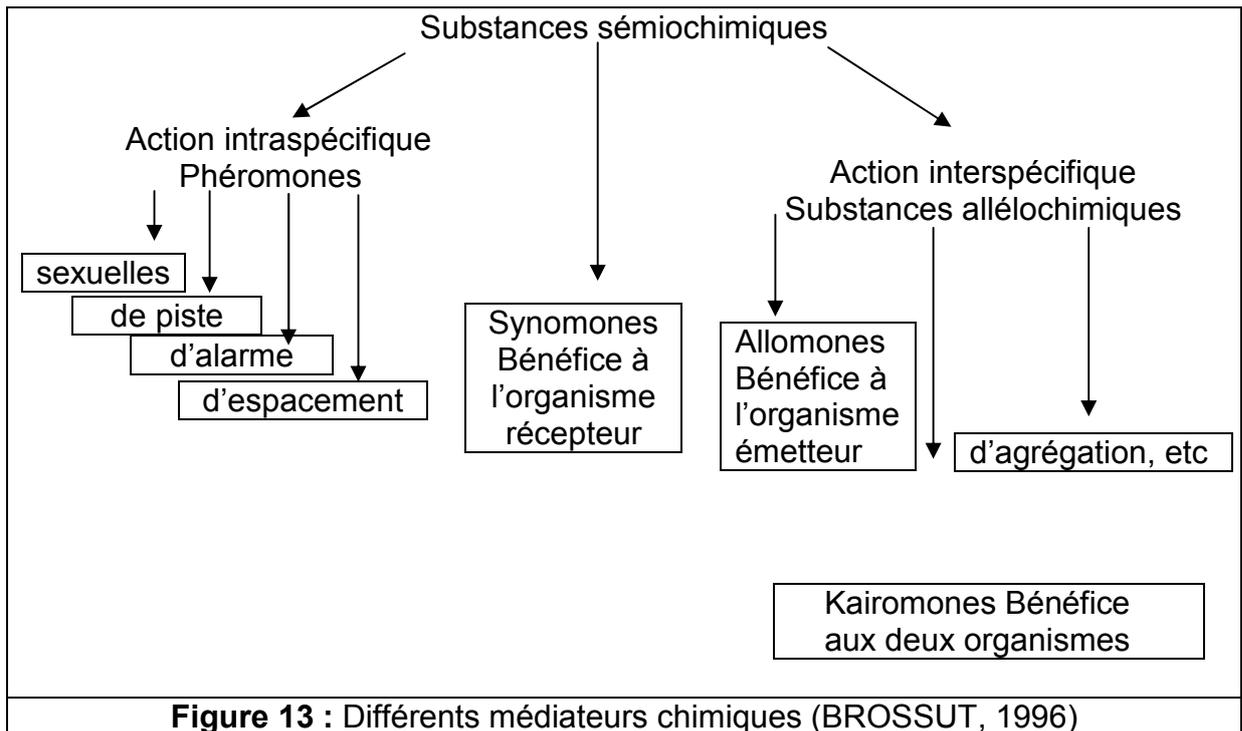


Figure 13 : Différents médiateurs chimiques (BROSSUT, 1996)

2.4.1.2. La défense chimique

a. Système de défense directe

La modification du métabolisme secondaire des plantes par l'attaque des phytophages peut se traduire par une augmentation des composés secondaires non volatils (BALDWIN et al, 1991). La réponse induite chez la plante provoque un accroissement de la prise alimentaire chez certains insectes spécialistes (MATTIACCI et al, 2001). Même un effet positif sur le comportement alimentaire du phytophage (AGRELL et al, 2003).

b. Système de défense indirect

La modification du métabolisme secondaire peut également conduire à l'augmentation de l'émission de composés volatils (TURLINGS et al, 1990) représentant alors un système de défense induite indirecte par le biais de l'attraction d'une espèce entomophage (TUMLINSON, 1999). La coccinelle asiatique, *Harmonia*

Chapitre 2 : Les auxiliaires aphidiphages, Interactions plante-insecte-ravageur

axyridis Pallas, est également attirée par les molécules à action synomone (benzaldéhyde) produites par les plantes de thé (*Camellia sinensis L.*) attaquées par le puceron *Toxoptera aurantii* Boyer (HAN et al, 2002)

2.4.2. La stratégie de résistance chez les insectes

La diversité de structures chimiques rencontrées dans le règne végétal, potentiellement néfastes pour les insectes phytophages, a conduit à l'adaptation et la spécialisation alimentaire de ces derniers sur des plantes généralement proches phylogénétiquement les unes des autres, appartenant à une même famille, un même genre et possédant donc des composés secondaires de structures chimiques proches (JANZEN, 1980). Ainsi, les espèces d'insectes spécialistes, monophages ou oligophages, sont très nombreuses, plus que les espèces généralistes ou polyphages (STRONG et al, 1984). Selon BERNAYS et GRAHAM (1988), moins de 10% des espèces d'insectes phytophages se nourrissent aux dépens de plus de 3 familles de plantes et plus de 80% se nourrissent sur une seule famille végétale (VAN LOON et al, 2000).

Des adaptations ont pu ainsi être développées, permettant aux phytophages d'éviter l'interaction du composé toxique avec la cible située dans l'organisme consommateur (BERENBAUM, 1986). La résistance peut également être comportementale, les phytophages minimisant alors l'exposition face au composé toxique (TALLAMY, 1986). Pour contourner ces toxiques, la plupart des espèces d'insectes spécialistes ont été amenés à utiliser ces substances à leur profit notamment par le biais de processus de séquestration, pour la protection vis-à-vis d'espèces entomophages (DUFFEY, 1980) ou comme signaux informatifs pour la recherche et la reconnaissance de leur plante hôte dans l'environnement (LOUDA et MOLE, 1991). Pour les insectes phytophages les molécules toxiques étant rendus inefficaces par des transformations enzymatiques nécessitant la mise en place de systèmes de détoxification (BRATTSTEN, 1992).

2.4.3. La relation insecte-insecte

2.4.3.1. Importance de la nutrition chez les insectes

a. Principaux éléments nutritifs

Le sucre reste la principale source d'énergie pour les insectes. Certaines espèces sont capables de remplacer entièrement les glucides par les lipides ou les protéines. Egalement les quantités en azote disponible influencent sensiblement sur les performances de l'insecte (JOLIVET, 1992).

La proportion des différents acides aminés varie grandement entre les tissus des insectes et ceux des plantes (STRONG et al., 1984). Les végétaux sont pauvres en acides aminés azotés et en lipides. Cette différence entre les insectes et leur

Chapitre 2 : Les auxiliaires aphidiphages, Interactions plante-insecte-ravageur

ressource alimentaire se reflète dans la faible biomasse assimilée et transformée en tissus de croissance. Des études ont démontré que seulement 2 à 38% de la matière végétale ingérée par un insecte est efficacement transformée (ANONYME b, 2002).

Malgré l'obstacle évident que représente la déficience en azote, les insectes ont développé une série de comportements et d'adaptations physiologiques pour augmenter au maximum l'assimilation de matières provenant des plantes. Certains groupes d'insectes vivent en symbiose avec des microorganismes qui digèrent la cellulose et la rendent assimilable ; D'autres s'alimentent de parties des plantes contenant le plus d'azote (STRONG *et al.*, 1984). Les minéraux comme le potassium, le phosphore et le magnésium sont nécessaires aux fonctions physiologiques de l'insecte (MATTSON et SCRIBER, 1987) de même que pour le fer, le zinc, le manganèse et le cuivre car ils agissent comme catalyseurs de réactions enzymatiques (MATTSON et SCRIBER, 1987). Les insectes n'ont par contre besoin de calcium et de sodium qu'à l'état de trace. Les vitamines semblent être essentielles aux fonctions physiologiques des insectes. Ces vitamines agissent comme coenzymes des réactions métaboliques et proviennent soit de la nourriture, soit des symbiotes, (CHAPMAN, 1998). Egalement, l'eau est un facteur limitant de la croissance des insectes (MATTSON et SCRIBER, 1987).

Les adultes sont moins sensibles à la limitation de nourriture que les larves, et c'est la qualité des sites de ponte qui va déterminer leur stratégie reproductive plus que la quantité de nourriture. (DOSTALKOVA *et al*, 2002)

b. Les besoins nutritionnels:

Les besoins nutritionnels d'un insecte changent avec le temps selon les besoins pour la croissance, la reproduction, la diapause et la migration. Un insecte confronté à un déséquilibre nutritionnel peut essayer de le compenser soit en augmentant son ingestion, soit en changeant la source de nourriture (changement d'hôte, de partie de la plante) ou encore en ajustant son efficacité de conversion de sa nourriture (CHAPMAN, 1998). A l'aide des paramètres biologiques généraux (le temps de développement, le poids, la survie) est parfois insuffisante pour comprendre le phénomène de balance nutritionnelle. Les indices nutritionnels permettent donc de mieux comprendre les phénomènes impliqués entre l'intrant, la nourriture, et l'extrait, avec les performances de l'insecte (le temps de développement, le poids, la survie) (MONTGOMERY, 1983).

2.4.4. Types relationnels entre les insectes

Les écologistes classent généralement les interactions entre espèces dans des catégories comme la compétition, la prédation, le parasitisme et le mutualisme (CUSHMAN et ADDICOTT 1991, BOUCHER *et al*, 1982).

2.4.4.1. La compétition

La compétition interspécifique est définie comme une réduction de la fécondité individuelle, de la survie, ou de la croissance résultant de l'exploitation commune des ressources par la même espèce ou de l'interférence avec des individus d'une autre espèce (BEGON *et al*, 1996). Le modèle le plus simple de compétition produit deux équilibres possibles : soit l'élimination d'une des deux espèces, soit un équilibre stable dans lequel les deux espèces peuvent coexister. Il peut y avoir aussi un équilibre instable, dans lequel l'avantage dépend des densités initiales des deux espèces en compétition (BEGON *et al*, 1996).

2.4.4.2. Le mutualisme

Le mutualisme peut être défini comme une association de bénéfices réciproque pour deux organismes (BOUCHER *et al*, 1982). Les producteurs de miellat que sont les homoptères ont développé des relations de mutualismes avec les fourmis appelées trophobioses (DELABIE, 2001).

2.4.4.3. La prédation

Les ennemis naturels jouent un rôle prépondérant dans le contrôle du puceron. Selon plusieurs chercheurs, un contrôle naturel du puceron serait possible lorsque les ennemis naturels généralistes sont présents avant l'arrivée du puceron (COSTAMAGNA et LANDIS, 2007).

2.4.4.4. Le parasitisme

Les insectes parasitoïdes sont des insectes qui pondent dans, sur, ou à proximité de leur hôte (dans ce dernier cas, c'est la larve de parasitoïde qui parasite l'hôte), généralement un autre insecte (GODFRAY, 1994). De nombreuses familles d'Hyménoptères entomophages se développent en parasitoïdes aux dépens des pucerons. Quelques exemples ont été abordés dans le chapitre précédent.

2.5. Modèles ravageurs-auxiliaires

Des modèles, ceux de Lokta Volterra ou de Mc Arthur et Connell sont présentés dans la bibliographie pour expliquer l'évolution d'effectifs entre une proie et un prédateur, (ORTH, 2006 ; FRONTIER, 1983). Les pucerons, qui présentent de nombreuses espèces, ont un cortège très important de prédateurs et de parasites. Les auxiliaires sont capables d'ajuster l'intensité de leurs actions prédatrices ou parasitaires, après un certain temps de latence nécessaire à leur multiplication. Cette relation appelée de « densité dépendance » aboutit à des fluctuations alternées des populations des deux antagonistes autour d'un état d'équilibre (JOURDHEUIL, 1986). Il est distingué deux types d'auxiliaires d'après JOURDHEUIL, (1986)

2.5.1. Les auxiliaires de protection

Si l'entrée en activité des auxiliaires correspond à celle du ravageur, la pullulation reste en dessous du seuil de nuisibilité. Ces auxiliaires n'ont généralement pas une rapidité et un potentiel d'accroissement numérique leur permettant d'être abondants et efficaces en période de multiplication des ravageurs. En revanche, ils ont un seuil thermique d'activité relativement bas et sont généralement des prédateurs polyphages, donc capables de survivre sur des proies de substitution en toute saison et donc d'intervenir dès les premiers ravageurs. Les auxiliaires dits de protection n'ont pas une pression de prédation suffisante. C'est le cas des Coccinelles.

2.5.2. Les auxiliaires de nettoyage

Il existe des auxiliaires qui sont capables de jouer un rôle régulateur important. Ce sont des auxiliaires qui ont un seuil thermique d'activité souvent plus élevé que celui du puceron et arrivent donc plus tard au printemps. En revanche, ils ont la faculté d'ajuster leur cycle biologique à celui de l'insecte qu'ils consomment ou parasitent. Ce sont des auxiliaires souvent très spécifiques dans leur mode d'alimentation ou de reproduction (certaines espèces d'Hyménoptères sont capables de parasiter seulement quelques espèces de pucerons).

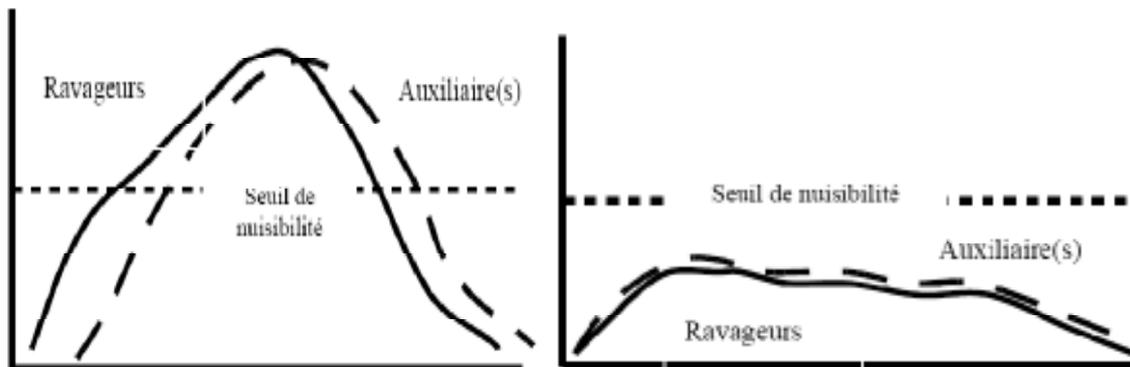


Figure 14 : Adaptation des modèles de Lotka Volterra à l'agriculture d'après JOURDHEUIL, (1986)

Nous nous sommes intéressés dans la présente étude à deux volets distincts. Le premier volet correspond à une étude au sein d'une saison déterminée de l'évolution des populations d'aphides dans un verger d'agrumes expérimental du département d'Agronomie, présentant une absence de régie appropriée. Durant cette même saison, l'étude du complexe auxiliaire circulant dans ce verger a été abordée. Le second volet a concerné des essais de traitement in situ à base de l'extrait aqueux d'une Verbenaceae *Lantana camara* sur des colonies aphidiennes installées au niveau des jeunes pousses.

4.1. Résultats

4.1.1. Suivi temporel du complexe aphidien-auxiliaires au niveau de la canopée

L'évolution des fluctuations des populations aphidiennes et de leurs auxiliaires associés, durant la période printanière du 24 Avril au 24 juin 2012, se caractérise par une variabilité importante.

Les abondances moyennes hebdomadaires des pucerons sur la période allant du 24 Avril jusqu'au 24 juin 2012 sont indiquées sur la figure 28.

Entre la fin avril et la première décade de mai, on distingue une absence des pucerons sur la canopée. Les premières colonies se sont installées vers la mi mai dans la limite des 100 individus. La tendance évolutive des populations se concrétise en une augmentation graduelle et rapide des effectifs dans les colonies aphidiennes avec un 1^{er} pic atteint au début juin et un second pic observé vers la fin de ce mois. Durant cette phase d'augmentation, les abondances moyennes ont quadruplé en l'espace de 3 semaines jusqu'à atteindre un effectif de 400 individus. Entre les deux pics d'abondance, nous avons enregistré une chute brutale des effectifs caractérisée par une abondance quasi nulle des pucerons.

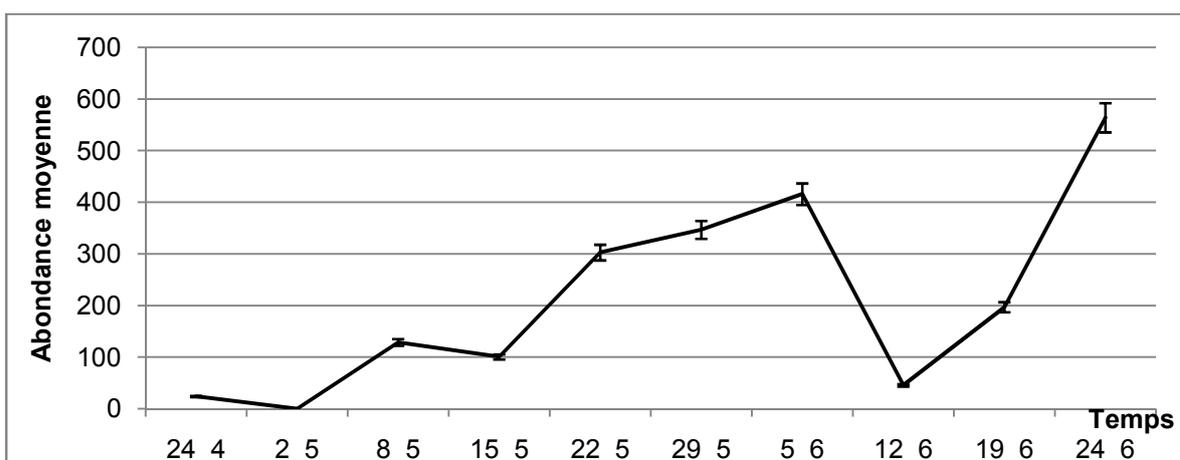


Figure 28: Abondance moyenne des populations aphidiennes globales sur la canopée durant la période d'échantillonnage.

Les abondances moyennes temporelles des auxiliaires aphidiphages observées au niveau des feuilles des arbres échantillonnés durant la période allant du 24 Avril jusqu'au 24 juin 2012, sont très faibles pour tous les groupes (figure 29).

Nous avons enregistré par ordre croissant l'abondance des chrysopes avec le plus faible effectif inférieur à 0,5 individus, suivie par celle des syrphes également très faible (1 individu en moyenne), viennent par la suite les coccinelles et enfin les cécidomyies qui sont les auxiliaires prédateurs les plus représentés (4 individus en moyenne).

On peut dire que les auxiliaires aphidiphages sont en faibles abondances. A cet effet, on peut émettre l'hypothèse que leur activité a été retardée ou bien ils se sont installés tardivement dans le verger.

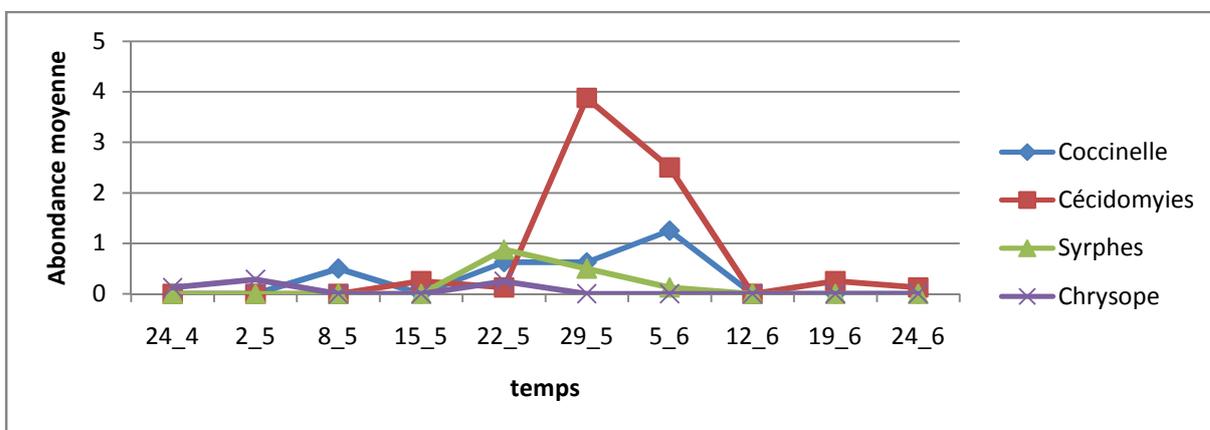


Figure 29: Abondances moyennes des groupes d'auxiliaires Aphidiphages au niveau de la canopée.

Nous avons en outre une faible activité du parasitisme au niveau de la canopée représentée par une moyenne d'abondance très faible des pucerons momifiés (figure 30). Cette faible activité de parasitisme pourrait être en relation avec une qualité d'hôtes proies aphidiennes non adéquate pour le développement des parasitoïdes *Braconidae* responsables des momies en présence sur les feuilles que nous avons échantillonnées.

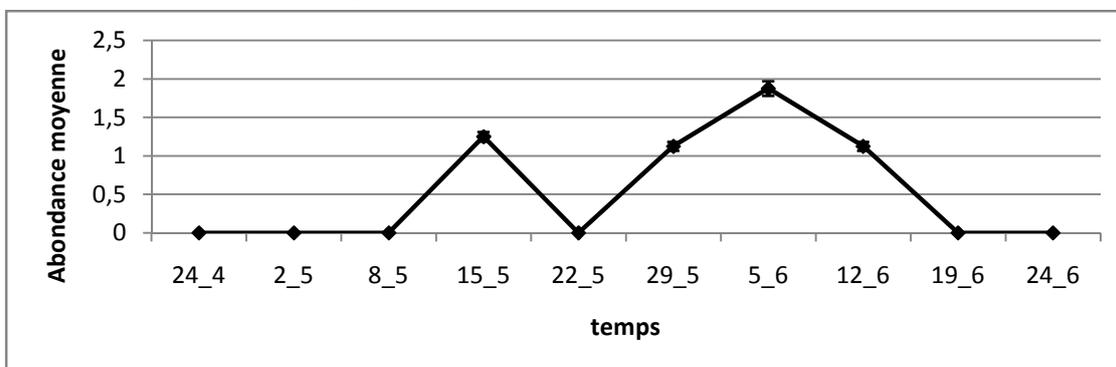


Figure 30: Abondance moyenne des pucerons momifiés au niveau des jeunes pousses.

4.1.2. Evolution des populations d'auxiliaires rencontrées sur la canopée

Durant une période d'observation bimensuelle, nous avons pu noter les différents stades biologiques de chaque aphidiphage prédateur rencontré dans les colonies de pucerons au niveau des jeunes pousses ou seuls. L'activité temporelle de chaque catégorie est représentée dans la figure 31.

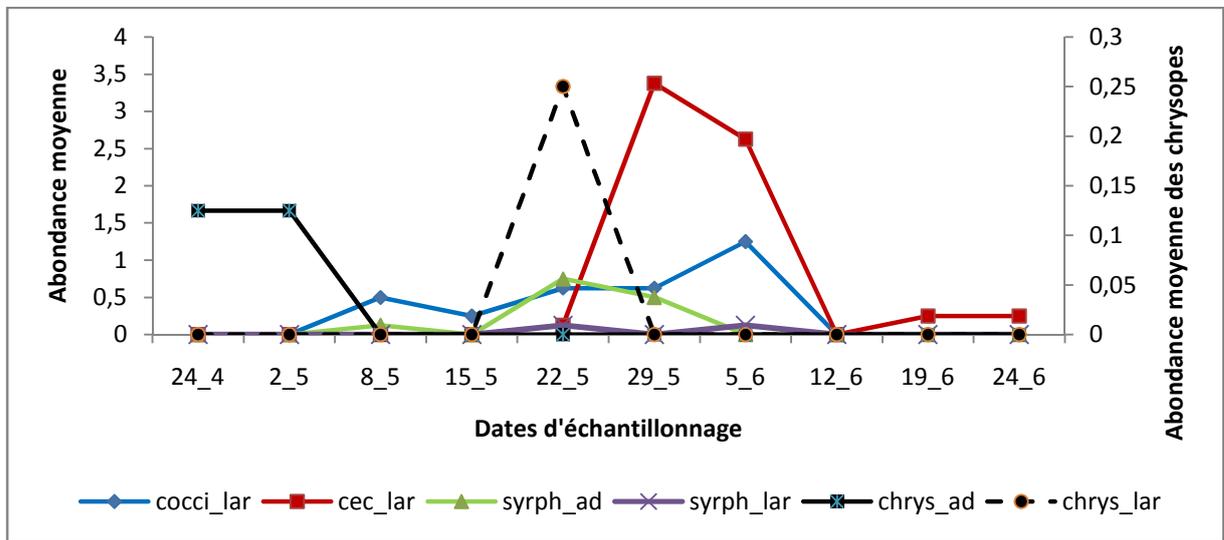


Figure 31: Abondances moyennes des larves et adultes des auxiliaires Aphidiphages sur la canopées des agrumes.

Concernant l'activité larvaire des prédateurs, nous avons constaté une apparition plus précoce des larves de coccinelles sur les feuilles suivie par celle des syrphes par rapport à l'activité des larves de la cécidomyie *Aphydoletes aphidimyza*. Néanmoins, on peut remarquer que l'activité des larves de chrysopes n'est signalée que vers la fin du mois de mai avec une abondance moyenne de 3.5 individus. On distingue une évolution plus ou moins stable de la dynamique des larves de coccinelles du début de mai à la fin de ce mois qui s'intensifie par la suite au début de juin mais elle chute au-delà de cette date (figure 31). Les larves de syrphes n'ont été observées qu'à partir de mi mai mais leur abondance est restée très faible. On peut rapporter que l'activité aphidiphage essentielle dans le verger d'agrumes est essentiellement due à la cécidomyie *A. aphidimyza*.

Les adultes des chrysopes en l'occurrence l'espèce très commune *Chrysoperla carnea* sont les premiers observés dès le début de nos échantillonnages vers la fin avril (figure 31). Il se pourrait que ces individus soient de la génération automno hivernale car leur abondance est restée très faible et stable.

Nous avons étudié la structure des communautés d'aphidiphages observés durant la période d'étude à travers une analyse factorielle des correspondances suivie d'une classification hiérarchique qui nous a déterminé les différents groupes (figure 32 et 33). Les deux axes F1 (62.93%) et F2 (25.61%) de l'AFC ont été retenus dans la mesure où la somme des pourcentages de contribution de la variance de chacun, est supérieure à 30%. Les résultats obtenus à travers l'AFC et la CAH établies à partir des évolutions des abondances des différentes formes biologiques des quatre prédateurs, ont mentionné leur disponibilité temporelle sur les arbres de Thomson navel.

Les populations de larves des cécidomyies se situent du côté négatif des axes 1 et 2, celles des larves de chrysopes, de syrphes et des larves de coccinelles sont du côté positif de l'axe 2. Seules les populations des adultes de chrysopes sont situées du côté positif de l'axe 1 et sont signalées entre la fin d'avril et le début de mai.

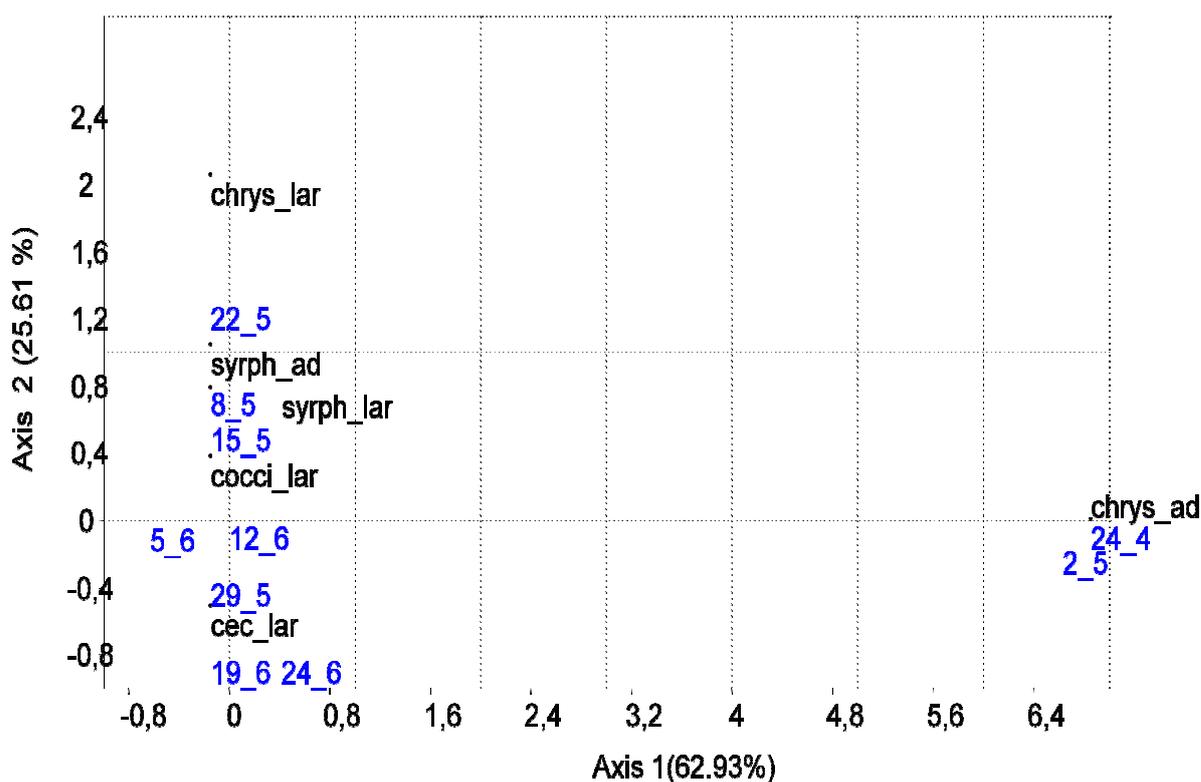


Figure 32: Projection des variables temporelles et des différents stades biologiques des auxiliaires aphidiphages sur les axes 1 et 2 de l'analyse factorielle des correspondances.

La CAH obtenue à partir du dendrogramme des groupes des prédateurs aphidiphages a permis de structurer 4 assemblages temporels.

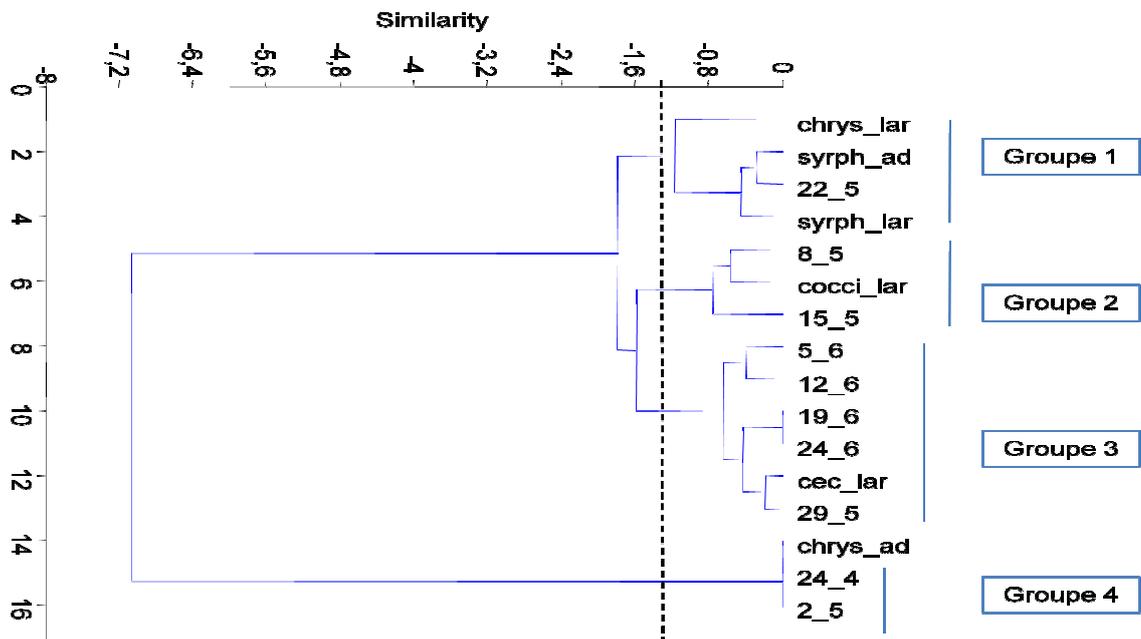


Figure 33 : Dendrogramme obtenu à travers la classification ascendante hiérarchique avec comme mesure de similitude la distance euclidienne entre les variables temporelles et les variables des différents stades d'aphidiphages.

Le premier groupe englobe les larves de Chrysopes représentées par l'espèce *Chrysoperla carnea*, et les adultes de syrphes représentés par l'espèce *Epistrophe balteata*, coïncidant avec la 3^{ème} semaine du mois de mai.

Le deuxième groupe est représenté par des larves de *coccinellidae* notamment celles de *Scymnus* et celles de *Rodolia cardinalis* prédatrices de cochenilles *Diaspines* et *d'Icerya purchasi* respectivement coïncidant dans l'intervalle temporel du 8 au 15 mai.

Le troisième groupe concerne celui des larves de Cécidomyie représentée par *Aphidoletes aphidimyza* et dont l'activité s'étale de la fin mai jusqu'à la fin de nos échantillonnages vers la fin juin. Leur présence et leur activité semble être en relation avec celles des populations d'*A. spireacla* et *A. gossypii* infestant les jeunes pousses des orangers.

Le quatrième groupe de statut isolé, en raison de leurs effectifs très faibles par rapport aux autres assemblages de la CAH et de l'AFC est celui des adultes de chrysopes *Chrysoperla carnea*, coïncidant avec la première sortie de la fin d'avril et la sortie du début du mois de mai. Les chrysopes ont été observés vers la fin d'avril et début mai sans relation avec les périodes de poussée et la population aphidienne en elle-même.

4.1.3. Richesse des auxiliaires circulants dans le verger étudié

4.1.3.1. Richesse des auxiliaires récoltés par les pièges jaunes à eau

A partir des récoltes des pièges jaunes à eau, nous avons réalisé un inventaire global à travers l'ensemble des sorties d'observation dans le verger d'agrumes étudié (tableau 5). Cet inventaire nous a permis de mettre en évidence l'entomofaune circulante constituée par des communautés d'auxiliaires pouvant jouer un rôle fonctionnel. Les catégories trophiques les plus représentées regroupent différents ordres avec différentes familles. Nous avons jugé utile d'indiquer un indice de fréquence ou classe de fréquence (RAMADE, 1984) correspondant à chaque espèce rencontrée selon que les taxons répertoriés sont rares ou accidentels ou bien fréquents ou encore très abondants c'est-à-dire constants dans le verger.

Tableau 5 : Inventaire de l'entomofaune circulante récoltée à partir des pièges jaunes dans le verger expérimental d'agrumes pendant la période du 24 Avril au 24 juin 2012. (* : Espèce rare ou accidentelle, ** : espèce fréquente, *** : espèce abondante ou constante).

Espèces	Indice de fréquence	Rôle fonctionnel
- <i>Scymnus interruptus</i> (Coleoptera, Coccinellidae)	**	Prédateur d' <i>Aphis spireacola</i>
- <i>Chrysoperla carnea</i> (Neuroptera, Chrysopidae)	*	Prédateur généraliste
- <i>Episyrphus balteatus</i> (Diptera, Syrphidae)	***	Aphidiphage
- <i>Thaumatomyia notata</i> (Diptera, Chloropidae)	*	Larves
- <i>Hermetia illucens</i> (Diptera, stratiomyidae)	***	saprophages
- <i>Eristalis tenax</i> (Diptera, Syrphidae)	*	consomment la matière organique décomposée
- <i>Thysanoptera Tubilifera</i> sp	***	Phytophage fréquent dans les Poaceae

<i>Hymenoptera, Trichogrammatidae sp1</i>	*	Parasitoïde
<i>Hymenoptera, Trichogrammatidae sp2</i>	*	Parasitoïde
<i>Hymenoptera, Chalcididae sp</i>	*	Parasitoïde
<i>Messor barbara (Hymenoptera, Formicidae)</i>	*	prédateur
<i>Tetramorium sp (Hymenoptera, Formicidae)</i>	**	granivore
<i>Monomorium sp (Hymenoptera, Formicidae)</i>	**	
<i>Hymenoptera, Ichneumonidae sp</i>	*	parasitoïde
<i>Rodolia cardinalis (Coleoptera, Coccinellidae)</i>	**	Prédateur d'Icerya
<i>Thysanoptera, Thripidae sp</i>	**	purchasi
<i>Andrena sp (Hymenoptera, Andrenidae)</i>	**	?
<i>Semidalis aleyrodiformis (Neuroptera, Coniopetrygidae)</i>	***	pollinisateur
		prédateur d'aleurodes
<i>Lasius grandis (Hymenoptera : Formicidae)</i>	***	Prédateur
<i>Lysiphebus testaceipes (Hymenoptera, Braconidae)</i>	***	Parasitoïde d'aphides
<i>Aphidoletes aphidimyza (Diptera, Cecidomyidae)</i>	***	Prédateur d'aphides

La richesse des taxons entomofauniques récoltés à travers les pièges jaunes disposés dans la canopée des arbres d'oranger et concidant avec la poussée de sève printanière totalise 21 espèces appartenant pour la plupart aux ordres des *hymenoptera* et des *diptera* (tableau 5). Parmi les *hymenoptera*, on retrouve notamment des parasitoïdes dont deux espèces de *Trichogrammatidae*, une espèce d'*Ichneumonidae* et une espèce de *Braconidae* *Lysiphebus testaceipes* parasitoïde de pucerons. Les autres hyménoptères appartiennent à la famille des *Formicidae* tels que *Messor barbara*, *Tetramorium sp* et *Monomorium sp* qui ont surtout un rôle de fourmis moisonneuses, *Lasius grandis* que nous avons surtout rencontré dans les colonies des pucerons *A. spiraecola* et *A. gossypii* ainsi qu'une espèce pollinisatrice *Andrenidae* *Andrena sp*. Chez les *diptera*, les aphidiphages comprennent surtout le *syrphidae* *Episyrphus balteatus* et le *cécidomyidae* *Aphidoletes aphidimyza*. Deux autres espèces de *Diptera* sont représentées par les familles des *chloropidae* et des *stratiomyidae* respectivement. De nombreux individus de *thrips* ont été récoltés des pièges jaunes à savoir une espèce de *Tubulifera* et une espèce de *Thripidae*.

D'après nos constatations, l'inventaire de l'entomofaune circulante dans le verger étudié durant les mois d'avril et mai a fait ressortir 7 taxons entomophages dont 5 espèces sont des aphidiphages (tableau 5).

4.1.3.2. Richesse et fréquence des auxiliaires observés au niveau de la strate herbacée

Durant la même période, la récolte au filet fauchoir ou directe au sein de la strate herbacée nous a permis de recenser 24 taxons différents. Les *coleoptera* et les *hemiptera* *Miridae*, *Lygeidae* et *Anthocoridae* sont largement représentés devant les autres ordres comme les *diptera* ou les *hymenoptera*. Les aphidiphages rencontrés dans la strate herbacée ont été rencontrés fréquemment sur *Chrysanthemum leucanthemum*, *Daucus carota* et *Avena sterilis* tels que *Coccinella Algerica*, *Coccinella quatuordecempunctata*, *Crysoperla carnea*, *Episyrphus balteatus*, *Aphidoletes aphidimyza*, *Orius sp* et *Lysiphebus testaceipes* sur *Galactites tomentosa* (tableau 6).

Tableau 6 : Inventaire de l'entomofaune de la strate herbacée récoltée dans le verger expérimental d'agrumes durant la période du 24 Avril au 19 juin 2012.

Plante hôte	espèces	Indice de fréquence	
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> (Apiaceae)	<i>Coccinella Algerica</i> (Coleoptera, Coccinellidae)	***	
	<i>Coccinella quatuordecempunctata</i> (Coleoptera, Coccinellidae)	*	
	<i>Crysoperla carnea</i> (Neuroptera, Chrysopidae)	*	
	<i>Episyrphus balteatus</i> (Diptera, Syrphidae)	***	
	<i>Lysiphebus testaceipes</i> (Hymenoptera, Braconidae)	***	
	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Diptera, Cecidomyidae)	***	
	Thysanoptera Tubulifera	***	
	<i>Rhagonycha fulva</i> (Coleoptera, Cantharidae)	***	
	<i>Rhagonycha nigripes</i> (Coleoptera, Cantharidae)	***	
<i>Daucus carota</i> (Apiaceae)	Coleoptera, Carabidae sp	***	
	Coleoptera, Chrysomelidae sp	***	
	<i>Malthinus scriptus</i> (Coleoptera, Cantharidae)	***	
	<i>Lysiphebus testaceipes</i> (Hymenoptera, Braconidae)	***	
	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Diptera ; Cecidomyidae)	***	
	<i>Lasius grandis</i> (Hymenoptera : Formicidae)	***	
	Coleoptera, <i>Bruchidae sp</i>	***	
<i>Picris echinoides</i> (Coleoptera, Bruchidae)	<i>Cetonia floralis</i> (Coleoptera, cetonidae)	***	
	Hemiptera, <i>Miridae sp</i>	*	
	Hemiptera, <i>Lygeidae sp</i>	*	
	<i>Avena sterilis</i> (Poaceae)	<i>Orius sp</i> (Hemiptera, <i>Anthocoridae</i>)	****
		Opillion (Chelicerata, Arachnida)	***

Fabacae	<i>Lysiphebus testaceipes</i> (Hymenoptera, Braconidae)	***
	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Diptera Cecidomyidae)	***
	Coleoptera, <i>Carabidae sp</i>	**
	Coleoptera, <i>Silphidae sp</i>	**
	Coleoptera, <i>Scarabeidae sp</i>	**
Fabacae	Coleoptera, <i>Staphylinidae sp</i>	**
	<i>Galactites tomentosa</i>	<i>Lysiphebus testaceipes</i> (Hymenoptera, Braconidae)
Observés dans la canopée	<i>Icus hamatus</i> (Araneidae)	**
	<i>Philodromus sp</i> (Araneidae)	**
	<i>Cheiracanthium mildei</i> (Araneidae)	**
	<i>Olios argelasius</i> (Araneidae)	**
	<i>Lubiona sp</i> (Araneidae)	**

Différentes espèces d'araignées ont été également observées dans la canopée *Icus hamatus*, *Philodromus sp*, *Cheiracanthium mildei*, *Olios argelasius*; *Lubiona sp* qui peuvent jouer un rôle non négligeable en leur qualité de prédateurs. On peut émettre l'hypothèse que la faible diversité des aphidiphages observés durant notre période d'échantillonnage serait en partie due à l'activité prédatrice des araignées dans la canopée des orangers et même au niveau des plantes adventices.

On peut également citer l'hypothèse selon laquelle l'abondance et la diversité des ennemis naturels des ravageurs sont plus élevées dans les polycultures que dans les monocultures annuelles où des habitats sont moins disponibles ce qui diminue les déplacements (ROOT, 1973). Les polycultures offrent en effet une plus grande diversité de proies/hôtes et de microhabitats en relation avec plusieurs ressources importantes comme le nectar et le pollen. Des populations de prédateurs généralistes peuvent donc s'y maintenir et mieux contrôler les ravageurs présents dans la culture. Aussi, la fluctuation de l'abondance des prédateurs spécialistes y est moindre car le refuge créé par l'environnement complexe permet à leurs proies d'éviter une annihilation générale (RISCH S, 1981).

4.1.4. Evaluation de la toxicité des traitements à base de *L. camara* dans le verger étudié

La figure 34 représente l'évolution temporelle des populations résiduelles aphidiennes colonisant les jeunes pousses des arbres d'oranger échantillonnés, sous l'effet de deux extraits aqueux de *Lantana Camara* à base des feuilles sèches et feuilles fraîches, par rapport au témoin.

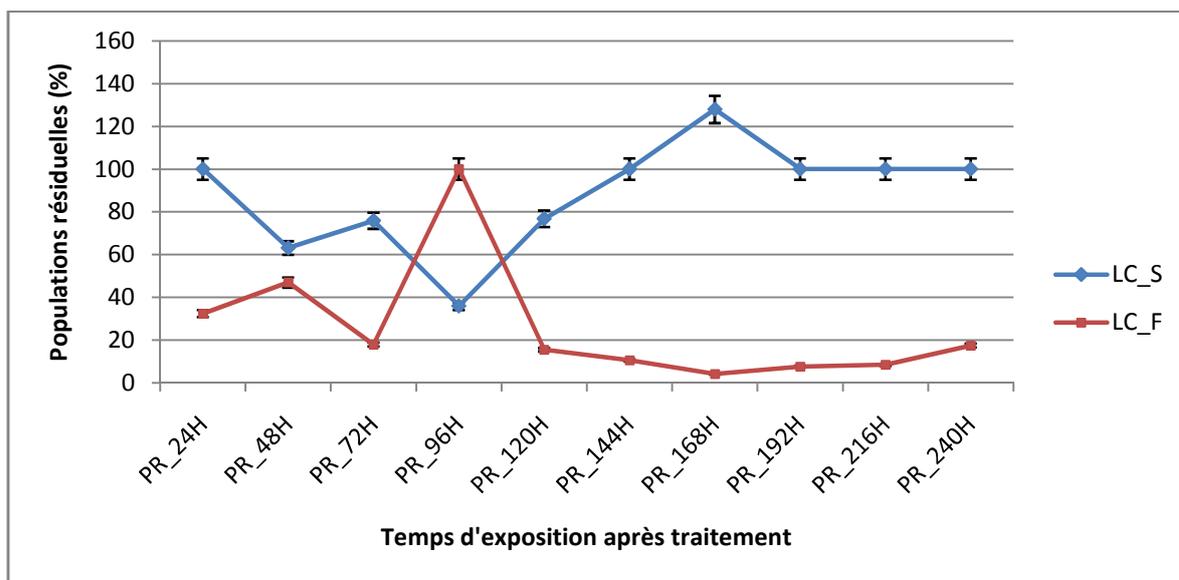


Figure 34 : Evolution temporelle des populations résiduelles des pucerons des agrumes sous l'effet des deux extraits aqueux (LC_S et LC_F) de *Lantana camara*.

On remarque que l'application de l'extrait aqueux de *Lantana camara* à base du feuillage frais de la plante s'est avérée plus efficace qu'avec l'application de l'extrait à base de feuilles sèches. Aussi, la méthode d'extraction par infusion au bain marie semble avoir libéré plus de molécules toxiques que la méthode d'extraction par agitation mécanique des filtrats de poudre de la même plante. En effet, durant les 3 jours après exposition au traitement, les pourcentages de populations résiduelles des aphides sont restées dans un intervalle compris entre 40% et 60% soit à la limite d'une toxicité moyenne du pesticide botanique extrait de la poudre de *L. camara*. La reprise biocénotique des formes mobiles aphidiennes s'est rétablie très rapidement après le 4ème jour traduisant un effet neutre du produit et cela durant les 6 jours d'exposition suivants (figure 34).

Le traitement avec l'extrait aqueux à partir de l'infusion des feuilles de la plante a engendré une toxicité beaucoup plus importante. Les pourcentages des populations résiduelles aphidiennes sont restés en dessous de 20% durant toute la période d'exposition au produit, une légère reprise a été remarquée à partir du 10ème jour.

4.1.5. Effets comparés de l'efficacité des extraits aqueux de *L. camara* sur les populations résiduelles des pucerons sur l'oranger

L'extrait aqueux des feuilles utilisées à l'état frais s'est montré le plus toxique vis-à-vis des pucerons en enregistrant la plus faible abondance des populations aphidiennes. On peut dire que cette nature de l'extrait est très toxique puisque les populations résiduelles se sont maintenues à un pourcentage inférieure à 30%, comparativement aux colonies exposées au traitement à base de poudre de la plante et dont les populations résiduelles n'ont pas été affectées car leurs pourcentages sont restés supérieures à 60% (figure 35). L'analyse de la variance appliquée à l'effet seul de la nature de l'extrait a montré une différence très significative avec une probabilité inférieure à 1% (tableau 7).

Quant à l'effet temporel des deux extraits aqueux appliqués, nous remarquons que le temps joue en faveur de la toxicité. En effet, la considération du temps d'exposition après traitements nous indique une progression temporelle variable mais non significative ((Fratio=0,087; p=0,99; p>5%) du taux d'efficacité des deux traitements appliqués (tableau 7).

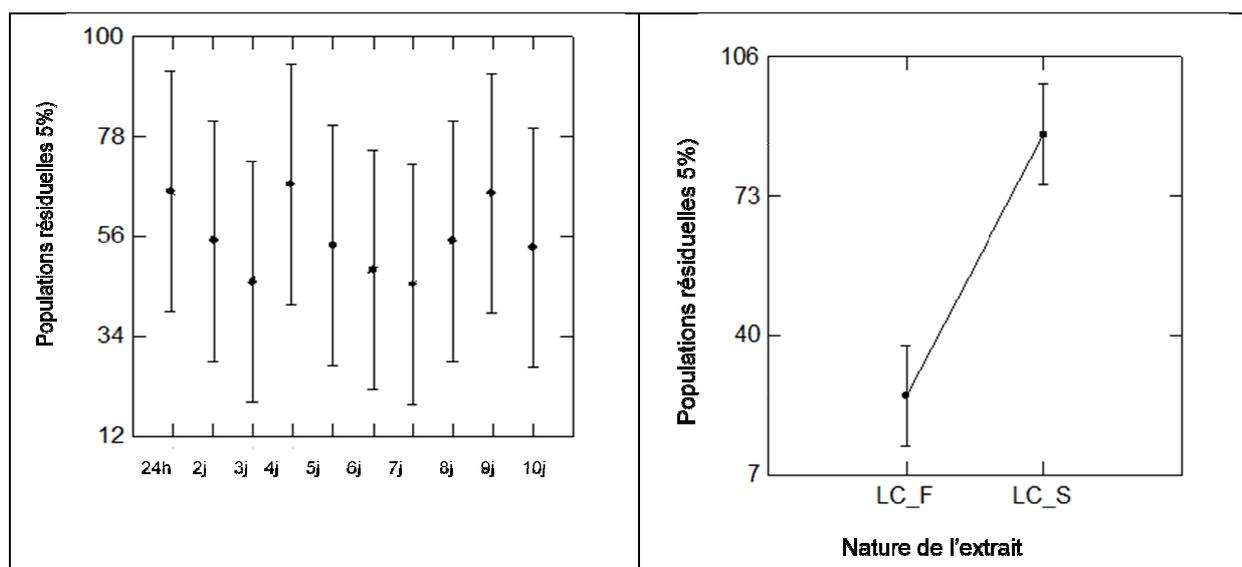


Figure 35 : Effet du temps d'exposition et de la nature du phytoextrait de *L. camara* sur les populations aphidiennes résiduelles en verger d'agrumes.

Tableau 7 : Résultats de l'analyse comparée (modèle GLM) de l'effet temporel des deux phytoextraits de *L. camara* sur les aphides en verger.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Extrait	19158.050	1	19158.050	13.736	0.005
Temps	1094.050	9	121.561	0.087	0.999
Erreur	12552.450	9	1394.717		

4.2. Discussions

Pour interpréter les causes des variations d'effectifs d'une population, il est nécessaire de comprendre les processus qui les influencent. Il y a d'abord les processus de recrutement (natalité et immigration), qui augmentent les effectifs, et les processus de disparition (mortalité et émigration), qui les diminuent ; le tout conditionné par la quantité de nourriture disponible (FAURIE et al, 1998)

Tous les êtres vivants sont interdépendants. Chacun occupe une niche écologique propre à l'espèce mais qui peut varier en cours de cycle. Les chaînes alimentaires sont les relations les plus importantes entre les êtres vivants. Dans un milieu équilibré, toute pullulation d'un ravageur est régulée par plusieurs auxiliaires. Cet équilibre est permis par la diversité biologique, appelé biodiversité (RONZON, 2006). C'est la connaissance du rôle fonctionnel de la biodiversité qui permet de mieux gérer les agrosystèmes (SARTHOU, 2006).

Dans ce travail, nous avons essayé de comprendre dans un premier temps comment évoluent le complexe aphides aphidiphages et leur entomofaune circulante associée au sein d'un verger d'oranger voué à un délaissement sans aucun type de régie défini. Dans un deuxième temps, nous avons testé si l'application d'un extrait aqueux d'une plante ornementale aromatique *Lantana camara* avait un impact biocide sur les colonies aphidiennes installées sur les jeunes pousses. Ces trois objectifs sont discutés ci après.

4.2.1. Evolution des populations aphidiennes avec leurs aphidiphages dans le type de verger d'oranger étudié

Durant notre période d'étude de avril à juin 2012, les fluctuations des abondances des pucerons se sont caractérisées par un retard d'apparition des individus qui s'est étalé jusqu'à la deuxième semaine de mai où les moyennes n'ont pas dépassé pas les 100 individus, une abondance maximale de 500 individus ayant été enregistrée au mois de juin. Ce retard d'apparition de pucerons a probablement influé sur les moyennes d'abondance et la diversité de différentes catégories d'auxiliaires aphidiphages qui sont restées faibles. Ainsi, pour les larves de coccinelles de l'espèce *Scymnus interruptus*, les abondances moyennes n'ont pas dépassé 1 individu, et larves de cécidomyies de l'espèce *Aphidoletes aphidimyza* n'a pas dépassé les 3,5 individus en moyenne.

Selon SAHRAOUI et GOUREAU (1998), Le plus souvent *Scymnus interruptus* cohabite avec d'autres *Scymnus* dont elles sont biologiquement très proche. Nous citons *Scymnus (pullus) subvillosus*, *Scymnus rufipes*, *Scymnus pallipediformis* , *Scymnus apetzi*, *Scymnus bivulnerus*. D'autres coccinelles de grandes tailles partagent également la même nourriture que *Scymnu. Interruptus* sur agrumes. En Mitidja l'activité intense de cette espèces se manifeste à partir du mois de juin qui

correspond à la face de déclin des populations aphidiennes. En général, les *scymnini* développent deux générations annuelles au mois de juin, juillet et Aout.

La région de Soumâa, est une région subhumide à hiver doux de la Mitidja centrale, ce qui en faveur du maintien de générations continues de populations parthénogénétiques des aphides. Pendant l'année d'étude en 2012, nous avons pu noter une température moyenne très basse et des précipitations très importantes durant la saison hivernale, précédées par des températures moyennes très élevées pendant la saison automnale et estivale et une période de février à avril qui s'est caractérisée par ailleurs par des températures très basses qui ont du influencer les activités biologiques de la plante et des aphides. Ces variations climatiques agissent sur le développement phénologique de la plante ainsi que sur la biologie des pucerons. En effet, les populations d'insectes ravageurs sont fortement influencées par les conditions de culture de leurs plantes hôtes ainsi que la température et l'humidité relative qui ont un impact direct sur leur développement et leur survie (DADJOZ, 1971 et 1985 ; SCHVESTER, 1956).

Les précipitations interviennent par leur durée, intensité et le moment où elles se produisent, en empêchant ou non le vol ou agit directement sur les aptères en délogeant des feuilles sur lesquelles ils se trouvent.

La température influe sur la durée de développement, la fécondité, la longévité des pucerons et la détermination de l'envol des ailés, elle est optimal à 24°C. L'élévation de la température joue également sur les cortèges de parasites et prédateurs des insectes ravageurs (MATTSON et HAACK, 1987). Leurs optimums thermiques peuvent être différents, le réchauffement climatique serait parfois favorable aux insectes ravageurs et parfois favorable à ses ennemis naturels.

L'autorégulation des populations des aphides par des mécanismes intraspécifiques soit par la formation d'ailés, sous l'action de l'effet de groupe, soit par une diminution de la qualité nutritionnelle de la sève entrainerait selon ROBERT, (1982) une régression naturelle des populations du fait d'une production globale plus intensive de nouvelles larves et la modulation de la fécondité des adultes. Sur les agrumes, au moment de la période des poussées, deux espèces de pucerons cohabitent généralement. Hermoso de Mendoza et Moreno ont constaté que *Aphis spireacola*, domine généralement *Aphis gossypii*. L'effet compétitif entre les deux espèces peut conduire à la production d'insectes de plus petite taille et de moindre fécondité par suite d'une limitation des ressources (DEGUINE et LECLANT, 1997). Par ailleurs, 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 (FRANTZ, 2006).

Au sein des interactions environnementales entre les plantes et les insectes phytophages, il est bien connu que les prédateurs et les parasitoïdes réagissent aux sémiocimiques émis par les plantes attaquées mais aussi à ceux libérés par les ravageurs (SYMONDSON et *al.*, 2002).

Les auxiliaires sont également attirés par des kairomones de faible volatilité (rejets métaboliques ou sécrétions glandulaires) et déposées par leurs proies/hôtes sur le végétal, (SHONOUDA et *al.*, 1998). Ainsi, le miellat excrété par les aphides sur les feuilles de la plante hôte riche en sucres et en acides aminés, constitue une source de nourriture pour de nombreux auxiliaires mais agit également comme une kairomone volatile et de contact. D'une part, les composés volatils issus du miellat guident les auxiliaires vers une source de nourriture, de proies ou d'hôtes mais stimulent aussi certains comportements de recherche, de localisation et d'attaque de proies/hôtes, mais aussi d'oviposition (LEROY et *al.*, 2009). La perception du miellat a été démontrée pour les larves de *Coccinella septempunctata* (CARTER et DIXON, 1984), et les adultes, en présence de miellat, déposent beaucoup plus d'œufs (EVANS et DIXON, 1986). De nombreuses recherches ont porté sur l'impact de coccinelles (*Coleoptera : Coccinellidae*) sur les pucerons (IPERTI 1978 et 1986 ; DIXON et *al.* 1997 et SAHARAOUÏ et HEMPTINNE, 2009, BEN HALIMA KAMEL et *al.*, 2011). Selon CHIA CHU et SHUI CHEN (1971) la voracité des coccinelles diffère en fonction des espèces de ces dernières et de celles des cibles. Les cécidomyiides, les larves de syrphides (*Diptera : Syrphidae*), et des Neuroptères de la famille des *Chrysopidae* sont extrêmement voraces et constituent d'excellents aphidiphages (LYON, 1979 ; VINCENT et CODERRE, 1992, PAULLIANE, 1999). Selon ROBERT, (1982), l'efficacité de ces auxiliaires est variable d'une saison à l'autre, d'une année et d'une région à l'autre et selon l'abondance des populations qui est elle-même en relation avec le niveau des ressources trophiques (HEMPTINNE et *al.*, 1990). En outre, la régulation des populations de ravageurs est d'autant plus efficace que l'intervention des prédateurs intervient précocement dans la chronologie de la pullulation des phytophages (DOUTT et DE BACH, 1964).

Nos observations nous ont permis de remarquer un très faible pourcentage de parasitisme au sein de la canopée. Les variations d'abondance d'un parasitoïde au cours du temps sont le plus souvent liées à ses propres particularités physiologiques telles que la fécondité, le développement et la longévité influencés par les facteurs de l'environnement (GAUTHIER 1986 ; BOURGEOIS, 2009).

Le seul parasitoïde aphidiphage présent dans le verger étudié est le *Braconidae Lysiphlebus testaceipes*. Les momies ont été constatées le plus souvent sur des plantes spontanées de la strate herbacée au sein du verger plutôt que sur les jeunes pousses infestées de la canopée. Différents auteurs (GARCIA MARI, comm.pers.) affirment que le puceron *Aphis spireacola* est une proie de faible qualité nutritionnelle pour *L. testaceipes* par rapport à *A. gossypii* qui permet le développement et l'émergence de ce parasitoïde. La présence des populations du puceron vert est prépondérante sur les jeunes pousses du fait de leur enroulement, contrairement à *A. gossypii* dont les prélèvements de sève n'entraînent pas ce type d'enroulement des jeunes feuilles qui restent bien étalées.

4.2.2. Entomofaune circulante dans le type de verger étudié

Au sein du champ cultivé, les adventices des cultures sont considérées en règle générale comme nuisibles à celles-ci. Toutefois, dans la mesure où elles ne dépassent pas un certain seuil de concurrence, elles peuvent avoir des effets bénéfiques sur l'entomofaune prédatrice. La présence d'adventices crée un micro-climat favorable à la ponte et au développement larvaire des prédateurs polyphages, moins marqués pour les prédateurs et parasitoïdes spécifiques. Des Hétéroptères aphidiphages sont aussi observés en plus grand nombre dans les parcelles de cultures non désherbées. Il s'agit d'*Anthocoris nemorum* et (SMITH et al., 2007) d'*Orius insidiosus*. Les mécanismes régissant ces effets augmentatifs liés à la diversité végétale sont connus de manière incomplète. Il paraît évident que la succession de milieux variés permet aux entomophages une continuité de développement en assurant une meilleure coïncidence spatio-temporelle avec leur hôtes/proies. Ces habitats sont essentiels puisqu'ils déterminent en grande partie la spécificité alimentaire des aphidiphages. Par exemple, sur les sites d'alimentation, les Coccinelles prospectent des zones spatiales différentielles caractérisées par une stratification végétale verticale en fonction des espèces. Ce n'est qu'ensuite que le choix de l'espèce proie s'établit (IPERTI, 1978). Par ailleurs, la capacité de recherche de biotopes favorables ou de l'hôte-proie est, chez les entomophages, sous l'influence d'une succession de stimuli complexes visuels ou olfactifs, en provenance du végétal et/ou du phytophage (SHONOUDA et al, 1998).

Les déplacements sur de longues distances sont rares chez les aphidiphages. Néanmoins, certaines Coccinelles dont les milieux d'alimentation et d'hivernation diffèrent spatialement, effectuent des déplacements vers des sites d'estivo-hivernation situés pour la plupart hors culture. *Coccinella septempunctata*, par exemple choisit la lisière (HEMPTINE, 1989). Selon GAUTHIER, (1986) Les Syrphes effectuent aussi des déplacements sur plusieurs dizaines de kilomètres (LYON, 1973 et 1979). Ces déplacements peuvent avoir lieu en aller-retour entre le champ cultivé et sa lisière (écotone et culture), la lisière pouvant d'ailleurs être spontanée ou cultivée, ou bien en culture (champ cultivé) entre adventices et plantes cultivées par exemple. Un certain nombre de plantes constituant les haies, ou présent sur les

talus, hébergent des Pucerons qui leur sont spécifiques non dangereux pour les cultures avoisinantes. Par contre, ils retiennent tout un cortège d'aphidiphages plus ou moins polyphages qui ont la capacité de limiter par la suite les populations de pucerons de plantes cultivées. Outre leur alimentation zoophage habituelle, les entomophages trouvent aussi sur les végétaux spontanés une nourriture alternative nécessaire sous forme d'acides aminés et d'hydrates de carbone contenus dans le pollen, le nectar ou le miellat d'Homoptères (DESPRETS, 1986), éléments importants pour la maturation des oeufs de Syrphes ainsi que pour l'alimentation des Coccinelles au printemps.

La présence de stations relais s'avère essentielle pour compléter le cycle des aphidiphages ou leur apporter une nourriture complémentaire. C'est sous l'action de facteurs biotiques et comportementaux (cycle des hôtes-proie, comportement de recherche, spécificité...) ou abiotiques (températures, précipitations...) que ces aphidiphages vont ensuite effectuer des déplacements : cas de la Coccinelle *Adalia bipunctata* et des chrysopes ainsi que les carabiques, importants antagonistes de Pucerons (RODET, 1985,)

L'exploitation de milieux étendus par les Coccinelles et les Syrphes met l'accent sur l'importance de l'échelle régionale dans l'étude et l'utilisation de leur potentiel antagoniste. Leur effet sur les ravageurs de cultures ne pourra donc être apprécié qu'en fonction de la prise en compte de l'ensemble des paramètres régionaux. Certains aménagements peuvent alors être réalisés dans le verger pour favoriser l'activité des prédateurs et des parasitoïdes. Par exemple, l'utilisation de couvre-sols fleuris de *Bromus hordeaceus* (Poaceae) en vignobles limite la croissance des mauvaises herbes tout en attirant des prédateurs comme les coccinelles et constitue une source de nourriture pour les parasitoïdes adultes, (WARTTEN, 1988).

4.2.3. Evaluation de l'effet insecticide de l'extrait aqueux de *Lantana camara* sur les pucerons in situ

Les résultats des bioessais montrent que les traitements biologiques à base d'extraits aqueux des feuilles de *Lantana camara*, ont montré un effet toxique au bout du 3eme jour sur le groupe traité. Les applications réalisées ont enregistré un effet choc signalé à travers le taux d'abondance des populations résiduelles de pucerons à partir des premières 24 heures. Cette toxicité s'est étendue pendant une durée de 10 jours pour l'extrait aqueux à base des feuilles fraîches et de 4 jours pour l'extrait aqueux à base des feuilles sèches. La reprise des populations résiduelles a été très modérée après un effet répressif de plus d'une semaine sous l'effet de l'extrait aqueux des feuilles frais comparé à l'extrait aqueux des feuilles sèches. La méthode d'extraction pourrait agir sur la qualité et la quantité de molécules libérées dans la composition de l'extrait aqueux. L'effet toxique des deux extraits aqueux testés serait dû à la nature et la teneur des principes actifs présents au

moment de l'extraction. Pour rappel, les feuilles fraîches ont été récoltées et infusées pour la préparation de la solution de traitement qui a été pulvérisée le jour même sur la canopée.

L'effet répressif des extraits aqueux de *Lantana Camara* sur les populations aphidiennes en plein champ, a été mis en évidence dans différentes recherches et signalé par différents auteurs en algérie ayant testé les phytopréparations de cette plante sur les insectes notamment (KHALADI, 2011 sur *Tuta absoluta* [Lepidoptera, Gelechiidae] ; GHEZALI, 2011 sur les chenilles de la processionnaire du pin *Thaumetopea pytiocampa* [Lepidoptera, Thaumetopeidae] , BENAIMECHE, 2011 sur *Tribolium sp* [Coleoptera, Tenebrionidar ravageur des denrées stockées]. L'effet anti appétant de l'extrait pur et des c-glycosyls flavones de *L. camara* a provoqué augmentation importante de la mortalité corrigée chez les chenilles à partir du 2^{ème} jour après application du traitement biologique.

D'après la bibliographie, *Lantana Camara*, est signalée comme étant très toxique sur les nématodes (BEGUM et al., 2000) Cette plante présente également des propriétés anti-appétantes sur les chenilles de pyrales et les larves de coleoptera (KULKARNI et al., 1997 ; MEHTA et al., 1995, MUGISHA et al., 2008);

Les extraits alcooliques de *Lantana camara* ont été surtout décrits pour leurs propriétés insecticides (SAXENA et al., 1992) et les extraits aqueux pour leurs activités antifongiques (SINGH et al., 1993). Cependant, certains composés antimicrobiens, comme des dérivés phénoliques, une flavone glucosylée et des triterpénoïdes possédant une fonction hydroxyle libre, ont aussi été isolés du *L. camara* (SUKUL et al., 1999, VERMA et al., 1997 a et 1997b) Les extraits alcooliques de *L. camara* ont produit des zones d'inhibition de *Dermatophilus congolensis* (agent de la dermatophilose chez les bovins) à 500 mg/ml, plus grandes que les extraits aqueux selon EMMANUEL et al., (2002) Ces résultats ont été expliqués par la différence de composition entre les deux extraits, l'alcool permettant une meilleure extraction de composés moins polaires comme des dérivés terpéniques, tels que ceux identifiés dans *L. camara* (VERMA et al., 1997 a).

Les propriétés insecticides et répulsives de *Lantana camara* ont été évaluées contre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: *Curculionidae*) sur du maïs stocké en grain. Après 21 jours, la mortalité provoquée par *L. camara* est comprise entre 82,7 et 90,0%, les temps moyens d'exposition léthale, entraînant une mortalité de 50% (LT50), varient de cinq à six jours (7,5 et 10,0% m/m) (OGENDO et al., 2012)

La réduction du nombre d'individus de *Plutella xylostella*, *Brevicoryne brassicae* and *Hellula undalis* sur le chou était due aux propriétés antia appétantes des extraits qui ont entraîné une mortalité des insectes, (BAIDOO et ADAM., 2012).

La composition chimique de l'huile essentielle extraite des feuilles fraîches de *Lantana Camara* Linn, récoltées sur le campus d'Abomey-Calavi (Bénin) a été étudiée par chromatographie en phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse (CG et CG/SM). Quarante et un constituants, représentant 94,76 % de l'huile essentielle de *Lantana Camara*, ont été identifiés. Les composés majoritaires sont : β -caryophyllène 18,5 %; sabinène 13,1 %; α -humulène 10 %; 1,8-cinéole 9 %; δ -guaïène 5,0 %. Cette huile, testée sur des microorganismes (bactéries et champignons) et les tiques (*Amblyoma variegatum*), s'est révélée très efficace.

BELHANI et BELKHOUMALI (2012), ont testé des huiles essentielles formulées à base de Thym et d'Origan sur différents Aphides des agrumes *Aphis gossypii* et *Aphis citricola* et le puceron du peuplier *Chaitophorus leucomelas*. Les molécules biologiques ont présenté un effet répressif sur l'abondance des populations des différents pucerons et leur toxicité s'est étendue pendant une durée de 24 heures à 4 jours.

Les effets des molécules bioactives peuvent varier en fonction des plantes, de la molécule, de la dose utilisée, de la fréquence et de l'opportunité du traitement. (KUMSCHNABEL et LACKNER, 1993). Les plantes contiennent naturellement dans leurs tissus des quantités importantes de molécules bioactives qui ne sont pas intrinsèquement biocides. Cependant, lorsqu'ils sont stressés libèrent une gamme de produits connus pour leurs propriétés biocides et/ou biostatiques. Les cellules végétales répondent en effet aux stimuli environnementaux en synthétisant les métabolites secondaires qui peuvent les protéger contre les agents de l'agression (CALTAGIRONE, 1981).

L'application des extraits aqueux de la plante d'*E. viscosa* prélevée de la région de Chréa a engendré un effet toxique précoce et une durée d'efficacité appréciable comparé aux extraits aqueux obtenus des plantes d'*E. viscosa* échantillonnées dans les régions de Soumâa et Bouismail (TCHAKER, 2011). La qualité phytochimique des extraits aqueux varie Donc de façon appréciable avec le milieu d'implantation des plantes.

Les pucerons des citrus en l'occurrence *A. spiraecola* engendrent une modification de la physiologie de la plante qui se caractérise par une crispation et un enroulement des feuilles tendres vers le bas. Ces crispations du feuillage confèrent un abri pour les colonies contre tout prédateur ou toute pulvérisation de molécules de traitement LECLANT (1982) et VINCENT et CODERRE (1992), ont signalé également l'importance de l'aspect physique dans la relation plante hôte-insectes en favorisant l'attaque. Ces auteurs estiment que l'épiderme agit comme un réflecteur solaire qui fait augmenter localement la température d'où une limitation de l'infiltration des molécules actives.

INTRODUCTION GENERALE

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Les pucerons des agrumes

Chapitre 2 : Les auxiliaires aphidiphages, Interactions plante-insecte-ravageur

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 3 : Méthodologie et matériels utilisés

Chapitre 4 : Résultats et discussions

CONCLUSION

REFERANCE BIBLIOGRAPHIQUE

ANNEXE

LISTE DES SYMBOLES ET D'ABREVIATIONS

% : pourcentage.

°C: degré Celsius.

\$: Dollars.

* : Espèce rare ou accidentelle, ** : espèce fréquente, *** : espèce abondante ou constante.

A.F.C : analyse factorielle des correspondances.

C.A.H : classification ascendante hiérarchique

G.L.M : modèle linéaire global.

g: gramme.

h : heurs.

HAS : hectares.

Km : kilomètre.

L : litre.

mm : millimètre.

ml: Millilitres.

NFM : nombre des formes mobiles.

PR : populations résiduelles

QX : quintaux.

LC_S : *Lantana Camara* à base des feuilles sèche.

LC_F : *Lantana Camara* à base des feuilles frais.

T°min : temperature minimale.

T°max : temperature maximale.

T°moy : temperature moyenne.

P : precipitation.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cycle biologique des pucerons (CAPINERA, 2008)	05
Figure 2 : a- Femelle fondatrice aptère d' <i>Aphis spiraecola</i> (ORIGINAL, 2012).....	06
b- Femelle fondatrice ailée <i>Aphis spiraecola</i> (ORIGINAL, 2012)	
c : Caractéristiques morphologiques des aptères	
Figure 3 : Femelle fondatrice aptère d' <i>Aphis gossypii</i> (ORIGINAL, 2012).....	07
Figure 4 : Caractéristiques de l'abdomen, des tubercules antennaires (droite) et de la cauda (gauche) d' <i>Aphis gossypii</i> (SEKKAT, 2007).....	07
Figure 5 : a- Femelle fondatrice aptère, b- Adulte ailé <i>Toxoptera aurantii</i> (MOSTEFAOUI, 2009).....	08
Figure 6 : <i>Toxoptera citricidus</i> (a : ailé, b : aptère) (SEKKAT, 2007).....	09
Figure 7 : <i>Toxoptera citricidus</i> aptère (ORIGINAL, 2012).....	09
Figure 8 : Femelle fondatrice aptère de <i>Myzus persicae</i> (SEKKAT, 2007).....	10
Figure 9 : Stratégie phytosanitaire de l'agriculture biologique d'après (WYSS, 2005).....	17
Figure 10 : Adulte et larve d' <i>Episyrphus balteatus</i> , larve de syrphe dévorant un puceron (BICHE, 2012).....	19
Figure 11 : Œufs,Adulte et larve de chrysope consommant un puceron, (in BICHE,2012).....	20
Figure 12 :Cycle de parasitoïdes des pucerons (SEKKAT, 2007).....	21
Figure 13 : Différents médiateurs chimiques (BROSSUT, 1996).....	23
Figure14 : Adaptation des modèles de Lokta Volterra à l'agriculture d'après JOURDHEUIL, (1983).....	27
Figure 15 : Limites géographiques de la Mitidja et organisation territoriale de la région de Soumâa (14) par rapport au chef lieu (Blida) (1) (Office Nationale des statistiques (Algérie).....	28
Figure 16 : Variations mensuelles des températures et des précipitations dans la région de Soumâa (période 1995-2010) (Agence Nationale des ressources hydrauliques).....	29
Figure 17 : Diagramme ombrothermique de la région de Soumâa (Blida) (Période 1995-2010).....	30
Figure 18 : Localisation de la région de Blida «Soumâa » dans le Climagramme d'Emberger.....	30

Figure 19 : Présentation des sites d'études (195 m d'altitude) (Google earth, 2012).....	31
Figure 20 : Verger étudié et milieux adjacents (Original).....	32
Figure 21 : Dispositif expérimental de la parcelle étudiée.....	33
Figure 22 : Bacs jaunes disposés au niveau de l'arbre.....	34
Figure 23 : Le marché mondial des biopesticides et des pesticides synthétiques, 2003-2010 (THAKORE Y., 2006).....	35
Figure 24 : Feuilles et inflorescences de <i>Lantana Camara</i> (original).....	36
Figure 25 : Etapes de la préparation de l'extrait aqueux des feuilles sèche de <i>L. Camara</i>	37
Figure 26 : Dispositif expérimental de la parcelle étudiée.....	38
Figure 27 : Schéma indiquant l'évaluation des pourcentages de populations résiduelles ainsi que les effets toxiques après traitement (d'après le test de Dunnet et MAGALI, 2009).....	39
Figure 28 : Abondance moyenne des populations aphidiennes globales sur la canopée durant la période d'échantillonnage.....	41
Figure 29 : Abondances moyennes des groupes d'auxiliaires Aphidiphages au niveau de la canopée.....	42
Figure 30 : Abondance moyenne des pucerons momifiés au niveau des jeunes pousses.....	42
Figure 31 : Abondances moyennes des larves et adultes des auxiliaires Aphidiphages sur la canopées des agrumes.....	43
Figure 32 : Projection des variables temporelles et des différents stades biologiques des auxiliaires aphidiphages sur les axes 1 et 2 de l'analyse factorielle des correspondances (AFC).....	44
Figure 33 : Dendrogramme obtenu à travers la classification ascendante hiérarchique (CAH) avec comme mesure de similitude la distance euclidienne entre les variables temporelles et les variables des différents stades d'aphidiphages.....	45
Figure 34 : Evolution temporelle des populations résiduelles des pucerons des agrumes sous l'effet des deux extraits aqueux (LC_S et LC_F) de <i>Lantana camara</i>	50
Figure 35 : Effet du temps d'exposition et de la nature du phytoextrait de <i>L. camara</i> sur les populations aphidiennes résiduelles en verger d'agrumes.....	51

SOMMAIRE

Introduction générale	01
------------------------------------	----

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Les pucerons des agrumes

1.1 Eléments de systématique	03
1.2 Morphologie et phénotypes des pucerons introduction générale	03
1.3 Biologie et cycles de développement	04
1.4 Les principales espèces aphidiennes sur agrumes	05
1.4.1 Aphis spiraecola	05
1.4.2 Aphis gossypii	07
1.4.3 Toxoptera aurantii	08
1.4.4 Aphis citricida	08
1.4.5 Myzus persicae	10
1.5 Facteurs de pullulation des populations	10
1.6 Facteurs de mortalité	11
1.7 Facteurs anthropiques influençant les pullulations	12
1.8 Interactions aphides-fourmis	12
1.9 Généralités sur les moyens de lutte	13

Chapitre 2 : Les auxiliaires aphidiphages, Interactions plante-insecte-ravageur

2.1 Généralités sur la lutte biologique	16
2.2 Les principaux prédateurs aphidiphages sur agrumes	18
2.2.1 Les Coléoptères	18
2.2.2 Les Diptères	18
2.2.3 Les Névroptères	19
2.2.4 Autres prédateurs occasionnels ou potentiels	20
2.3 Les principaux parasitoïdes des pucerons d'agrumes	21
2.4 Relation plante-insecte	22
2.4.1 Réponse induite par l'attaque des insectes	22
2.4.1.1 La défense physique	23
2.4.1.2 La défense chimique	23
a. Système de défense directe	23
b. Système de défense indirect	23
2.4.2 La stratégie de résistance chez les insectes	24
2.4.3 La relation insecte-insecte	24
2.4.3.1 Importance de la nutrition chez les insectes	24
a. Principaux éléments nutritifs	24
b. Les besoins nutritionnels:	25
2.4.4. Types relationnels entre les insectes	25
2.4.4.1. La compétition	26
2.4.4.2. Le mutualisme	26
2.4.4.3. La prédation	26
2.4.4.4. Le parasitisme	26
2.5. Modèles ravageurs-auxiliaires	26
2.5.1. Les auxiliaires de protection	27
2.5.2. Les auxiliaires de nettoyage	27

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 3 : Méthodologie et matériels utilisés

3.1. Présentation de la région d'étude et du site expérimental	28
3.1.1. Généralités sur la région d'étude	28
3.1.2. Présentation de la station d'étude	31
3.1.2.1. Délimitation de la parcelle expérimentale	32
3.1.2.2. Observations directes	33
3.1.2.3. Utilisation des pièges jaunes à eau	34
3.1.2.3. Phytoessais sur le terrain	34
a- Matériel végétal	36
b- Techniques d'extraction des extraits aqueux	37
c- Applications des phytoextraits	38
3.2. Exploitation des données	39
3.2.1. Abondance, richesse totale et moyenne des taxons et familles des auxiliaires	39
3.2.2. Estimation de la toxicité des traitements	39
3.2.3. Analyses uni variées et multivariées	40

Chapitre 4 : Résultats et discussions

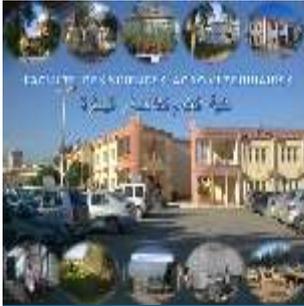
4.1. Résultats	41
4.1.1. Suivi temporel du complexe aphidien-auxiliaires au niveau de la canopée	41
4.1.2. Evolution des populations d'auxiliaires rencontrées sur la canopée	43
4.1.3. Richesse des auxiliaires circulants dans le verger étudié	46
4.1.3.1. Richesse des auxiliaires récoltés par les pièges jaunes à eau	46
4.1.3.2. Richesse et fréquence des auxiliaires observés au niveau de la strate herbacée	48
4.1.4. Evaluation de la toxicité des traitements à base de <i>L. camara</i> dans le verger étudié	50
4.1.5. Effets comparés de l'efficacité des extraits aqueux de <i>L. camara</i> sur les populations résiduelles des pucerons sur l'oranger	51
4.1. Discussions	52
4.2.1. Evolution des populations aphidiennes avec leurs aphidiphages dans le type de verger d'oranger étudié	52
4.2.2. Entomofaune circulante dans le type de verger étudié	55
4.2.3. Evaluation de l'effet insecticide de l'extrait aqueux de <i>Lantana camara</i> sur les pucerons in situ	56
CONCLUSION	59

REFERANCE BIBLIOGRAPHIQUE

ANNEXE

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SOYEZ
LES BIENVENUS



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université SAAD DAHLAB de Blida - Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires
Département des Sciences Agronomiques



**Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention
Du diplôme de mastère II
Spécialité : Science de la nature et de vie
Option : Phytopharmacie appliquée.**

Thème

Dynamique de l'activité saisonnière des populations aphidiennes dans un verger d'agrumes à Soumaà. Richesse en auxiliaire et impact biocide de l'extrait aqueux de *lantana Camara* L (verbénacée).

Présenté par : YEZID RADIA



Plan de travail

Introduction

Objectifs

Matériel et méthodes

Résultats et discussion

Conclusion

Introduction Générale

Les agrumes qui sont natifs de la région de la Mitidja, sont sujets à plusieurs contraintes d'ordre hydrique, technique, et sanitaire. Le vieillissement du verger a accéléré la multiplication de nombreux parasites qui ont contribué à l'altération quantitative et qualitative des produits. Parmi les insectes nuisibles aux agrumes,

Les pucerons, insectes homoptères piqueurs-suceurs restent le groupe le plus menaçant à cause de leurs pullulations qui dépassent souvent le seuil tolérable ainsi qu'à leur capacité vectrice des agents responsables du dépérissement

Les moyens de lutte utilisés jusqu'à ce jour sont strictement chimiques, pourtant les inconvénients des pesticides, tels que le phénomène de concentration dans les organes vivants, les effets cancérigènes, l'altération organoléptique des produits agricoles et surtout l'apparition de souches de ravageurs de plus en plus résistantes, ne sont plus à démontrer

Le recours à des molécules naturelles insecticides s'est révélé dans de nombreux travaux de recherche une bonne alternative à l'utilisation des pesticides conventionnels. Ainsi, La préservation de la faune auxiliaire pouvant être efficace au sein des cultures.

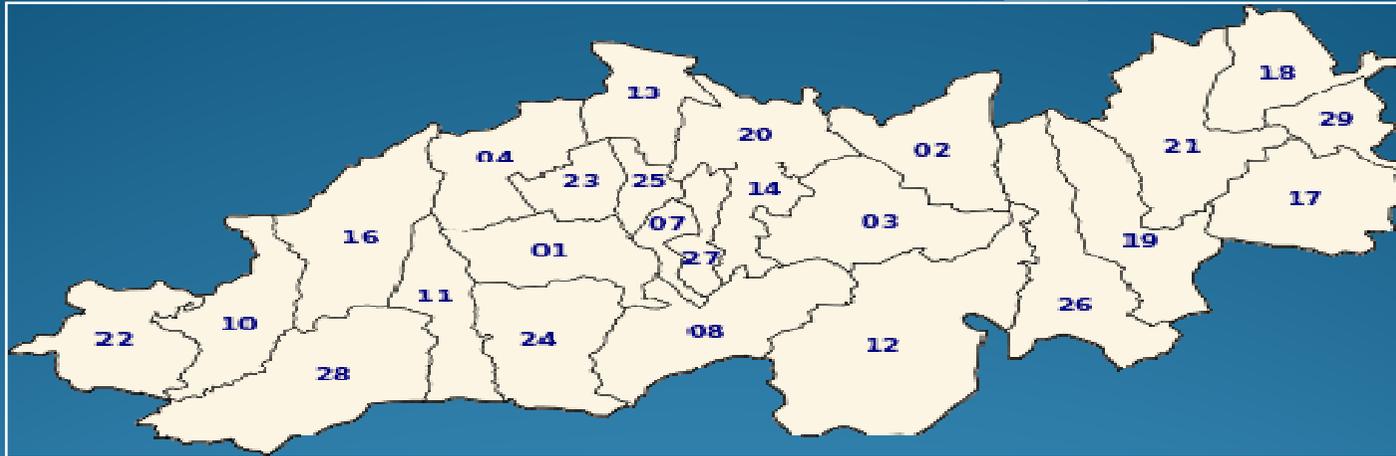
Objectifs:

A pour but d'étudier d'une part la structure de l'entomofaune circulante dans les vergers d'agrumes, en tenant compte du type de régie de la culture et des habitats limitrophes, tout en mettant l'accent sur l'évolution des populations de pucerons en rapport avec ces critères.

D'autre part, nous nous sommes posés la question de savoir si un traitement phytosanitaire biologique à base de l'extrait aqueux de *Lantana Camara* a un impact biocide et toxique sur les colonies aphidiennes installées sur les jeunes pousses.

Matériels et méthodes

Généralités sur la région d'étude



Limites géographiques de la Mitidja et organisation territoriale de la région de Soumâa (14) par rapport au chef lieu (Blida) (1) (Office Nationale des statistiques (Algérie)).

Climat: situe dans l'étage bioclimatique méditerranéen de type sub-humide à hiver doux.

Deux saisons: une à climat doux et humide. L'autre chaude et sèche

Le climat (Températures et Précipitations), ont une influence sur la dynamique des populations des insectes,

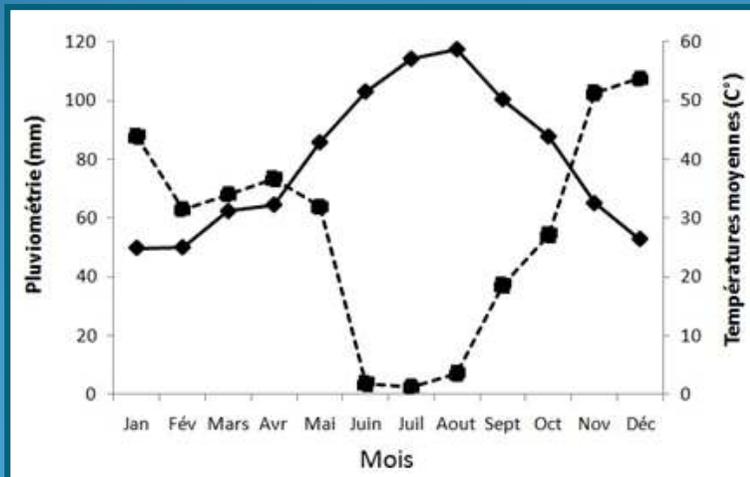
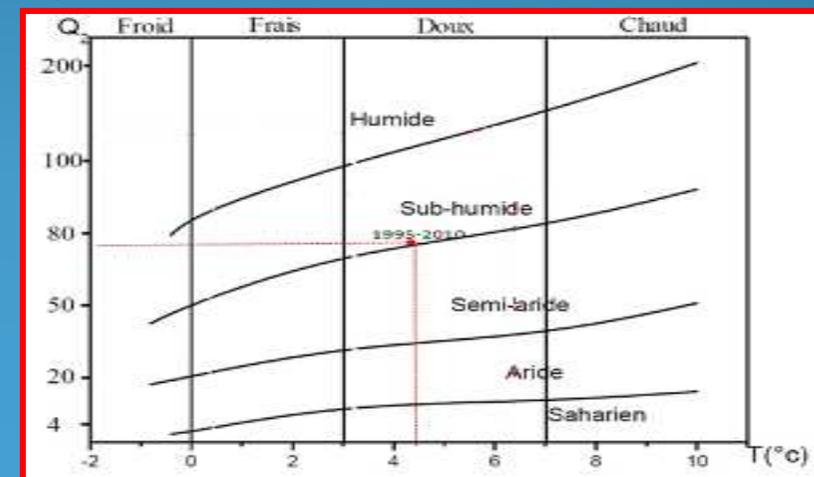


Diagramme ombrothermique



le Climagramme d'Emberger.



**Présentation des sites d'études
(195 m d'altitude) (Google earth, 2012)**



**Vue représentative du verger d'agrumes de
la station expérimentale (original)**



Limite Sud



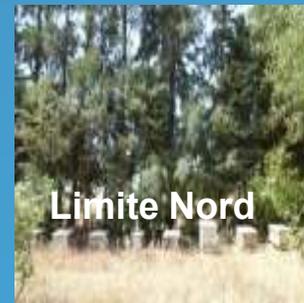
Limite Est



Limite Centre



Limite ouest



Limite Nord

Verger étudié et milieux adjacents (Original).

- 8 rangés de 8 arbres, séparés de 5m environ les uns des autres. Soit 64 arbres au totale
- aucune forme de régie en termes d'entretien cultural(fertilisants, traitements phytosanitaires)
- La taille (novembre), un discage est réalisé au mois de juin
- l'arrosage est quotidien pendant la période estivale.

Echantionnage sur la canopée

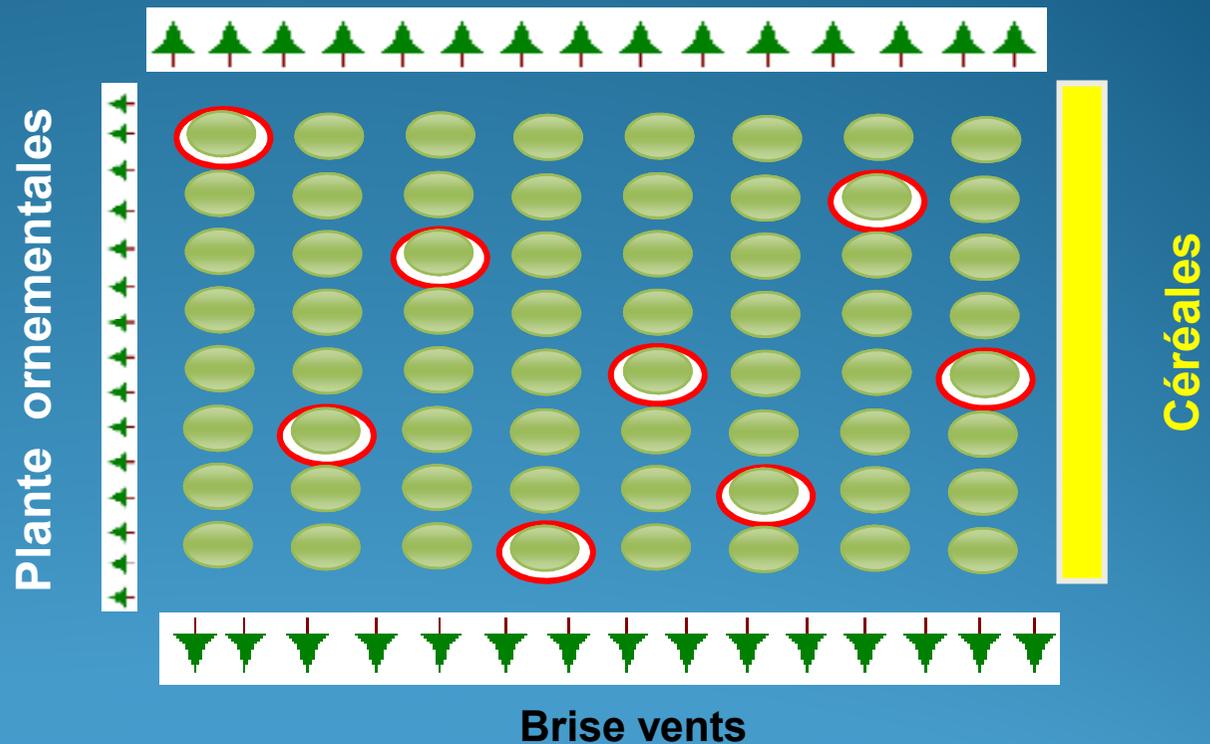
Nous avons effectuée à partir de transects végétaux en diagonale, qui consiste à choisir un arbre au hasard au niveau de chaque rangée délimitée.

Au niveau de chaque arbre, nous avons pris 2 rameaux au hasard et prélevé de chaque direction cardinale (N,S, E, W) ainsi qu'au centre 2 jeunes feuilles ; soit 4 feuilles des pousses terminales et 20 feuilles au total.

Ces observations nous ont permis de faire le suivi de l'abondance des aphides et des auxiliaires.

L'identification et comptage finale au laboratoire en s'aidant de la loupe binoculaire et de la confirmation de spécialistes.

Toutes les informations nécessaires (la date d'échantillonnage, rangée et arbre échantillonnés, conditions climatiques) ont été notées.



Dispositif expérimental de la parcelle étudiée

Légende : ● Oranger ● arbre échantillonnée ● Piège jaune

Utilisation des pièges jaunes à eau

4 pièges jaunes à eau crocher aux branches des arbres à raison de 2 pièges au C et 2 pièges sur les bordures du verger. la collecte est effectuée une fois / S à l'aide d'un pinceau dans des tubes à essai contenant de l'alcool à 70 % sur lesquels sont notés la date et le lieu de capture. Le contenu de piège renouvelé eau savonné



Bacs jaunes disposés au niveau de l'arbre.

Phytoessais sur le terrain

•Matériel végétal

L'espèce végétale aromatique *Lantana Camara* L. Elle a été choisie pour son intérêt biocide mentionné dans la bibliographie. Les extraits alcooliques de cette plante aromatique ont été surtout décrits pour leurs propriétés insecticides et antifongiques.



Feuilles et inflorescences de *Lantana Camara* (original).

Techniques d'extraction des extraits aqueux



Etapes de la préparation de l'extrait aqueux des feuilles sèche de *L. Camara* récolté au début de Mars



Les feuillage frais de *L. camara* récolté en mois de juin



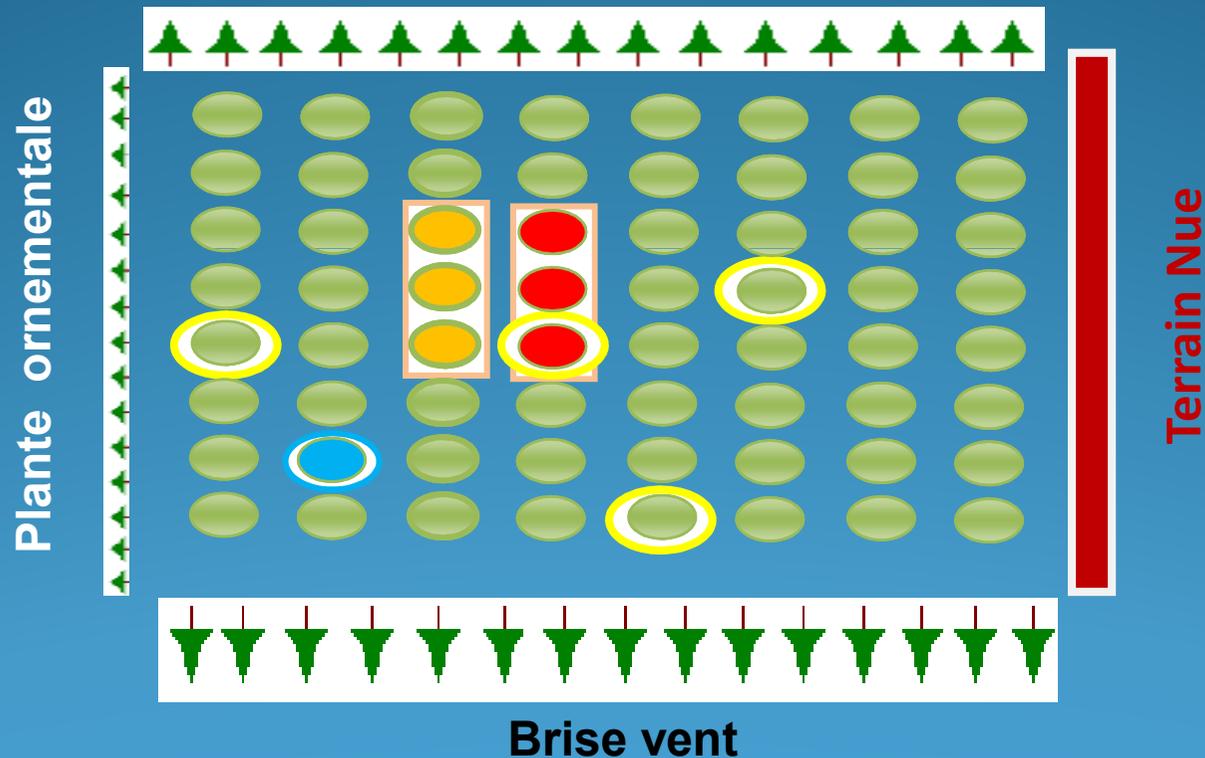
Bain marie

Applications des phytoextraits

Nous avons pris en considération 2 blocs expérimentaux comprenant chacun 3 arbres, chaque bloc représentant un traitement différent dont deux traités et un considéré comme témoin sur lequel nous avons pulvérisé de l'eau distillée

Au niveau de chaque arbre deux rameaux et deux feuilles par rameau des quatre directions cardinales et du centre de la canopée soit 20 feuilles pour chaque arbre traité.

Poirier



Dispositif expérimental de la parcelle étudiée

Légende:  Témoin  Traitement 1  Traitement 2  Piège jaune

Exploitation des données

L'évaluation de l'effet toxique des traitements à base des phytoextraits a été estimée par la comparaison des abondances exprimées en pourcentages des populations résiduelles (PR) selon le test de Dunnett. Le pourcentage des populations résiduelles des pucerons est exprimé par le rapport du nombre de formes vivantes sur les feuilles des arbres traités sur le nombre de formes vivantes sur les feuilles des arbres dans les lots témoins. Les différents pourcentages de PR obtenus permettent de déduire du degré de toxicité des deux phytoextraits différents utilisés

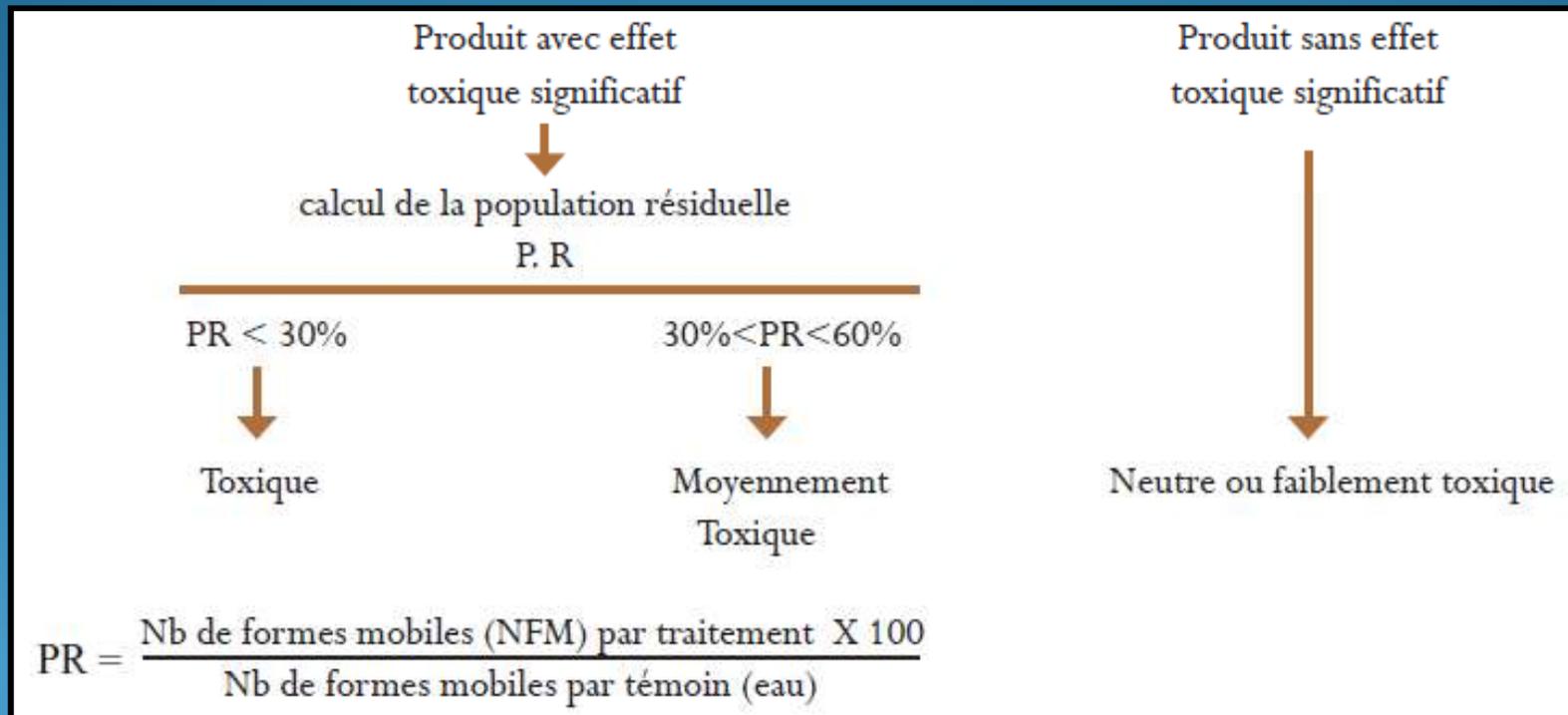


Schéma indiquant l'évaluation des pourcentages de populations résiduelles ainsi que les effets toxiques après traitement (d'après le test de DUNNET).

Résultats

✓ Suivi temporel du complexe aphidien-auxiliaires au niveau de la canopée

Les 1^{er} colonies se sont installées vers la mi mai dans la limite des 100 indiv. Suivie d'une augmentation graduelle et rapide des effectifs,

avec un 1^{er} pic atteint au début juin et un second pic observé vers la fin de ce mois. Durant cette phase d'augmentation, des abondances moyennes ont quadruplé en l'espace de 3 semaines jusqu'à atteindre un effectif de 400 indiv.

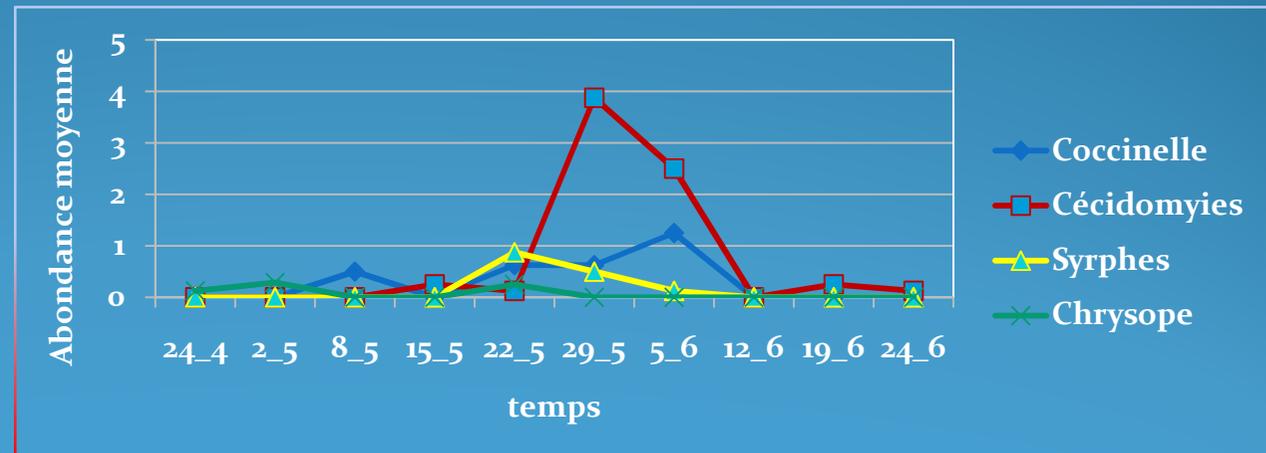
Entre les deux pics d'abondance, nous avons enregistré une chute brutale des effectifs caractérisée par une abondance quasi nulle des pucerons.



Abondance moyenne des populations aphidiennes globales sur la canopée durant la période d'échantillonnage.

Nous avons enregistré par ordre croissant l'abondance des chrysopes avec le plus faible effectif inférieur à 0,5 individus, suivie par celle des syrphes également très faible (1 individu en moyenne), viennent par la suite les coccinelles et enfin les cécidomyies qui sont les auxiliaires prédateurs les plus représentés (4 individus en moyenne).

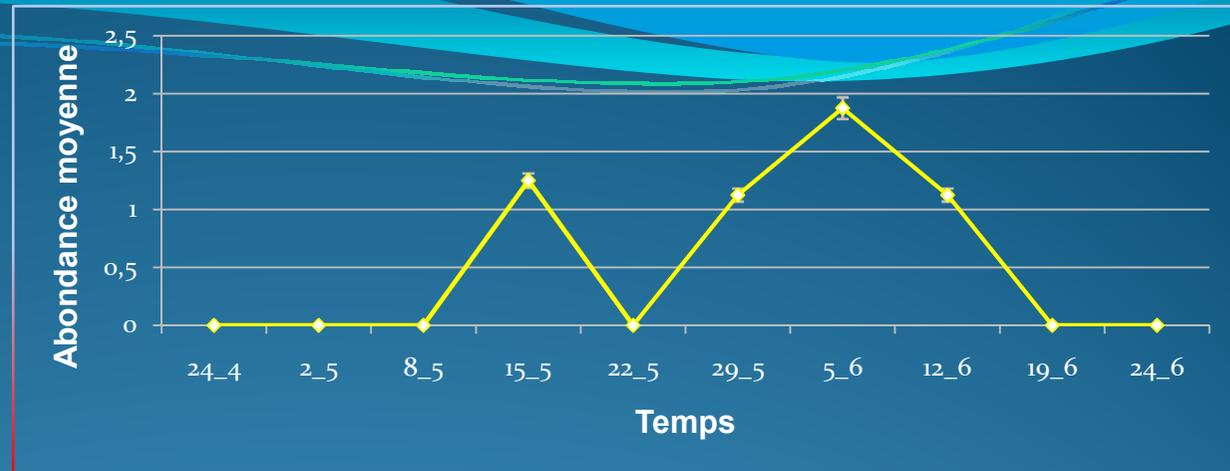
On peut dire que les auxiliaires aphidiphages sont en faibles abondances. A cet effet, on peut émettre l'hypothèse que leur activité a été retardée ou bien ils se sont installés tardivement dans le verger.



Abondances moyennes des groupes d'auxiliaires Aphidiphages au niveau de la canopée.

Nous avons en outre une faible activité du parasitisme au niveau de la canopée représentée par une moyenne d'abondance très faible des pucerons momifiés.

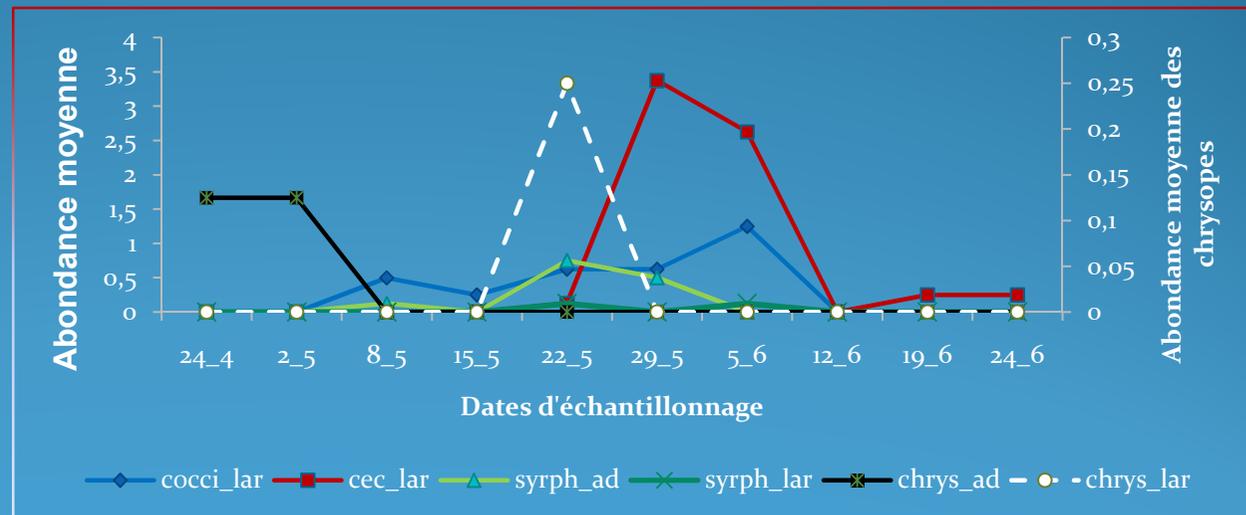
Cette faible activité de parasitisme pourrait être en relation avec une qualité d'hôtes proies aphidiennes non adéquate pour le développement des parasitoïdes *Braconidae* responsables des momies échantillonnées.



Abondance moyenne des pucerons momifiés au niveau des jeunes

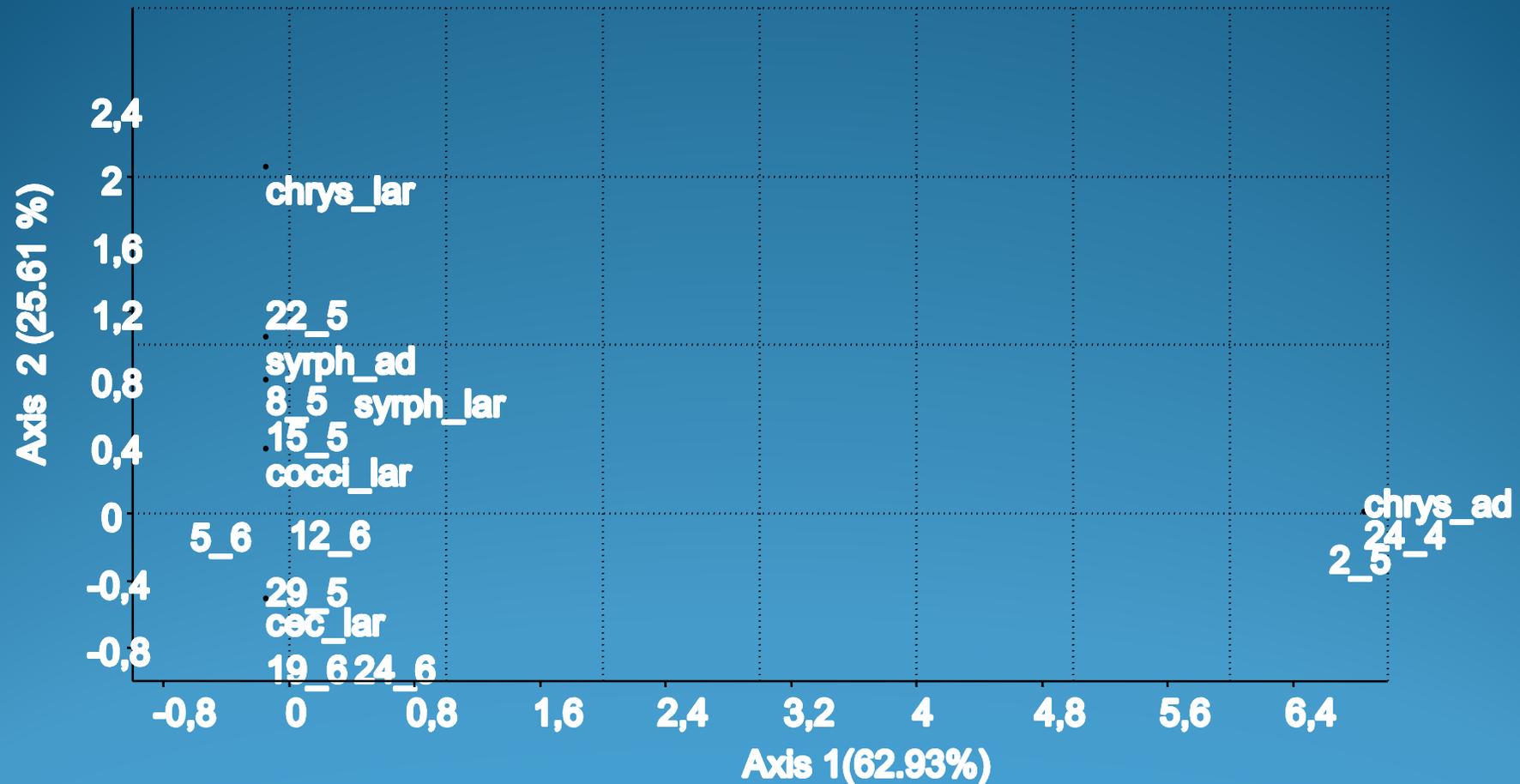
✓ Evolution des populations d'auxiliaires rencontrées sur la canopée

Concernant l'activité larvaire des prédateurs, nous avons constaté une apparition plus précoce des larves de coccinelles sur les feuilles suivie par celle des syrphes par rapport à l'activité des larves de la cécidomyie *Aphydoletes aphidimyza*. Néanmoins, on peut remarquer que l'activité des larves de chrysopes n'est signalée que vers la fin du mois de mai avec une abondance moyenne de 3.5 individus. On distingue une évolution plus ou moins stable de la dynamique des larves de coccinelles du début de mai à la fin de ce mois qui s'intensifie par la suite au début de juin mais elle chute au-delà de cette date. Les larves de syrphes n'ont été observées qu'à partir de mi mai mais leur abondance est restée très faible. On peut rapporter que l'activité aphidiphage est essentiellement due à la cécidomyie *A. aphidimyza*.



Abondances moyennes des larves et adultes des auxiliaires Aphidiphages sur la canopées des agrumes.

Les populations de larves des cécidomyies se situent du côté négatif des axes 1 et 2, celles des larves de chrysopes, de syrphes et des larves de coccinelles sont du côté positif de l'axe 2. Seules les populations des adultes de chrysopes sont situées du côté positif de l'axe 1 et sont signalées entre la fin d'avril et le début de mai.



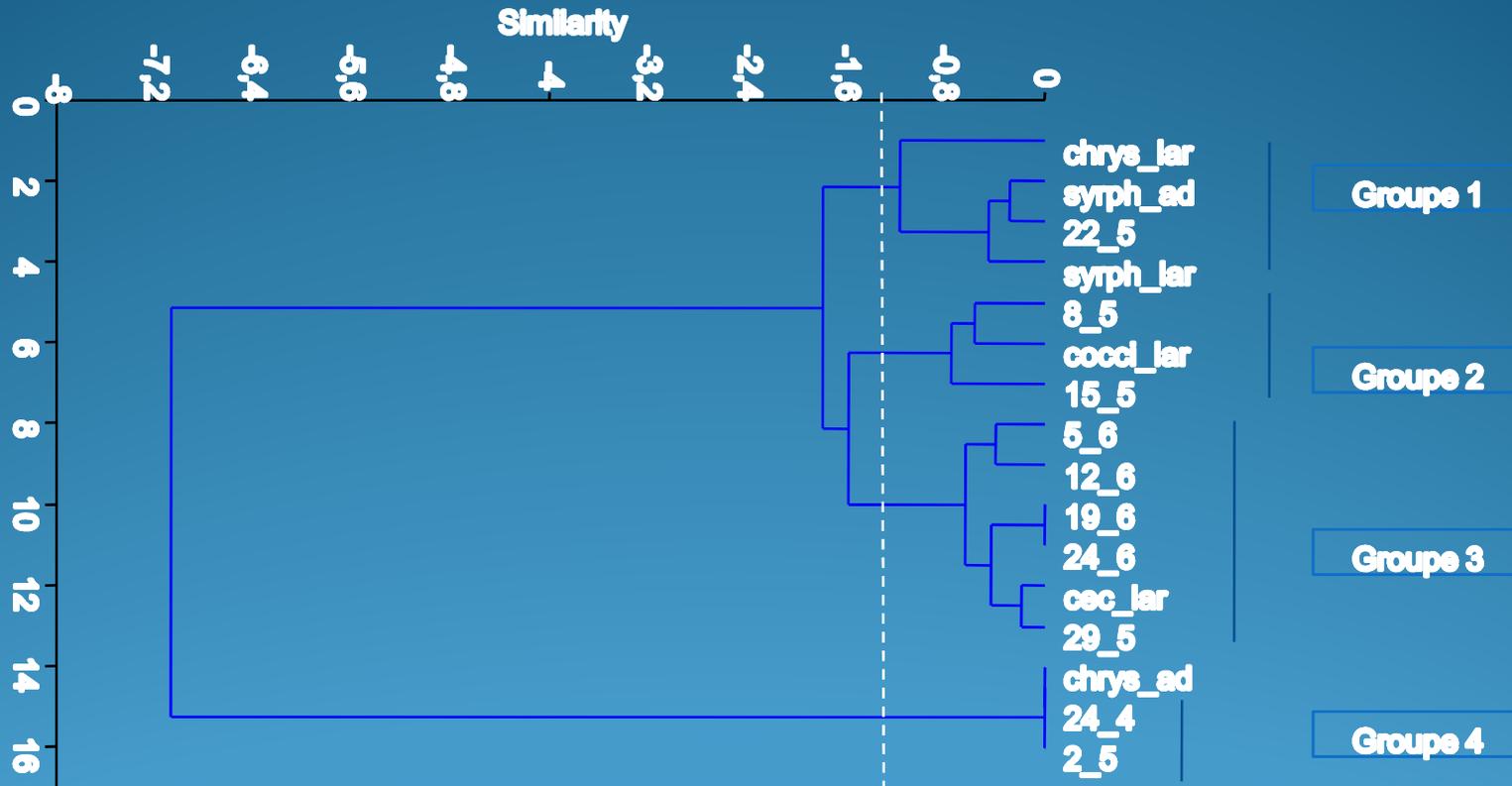
Projection des variables temporelles et des différents stades biologiques des auxiliaires aphidiphages sur les axes 1 et 2 de l'analyse factorielle des correspondances.

Le 1^{er} g englobe les L de Chrysopes représentées par l'espèce *Chrysoperla carnea*, et les A des syrphes représentés par l'espèce *Epistrophe balteata*, coïncidant avec la 3^{ème} semaine du mois de mai.

Le 2^{ème} groupe est représenté par des larves de *coccinellidae* notamment celles de *Scymnus* et celles de *Rodolia cardinalis* prédatrices de cochenilles *Diaspines* et *d'Icerya purchasi* respectivement coïncidant dans l'intervalle temporel du 8 au 15 mai.

Le 3^{ème} groupe celui des larves de Cécidomyie représentée par *Aphidoletes aphidimyza* et dont l'activité s'étale de la fin mai jusqu'à la fin de nos échantillonnages vers la fin juin. Leur présence et leur activité semble être en relation avec celles des populations d'*A. spireacla* et *A. gossypii* infestant les jeunes pousses des orangers.

Le 4^{ème} groupe de statut isolé, en raison de leurs effectifs très faibles par rapport aux autres assemblages de la CAH et de l'AFC est celui des adultes de chrysopes *Chrysoperla carnea*, ont été observés vers la fin d'avril et début mai sans relation avec les périodes de poussée et la population aphidienne en elle-même.



Dendrogramme obtenu à travers la classification ascendante hiérarchique avec comme mesure de similitude la distance euclidienne entre les variables temporelles et les variables des différents stades d'aphidiphages.

Richesse des auxiliaires circulants dans le verger étudié

➤ Richesse des auxiliaires récoltés par les pièges jaunes à eau

La richesse des taxons entomofauniques récoltés à travers les pièges jaunes disposés dans la canopée des arbres d'oranger et concidant avec la poussée de sève printanière totalise 21 espèces appartenant pour la plupart aux ordres des *hymenoptera* et des *diptera*

D'après nos constatations, l'inventaire de l'entomofaune circulante dans le verger étudié durant les mois d'avril et mai a fait ressortir 7 taxons entomophages dont 5 espèces sont des aphidiphages

Espèces	Indice de fréquence	Rôle fonctionnel
<p>- Scymnus interruptus (Coleoptera, Coccinellidae) - Rodolia cardinalis (Coleoptera, Coccinellidae)</p> 	<p>** **</p>	<p>Prédateur d'Aphis spireac Prédateur d'Icerya purchasi</p>
<p>- Chrysoperla carnea (Neuroptera, Chrysopidae)</p> 	<p>*</p>	<p>Prédateur généraliste</p>

- *Episyrphus balteatus* (Diptera, Syrphidae)
- *Thaumatomyia notata* (Diptera, Chloropidae)
- *Hermetia illucens* (Diptera, stratiomyidae)
- *Eristalis tenax* (Diptera, Syrphidae)



*

*

Aphidiphage
Larves saprophages
consomment la matière
organique décomposée

- *Thysanoptera Tubilifera* sp
- *Thysanoptera, Thripidae* sp



**

**

**Phytophage fréquent dans
les Poaceae
?**

- Hymenoptera, Trichogrammatidae sp1
- Hymenoptera, Trichogrammatidae sp2
- Hymenoptera, Chalcididae sp
- Hymenoptera, Ichneumonidae sp



*

*

*

*

Parasitoïde

- *Messor barbara* (Hymenoptera, Formicidae)
- *Tetramorium* sp (Hymenoptera, Formicidae)
- *Monomorium* sp (Hymenoptera, Formicidae)
- *Lasius grandis* (Hymenoptera : Formicidae)



*

prédateur

**

Granivore

**

- *Andrena* sp (Hymenoptera, Andrenidae)

**

prédateur

- *Semidalis aleyrodiformis* (Neuroptera, Coniopettrygidae)

Prédateur d'aleurodes

- *Lysiphebus testaceipes* (Hymenoptera, Braconidae)

Parasitoïde d'aphides



- *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera, Cecidomyiidae)

Prédateur d'aphides



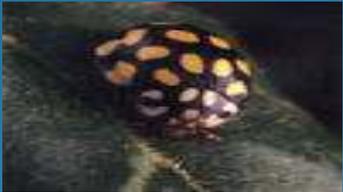
- *Lasius grandis* (Hymenoptera : Formicidae)

Prédateur



➤ Richesse et fréquence des auxiliaires observés au niveau de la strate herbacée

La récolte au filet fauchoir ou directe au sein de la strate herbacée nous a permis de recenser 24 taxons différents. Les *coleoptera* et les *hemiptera Miridae, Lygeidae* et *Anthocoridae* sont largement représentés devant les autres ordres comme les *diptera* ou les *hymenoptera*. Les aphidiphages rencontrés dans la strate herbacée ont été rencontrés fréquemment sur *Chrysanthemum leucanthemum, Daucus carota* et *Avena sterilis* tels que *Coccinella Algerica, Coccinella quatuordecempunctata, Crysoperla carnea, Episyrrhus balteatus, Aphidoletes aphidimyza, Orius sp* et *Lysiphebus testaceipes* sur *Galactites tomentosa*

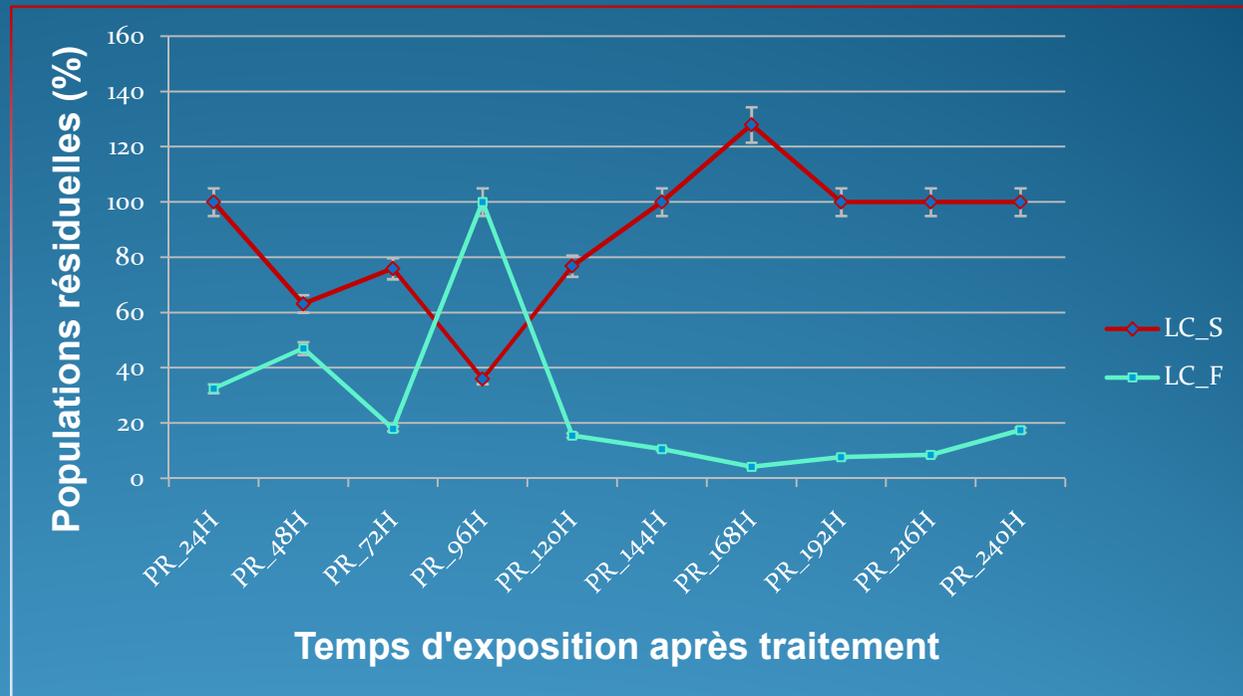
Plante hôte	espèces	Indice de fréquence
Chrysanthemum leucanthemum (Apiaceae)	Coccinella Algerica (Coleoptera, Coccinellidae)	***
	Coccinella quatuordecempunctata (Coleoptera, Coccinellidae)	*
	 	
	Crysoperla carnea (Neuroptera, Chrysopidae)	*
	Episyrrhus balteatus (Diptera, Syrphidae)	***
	Lysiphebus testaceipes (Hymenoptera, Braconidae)	***
	Aphidoletes aphidimyza (Diptera, Cecidomyiidae)	***
	Thysanoptera Tubulifera	***
	Rhagonycha fulva (Coleoptera, Cantharidae)	***
	Rhagonycha nigripes (Coleoptera, Cantharidae)	***
Coleoptera, Carabidae sp	***	
Coleoptera, Chrysomelidae sp	***	
Malthinus scriptus (Coleoptera, Cantharidae)	***	
  		

Daucus carota (Apiaceae)	Lysiphebus testaceipes (Hymenoptera, Braconidae)	***
	Aphidoletes aphidimyza (Diptera ; Cecidomyidae)	***
	Lasius grandis (Hymenoptera : Formicidae)	***
	Coleoptera, Bruchidae sp	***
	Picris echinoides (Coleoptera, Bruchidae)	***
	Cetonia floralis (Coleoptera, cetonidae)	***
	Hemiptera, Miridae sp Hemiptera, Lygeidae sp	* *
Avena sterilis (Poaceae) Fabaceae	Orius sp (Hemiptera, Anthocoridae)	****
	Opillion (Chelicerata, Arachnida)	***
	Lysiphebus testaceipes (Hymenoptera, Braconidae)	***
	Aphidoletes aphidimyza (Diptera Cecidomyidae)	***
	Coleoptera, Carabidae sp	**
	Coleoptera, Silphidae sp	**
	Coleoptera, Scarabeidae sp	**
	Coleoptera, Staphylinidae sp	**
Galactites tomentosa	Lysiphebus testaceipes (Hymenoptera, Braconidae)	***
Observés dans la canopée	Icus hamatus (Araneidae)	**
	Philodromus sp (Araneidae)	**
	Cheiracanthium mildei (Araneidae)	**
	Olios argelasius (Araneidae)	**
	Lubiona sp (Araneidae)	**

➤ Evaluation de la toxicité des traitements à base de *L. camara* dans le verger étudié

On remarque que l'application de l'extrait aqueux de *Lantana camara* à base du feuillage frais de la plante s'est avérée plus efficace qu'avec l'application de l'extrait à base de feuilles sèches. Aussi, la méthode d'extraction par infusion au bain marie semble avoir libéré plus de molécules toxiques que la méthode d'extraction par agitation mécanique des filtrats de poudre de la même plante. En effet, durant les 3 jours après exposition au traitement, les pourcentages de populations résiduelles des aphides sont restées dans un intervalle compris entre 40% et 60% soit à la limite d'une toxicité moyenne du pesticide botanique extrait de la poudre de *L. camara*. La reprise biocénotique des formes mobiles aphidiennes s'est rétablie très rapidement après le 4ème jour traduisant un effet neutre du produit et cela durant les 6 jours d'exposition suivants .

Le traitement avec l'extrait aqueux à partir de l'infusion des feuilles de la plante a engendré une toxicité beaucoup plus importante. Les pourcentages des populations résiduelles aphidiennes sont restés en dessous de 20% durant toute la période d'exposition au produit, une légère reprise a été remarquée à partir du 10ème jour.



Evolution temporelle des populations résiduelles des pucerons des agrumes sous l'effet des deux extraits aqueux (LC_S et LC_F) de *Lantana camara*.

Conclusion sur l'étude du complexe aphides-auxiliaires dans le verger

- Le monitoring réalisé durant une période de deux mois (de fin avril à fin juin) dans un verger expérimental d'agrumes non entretenu a mis en évidence
 - La présence de colonies d'*Aphis spiraecola* et *A. gossypii* sur les jeunes pousses des arbres d'orangers échantillonnés.
 - L'absence de tout entretien cultural et de traitement phytosanitaire dans le verger a favorisé l'installation des colonies depuis le début de nos observations vers la fin avril.
 - Les colonies aphidiennes se sont multipliées faiblement jusqu'à la mi mai et les fluctuations se sont caractérisées par un déclin des populations au début de mai, probablement en relation avec des conditions climatiques défavorables en l'occurrence une chute inhabituelle des températures à cette période.
 - Les abondances moyennes des aphidiphages ont été très faibles durant toute la période de suivi quelque soit la catégorie. Les principaux prédateurs sont représentés par des *Coccinellidae Scymnini* et par le seul *cécidomyidae Aphidoletes aphydimyza* dont les populations ont été importantes sur la canopée et même sur certaines plantes adventices colonisées par d'autres espèces de pucerons.

Conclusion sur l'étude du complexe aphides-auxiliaires dans le verger et perspectives

L'aspect intéressant à notre sens dans ce travail est relatif à la mise en évidence d'une entomofaune circulante non négligeable par rapport à son rôle fonctionnel dans le verger, en raison de la présence de différentes strates de végétation composées de plantes susceptibles de maintenir certaines espèces d'auxiliaires dans le verger.

Parmi les plus importants rencontrés durant notre période d'investigation de la fin avril à la fin de juin, il ya lieu de mentionner des espèces généralistes (*Chrysoperla carnea*, différents *Araneidae*) et d'autres espèces d'aphidiphages spécialistes comme *Scymnus interruptus*, *Epysyrphus balteatus*, *Orius sp* et Le genre *Lysiphlebus* comme parasitoïdes.

Perspectives sur l'étude du complexe aphides-auxiliaires

Nous pensons qu'il serait utile d'étudier beaucoup plus l'occurrence des ennemis naturels ou leurs assemblages fonctionnels associés afin d'entrevoir les possibilités de transfert et de passage de ces espèces des plantes herbacées vers les canopées.

Dans ce cas, quelles seraient **les plantes refuges à préserver ou à aménager dans les vergers** pour maintenir cette entomofaune utile, notamment s'il s'agit de taxons ciblés comme les *Aphidoletes* ou les autres *Coccinellidae* aphidiphages ?

Conclusion sur l'évaluation de l'effet biocide de *Lantana camara* sur les populations aphidiennes dans le verger et perspectives

- Les résultats de ces premiers bioessais réalisés avec les extraits à base de feuilles fraîches et à base de solution de poudre de *L. camara* ont mis en évidence un effet toxique de la plante in situ sur les colonies aphidiennes
- Les principes actifs extraits de *L. camara* peuvent constituer une source intéressante à exploiter
- Une étude dans des conditions semi naturelles complétée par des tests de traitements au laboratoire sont nécessaires pour confirmer cette toxicité et même envisager des expériences contre d'autres espèces de pucerons avec différentes natures d'extraits de la même plante.

Merci pour votre
attention

3.1. Présentation de la région d'étude et du site expérimental

3.1.1. Généralités sur la région d'étude

Blida est située au sud ouest d'Alger, entre les coordonnées géographiques 36°28' de latitude nord, 2°50' de longitude et à 270m d'altitude au pied du versant nord de l'Atlas Blidéen, sa superficie est de 5737 ha (BENSAIBI et al., 2007). Blida se compose principalement d'une importante plaine et d'une chaîne de montagnes au Sud.

- La plaine de la Mitidja, qui s'étend d'Ouest en Est est une zone agricole riche. On y trouve des vergers, apiculture, agrumes, arbres fruitiers, vigne, mais également des cultures industrielles.
- La zone de l'Atlas blidéen et le piémont, la partie centrale de l'Atlas culmine à 1600 mètres, les forêts de cèdres s'étendent sur ses montagnes. Le piémont dont d'altitude varie entre 200 et 600 mètres, présente des conditions favorables au développement agricole. L'Atlas tellien protège la ville des vents secs du sud en provenance des Hauts Plateaux. Cette protection permet à la région de bénéficier d'un climat méditerranéen propice à l'agriculture.

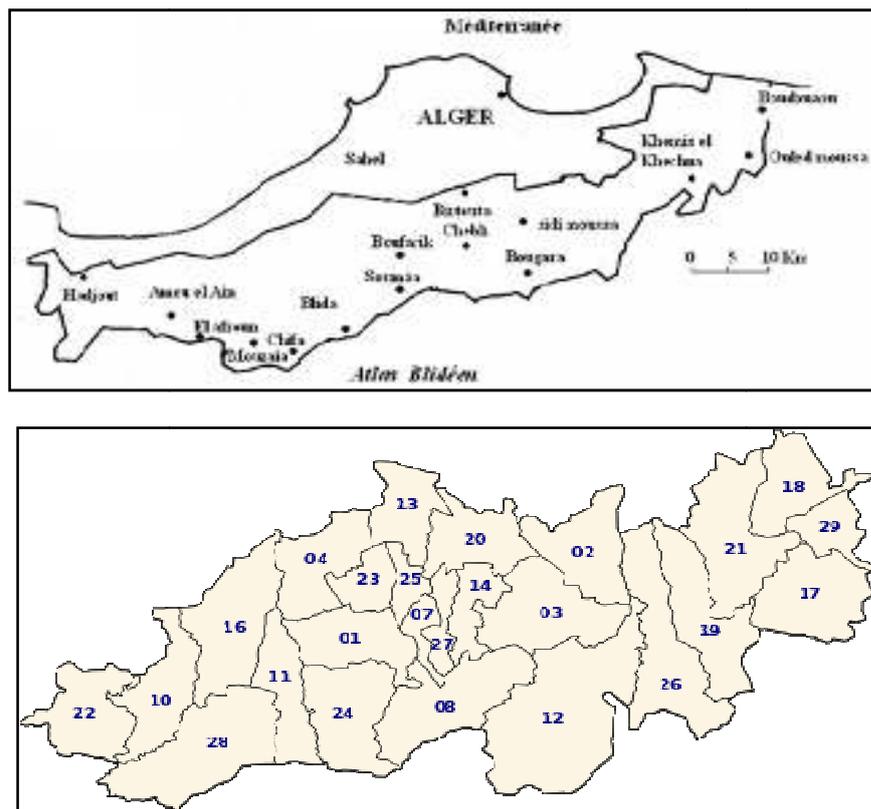


Figure 15: Limites géographiques de la Mitidja et organisation territoriale de la région de Soumâa (14) par rapport au chef lieu (Blida) (1) (Office Nationale des statistiques (Algérie).

La production végétale au sein de la région de Blida repose essentiellement sur: la vigne, les céréales, les cultures maraîchères et légumes secs.

Tableau 03 : Superficies et productions végétales globales dans la région de Blida (DSA Blida, SD).

Spécifications	Superficies (HAS)		Productions (QX)
Céréales dont	Total	10.125	136.000
	Blé dur	5.692	67.700
Légumes secs	40		140
Culture maraîchères dont	6.475		986.200
	Pomme de terre	917	304.750
Cultures industrielles	-		-
Arboricultures dont	total	17556	2.391.900
	agrumes	12.026	1.847.400
Viticulture dont	Total	541	39.460
	Vigne table	506	32.200

Une synthèse climatique de 1995 à 2010 a montré que dans la région de Soumâa, les mois les plus froids totalisent des températures moyennes minimales de 4.4°C, et des températures moyennes maximales de 21.43 °C. Les mois les plus chauds correspondent à ceux de juillet et août avec des températures moyennes maximales respectives de 37,2°C et 37°C et de 20,54°C suivie de 22.01 °C comme température moyenne minimales (Figure 16).

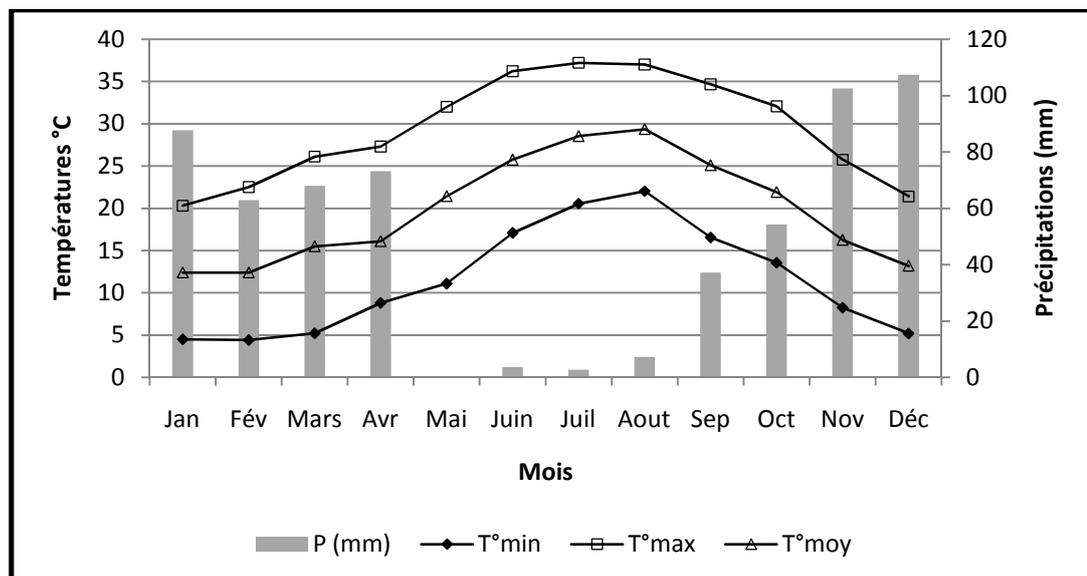


Figure 16 : Variations mensuelles des températures et des précipitations dans la région de Soumâa (période 1995-2010) (Agence Nationale des ressources hydrauliques).

La pluviométrie est généralement plus importante dans les montagnes que dans la plaine. Généralement, les précipitations sont plus importantes en mois de décembre, janvier et février. Les moyennes mensuelles les plus importantes des pluies sont enregistrées entre novembre et janvier pour la période annuelle 1995-

2010 avec en particulier une saison printanière pluvieuse en mars et avril (figure 16).

Le diagramme Ombrothermique de (1995 à 2010) (figure 17), indique que la période humide s'étale sur 7 mois de janvier à avril puis de octobre à décembre, et que la période sèche se trouve dans un intervalle de 5 mois de mai à septembre.

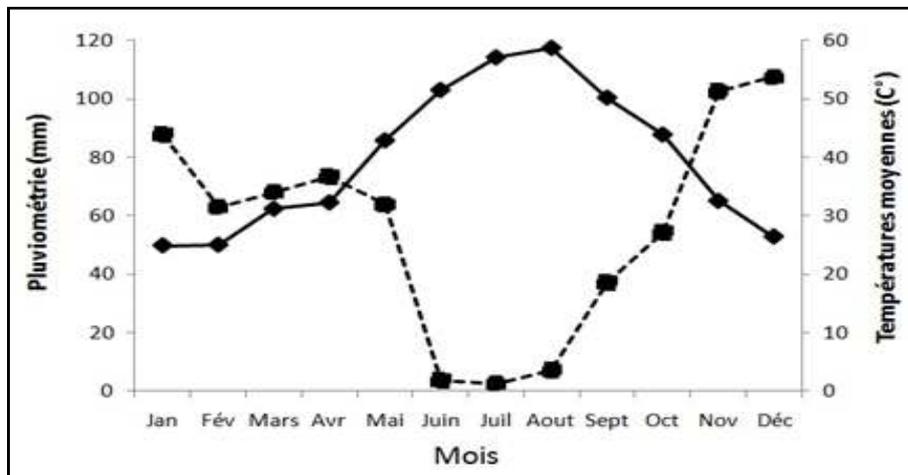


Figure 17 : Diagramme ombrothermique de la région de Soumâa (Blida) (Période 1995-2010).

La région de Soumâa se situe dans l'étage bioclimatique méditerranéen de type sub-humide à hiver doux pour la période annuelle 1995-2010 d'après le quotient pluviométrique d'Emberger (modifié par Stewart, 1963) ($Q_2=70,34$, $m= 4.3^\circ\text{C}$) (Figure 18).

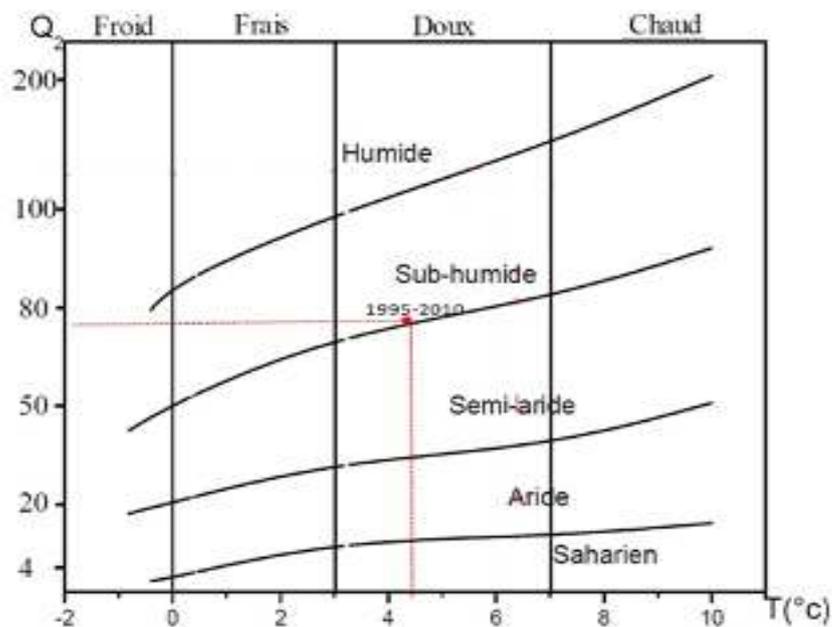


Figure 18: Localisation de la région de Blida «Soumâa» dans le Climagramme d'Emberger.

3.1.2. Présentation de la station d'étude

Notre expérimentation s'est déroulée à la station expérimentale du département des sciences agronomique et située, dans la parcelle n° 8 (figure 19) de la faculté Agro-vétérinaire de l'Université Saad Dahleb de Blida. Celle-ci se trouve à 6 Km au Nord Est de Boufarik et 4,4 Km au Sud-Ouest de la ville de Blida, entre 36°29 et 36°30 de latitude Nord et 3°53 et 3°45 de longitude Est. Elle est limitée à l'Est par la commune de Soumaa, à l'Ouest par la commune d'Ouled Yaich, au Nord par la commune de Beni-Mered, au Nord-Est par la commune Guerouaou et au Sud par les montagnes de Chréa.



Figure 19: Présentation des sites d'études (195 m d'altitude) (ANONYME a, 2012)

Nous avons réalisé notre étude dans un verger d'agrumes destiné aux essais expérimentaux du département des sciences agronomiques. Les renseignements fournis par la direction de la station expérimentale indiquent que ce verger créé en mars 2002 n'a subi aucune forme de régie en termes d'entretien cultural, d'intrants en fertilisants ou en traitements phytosanitaires. La taille des arbres est effectuée en novembre. Lorsque la couverture enherbée au sein du verger devient importante, un discage est réalisé au mois de juin, l'arrosage est quotidien pendant la période estivale.

3.1.2.1. Délimitation de la parcelle expérimentale

Notre travail de terrain a été réalisé dans une parcelle comprenant 8 rangées de 8 arbres chacune, soit un total de 64 arbres. Elle est limitée au Nord par des brise-vents constitués de *Casuarina*, au Sud par un jeune verger de poirier, à l'Est par différentes plantes ornementales dont le Romarin et *Lantana camara*, et à l'Ouest par un champ de céréales moissonné et non labouré (Figure 20). Au centre du verger, la strate herbacée comprend des Cucurbitacées et une forte densité de plantes adventices appartenant notamment aux familles des Apiaceae (carotte sauvage) et des Fabaceae.

Le porte greffe est le Bigaradier, la distance de plantation est de 5 mètres sur la ligne et de 5 mètres entre les lignes, les plants sont des orangers de différentes variétés.



Vue représentative du verger d'agrumes de la station expérimentale (original)



Limite Nord



Limite Est



CENTRE



Limite Ouest



Limite Sud

Figure 20 : Verger étudié et milieux adjacents (Original).

3.1.2.2. Observations directes

La période d'échantillonnage s'est étendue du 24 avril au 24 juin de l'année 2012, correspondant à la période de poussée de sève printanière. Nous avons réalisé de manière hebdomadaire 10 sorties au total.

La technique de dénombrement sur la canopée est effectuée à partir de transects végétaux en diagonale et qui consiste à choisir un arbre au hasard au niveau de chaque rangée délimitée (figure 21). Au niveau de chaque arbre, nous avons pris deux rameaux au hasard et prélevé de chaque direction cardinale (Nord, Sud, Est, Ouest) ainsi qu'au centre deux jeunes feuilles ; soit quatre feuilles des pousses terminales et 20 feuilles au total. Ces observations nous ont permis de faire le suivi de l'abondance des aphides et des auxiliaires. Les auxiliaires identifiés ou non et repérés sur les feuilles sont récupérés pour leur comptage et leur identification finale au laboratoire en s'aidant de la loupe binoculaire et de la confirmation de spécialistes. Toutes les informations nécessaires (la date d'échantillonnage, rangée et arbre échantillonnés, conditions climatiques) ont été notées.

Parallèlement, un fauchage dans la végétation de la strate adventice au sein du verger a été réalisée au hasard à l'aide d'un filet fauchoir, ce qui nous a permis de récolter les insectes peu mobiles, cantonnés dans les herbes ou à leurs cimes.

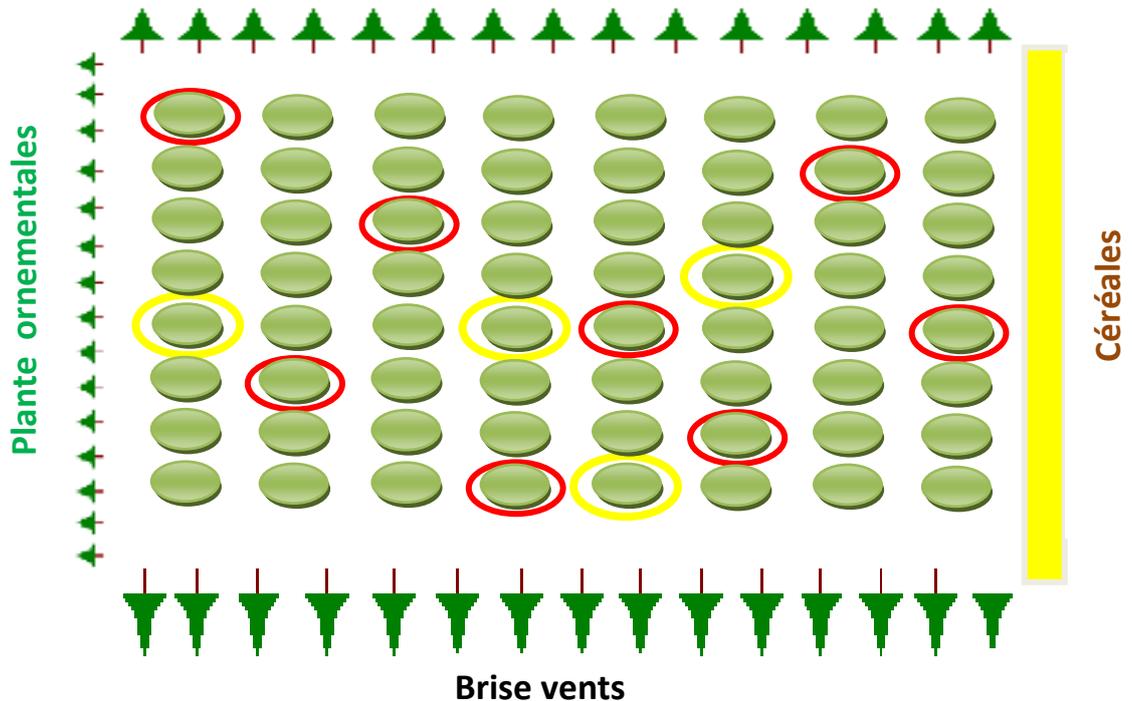


Figure 21 : Dispositif expérimental de la parcelle étudiée

Légende : Oranger arbre échantillonné Piège jaune

3.1.2.3. Utilisation des pièges jaunes à eau

Les pièges colorés sont connus depuis 1966 pour l'échantillonnage des insectes ailés. La couleur préférentielle pour la plupart des insectes est le jaune citron et l'abondance de récoltes que l'on peut effectuer avec de tels pièges est remarquable (ROTH, 1972). Généralement, des pièges englués de couleur blanche et jaune peuvent être aussi utilisés. Cependant, il est admis que le nombre de captures par piège et par insecte est plus élevé avec les pièges de couleur jaune mais la différence n'est pas significative.

Dans notre cas, nous avons accroché 4 pièges jaunes à eau aux branches des arbres à raison de deux pièges au centre et deux pièges sur les bordures du verger (figure 22). La collecte est effectuée une fois par semaine à l'aide d'un pinceau dans des tubes à essai contenant de l'alcool à 70 % sur lesquels sont notés la date et le lieu de capture. L'eau des pièges additionnés de savon liquide est renouvelée après chaque prélèvement. Les échantillons ramenés au laboratoire sont contrôlés sous la loupe binoculaire pour le triage et l'identification.



Figure 22 : Bacs jaunes disposés au niveau de l'arbre.

3.1.2.4. Phytoessais sur le terrain

Introduction

Cette partie concerne l'utilisation d'un phytoextrait et son évaluation biocide sur les populations de pucerons installées au niveau des jeunes pousses. D'après REGNAULT et *al.*, (2005), les biopesticides s'inscrivent dans la lutte contre les organismes fléaux et sont basés sur l'utilisation d'agents ou facteurs liés à la vie. Les biopesticides botaniques sont composés d'extraits botaniques (FERRON, 1978 ; SILVY, RIBA, 1999). Ainsi, les extraits des plantes naturels sont utilisés dans nombreux pays pour lutter contre les insectes ravageurs des cultures. Les biopesticides représentent 2.5% (672 millions \$ en 2005) des ventes de produits phytosanitaires (26 milliards \$) (Figure 23), alors qu'il était seulement de 0.2% en 2000. Il a été prédit par THAKORE, en 2006 que le marché des biopesticides atteigne plus d'un milliard de dollars en 2010.

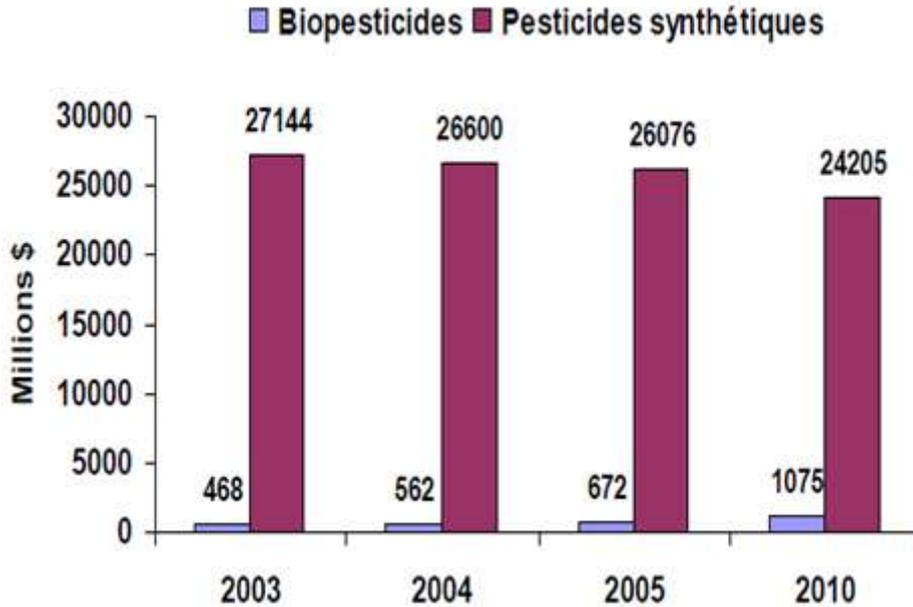


Figure 23 : Le marché mondial des biopesticides et des pesticides synthétiques, 2003-2010 (THAKORE , 2006).

En Algérie, Les produits phytosanitaires ont participé à la révolution agricole de la 2^{ème} moitié du 20^{ème} siècle. Ce n'est qu'à partir des années 1960 que l'on prend conscience de l'impact environnemental négatif de ces produits phytosanitaires, et les agriculteurs ont pensé à utiliser des biopesticides pour minimiser leurs dépenses d'une part et préserver leur production d'autre part.

Les substances d'origine végétale ont toujours constitué une source majeure pour l'élaboration de nouvelles substances aux propriétés thérapeutiques. D'après JACOBSON, (1989), il y avait la nicotine (alcaloïde) et ses dérivés, la roténone, les pyrèthres et les huiles végétales qui étaient abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques. Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité (LAREW et LOCKE, 1990 ; NIBER, 1994 ; GOMEZ et *al.*, 1997). Ce sont particulièrement leurs métabolites secondaires, substances de défense des plantes dans des situations de stress environnementaux qui leur confèrent ces propriétés biocides, parmi lesquels nous retrouvons les alcaloïdes, les terpènes et les flavonoïdes.

Tableau 04 : Substances secondaires d'origine végétale (ANONYME, 2007)

Groupe chimique	Nombre de produits actifs identifiés
Alcaloïdes	4 500
Flavonoïdes	1 200
Terpènes	1100
Autres	3 600
Total	10 400

a- Matériel végétal

La plante retenue pour notre étude est une espèce végétale aromatique *Lantana Camara* Linn (figure 24). Elle a été choisie pour son intérêt biocide mentionné dans la bibliographie. Les extraits alcooliques de cette plante aromatique ont été surtout décrits pour leurs propriétés insecticides et antifongiques (MONDACHIRON et al ; 2002).



Figure 24 : Feuilles et inflorescences de *Lantana Camara* (original).

Le Lantanier est un petit arbuste de la Famille des Verbénacées. Il comporte une centaine d'espèces réparties en Afrique et en Amérique. *Lantana Camara* est une plante toxique dans toutes ses parties végétales.

C'est une plante persistante, de port buissonnant, de 60 cm à 2 m en tous sens, originaire des régions tropicales, et plus particulièrement de l'Inde. Elle possède une floraison en panicules d'environ 5 cm de diamètre aux coloris variés. Les feuilles sont pointues, dentées, possèdent des nervures marquées, et sont d'une couleur vert-foncée. Elles peuvent mesurer plus de 10 cm de longueur mais sont généralement de taille plus réduite. Elles sont persistantes ou semi-persistantes selon les climats. En climats chauds, cette plante risque de facilement d'exprimer son caractère invasif.

Les tiges sont quadrangulaires et épineuses. Toute la plante dégage une odeur épicée. Les fruits sont des petites baies vertes, devenant noires à maturité. Ces baies sont toxiques. *Lantana Camara* requiert les expositions suivantes : mi-ombre, lumière, soleil. Le lantana se contente d'un sol bien drainé, et possède une très bonne résistance à la sécheresse. Egalement connu sous le nom de Thé de Gambier, le lantanier est une plante entièrement toxique mais qui a toujours été utilisée à des fins médicinales à cause de ses propriétés antiseptiques et antispasmodiques. Cet usage continue de nos jours par l'emploi de son extrait aqueux.

b. Techniques d'extraction des extraits aqueux (figure 25).

Nous avons testé deux extraits différents : l'un à partir de poudre sèche de la plante, l'autre à base d'une infusion de feuilles fraîches. Pour la première phytopréparation, les échantillons de *Lantana Camara* L, représentés par des feuilles en plein développement ont été récoltés au début de mars 2012, dans le département d'agronomie de l'université.

Ces feuilles ont été lavées, enveloppées dans un journal puis séchées naturellement à l'air libre à l'abri de la lumière, puis broyées en poudre très fine par le biais d'un mixer. Cent grammes de poudre de plante pesé par une balance de précision ont été mis dans des bouteilles de 1.5 L de volume. Cette poudre a été additionnée de l'eau distillée jusqu'à l'obtention d'un mélange de 1 Litre de volume. La solution obtenue qui est la préparation brute a été disposée sur un agitateur automatique pendant 72h pour faire libérer et extraire les particules actives existantes chez le matériel végétal à étudier. Le mélange a été filtré à l'aide d'un papier filtre de 9 cm de diamètre. Nous avons obtenu dans des ampoules de séparation un volume de 470ml d'extrait aqueux des feuilles de la plante.

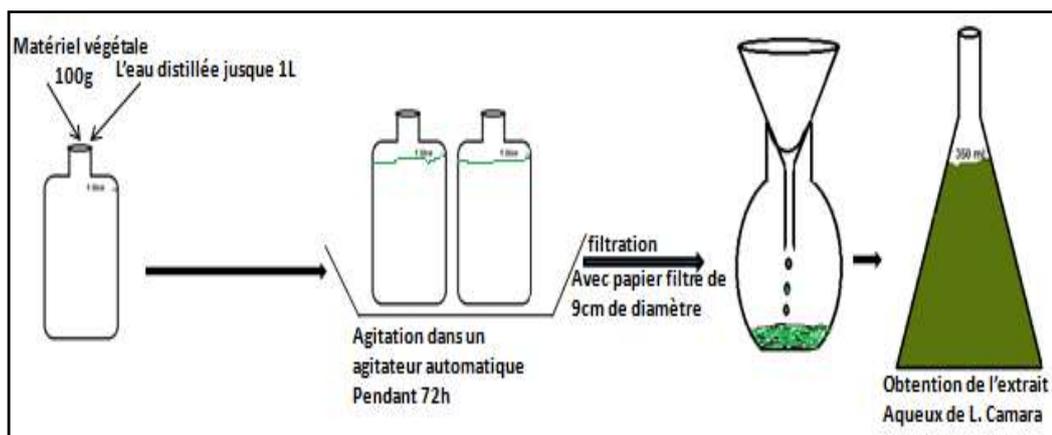


Figure 25 : Etapes de la préparation de l'extrait aqueux des feuilles sèche de *L. Camara*.

Concernant la deuxième phytopréparation, les feuilles de *Lantana Camara* L, ont été récoltées vers la fin de juin 2012, dans le département d'agronomie de l'université. Nous avons pesé à l'aide d'une balance vingt grammes de feuilles fraîches. Ces feuilles ont été mises par la suite dans un récipient dans lequel nous avons ajouté 200 ml d'eau distillée, puis nous avons laissé infuser dans un bain marie à une température de 80C° pendant 15min pour faire libérer et extraire les particules actives existantes dans les feuilles. Le mélange a été filtré à l'aide d'une passoire.

c. Applications des phytoextraits (figure 26)

La date du 24.06.2012 correspond à l'application du 1^{er} traitement à base de la première phytopréparation, et la date du 26.06.2012 correspond à l'application du 2^{ème} traitement à base de la deuxième phytopréparation. Les traitements ont été réalisés à l'aide d'un pulvérisateur manuel d'une contenance d'un litre. L'efficacité des différents bio-essais a été évaluée à un intervalle de 24 heures durant la période d'investigation qui s'est étalée sur une période de 10 jours d'exposition (FRONTIER, 1983). L'efficacité des différents phytoextraits appliqués a été estimée à partir de l'abondance des pucerons après chaque traitement.

Nous avons pris en considération 2 blocs expérimentaux comprenant chacun 3 arbres, chaque blocs représentant un traitement différent dont deux traités et un considéré comme témoin sur lequel nous avons pulvérisé de l'eau distillée. Nous avons pris en considération au niveau de chaque arbre deux rameaux et deux feuilles par rameau des quatre directions cardinales et du centre de la canopée soit 20 feuilles pour chaque arbre traité.

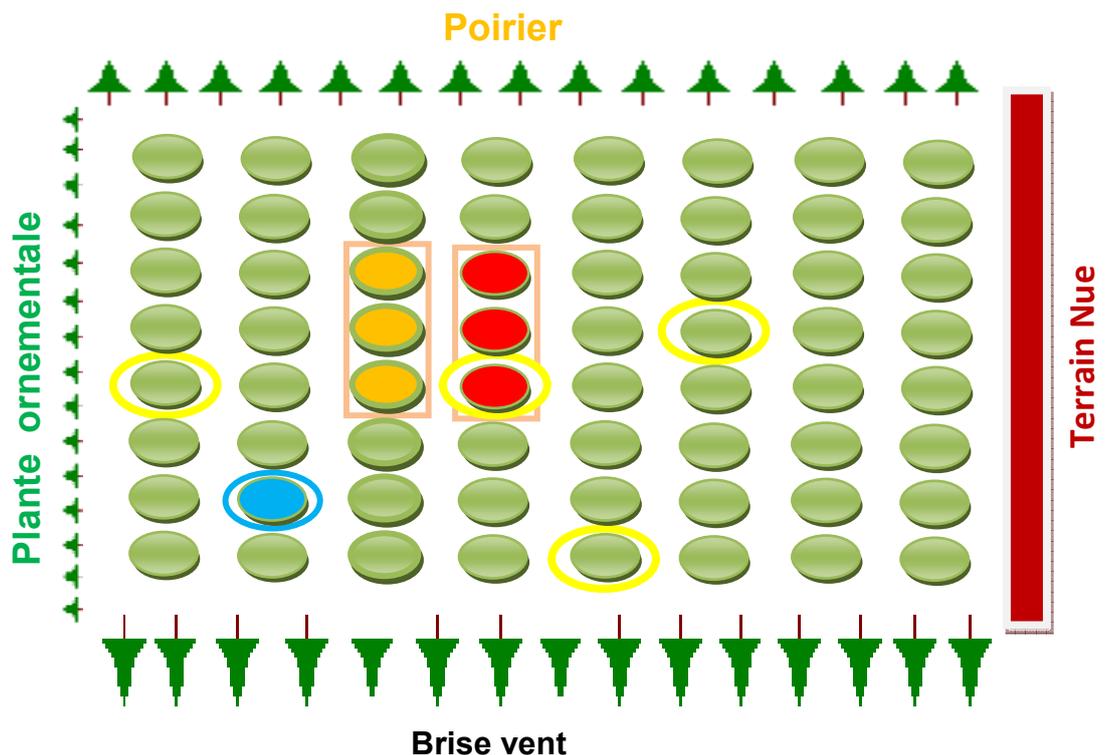


Figure 26 : Dispositif expérimental de la parcelle étudiée

Légende:  Témoin  Traitement 1  Traitement 2  Piège jaune

3.2. Exploitation des données

3.2.1. Abondance, richesse totale et moyenne des taxons et familles des auxiliaires

L'abondance est exprimée sous trois aspects. L'Abondance spécifique représente le nombre d'individus de l'espèce considérée dans le peuplement. L'abondance totale est le nombre d'individus de toutes les espèces. L'abondance relative d'une espèce représente le rapport de son abondance spécifique sur l'abondance totale.

La richesse spécifique ou la richesse totale représente le nombre d'espèces du peuplement. La richesse moyenne exprime le nombre d'espèces les plus représentatives du milieu et représente la moyenne de richesse par relevé. Les communautés d'auxiliaires ont été étudiées à travers les différentes récoltes effectuées à la main, par fauchage ou à l'aide de bacs jaunes à eau. Nous avons utilisé différentes clés spécifiques pour identifier les taxons et familles.

3.2.2. Estimation de la toxicité des traitements

L'évaluation de l'effet toxique des traitements à base des phytoextraits a été estimée par la comparaison des abondances exprimées en pourcentages des populations résiduelles (PR) selon le test de Dunnett. Le pourcentage des populations résiduelles des pucerons est exprimé par le rapport du nombre de formes vivantes sur les feuilles des arbres traités sur le nombre de formes vivantes sur les feuilles des arbres dans les lots témoins traités à l'eau distillée. Les différents pourcentages de PR obtenus permettent de déduire du degré de toxicité des deux phytoextraits différents utilisés (figure 27).

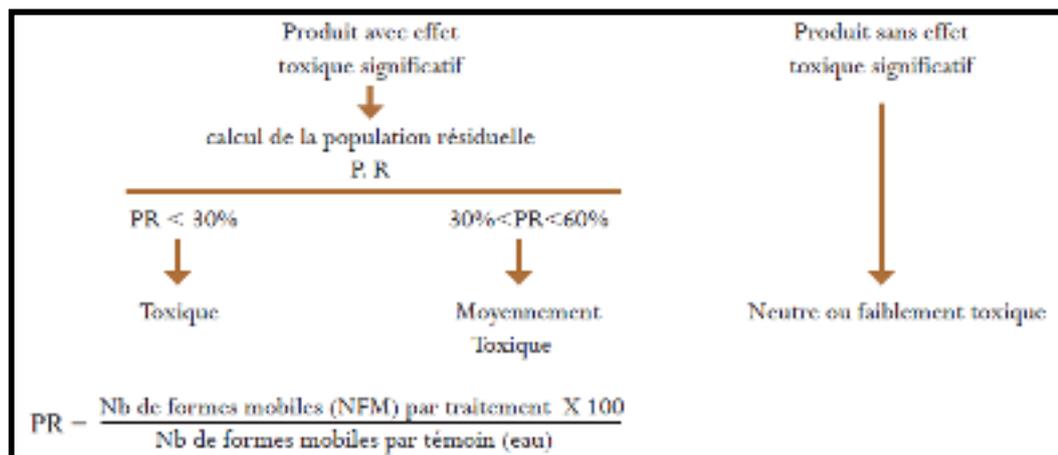


Figure 27 : Schéma indiquant l'évaluation des pourcentages de populations résiduelles ainsi que les effets toxiques après traitement (d'après le test de DUNNET et MAGALI, 2009).

3.2.3. Analyses uni variées et multivariées

Nous avons réalisé une analyse de variance pour comparer significativement les moyennes des pourcentages des populations résiduelles aphidiennes. Dans les cas où différents facteurs sont en jeu (effet temporel, nature des traitements) nous avons utilisé le modèle linéaire global (GLM) de l'analyse de la variance indiqué dans la suite des programmes du logiciel systat vers.12, pour connaître explicitement l'effet d'un facteur indépendamment.

Dans le cas de variables qualitatives de type abondances des populations dans le temps, nous avons eu recours à une A.F.C (Analyse factorielle des correspondances). La classification hiérarchique des facteurs lignes ou colonnes se fait en considérant les coordonnées sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50 % de la variance cumulée soit observée. La distance euclidienne basée sur les mesures de similarité entre variables a été prise en compte avec le logiciel PAST (PAST vers. 1.37, HAMMER *et al* ; 2001).

Conclusion et perspectives

Le monitoring réalisé durant une période de deux mois dans un verger expérimental d'agrumes à Soumâa a mis en évidence la présence de colonies d'*Aphis spiraecola* et *A. gossypii* sur les jeunes pousses des arbres d'orangers échantillonnés. L'absence de tout entretien cultural et de traitement phytosanitaire dans le verger a favorisé l'installation des colonies depuis le début de nos observations vers la fin avril. La contamination de la culture semble avoir été assurée par des individus ailés provenant des plantes hôtes secondaires présentes dans la strate herbacée du verger et dans l'environnement immédiat. Néanmoins, les colonies se sont multipliées faiblement jusqu'à la mi mai et les fluctuations se sont caractérisées par un déclin des populations au début de mai, probablement en relation avec des conditions climatiques défavorables en l'occurrence une chute inhabituelle des températures à cette période.

Les abondances moyennes des aphidiphages ont été très faibles durant toute la période de suivi quelque soit la catégorie. Les principaux prédateurs sont représentés par des *Coccinellidae Scymnini* et par le seul cécidomyidae *Aphidoletes aphydimyza* dont les populations ont été importantes sur la canopée et même sur certaines plantes adventices colonisées par d'autres espèces de pucerons.

L'aspect intéressant à notre sens dans ce travail est relatif à la mise en évidence d'une entomofaune circulante non négligeable par rapport à son rôle fonctionnel dans le verger, en raison de la présence de différentes strates de végétation composées de plantes susceptibles de maintenir certaines espèces d'auxiliaires dans le verger ainsi que nous l'avons mentionné dans le chapitre matériel et méthodes dans la description de la parcelle d'étude. Parmi les plus importants rencontrés durant notre période d'investigation de la fin avril à la fin de juin, il ya lieu de mentionner des espèces généralistes (*Chrysoperla carnea*, différents *Araneidae*) et d'autres espèces d'aphidiphages spécialistes comme *Scymnus interruptus*, *Epysyrphus balteatus*, *Orius sp* et Le genre *Lysiphlebus* comme parasitoïdes.

Nous pensons qu'il serait utile d'étudier beaucoup plus l'occurrence des ennemis naturels ou leurs assemblages fonctionnels associés afin d'entrevoir les possibilités de transfert et de passage de ces espèces des plantes herbacées vers les canopées. Dans ce cas, quelles seraient les plantes refuges à préserver ou à aménager dans les vergers pour maintenir cette entomofaune utile, notamment s'il s'agit de taxons ciblés comme les *Aphidoletes* ou les autres *Coccinellidae* aphidiphages ?

Par conséquent, il convient d'intégrer ces données comportementales concernant les auxiliaires, liées à la diversité végétale, locale et régionale, afin d'envisager des aménagements volontaristes permettant une meilleure gestion du potentiel antagoniste. Une analyse précise des relations plante-ravageur est importante à considérer pour appréhender l'impact des conditions de développement et de maintien de la culture (conditions d'irrigation, de fertilisation, taille, protection contre les agressions climatiques, ...) et leur impact, sur l'entomofaune parasitaire ou prédatrice.

Notre étude sur l'utilisation des plantes comme une alternative de lutte contre les pucerons d'agrumes nous a permis de remarquer que les principes actifs extraits des plantes peuvent constituer une source intéressante à exploiter pour diminuer l'utilisation massive des pesticides et établir une nouvelle méthode de lutte alternative ou sélective non polluante pour l'homme et la biosphère.

L'Algérie recèle un patrimoine végétal très riche beaucoup plus exploité dans le domaine ethnobotanique mais pas assez valorisé en tant qu'outil phytoinsecticide. Les résultats des bioessais réalisés avec les extraits à base de feuilles fraîches et à base de solution de poudre de *L. camara* ont mis en évidence un effet toxique de la plante in situ sur les colonies aphidiennes. Une étude dans des conditions semi naturelles complétée par des tests de traitements au laboratoire sont nécessaires pour confirmer cette toxicité et même envisager des expériences contre d'autres espèces de pucerons avec différentes natures d'extraits de la même plante.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- * **AGRELL, J., OLESZEK, W., STOCHMAL, A., OLSEN, M. & ANDERSON, P., 2003** - Herbivoreinduced responses in alfalfa (*Medicago sativa*). *J. Chem. Ecol.* **29**: 303-320.
- * **AIT HOUSSA A., IDRISSE L., LEKCHIRI A. 2002** - Logiciel de fertilisation raisonnée des agrumes au Maroc. SASMA, Aïn Sebaa, Casablanca, Maroc.
- * **ALTIERI M. A. et NICHOLL C., 2004** - Biodiversity and pest management in agroecosystems, 2nd edition, Food Products Press, New York, 236p.
- * **ANONYME., 2002** - Les relations des insectes phytophages avec leurs plantes hôtes, *Antennae*, n° 1, vol. 9.
- * **ANONYME, 2007** - Index des produits phytosanitaires à usage agricole .Direction de la protection des végétaux et des contrôles techniques. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Ed. 2007, 251 p.
- * **ANONYME, 2010-** Les pucerons 2^{ème} pamicro guepes Parasitoïdes de Pucerons, ENTOMO REMEDIUM 2010, P1.
- * **ANONYME a, 2012** - Google earth, 2012
- * **ANONYME b, 2012** - Cecidomyie et Parasitoïdes Auxiliaires de Pucerons, Fitxatecnica, Département d'Agriculture, Ramadria, Pesca, Alimentacio I Medi Natural, P 01.
- * **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, 196.*
- * **AOUDIA, 2011-** Impact des traitement phytosanitaires sur les variations d'abondance et de diversité spatiotemporelle de la faune des ravageurs et de leurs auxiliaires sur quelque cultures, Thèse Magistère, Inst. Agro. Univ. Saad dehleb, Blida, Alger, 146 p.
- * **AUGER J., THIBOUT E., 2002-** *substances soufrées des Allium et des Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires. In* Regnault-Roger, C, Philogène, B J.R, Vincent C. Biopesticides d'origine végétale . Tec & Doc, Paris, p 77-96.
- * **BAIDOO P. K. & J. I. ADAM., 2012** - The Effects of Extracts of *Lantana camara* (L.) and *Azadirachta indica* (A. Juss) on the Population Dynamics of *Plutella xylostella*, *Brevicoryne brassicae* and *Hellula undalis* on Cabbage. Sustainable Agriculture Research; Vol. 1, No. 2; 229-234.

- * **BAILLAY R., AGUITAR J., FAIURE-AMIOT A., MIMOUDJ et PATRIEK G., 1980** – Guide pratique de la défense des cultures. Ed. le Carousel, A.C.T.A, 419 P.
- * **BALACHOWSKY A. et MESNIL L., 1936.** Les insectes nuisibles aux plantes cultivées”, Ed. Meryl, Paris, 1921 p.
- * **BALACHOWSKY A.S., 1966** – Entomologie appliquée à l’agriculture. Tome II. Les Lépidoptères. Ed. France Masson – Paris, 1397p.
- * **BALDWIN H A., RASSNICK S., RIVER J., KOOB G. F., BRITTON K.T., 1991** – C R F antagoniste reserves the anxiogenic response to etanol with drawal in the rat. *Psychopharmacology* 103 : 227- 232.
- * **BARBAGALLO S., INSERRA R., 1974.** L’afidofauna degli agrumi in Italia. L’Italia agricola, 111(3): 121-127.
- * **BARBAGALLO et INSERRA, 1975**-Osservazioni sulla dsitribuzione verticale di *Tylenchulus semipenetrans* Cobb in terreno vulcanio. *Nematol.medit.*,3 :43-47
- * **BEGON, M., HARPER, J.L., & TOWNSEND, C.R., 1996** - Ecology, individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications, London, UK.
- * **BEGUM, S., WAHAB, A., SIDDIQUI, B. S., & QAMAR, F., 2000)** - Nematicidal Constituents of the aerial parts of *Lantana camara*. *Journal of Natural Products*, 63, 765-767.
- * **BELHANI. M. et BELKHOUMALI. S.,2012**- Etude comparée de l’efficacité des huiles essentielles formulées à base de Thym et d’Origan sur différents Aphides, Thèse Ingénieur d’Etat en Agronomie, Faculté d’Agronomie, Université Saad Dahleb, Blida, Algérie, 67p.
- * **BENASSY C. et SORIA F., 1964** – *Observation s écologiques sur les cochenilles diaspines nuisibles aux agrumes en Tunisie.* Ann. I.N.R.A., Tunisie, pp. 193-222.
- * **BENACHOUR-KADA K ., 2008** – Evaluation des deux souches de *Bacillus thuringiensis* sur le puceron *Aphis* sp. Recueil des résumés 3eme journées nationales sur la protection des végétaux 7et 8 avril 2008. INRA El Harrach, Algérie.
- * **BENFEKIH L., 1989** - Etude de la bioécologie des pucerons *Aphis gossypii*, *Myzus persicae* et *Macrosiphum euphorbiae* et de leurs prédateurs sur cultures maraichères (Tomate et poivron) dans la région de Remchi (Tlemcen) ”, Thèse Ing. Agro., Inst. Agro.forest., Univ. Tlemcen, Algérie, 120p.
- * **BEN HALIMA K. M. et BEN HAMOUDA M. H., 2005**- A propos des pucerons des arbres fruitiers de tunisie. *Notes faunique de Gembloux* 85 : 11-16.
- * **BEN HALIMA KAMEL M., Rebhi R. et Ommezine A., 2011** - Habitats et proies de *Coccinella algerica* Kovar dans différentes régions côtières de la Tunisie *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* (2010) **63** (1), 35-45.

- ***BENSAIBI M.,TADJER K., MEZAZIGH B., 2007** - 7ème Colloque National AFPS 2007 – Ecole Centrale Paris.
- * **BETAM A., 1998** - Contribution à l'étude des pucerons et leurs ennemis naturels dans la région de Bir- Touta (Batna) ", Thèse .Ing. Agro. Univ. Batna. Algérie, 82p.
- * **BERENBAUM, M.R., 1986** - Target site insensitivity in insect-plant interactions. In:*Molecular Aspects of Insect-Plant Associations*, eds, L.B. Brattsten & S. Ahmad,Plenum Press, New York, pp. 257-272.
- * **BERNAYS, E. & GRAHAM, M., 1988** - On the evolution of host specificity in phytophagous insects. *Ecology* **69**: 886-892.
- * **BICHE M., 2012** – Guide pratique, les principaux ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Programme Régional de Gestion Intégrée des Ravageurs des cultures au Proche Orient, GTFS/REM/07/ITA, 36p.
- * **BOUCHER DH., S. JAMES ET K. KEELER, 1982** - The ecology of mutualism. Annual Review of Ecology and Systematics 13: 315-347.
- * **BOUGHNOUN N., 1998.** Etude des pucerons et leurs ennemis naturels dans un verger d'oranger dans la région de Oued Aïsi (Tizi Ouzou) ", Thèse. Ing. Agro. Univ. Tizi-Ouzou, 86p.
- * **BOURGEOIS Ph. D., 2009** – Les dynamiques des cultures et leurs bioagresseurs dans un context climat et en evolution, colloque en phytoprotection. C.R.D.H., Saint-Jean-sur-Richelieu, 5p.
- * **BRATTSTEN, L.B., 1992** - Metabolic defenses against plant allelochemicals. In: *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites*, eds, G. Rosenthal & M. Berenbaum, Academic Press, San Diego, Vol. 2. pp. 175-242.
- ***BRAWDEN F.C., 1950-** Plant viruses and virus diseases. Chronic Botania. Compagny. Waltman, MASS, USA. 335p.
- * **BROSSUT R., 1996-** Phéromones: La communication chimique chez les animaux CNRS Edition, Paris,143p.
- * **CAPINERA,J. L., 2008-** Encyclopedia of Entomology, University of Florida 2nd Edition. Vol 4, 191-214, 4346p.
- * **CALATAYUD et VERCAMBRE, 1995-** Montpellier: CIRAD-CA, 96p. (Colloques :CIRAD). Journées du groupe de travail relations insectes-plantes. 5, 1995-10- 26 / 1995-10-27, (Montpellier, France).
- * **CALTAGIRONE L.E., 1981** – Landmark examples in classical biological control. Annu. Rev. Entomol. 26 : 213-232.

- ***CARTER M. et DIXON A.F.G., 1984**- Honeydew: an arrestant stimulus for coccinellids. *Ecol. Entomol.*, 9, 383-387.
- * **CHAPOT H. et DELUCCHI V.L.**, 1964 - Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc”, Ed. I.N.R.A. Rebat, 339p.
- * **CHAPMAN R.F., 1998** – Nutrition In: The Insects, Cambridge University press, pp.69-93
- * **CHABOUSSOU F., 1975.** Les facteurs cultureux dans la résistance des agrumes vis-à-vis de leurs ravageurs. *St. Zool. Inst. Nat. Rech. Agro.*, Bordeaux, 39 p.
- * **CHABOUSSOU F., 1980**- *Les plantes malades des pesticides. Base nouvelle de prévention contre maladies et parasites.* Ed. DEBARD, Paris, 200p.
- * **CHAUBET B. 1992**- Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs : cas des aphidiphages. Courrier de la Cellule environnement n°18, décembre 1992.
- * **CHIA-CHU T. et SHUI-CHEN C.**, 1971 - Biological control of citrus, vegetables and tobacco Aphides, Ed. Leclant, Publication n°10. INS: recherche agricole de Taiwan. Taipei, Taiwan, China, 109p.
- * **CONSTABEL C.P., 1999** - A survey of herbivore-inducible defensive proteins and phytochemicals. In: *Induced plant defense against pathogens and herbivores, biochemistry, ecology and agriculture*, eds, A.A. Agrawal, S. Tuzun, & E. Bent, the American Phytopathologist Society, St Paul, pp. 137-166.
- * **COSTAMAGNA AC. et LANDIS DA., 2007** - Quantifying predation on soybean aphid through direct field observations. *Biological Control*, 42: 16-24.
- * **CUSHMAN JH, ADDICOTT JF.,1991**-Conditional interactions in ant-herbivore mutualisms. In: Huxley CR, Cutler DF (eds) Ant- plant interactions. Oxford University Press, Oxford, pp 92±103.
- * **DADJOZ, 1971** – Précis decologies. Ed. Dunod, Paris, 343p.
- * **DADJOZ, 1985** - Précis decologies. Ed. Bordas, Paris, 505p.
- * **DAVIES T.G.E., FIELD L.M., USHERWOOD P.N.R. et WOLLIAMSON M.S., 2008** - DTT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. *IUBMB Life*, 59(3), 151-162.
- * **DEBOUZIE, D. & THIOULOUSE, J., 1986** - Statistics to find spatial and temporal structures in population. Pest control operations and systems analysis in fruit fly management. *Ecol. Scien.* 11 (1): 1- 9.
- * **DEDRYVER C.A., 1982** – Qu’est ce qu’un puceron ? Les pucerons des cultures. Jour. D’étude d’inf. Paris, 2, 3 et 4 mars 1981, A.C.T.A., pp. 9 -20.

- * **DEGUINE J.P. et LECLANT F., 1997** – *Aphis gossyii* Glover (Hemiptera, Aphididae). *Les déprédateurs decotonnier en Afrique tropicale et dans le reste de monde*. Ed. Cent. Inter. rech. Agro. Dév. (C.I.R.A.D.), n°11, Paris, 112p.
- * **DELABIE J. H.C., 2001** - Les trophobioses entre Formicidae et Hemiptera Sternorrhyncha et Auchenorrhyncha. Mémoire d'Habilitation à Diriger des recherches.
- * **DELUCCHI V., 1991** - Visions en phytiatrie. *Info-Zoo*, 5, 71-81.
- * **DICKSON, R. C., - 1959**. Aphid dispersal over southern California deserts. *Ann. ent. Soc. Am.* 52: 368-372.
- * **DJAZOULI Z E., DOUMINDJI-MITICHE B., ZAMOUM M. et NOWBAHARI E., 2008** – Les protéines totaux et les éléments minéraux des feuilles de différents groupes du peuplier expliquent – ils la dynamique des populations de *Chaitophorus leucomelas* koch 1854 (Homoptera, Aphididae) et *Phyllocnistis unipuctella* Sph (Lepidoptera, Phyllocnitiidae) Recueil des résumés 3eme journées nationales sur la protection des végétaux 7et 8 avril 2008. INRA El Harrach, Algérié.
- * **DOSTALKOVA I., KINDLMANN P. & DIXON A. F. G., 2002** - Are classical predator-prey models relevant to the real world? *Journal of Theoretical Biology*, **218**, 323-330.
- * **DOUTT R. L., et De Bach P., 1964** – Some biological control concepts and questions, p. 118-142 in : De Bach P., Schlinger E.I.(eds) *Biological Control of insect Pests and Weeds*. Chapman Hall, London, 844p.
- * **DUFFEY S.S., 1980** - Sequestration of plant natural products by insects. *Annu. Rev. Entomol.* **25**: 447-477.
- * **EMMANUEL- Ali. N., M. MOUDACHIROU., A.J. AKAKPO ., J. QUETIN-LECLERCq. 2002** - Activités antibactériennes in vitro de *Cassia alata*, *Lantana camara* et *Mitracarpus scaber* sur *Dermatophilus congolensis* isolé au Bénin. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 55 (3) : 183-187).
- * **ER-RAKI S., 2007** –Estimation des besoins en eau des cultures dans la region de Tensift Al Haouz : Modilisation, Expérimentation et Télédétéction, Thèse Docteur, Université CADI AYYAD, faculté des sciences emlalia – Marrakech, PP 8-9.
- * **EVANS E.W. et DIXON F.G., 1986** - Cues for oviposition by ladybird beetles (Coccinellidae): response to aphids. *J. Anim. Ecol.*, 55, 1027-1034.
- * **FAURIE et al., 1998**. *Ecologie : approche scientifique et pratique*. Tec & doc-Lavoisier, Paris.
- * **FERRON, P., 1978** - Biological control of insect pests by entomogenous fungi. *Annu. Rev. Entomol.* 23:409-442.
- * **FERRON P., 1999** - Protection intégrée des cultures : évolution du concept et de son application. *Cahiers Agricultures*, 8, 389-396.
- * **FLEMING et VOLNEY, 1995**

- * **FRANTZ A., 2006** - Spécialisation écologique du puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum*: différenciation génétique et phénotypique entre races d'hôte. Thèse PHD, UMR-INRA, Université de Rennes, 182 p.
- * **FRAVEL A. , 2006**- Les puceron 2^{ème} partie, Insectes 27- 32 n° 142- 2006 (3), 6p.
- * **FRAZER B.D., 1988** - Coccinellidae, aphid, their biology naturel enemies and control. Ed .A.K. Minks and Pharrewijn, Elsevie, New York, Tokyo, 364p.
- * **FRONTIER S. ed., 1983** – Strategies d'échantillonnage en écologie. Masson (Paris) et P U L (Québec). 494p.
- * **GAUTIER M., 1987**- La culture fruitière. Vol. 1: L'arbre fruitier. Ed. Technique et documentation, Paris, 492 p.
- * **GHEZALI S., 2011**- Evaluation de l'effet biocide des métabolites secondaires de l'extrait aqueux de *Lantana Camara* (Verbenacée) sur les chenilles de *Taummetopoea pityocampa*, Thèse Mastere II en Agronomie, Faculté d'Agronomie, Université Saad Dahleb, Blida, 74p.
- * **GIROUX S., CÔTÉ J.C., VINCENT C., MARTEI P. et CODERRE D., 1994**- bacteriological insecticide m-one effects on the mortality and the predation efficiency of adult spotted lady beetle *coleomegilla maculata* (coleoptera: coccinellidae). *j. econ. entomol.* 87, pp: 39-43.
- * **GODFRAY H.C.J., 1994** - Parasitoids: Behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press, Princeton.
- * **GOMEZ, P., CUBILLO D., MORA, GA., HILJE, L., 1997.** Evaluacion de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*. II. Extractos vegetales. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29, p. 17–25.
- * **HAMMER O., HARPER D.A.T. et RYAN P.D., 2001**- PAST vers1.34. Palaeontological Statistic software package for education and data analysis. <http://folk.uio.no/ohammer/past>, *Palaeontologica Electronica* 4(1): 9 pp.
- * **HAN B.Y. & CHEN Z.M., 2002** - Composition of the volatiles from intact and tea aphid-damaged tea shoots and their allurement to several natural enemies of the tea aphid. *J. Appl. Entomol.*, 126, 497-500.
- * **HARTMANN T., 1996** - Diversity and variability of plant secondary metabolism: a mechanistic view. *Entomol. Exp. Appl.* 80: 177-188.
- * **HEMPTINNE J.L., 1989** - Ecophysiologie d'*Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera Coccinellidae). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 156 p.
- * **HEMPTINNE J.-L., DIXON A. F. C. MACKENZIE A., 1990**- Adaptation du cycle biologique des prédateurs aphidiphages aux fluctuations démographiques de leurs proies. Colloque de l'I.N.RA. 52: 101 -104.
- * **HOFFMAN E.T.A., 1974.** Contes fantastiques complets” in-8 broché - vol.3. Ed. Flammarion - Coll. L'Age d'Or, 1050p.

- ***HULLE M., TURPEAU E., et LECLANT F., 1998** -"Les pucerons des arbres fruitiers, cycle Biologique et activités de vol", Ed. ACTA, Paris, 80p.
- * **IPERTI G., 1978** – Comportement alimentaire des coccinelles entomophages. *Ann. Zool. Anim.* 10 (3), pp. 405 -406.
- * **IPERTIE G., 1986** – Les coccinelles de France. *Phytoma, Déf. des cult. n° 377*, 14 - 22.
- * **JACOBSON, M., 1989**- Botanical pesticides, past present and future *In* Arnason JT. *et al.* (Ed.). *Insecticides of plant origin*. Washington, D.C. : American Chemical Society Symposium, series 387, p. 1-10.
- * **JANZEN D.H., 1980** - When it is coevolution ? *Evolution* **34**: 611-612.
- * **JOLIVET P., 1992** – Insectes and plants: Parallel evolution and adaptations. Flora & Fauna hand books. Sanhill crane press. Gainesville, Florida. 190 p.
- ***JOURDHEUIL, 1986** – La lutte biologique à l'aide d'arthropodes entomophage. Bilan des activités des services Français de recherche et de développement. Cah. Liaison O P I E, 20, 2, 3- 48.
- * **KARBAN R. & BALDWIN I.T., 1997** - Induced responses to herbivory, ed, J.N.Thompson, Univ. Chicago Press, Chicago, 319 pp.
- * **KHALADI O., 2011** - Essai de lutte par l'utilisation de *Lantana camara* contre quelques ravageurs des cultures. Thèse Magistère, Inst. Agro. Univ. Saad dehleb, Blida, Alger, P93.
- ***KRANZ, J.; SCHMUTTERER, H.; KOCH, W., 1977**- *Diseases, pests and weeds in tropical crops*, pp. 342-343. Paul Parey, Berlin, Allemagne.
- * **KUMSCHNABEL G. et LACKNER R., 1993** – Imdash ; Streress poneses in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* alevins. *Comp. Physiol.*, 104 A: 777-784.
- * **KULKARNI, N., JOSHI, K. C., & GUBTA, B. N., 1997** - Antifeedant property of *Lantana camara* var *aculeata* and *Aloe vera* leaves against the teak skeletonizer *Eutectona machaeralis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). *Entomology*, 22(1), 61-65.
- * **LAAMARI M. 2004**- Etude éco biologique des pucerons des cultures dans quelques localités de l'est algérien. These doctorat. Inst. Nat. Agro. El Harrach, 203p.
- ***LAREW, HG., LOCKE, JC. , 1990**. Repellency and toxicity of horticultural oil against whitefly on *Chrysanthemum*. *HortScience* **25** (11), p. 1406–1407.
- * **LECLANT F., et MILAIRE H.G., 1975** – la lutte intégrée en vergers de pécher dans le Sud-Est de France. *Ed. Orga. Inter. Lutte. Biol. (OILB)* : pp 181-189.
- * **LECLANT F., 1976** - Peut-on aménager la lutte cintre les pucerons des agrumes ? , Ed. Insti. Rech. Montpellier, 10p.

- * **LECLANT F., 1978** - Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification I, grande culture. Ed. Association coord. Tech. Agri ; (A.C.T.A), Paris, 63p.
- * **LECLANT F., 1982** – Les effets nuisibles des pucerons sur cultures. Jour. D'info. Et d'étud. Sur les cultures, le 2, 3, 4, mars. Ed. ACTA, Paris, pp 37-56.
- * **LECLANT F., 1996** – Dégâts et identification des pucerons. *Rev. P.H.M. Horticole* N° 369. PP 19-23.
- * **LEROY P., CAPELLA Q., HAUBRUGE É., 2009**- L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes-hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2009 13(2), 325-334).
- * **LOUDA S. & MOLE S., 1991**- Glucosinolates: Chemistry and ecology. In: *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites*, eds, G. Rosenthal & M. Berenbaum, Academic Press, San Diego, Vol. 1. pp. 123-164.
- * **LOUSSERT R., 1987** – Les agrumes, l'arboriculture. *Ed. Lavoisier. Vol. 1. Paris, 113p.*
- * **LUCAS E., 1993** – évaluation de l'efficacité de prédation des coccinelles, *Coccinella septempunctata* L. et *Harmonia axyridis* Pallas en tant qu'auxiliaires de lutte biologique en vergers de pommiers. Mémoire comme exigence partielle de la maîtrise en biologie, univ. Québec à Montréal. 94 p.
- * **LYON, 1973** Déplacements et migrations chez les *Syrphidae*. - *Ann. Epiphyt.*, 18, 117-118.
- * **LYON J.P., 1979** – lâchers expérimentaux de chrysope, d'hyménoptères parasites sur pucerons en serres d'aubergines. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* Vol. 11 (1) : 51-65.
- * **MAGALI, C., (2009)**. Lutte intégrée en serres florales et en verger de pomme. Revue éditée dans le cadre du Programme National Agriculture et développement durable.
- * **MATTIACCI L., AMBÜHL ROCCA B., SCASCIGHINI N., D'ALESSANDRO M. & DORN, S., 2001a** - Systemically-induced plant volatiles emitted at the time of danger. *J. Chem. Ecol.* 27: 2233-2252.
- * **MATTSON W.J. et SCRIBER J.M., 1987** – *Nutrition and ecology of insect folivores of woody plants*. In: *Slansky F Jr, Rodriguez JG (eds). Nutritional ecology of insects, mites spiders, and related invertebrates*. Wiley, New-York, pp. 105-146.
- * **MATTSON W. J. et HAACK R.A., 1987** – The rôle of drought stress in provoking outbreaks of phytophagous insects – In : *Barbosa, P. and Schultz, J.K. (eds), Insect outbreaks*. Academic. Press, San Diego, pp. 365-407.
- * **MATTSON W. J. et HAACK R.A., 1987** – The rôle of drought in outbreaks of plant-eating insects. *Bio Science*, 37, 2, pp. 110-118.

- * **MEHTA, P. K., VAIDA, D. N., & KASHYAP, N. P., 1995** - Antifeedant properties of some plant extracts against brinjalhadda beetle *Henosepilachna vigintioctopunctata*. *Journal of Entomological Research*, 19(2), 147-150.)
- * **MOHAMMEDI A. 1986-** inventaire de la faune entomologique et l'étude de la dynamique de population d'aphis citricola Van der Goot, 1912 (Homoptéra, Aphididae) dans un verger d'agrumes du domaine ELDjemhouria, en Mitidja. These Ing. Inst. nati. Agro. El – Harrach, 58p.
- * **MONTGOMERY M.E., 1983** - *Biomass and nitrogen budgets during larval development of Lymantria dispar and Choristoneura fumiferana : allometrics relationships. In : CANUSA workshop on forest defoliator-hostinteractions : a comparison between gypsy moth and spruce budworm*, Ed. USDA Forest Service, New Haven, USA, pp.133-140.2A, p. 321-340.
- * **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 dehleb, Blida, Alger, 207p.
- * **M. MUGISHA-KAMATENESI, A. L. DENG, J.O.OGENDO, E. O.OMOLO, M. J.MIHALE, M. OTIM, J. P. BUYUNGOAND P. K. BETT 2008** - Indigenous knowledge of field insect pests and their management around lake Victoria basin in Uganda *African Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 2 (8). pp. 342-348.
- * **NIBER, B A., 1994.** The ability of powders and slurries from ten plant species to protect stored grain from attack by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera :Bostrychidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *J. StoredProd. Res.* 30: 297-301.
- * **NIEHOFF B. et POEHLING H.M., 1995** – population dynamiques of aphids and syrphid larvae in winter wheat treated with different rates of pirimicarb. *Agric. Ecosyst. Environ.* 52: pp 51-55
- * **OEPP/EPP, 1990** – Exigences spécifiques de quarantaine. *Document technique de l'OEPP* n° 1008.
- * **OGENDO J. O.,S. R. BELMAIN, A. L.DENG., D. J. WALKER., 2003** - Comparison of toxic and repellent effects of Lantana camara L. with *Tephrosia vogelii* hook and a synthetic pesticide against *sitophilus zeamais motschulsky* (coleoptera: curculionidae) in stored maize grain. *Insect Sci. Applic.* Vol. 23, No. 2, pp. 127–135.
- * **ONILLON J.C., 1988-** lutte biologique et intégrée dans les vergers de citrus en zone méditerranéenne. *ENTOMOPHAGA* 33 (4), 1988, 481-494

- * **OLLIVIER, MORGANE, 2010-** Evolution comparée des génomes d'insectes: évolution des familles multigéniques et adaptation chez les pucerons Thèse Doctorat, INRA Rennes

- * **ORTH D.J., 2006** - Ecological considerations in the development and application of instream flow-habitat models. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.*, 1: 171–181.
doi: 10.1002/rrr.3450010207.

- * **PAULLIANE M., 1999** - Lutte biologique contre les ravageurs. Les chrysopes, auxiliaires contre des insectes divers, *Pyhtoma – Défense de cultures*, (522): 41-46.
- * **PBI, 2006 – Protection Biologique Intégrée (PBI) en culture oremntales** **Projetréalisé avec le soutien du FEDER dans le cadre du programme Intégré III**, les ennemies des pucerons, FichetechniqueBIOBEST([http://www ;biobest ;be](http://www.biobest.be)).

- * **PICMAN J., PICMAN A.K. et TOWERS G.H.N., 1982-** *Effects of the sesquiterpene lactone, helenin, on feeding rates and survival of the tundra red back vole Clethrionomys rutilus* , *Biochem.Syst.Ecol.*, 10 (3) : 269-273.

- * **PIOTTE C., TOURNIAIRE R., BRUN J., GAMBIER J., et FERRAN A., 1999** – La coccinelle *Harmonia axyridis* sédentaire. Une alliée plus efficace dans la lutte biologique contre les pucerons. *PHYtoma – Défense des cultures*, (516) : pp 45-48.

- * **PRALORON, J.C., 1971-** Les agrumes. Ed. Maisonneuve et Larose, France, 565p.

- * **REBOUR H., 1966.**"Les agrumes", Manuel de culture des *citrus* pour le bassin méditerranéen, Ed.J.B.Baillier et Fils,Paris, 278p.

- * **REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B.J.R. et FABRES G., 2005.** Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec et Doc. Paris, 1013 p.

- * **RIBA, G. et SILVY, C., 1989.** *Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives*. Vol. I. INRA, Paris. 230p.

- * **RISCH S.J. 1981-** Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: an experimental test oftwo hypotheses. *Ecology* 62: 1325-1340.

- * **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.

- * **ROCHAT J., 1995** – *Dynamique des populations des pucerons des agrumes à la Réunion*. Rapport d'Activité, Service National au titre de l'Aide Technique, INRA-CIRAD, 364pp.
- * **ROGER C., VINCENT C. et CODERRE D., 1995** - mortality and predation efficiency of *coleomegilla maculata lengi* timberlake (coccinellidae) following application of neem extracts (*azadirachta indica* a. juss., meliaceae). *j. appl. entomol.* 119, pp: 439-443.
- * **RONZON B.,2006** - Biodiversité et lutte biologique : Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Extrait d'un mémoire de fin d'études sur les bandes fleuries, qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires, ENITA de Clermont Ferrand, 25p.
- * **ROTH M., 1972** - Les pièges à eau colorés utilisés comme pot de Barber. Extrait de la revue Zoologie agricole et de pathologie végétale. pp : 1- 6.
- * **ROOT R.B. 1973-** Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecological Monographs 43: 95-124.
- * **SAXENA R.C., DIXIT O.P., HARSTAN V., 1992** - Insecticidal action of Lantana camara against *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). J. stored Prod. Res., 28: 279-281
- * **SAHRAOUI L., 1998** - Les Coccinelles d'Algérie Inventaire préliminaire et régime alimentaire", Bul. Soc. Ent. France., 103 (3), 213–224.
- * **SAHRAOUI L. et GOUREAU M.J.,1998** - Etude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidophages d'Algérie (*Coleoptera, Coccinellidae*). Bul. Soc. Ent. France., P 18.
- * **SAHARA OUI L. et HEMPTINNE J.L. , 2009** - Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouïba (Mitidja orientale) Algérie Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.), 2009, 45 (2) : 245-259.
- * **SAIGHI S., 1998** - "Biosystematique des aphides et leurs ennemis naturels dans deux stations d'étude", Le jardin du Hamma et le parc de l'I.N.A d'El Harrach", Th. Mag. Agro. Inst. Nat. Agro. El Harrach, Alger, 321p.
- * **SARTHOU J.P., 2006** - Dossier : la biodiversité dans tous ses états. Alter Agri n°76, p 4-14. Dans la discussion
- * **SCHNEIDER F., 1969** – Bionomics and physiology of aphidophagous syrphidae. Ann. Rev. Entomol. 14: pp 103-124. SMIRNOVA, 1965

- * **SCHULTZ J.C., 2002** - How plants fight dirty. *Nature* 416: 267.
- * **SDA, 2008** – les statistiques : campagne agricole 2008, direction des services agricoles – wilaya de Blida.
- * **SEKKAT A., 2007.**Les pucerons des agrumes au Maroc.Article: Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement, ENA, Maroc, 26p.
- * **SFORZA, R.,2009**-Utilisation d'organismes phytophages. In Pintureau, B. (réd.), La lutte biologique : Application aux arthropodes ravageurs et aux adventices (Chapitre VII, p. 125-145). Paris, Ellipses Éditions.
- ***SHONOUDA M.L., BOMBOSCH S., SHALABY A.M. et OSMAN S.I., 1998**- Biological and chemical characterization of a kairomone excreted by the bean aphids *Aphis fabae* Scop., and its effect on the predator *Metasyrphus corollae* Fabr. I. Isolation, identification and bioassay of aphid-kairomone. *J. Appl. Entomol.*, **122**, 15-23.
- * **SILVY, C. et RIBA, G., 1999.** Biopesticides contre maladies, insectes, mauvaises herbes. Les dossiers de l'Environnement, INRA 19, 157-200.
- * **SINGH H.N.P., PRASAD M.M., SURHA K.K., 1993** - Efficacy of leaf extract of some medicinal plants against disease development in bananas. *Lett. appl. Microbiol.*, 17: 269-271.
- * **SMITH C.M. et BOYKO E. V., 2007** – The molecular bases of plant resistance and defense responses to aphid feeding: current status. *Entomol. Exp. Appl.* 122: 1-16.
- * **STRONG D.R., LAWTON J.H. & SOUTHWOOD T.R.E., 1984** - Insects on plants. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- * **SCHVESTER D., 1956** – Analyse des facteurs de fluctuation des populations chez *Rugulosco tusrugulosus*. Reunion annuelle des zoologistes, CNRA. Versailles, multiger.
- * **SHONOUDA M.L., BOMBOSCH S., SHALABY A.M. et OSMAN S.I., 1998**- Biological and chemical characterization of Kairomone excreted by the bean *Aphids fabae* Scop., and its effect on the predator *Metasyrphus corolla* Fabar.I.Isolation, identification and bioassay of aphid-Kairomone. *J. Appl. Entmol.*, 122, 15-23.
- * **SUKUL S., CHAUDHURI S., 1999** - Study of phenol compounds from the leaves of *Lantana camara*. *J. Phytol. Res.*, 12: 119-121.
- * **SYMES C.B., 1924** – Notes on the black citrus aphid. *Rhodesia Agricultural Journal* : 21, 612-626, 725-737.
- * **SYMONDSON W.O.C SUNDERLAND K.D. & GREENSTONE M.H., 2002** – Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu. Rev. Entomol.*, 47, 561-594.
- * **TAGU D., RAHBÉ Y.**, Fiche Apisum. EFOR, réseau d'études fonctionnelles chez les organismes modèles, INRA Rennes.

- * **TALLAMY D.W., 1986** - Behavioral adaptations in insects to plant allelochemicals. In: *Molecular Aspects of Insect-Plant Associations*, eds, L.B. Brattsten & S. Ahmad. Plenum Press, New York, pp. 273-300.
- * **TAYLOR C.E., 1958** – The black citrus aphid. *Rhodesia Agricultural Journal*: 55, 192-194.
- * **TCHAKER F.Z., 2011**- Évaluation des effets des extraits aqueux d'*Inula viscosa* en combinaison avec un bio-adjuvant sur la qualité phytochimique, la densité des sexupares de *CHAITOPHORUS LEUCOMELAS* (HOMOPTERA: APHIDIDAE) et sur la reprise biocénotique. Thèse Mag. Sci. Agro., Univ., Blida, 240p.
- * **THAKORE Y., 2006** - The biopesticide market for global agricultural use. *Industrial Biotechnology*. 2(3):294-208.
- * **THIBOUT E. & AUGER J., 1996** - Behavioural events and host constituents involved in oviposition in the leek moth *Acrolepiopsis assectella*. *Entomol. Exp. Appl.* 80:101-104.
- * **TUMLINSON J.H., PARE P.W. & LEWIS W.J., 1999** - Plant production of volatile semiochemicals in response to insect-derived elicitors. In: *Insect-plant interactions and induced plant defence*, eds, D.J. Chadwick & J. Goode, Wiley, Chichester (Novartis Foundation symposium 223), pp. 95-105.
- * **TURLINGS T.C.J., TUMLINSON J.H. & LEWIS W.J., 1990** - Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science* 250: 1251-1253.
- * **VAN DER MEIJDEN E., 1996** - Plant defence, an evolutionary dilemma: contrasting of (specialist and generalist) herbivores and natural enemies. *Entomol. Exp. Appl.* 80: 307-310.
- * **VAN LENTEREN J.C.,¹ J. Bale,² F. Bigler,³ H.M.T. Hokkanen,⁴ and A.J.M. Loomans⁵, 2006** - ASSESSING RISKS OF RELEASING EXOTIC BIOLOGICAL CONTROL AGENTS OF ARTHROPOD PESTS Annual Review of Entomology, Vol. 51: 609-634
- * **VERMA D.K., SINGH S.K., TRIPATHI V., 1997a** - A rare antibacterial flavone glucoside from *Lantana camara*. *Indian Drugs*, 34: 332-335.
- * **VERMA D.K., SINGH S.K., NATH G., TRIPATHI V., 1997b** - Antimicrobial active triterpenoids from *L. camara*. *Indian Drugs*, 34: 390-392.
- * **Vincent, c. et coderre, d., 1992.** *La lutte biologique*. Éd. Gaëtan Morin éditeur, Québec, Canada, p.646.

* **WARTTEN S.D.,1988** –The role of field margins as reservoirs of beneficial insects, p. 144-150, dans: Environmental anagement in Agriculture. Park, J.R. (ED.) London, Belhaven Prerss.

* **WYSS E., 2005.** Les principes bio recèlent encore un énorme potentiel. Bioactualités août 2005, p12-13.

***OEPP/EPPO, 1990** – Exigences spécifiques de quarantaine. *Document technique de l'OEPP* n° 1008.

OFUYA TL. , 1986. Use of wood ash, dry chilli pepper fruits and onion scale leaves for reducing *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) damage in cowpea seeds during storage. *J. Avr. Sci.* 107 (2), p. 467–468.

* **J. O. OGENDO, S. R. BELMAIN, A. L. DENG., D. J. WALKER., 2003** - Comparison of toxic and repellent effects of *Lantana camara* L. with *Tephrosia vogelii* hook and a synthetic pesticide against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize grain. *Insect Sci. Applic.* Vol. 23, No. 2, pp. 127–135.

* **ONILLON J.C., 1988**- lutte biologique et intégrée dans les vergers de citrus en zone méditerranéenne. *ENTOMOPHAGA* 33 (4), 1988, 481-494

ONU, I., ALIYU, M., 1995. Evaluation of powdered fruits of four peppers (*Capsicum* spp.) for the control of *Callosobruchus maculatus* (F.) on stored cowpea seed. *Int. J. Pest Manag.* 41 (3), p. 143–145.

***OLLIVIER, MORGANE, 2010**- Evolution comparée des génomes d'insectes: évolution des familles multigéniques et adaptation chez les pucerons Thèse Doctorat, INRA Rennes

* **ORTH D.J., 2006** - Ecological considerations in the development and application of instream flow-habitat models. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.*, 1: 171–181. doi: 10.1002/rrr.3450010207.

* **PAULLIANE M., 1999** - Lutte biologique contre les ravageurs. Les chrysopes, auxiliaires contre des insectes divers, *Pyhtoma – Défense de cultures*, (522): 41-46.

* **PBI, 2006** – **Protection Biologique Intégrée (PBI) en culture ornementales** Projetréalisé avec le soutien du FEDER dans le cadre du programme Intégré III, les ennemies des pucerons, FichetechniqueBIOBEST([http://www ;biobest ;be](http://www.biobest.be)).

PETRI G., 1978 – l'influence de l'alimentation sur la fécondité des coccinelles aphidiphages. *Ann.Zoll.Ecol.Anim.* Vol. 10 (3) : pp 449-452.

* **PICMAN J., PICMAN A.K. et TOWERS G.H.N., 1982-** *Effects of the sesquiterpene lactone, helenin, on feeding rates and survival of the tundra red back vole Clethrionomys rutilus* , *Biochem.Syst.Ecol.*, 10 (3) : 269-273.

* **PIOTTE C., TOURNIAIRE R., BRUN J., GAMBIER J., et FERRAN A., 1999** – La coccinelle *Harmonia axyridis* sédentaire. Une alliée plus efficace dans la lutte biologique contre les pucerons. *Phytoma – Défense des cultures*, (516) : pp 45-48.

***PRALORON, J.C., 1971-** Les agrumes. Ed. Maisonneuve et Larose, France, 565p.

RAMADE, 1984-

Ramade, 1994).

RANA SING N., 2007. Biopesticides: an economic approach for pest management Orissa Review, April 2007.Plant protection, KVK, Rayagada,Gunupur.

***REBOUR H., 1966.**"Les agrumes", Manuel de culture des *citrus* pour le bassin méditerranéen, Ed.J.B.Baillier et Fils,Paris, 278p.

REGNAULT-ROGER C., 2002.De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire ? In Regnault-Roger C.,Philogène B. J. R. Vincent C., Biopesticides d'origine végétale. Lavoisier Tec & Doc, Paris, 19-40.

***REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B.J.R. et FABRES G., 2005.** Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec et Doc. Paris, 1013 p.

***RIBA, G. et SILVY, C., 1989.** *Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives*. Vol. I. INRA, Paris. 230p.

***RISCH S.J. 1981-** Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: an experimental test of two hypotheses. *Ecology* 62: 1325-1340.

***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.

***ROCHAT J., 1995** – *Dynamique des populations des pucerons des agrumes à la Réunion*. Rapport d'Activité, Service National au titre de l'Aide Technique, INRA-CIRAD, 364pp.

ROCHAT J., 1997 – *Modélisation d'un système hôte-parasitoïde en lâcher inoculatif : application au couple Aphis gossypii – Lysiphlebus testaceipes en serre de concombre*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard – Lyon-I. 229pp.

* **RODET, 1985** -

* **ROGER C., VINCENT C. et CODERRE D., 1995** - mortality and predation efficiency of *coleomegilla maculata lengi* timberlake (coccinellidae) following application of neem extracts (*azadirachta indica* a. juss., meliaceae). *j. appl. entomol.* 119, pp: 439-443.

* **RONZON B.,2006** - Biodiversité et lutte biologique : Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Extrait d'un mémoire de fin d'études sur les bandes fleuries, qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires, ENITA de Clermont Ferrand, 25p.

***ROTH M., 1972** - Les pièges à eau colorés utilisés comme pot de Barber. Extrait de la revue Zoologie agricole et de pathologie végétale. pp : 1- 6.

***ROOT R.B. 1973**- Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecological Monographs 43: 95-124.

* **SAXENA R.C., DIXIT O.P., HARSTAN V., 1992** - Insecticidal action of *Lantana camara* against *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *J. stored Prod. Res.*, 28: 279-281

* **SAHRAOUI L., 1998** - Les Coccinelles d'Algérie Inventaire préliminaire et régime alimentaire", *Bul. Soc. Ent. France.*, 103 (3), 213–224.

***SAHRAOUI L.et GOUREAU M.J.,1998** - Etude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidophages d'Algérie (*Coleoptera, Coccinellidae*). *Bul. Soc. Ent. France.*, P 18.

***SAHARAOU L. et HEMPTINNE J.L. , 2009** - Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouïba (Mitidja orientale) Algérie *Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.)*, 2009, 45 (2) : 245-259.

* **SAIGHI S., 1998** - "Biosystematique des aphides et leurs ennemis naturels dans deux stations d'étude", *Le jardin du Hamma et le parc de l'I.N.A d'El Harrach*", *Th. Mag. Agro. Inst. Nat. Agro. El Harrach*, 321p.

***SARTHOU J.P., 2006** - Dossier : la biodiversité dans tous ses états. Alter Agri n°76, p 4-14. Dans la discussion

* **SAVOJSKAYA (1966** -

* **SCHNEIDER F., 1969** – Bionomics and physiology of aphidophagous syrphidae. Ann. Rev. Entomol. 14: pp 103-124. SMIRNOVA, 1965

* **SCHULTZ J.C., 2002** - How plants fight dirty. *Nature* 416: 267.

* **SDA, 2008** – les statistiques : campagne agricole 2008, direction des services agricoles – wilaya de Blida.

* **SEKKAT A., 2007**. Les pucerons des agrumes au Maroc. Article: Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement, ENA, Maroc, 26p.

* **SFORZA, R., 2009**-Utilisation d'organismes phytophages. In Pintureau, B. (réd.), La lutte biologique : Application aux arthropodes ravageurs et aux adventices (Chapitre VII, p. 125-145). Paris, Ellipses Éditions.

* **SHELTON et EDWARDS, 1983**

***SHONOUDA M.L., BOMBOSCH S., SHALABY A.M. et OSMAN S.I., 1998**- Biological and chemical characterization of a kairomone excreted by the bean aphids *Aphis fabae* Scop., and its effect on the predator *Metasyrphus corollae* Fabr. I. Isolation, identification and bioassay of aphid-kairomone. *J. Appl. Entomol.*, **122**, 15-23.

* **SKIRVIN et al, (1997**

***SILVY, C. et RIBA, G., 1999**. Biopesticides contre maladies, insectes, mauvaises herbes. Les dossiers de l'Environnement, INRA 19, 157-200.

***SIMELANE, 2007**

* **SINGH H.N.P., PRASAD M.M., SURHA K.K., 1993** - Efficacy of leaf extract of some medicinal plants against disease development in bananas. *Lett. appl. Microbiol.*, 17: 269-271.

* **SMITH C.M. et BOYKO E. V., 2007** – The molecular bases of plant resistance and defense responses to aphid feeding: current status. *Entomol. Exp. Appl.* 122: 1-16.

STEPHENSON, WM, 1966. The effect of hydrolysed seaweed on certain plant pests and diseases. In *Proc. 5th International Seaweed Symposium* 5: 405-415, Halifax, Canada

* **STRONG D.R., LAWTON J.H. & SOUTHWOOD T.R.E., 1984** - Insects on plants. Harvard Univ. Press, Cambridge.

STROYAN H.L.G., 1961 – Identification of aphids living on citrus. *FAO Plant Protection Bulletin* 9, 45-65.

SCHULTZ, J.C. (2002). How plants fight dirty. *Nature* 416: 267.

* **SCHVESTER D., 1956** – Analyse des facteurs de fluctuation des populations chez *Rugulosco tusrugulosus*. Reunion annuelle des zoologistes, CNRA. Versailles, multiger.

* **SHONOUDA M.L., BOMBOSCH S., SHALABY A.M. et OSMAN S.I., 1998-** Biological and chemical characterization of Kairomone excreted by the bean *Aphids fafae* Scop., and its effect on the predator *Metasyrphus corolla* Fabar.I.Isolation, identification and bioassay of aphid-Kairomone. *J. Appl. Entmol.*, 122, 15-23.

* **SUKUL S., CHAUDHURI S., 1999** - Study of phenol compounds from the leaves of *Lantana camara*. *J. Phytol. Res.*, 12: 119-121.

***SYMES C.B., 1924** – Notes on the black citrus aphid. *Rhodesia Agricultural Journal* : 21, 612-626, 725-737.

* **SYMONDSON W.O.C SUNDERLAND K.D. & GREENSTONE M.H., 2002** – Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu. Rev. Entomol.*, 47, 561-594.

***TAGU D., RAHBÉ Y.,** Fiche Apisum. EFOR, réseau d'études fonctionnelles chez les organismes modèles, INRA Rennes.

* **TALLAMY D.W., 1986** - Behavioral adaptations in insects to plant allelochemicals. In: *Molecular Aspects of Insect-Plant Associations*, eds, L.B. Brattsten & S. Ahmad. Plenum Press, New York, pp. 273-300.

***TAYLOR C.E., 1958** – The black citrus aphid. *Rhodesia Agricultural Journal*: 55, 192-194.

***TCHAKER F.Z., 2011-** Évaluation des effets des extraits aqueux d'*Inula viscosa* en combinaison avec un bio-adjuvant sur la qualité phytochimique, la densité des sexupares de *CHAETOPHORUS LEUCOMELAS* (HOMOPTERA: APHIDIDAE) et sur la reprise biocénotique. Thèse Mag. Sci. Agro., Univ., Blida, 240p.

***THAKORE Y., 2006** - The biopesticide market for global agricultural use. *Industrial Biotechnology*. 2(3):294-208.

* **THIBOUT E. & AUGER J., 1996** - Behavioural events and host constituents involved in oviposition in the leek moth *Acrolepiopsis assectella*. *Entomol. Exp. Appl.* 80:101-104.

TREMATERRA, P., SCIARRETTA, A., 2002. Activity of chilli, *Capsicum annum* L. var. *acuminatum*, on stored product insects *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *IOBC/wprs Bull.* 25 (3), p. 177–182.

* **TUMLINSON J.H., PARE P.W. & LEWIS W.J., 1999** - Plant production of volatile semiochemicals in response to insect-derived elicitors. In: *Insect-plant interactions and induced plant defence*, eds, D.J. Chadwick & J. Goode, Wiley, Chichester (Novartis Foundation symposium 223), pp. 95-105.

* **TURLINGS T.C.J., TUMLINSON J.H. & LEWIS W.J., 1990** - Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science* 250: 1251-1253.

* **VAN DER MEIJDEN E., 1996** - Plant defence, an evolutionary dilemma: contrasting of (specialist and generalist) herbivores and natural enemies. *Entomol. Exp. Appl.* 80: 307-310.

VAN LOON J. J. A., DE BOER J.G. & DICKE M., 2000 - Parasitoid-plant mutualism: parasitoid attack of herbivore increases plant reproduction. *Entomol. Exp. Appl.* 97: 219-227

* **VAN LENTEREN J.C.,¹ J. Bale,² F. Bigler,³ H.M.T. Hokkanen,⁴ and A.J.M. Loomans⁵, 2006** - ASSESSING RISKS OF RELEASING EXOTIC BIOLOGICAL CONTROL AGENTS OF ARTHROPOD PESTS *Annual Review of Entomology*, Vol. 51: 609-634

* **VERMA D.K., SINGH S.K., TRIPATHI V., 1997a** - A rare antibacterial flavone glucoside from *Lantana camara*. *Indian Drugs*, 34: 332-335.

* **VERMA D.K., SINGH S.K., NATH G., TRIPATI V., 1997b** - Antimicrobial active triterpenoids from *L. camara*. *Indian Drugs*, 34: 390-392.

* **VINSON, 1976** -

***Vincent, c.et coderre, d., 1992.** *La lutte biologique.* Éd. Gaëtan Morin éditeur, Québec, canada, p.646.

WHAPMAN, C., JENKINS, T., BLUNDEN, G. et HANKINS, SD, 1994. The role of seaweed extracts, *Ascophyllum nodosum*, in the reduction in fecundity of *Meloidogyne javanica*. *Fundam Appl Nematol* 17: 181-183

WILLIAMS, LAD., MANSINGH, A., 1993. Pesticidal potential of tropical plants - I. Insecticidal activity of leaf extracts of sixty plants. *Insect Sci. Applic.* 14 (5), p. 697–700.

WARING G.L. et PRICE P.W., 1988 – Consequences of host plant chemical and physical variability to an associated herbivore. *EcologicalResearch*, 3: 205-216.

* **WARTTEN S.D.,1988** –The role of field margins as reservoirs of beneficial insects, p. 144-150, dans: *Environmental anagement in Agriculture.* Park, J.R. (ED.) London, Belhaven Prerss.

Wu, Y., Jenkins, T., Blunden, G., von Mende, N. et Hankins, SD., 1998. Suppression of fecundity of the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, in monoxenic cultures of *Arabidopsis thaliana* treated with an alkaline extract of *Ascophyllum nodosum*. *J Appl Phycol* 10: 91-94

* **WYSS E., 2005.** Les principes bio recèlent encore un énorme potentiel. *Bioactualités* août 2005, p12-13.

ZIBOKERE, DS., 1994. Insecticidal potency of red pepper (*Capsicum annum*) on pulse beetle (*Callosobruchus maculatus*) infesting cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds during storage. *Indian J. Agr. Sci.* 64 (10), p. 727–728.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

**FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention
Du diplôme de mastère II
Spécialité : Science de la nature et de vie
Option : Phytopharmacie appliquée.

**Dynamique de l'activité saisonnière des populations
aphidiennes dans un verger d'agrume à Soumaà. Richesse
en auxiliaires et impact biocide de l'extrait aqueux de
Lantana camara (Verbénacée).**

Présenté par : YEZID Radia

Devant le jury :

M ^{me} . MARENICHE. F.	M.C.B.	U.S.D.B	Président du jury
M ^{me} ALLAL BEN FEKIEH.L.	Professeur	U.S.D.B	Promotrice
M ^f . AOUDIA.B.	Magister	U.S.D.B.	Co-promoteur
Mme DJENNES. K.	M.A.A.	U.S.D.B.	Examinatrice
M ^f . OULD RABAH I.	M.A.A.	U.S.D.B.	Examinatrice

Année Universitaire 2011/2012

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier notre Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la santé afin d'achever ce modeste travail.

Il est agréable d'exprimer nos sincères gratitudee à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation. Nos remerciement s'adressent à :

M^{me} Allal Benfekih. L, notre promotrice, professeur au département des sciences agronomiques de Blida, d'avoir été très patiente avec nous en guidant ce travail par les précieux conseils et l'appui qu'elle nous a prodigué. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profond remerciement.

M^{me} Marenich.F, maitre de conférences B au département des sciences agronomiques de Blida de nous avoir honorées en acceptant de présider ce jury.

M^{me} Djennas.K, M^r Ould Rabah.I, maitre assistant A au département des sciences agronomiques de Blida, qui ont accepté de faire partie de notre jury et d'examiner ce travail.

M^r Aoudia.B, notre Co-promoteur, magistère au département des sciences agronomiques, qui a accepté de faire partie de notre travail. Qu'il trouve ici l'expression de notre profond remerciement

M^{lle} DJEMAI Yamina, technicienne de laboratoire de zoologie, pour toute sa gentillesse et ses concessions

A tout et toutes qui ont aidées de près ou de loin de réaliser ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ma très chère,

douce et tendre Maman.

Mon très cher père

A mon mari qui m'a soutenue,

Mes sœurs et frères

A ma belle famille,

Toute ma famille proche et lointaine.

À tous mes amis qui m'ont aidé

moralement.

Radia

SOMMAIRE

Introduction générale	01
-----------------------------	----

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Les pucerons des agrumes

1.1 Eléments de systématique	03
1.2 Morphologie et phénotypes des pucerons introduction générale	03
1.3 Biologie et cycles de développement	04
1.4 Les principales espèces aphidiennes sur agrumes	05
1.4.1 Aphis spiraecola	05
1.4.2 Aphis gossypii	07
1.4.3 Toxoptera aurantii	08
1.4.4 Aphis citricida	08
1.4.5 Myzus persicae	10
1.5 Facteurs de pullulation des populations	10
1.6 Facteurs de mortalité	11
1.7 Facteurs anthropiques influençant les pullulations	12
1.8 Interactions aphides-fourmis	12
1.9 Généralités sur les moyens de lutte	13

Chapitre 2 : Les auxiliaires aphidiphages, Interactions plante-insecte-ravageur

2.1 Généralités sur la lutte biologique	16
2.2 Les principaux prédateurs aphidiphages sur agrumes	18
2.2.1 Les Coléoptères	18
2.2.2 Les Diptères	18
2.2.3 Les Névroptères	19
2.2.4 Autres prédateurs occasionnels ou potentiels	20
2.3 Les principaux parasitoïdes des pucerons d'agrumes	21
2.4 Relation plante-insecte	22
2.4.1 Réponse induite par l'attaque des insectes	22
2.4.1.1 La défense physique	23
2.4.1.2 La défense chimique	23
a. Système de défense directe	23
b. Système de défense indirect	23
2.4.2 La stratégie de résistance chez les insectes	24
2.4.3 La relation insecte-insecte	24
2.4.3.1 Importance de la nutrition chez les insectes	24
a. Principaux éléments nutritifs	24
b. Les besoins nutritionnels:	25
2.4.4 Types relationnels entre les insectes	25
2.4.4.1. La compétition	26
2.4.4.2. Le mutualisme	26
2.4.4.3. La prédation	26
2.4.4.4. Le parasitisme	26
2.5. Modèles ravageurs-auxiliaires	26
2.5.1. Les auxiliaires de protection	27
2.5.2. Les auxiliaires de nettoyage	27

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 3 : Méthodologie et matériels utilisés

3.1. Présentation de la région d'étude et du site expérimental	28
3.1.1. Généralités sur la région d'étude	28
3.1.2. Présentation de la station d'étude	31
3.1.2.1. Délimitation de la parcelle expérimentale	32
3.1.2.2. Observations directes	33
3.1.2.3. Utilisation des pièges jaunes à eau	34
3.1.2.3. Phytoessais sur le terrain	34
a- Matériel végétal	36
b- Techniques d'extraction des extraits aqueux	37
c- Applications des phytoextraits	38
3.2. Exploitation des données	39
3.2.1. Abondance, richesse totale et moyenne des taxons et familles des auxiliaires	39
3.2.2. Estimation de la toxicité des traitements	39
3.2.3. Analyses uni variées et multivariées	40

Chapitre 4 : Résultats et discussions

4.1. Résultats	41
4.1.1. Suivi temporel du complexe aphidien-auxiliaires au niveau de la canopée	41
4.1.2. Evolution des populations d'auxiliaires rencontrées sur la canopée	43
4.1.3. Richesse des auxiliaires circulants dans le verger étudié	46
4.1.3.1. Richesse des auxiliaires récoltés par les pièges jaunes à eau	46
4.1.3.2. Richesse et fréquence des auxiliaires observés au niveau de la strate herbacée	48
4.1.4. Evaluation de la toxicité des traitements à base de <i>L. camara</i> dans le verger étudié	50
4.1.5. Effets comparés de l'efficacité des extraits aqueux de <i>L. camara</i> sur les populations résiduelles des pucerons sur l'oranger	51
4.1. Discussions	52
4.2.1. Evolution des populations aphidiennes avec leurs aphidiphages dans le type de verger d'oranger étudié	52
4.2.2. Entomofaune circulante dans le type de verger étudié	55
4.2.3. Evaluation de l'effet insecticide de l'extrait aqueux de <i>Lantana camara</i> sur les pucerons in situ	56
CONCLUSION	59

REFERANCE BIBLIOGRAPHIQUE

ANNEXE

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cycle biologique des pucerons (CAPINERA, 2008)	05
Figure 2 : a- Femelle fondatrice aptère d' <i>Aphis spiraecola</i> (ORIGINAL, 2012).....	06
b- Femelle fondatrice ailée <i>Aphis spiraecola</i> (ORIGINAL, 2012)	
c : Caractéristiques morphologiques des aptères	
Figure 3 : Femelle fondatrice aptère d' <i>Aphis gossypii</i> (ORIGINAL, 2012).....	07
Figure 4 : Caractéristiques de l'abdomen, des tubercules antennaires (droite) et de la cauda (gauche) d' <i>Aphis gossypii</i> (SEKKAT, 2007).....	07
Figure 5 : a- Femelle fondatrice aptère, b- Adulte ailé <i>Toxoptera aurantii</i> (MOSTEFAOUI, 2009).....	08
Figure 6 : <i>Toxoptera citricidus</i> (a : ailé, b : aptère) (SEKKAT, 2007).....	09
Figure 7 : <i>Toxoptera citricidus</i> aptère (ORIGINAL, 2012).....	09
Figure 8 : Femelle fondatrice aptère de <i>Myzus persicae</i> (SEKKAT, 2007).....	10
Figure 9 : Stratégie phytosanitaire de l'agriculture biologique d'après (WYSS, 2005).....	17
Figure 10 : Adulte et larve d' <i>Episyrphus balteatus</i> , larve de syrphé dévorant un puceron (BICHE, 2012).....	19
Figure 11 : Œufs,Adulte et larve de chrysope consommant un puceron, (in BICHE,2012).....	20
Figure 12 :Cycle de parasitoïdes des pucerons (SEKKAT, 2007).....	21
Figure 13 : Différents médiateurs chimiques (BROSSUT, 1996).....	23
Figure14 : Adaptation des modèles de Lokta Volterra à l'agriculture d'après JOURDHEUIL, (1983).....	27
Figure 15 : Limites géographiques de la Mitidja et organisation territoriale de la région de Soumâa (14) par rapport au chef lieu (Blida) (1) (Office Nationale des statistiques (Algérie).....	28
Figure 16 : Variations mensuelles des températures et des précipitations dans la région de Soumâa (période 1995-2010) (Agence Nationale des ressources hydrauliques).....	29
Figure 17 : Diagramme ombrothermique de la région de Soumâa (Blida) (Période 1995-2010).....	30
Figure 18 : Localisation de la région de Blida «Soumâa » dans le Climagramme d'Emberger.....	30
Figure 19 : Présentation des sites d'études (195 m d'altitude) (Google earth, 2012).....	31
Figure 20 : Verger étudié et milieux adjacents (Original).....	32
Figure 21 : Dispositif expérimental de la parcelle étudiée.....	33
Figure 22 : Bacs jaunes disposés au niveau de l'arbre.....	34
Figure 23 : Le marché mondial des biopesticides et des pesticides synthétiques,	

2003-2010 (THAKORE Y., 2006).....	35
Figure 24 : Feuilles et inflorescences de <i>Lantana Camara</i> (original).....	36
Figure 25 : Etapes de la préparation de l'extrait aqueux des feuilles sèche de <i>L. Camara</i>	37
Figure 26 : Dispositif expérimental de la parcelle étudiée.....	38
Figure 27 : Schéma indiquant l'évaluation des pourcentages de populations résiduelles ainsi que les effets toxiques après traitement (d'après le test de Dunnet et MAGALI, 2009).....	39
Figure 28 : Abondance moyenne des populations aphidiennes globales sur la canopée durant la période d'échantillonnage.....	41
Figure 29 : Abondances moyennes des groupes d'auxiliaires Aphidiphages au niveau de la canopée.....	42
Figure 30 : Abondance moyenne des pucerons momifiés au niveau des jeunes pousses.....	42
Figure 31 : Abondances moyennes des larves et adultes des auxiliaires Aphidiphages sur la canopées des agrumes.....	43
Figure 32 : Projection des variables temporelles et des différents stades biologiques des auxiliaires aphidiphages sur les axes 1 et 2 de l'analyse factorielle des correspondances (AFC).....	44
Figure 33 : Dendrogramme obtenu à travers la classification ascendante hiérarchique (CAH) avec comme mesure de similitude la distance euclidienne entre les variables temporelles et les variables des différents stades d'aphidiphages.....	45
Figure 34 : Evolution temporelle des populations résiduelles des pucerons des agrumes sous l'effet des deux extraits aqueux (LC_S et LC_F) de <i>Lantana camara</i>	50
Figure 35 : Effet du temps d'exposition et de la nature du phytoextrait de <i>L. camara</i> sur les populations aphidiennes résiduelles en verger d'agrumes.....	51

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1: Quelques bio pesticides et auxiliaires utilisés pour la lutte contre les pucerons.....	14
Tableau 2 : Méthodes permettant de maintenir ou d'améliorer le potentiel antagoniste des prédateurs/parasitoïdes d'aphides d'après DELUCCHI (1991), CHAUBET (1992).....	16
Tableau 03 : Superficies et productions végétales globales dans la région de Blida.	29
Tableau 04 : Substances secondaires d'origine végétale (ANONYME, 2007).....	35
Tableau 05 : Inventaire de l'entomofaune circulante récoltée à partir des pièges jaunes dans le verger expérimental d'agrumes pendant la période du 24 Avril au 24 juin 2012. (* : Espèce rare ou accidentelle, ** : espèce fréquente, *** : espèce abondante ou constante).	46
Tableau 06 : Inventaire de l'entomofaune de la strate herbacée récoltée dans le verger expérimental d'agrumes durant la période du 24 Avril au 19 juin 2012.....	48
Tableau 07 : Résultats de l'analyse comparée (modèle GLM) de l'effet temporel des deux phytoextraits de <i>L. camara</i> sur les aphides en verger.....	51

LISTE DES SYMBOLES ET D'ABREVIATIONS

% : pourcentage.

°C: degré Celsius.

\$: Dollars.

* : Espèce rare ou accidentelle, ** : espèce fréquente, *** : espèce abondante ou constante.

A.F.C : analyse factorielle des correspondances.

C.A.H : classification ascendante hiérarchique

G.L.M : modèle linéaire global.

g: gramme.

h : heurs.

HAS : hectares.

Km : kilomètre.

L : litre.

mm : millimètre.

ml: Millilitres.

NFM : nombre des formes mobiles.

PR : populations résiduelles

QX : quintaux.

LC_S : *Lantana Camara* à base des feuilles sèche.

LC_F : *Lantana Camara* à base des feuilles frais.

T°min : temperature minimale.

T°max : temperature maximale.

T°moy : temperature moyenne.

P : precipitation.

Dynamique de l'activité saisonnière des populations aphidiennes dans un verger d'agrumes à Soumâa. Richesse en auxiliaires et impact biocide de l'extrait aqueux de *Lantana camara* (Verbenaceae).

Résumé

L'évolution des populations d'aphides, le complexe auxiliaire circulant ainsi que l'effet d'un traitement biologique in situ à base de l'extrait aqueux d'une Verbenaceae *Lantana camara* ont été abordés dans un verger d'agrumes expérimental du département d'Agronomie, présentant une absence de régulation appropriée, durant la période de poussée de sève printanière de la fin avril à la fin juin 2012. Le suivi hebdomadaire du complexe aphidien-auxiliaires au niveau de la canopée a mis en évidence une variation des fluctuations aphidiennes caractérisée par des abondances très faibles durant la première moitié de mai puis par une augmentation très rapide des effectifs jusqu'à la fin des échantillonnages avec une brusque période de déclin durant la première moitié de juin. Les auxiliaires aphidiphages sont en faibles abondances, notamment les larves de syrphes, de coccinelles et de chrysopes, qui pourrait être en relation avec leur installation ou leur activité retardée dans le verger. L'échantillonnage de l'entomofaune circulante par la méthode de capture par pièges jaunes à eau et à travers les récoltes manuelles ou par filet fauchoir dans la strate herbacée, a fait ressortir une richesse totale comprise entre 21 et 25 taxons appartenant pour la plupart aux ordres des Diptera et Hymenoptera. La catégorie des aphidiphages est représentée surtout par des prédateurs des familles des *cécidomyidae* (*Aphidoletesaphydimyza*), des coccinellidae (*Scymnus* sp) et des parasitoïdes Braconidae (*Lysiphlebus testaceipes*). L'application de l'extrait aqueux de *Lantana camara* à base du feuillage frais de la plante s'est avérée plus efficace qu'avec l'application de l'extrait à base de feuilles sèches. L'effet de la nature du produit est très significatif par rapport à l'effet temporel progressif par le fait que les pourcentages des populations aphidiennes des aphides se sont maintenues à des pourcentages inférieures à 30% durant les 10 jours d'exposition au traitement.

Mots clés : Lutte biologique, auxiliaires, pucerons des agrumes, biopesticides botaniques, toxicité, *Lantana camara*.

Dynamics of seasonal activity aphid populations in a citrus orchard in Soumaa. Wealth and auxiliary biocide impact of the aqueous extract of *Lantana camara* (Verbenaceae).

Summary

The evolution of aphid populations, the complex auxiliary circulating and the effect of in situ biological treatment based aqueous extracts of Verbenaceae *Lantana camara* have been addressed in a citrus orchard experimental department of Agronomy, with a lack of appropriate governance, during the spring sap flow from late April to late June 2012. Weekly monitoring of aphid complex-level auxiliary canopy showed a variation of aphid fluctuations characterized by very low abundances during the first half of May, followed by a very rapid increase in numbers until the end of sampling with a sudden period of decline during the first half of June. Aphidophagous auxiliaries are low abundance, including *syrphid* fly larvae, ladybugs and lacewings, which could be related to their installation or delayed activity in the orchard. Sampling entomofauna circulating by the method of capture by traps and yellow water through crops or manual sweep net in the herbaceous layer, showed a total wealth between 21 and 25 taxa belonging to the most orders Diptera and Hymenoptera. The category is represented mainly by aphidophagous predators of families Cecidomyidae (*Aphidoletesaphydimyza*) of coccinellidae (*Scymnus sp*) and parasitoids Braconidae (*Lysiphlebus testaceipes*). The application of aqueous extract of *Lantana camara* based on the fresh foliage of the plant was more effective than the application of the extract based on dry leaves. The effect of the nature of the product is very significant in relation to the progressive temporal effect that the percentages of aphid populations of aphids were maintained at percentages lower than 30% during 10 days of exposure to treatment.

Keywords: Biological control, auxiliary citrus aphid, botanical biopesticides, toxicity, *Lantana camara*.

ديناميكية النشاط الفصلي لعشائر حشرة المن ببستان الحمضيات بالصومعة، الغنى بالحشرات النافعة و الأثر السمي للمستخلصات المائية لـ لانتانا كامارا (Verbenaceae).

ملخص

التطور العشائري للمن، مركبات الحشرات النافعة المتواجدة وأثر المعالجة البيولوجية بالمستخلصات المائية من Verbenaceae لانتانا كامارا ببستان الحمضيات التجريبي بمعهد الزراعة، الغير مهياً، وخلال تدفق النسغ الربيع من أواخر أبريل إلى أواخر يونيو حزيران عام 2012. الرصد الأسبوعي لحشرات المن و الحشرات النافعة على مستوى الشجرة أظهرت تقلبات لتواجدهم، تمثلت في نسب منخفضة للغاية للمن خلال النصف الأول من شهر مايو، ثم زيادة سريعة جدا في نهاية أخذ العينات مع فترة انخفاض مفاجئ في خلال النصف الأول من شهر يونيو. الحشرات النافعة كذلك أظهرت نسب منخفضة ، بما في ذلك يرقات الذباب syrphes و الدعسوقات coccinelle، chrysopes ، والتي يمكن أن تكون ذات صلة بتأخر النشاط في البستان. وأظهرت العينات الأنتوموفونية المأخوذة من خلال عينات الفخاخ الصفراء بالماء والصيد بكيس كبير أو باليد مباشرة في طبقة العشبية، و ثروة تتراوح ما بين 21 و 25 صنف تنتمي إلى أكثر ذوات الجناحين وغشائية الأجنحة . ويمثل فئة من الحشرات المفترسة للمن aphidophagous أساسا من Cecidomyidae أسرة (Aphidoletesaphydimyza) ، الدعسوقات (Coccinellidae (Scymnus SP) والطفيليات بأوراق النبتة الطازجة أكثر فعالية من تطبيقه بعماد استخراج من الأوراق الجافة. أما تأثير طبيعة المنتج فهو كبير جدا بالنسبة للتأثير الزمني، فقد تراوحت نسب المن بأقل من 30٪ خلال 10 يوما بعد التعرض للعلاج.

كلمات البحث: المكافحة البيولوجية، الحشرات المساعدة، المن الحمضيات، المبيدات الحيوية النباتية، سمية، لانتانا كامارا.

INTRODUCTION GENERALE

Introduction Générale

De nos jours, les agrumes sont les fruits les plus consommés dans le monde, leur production dépasse 100 millions de tonnes par an. Le bassin méditerranéen produit plus du quart de la production mondiale (ER-RAKI, 2007). La surface agrumicole algérienne s'étend sur 41.380 ha (SDA, 2008) d'où la région de la plaine de la Mitidja présente une plus grande surface avec 44% du total, la plus grande partie de production est utilisée dans la consommation en frais (97%) et le reste est destiné à la transformation agro-alimentaire et autre (SDA, 2008).

Les agrumes qui sont natifs de la région de la Mitidja, sont sujets à plusieurs contraintes d'ordre hydrique, technique, et sanitaire. Le vieillissement du verger a accéléré la multiplication de nombreux parasites qui ont contribué à l'altération quantitative et qualitative des produits. Parmi les insectes nuisibles aux agrumes, les pucerons, insectes homoptères piqueurs-suceurs restent le groupe le plus menaçant à cause de leurs pullulations qui dépassent souvent le seuil tolérable ainsi qu'à leur capacité vectrice des agents responsables du dépérissement (BENASSY et SORIA, 1964 et CHAPOT et DELUCCHI; 1964).

Les pucerons se nourrissent du phloème des plantes et affaiblissent la plante hôte par la ponction d'éléments nutritifs et/ou par la transmission de virus responsables de nombreuses maladies.

Environ 250 espèces de pucerons (parmi les 4000 répertoriées) sont ainsi des ravageurs importants dans les milieux agricoles ou forestiers. Le puceron est au cœur d'un réseau d'interactions abiotiques (photopériode, température) et biotiques (plante hôte, bactéries symbiotiques, ennemis naturels, phytovirus, cortèges des réseaux trophiques basés sur le miellat).

Actuellement, les chercheurs s'intéressent à la plupart des grandes fonctions biologiques qui sont responsables du fort potentiel démographique et adaptatif des pucerons, comme les relations avec la plante hôte, la nutrition, les symbioses, la vection de virus, l'interaction avec les ennemis naturels, la plasticité phénotypique et le mode de reproduction.

Les moyens de lutte utilisés jusqu'à ce jour sont strictement chimiques, pourtant les inconvénients des pesticides, tels que le phénomène de concentration dans les organes vivants, les effets cancérigènes, l'altération organoléptique des produits agricoles et surtout l'apparition de souches de ravageurs de plus en plus résistantes, ne sont plus à démontrer [AROUN, 1985 ; BENFEKIH, 1989; BOUGNOUN, 1998 ; BETAM, 1998; SAIGHI, 1998; DAZOULI, 2008; BENACHOUR, 2008; MOSTEFAOUI, 2009 ; TCHAKER, 2011; AOUDIA, 2012; BELHANI et BELKHOUMALI, 2012 ; ...].

Dans la bibliographie, on parle beaucoup ces dernières années des problèmes que soulève l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour

le contrôle des arthropodes. Les impacts nocifs de ces produits sur l'environnement, la santé humaine, les espèces non cibles engendrant par voie de conséquence le développement de générations résistantes, a conduit à étudier de nouvelles méthodes de lutte, à base d'insecticides formulés issus de plantes. Les substances d'origine végétale ont toujours constitué une source majeure pour l'élaboration de nouvelles substances aux propriétés thérapeutiques (LAREW et LOCKE, 1990 ; GOMEZ et *al.*, 1997) et la demande en produits phytosanitaires sans danger, de faible rémanence et qualifiés de produits verts est actuellement en hausse.

Le recours à des molécules naturelles insecticides s'est révélé dans de nombreux travaux de recherche une bonne alternative à l'utilisation des pesticides conventionnels (GIROUX et *al.*, 1994 ; ROGER et *al.*, 1995). Cependant, la place de la lutte biologique à l'échelle nationale, reste actuellement faible.

Certains agriculteurs sont forts conscients de l'existence d'une faune auxiliaire pouvant être efficace au sein des cultures. Mais, la lutte biologique en matière d'essais d'acclimatation et de lâchers s'avère difficile à mettre en place dans la plupart des cas d'attaques de ravageurs et à cause des techniques d'élevage et de production délicate, non encore maîtrisées dans notre pays.

Et, pour s'impliquer dans un programme de lutte intégrée contre les ravageurs, il est important de connaître la dispersion spatiale et temporelle des insectes dans une région (DEBOUZIE et THIOULOUSE, 1986 ; SAIGHI, 1998).

L'objectif de ce travail a pour but d'étudier d'une part la structure de l'entomofaune circulante dans les vergers d'agrumes, en tenant compte du type de régie de la culture et des habitats limitrophes, tout en mettant l'accent sur l'évolution des populations de pucerons en rapport avec ces critères. D'autre part, nous nous sommes posés la question de savoir si un traitement phytosanitaire biologique à base de l'extrait aqueux de *Lantana Camara* a un impact biocide et toxique sur les colonies aphidiennes installées sur les jeunes pousses.

Notre travail a été scindé en trois parties : La première partie bibliographique comprend deux chapitres concernant une présentation des pucerons des agrumes et leurs auxiliaires, et des généralités sur la lutte biologique et les interactions plante-insectes. Dans la seconde partie expérimentale, nous avons présenté 2 chapitres traitant du matériel et de la méthodologie de l'étude, les résultats et la discussion des données. Nous avons terminé par une conclusion avec des perspectives.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Les pucerons des agrumes

1.1.Éléments de systématique :

BALACHOWSKY et MESNIL (1936), classent les aphides dans: Embranchement Arthropodes; S/Embranchement : Mandibulates; Classe : Insectes; S/Classe: Ptérygotes; Section: Néoptères; Sup./Ordre: Hémiptéroïdes; Ordres: Homoptères Série: Sternorhynques; S/Ordre: *Aphidinea*; Sup./Famille: *Aphidoidea*; Famille: *Aphididae*; S/Famille: *Aphidinae*.

1.2.Morphologie et phénotypes des pucerons :

Les pucerons sont de petits insectes globuleux ou aplatis, ovales ou sphériques, de couleur très variable, dont la taille oscille entre 0.5 et 6 millimètres (BALACHOWSKY et MESNIL, 1936). Ils peuvent être nus ou recouverts d'une pulvérulence plus ou moins épaisse ou parfois d'une cire abondante et floconneuse (LECLANT, 1996). Les pucerons sont uniquement opophages, grâce à leurs pièces buccales de type piqueur-suceur (DEDRYVER, 1982). Ils sont caractérisés par un polymorphisme tout à fait remarquable qui ne se trouve nulle part parmi les hémiptères (BALACHOWSKY et MESNIL, 1936). Leur corps est divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

La tête: Elle est généralement bien séparée du thorax chez les formes ailées. Elle porte une paire d'antennes et des yeux composés (DEDRYVER, 1982).

Le thorax : Il porte trois paires de pattes de longueur inégale (DEDRYVER, 1982). L'abdomen : porte les cornicules par où le puceron excrète des gouttes de liquide contenant des hormones d'alarme ou favorisant la rencontre des sexes (HULLE, TURPEAU et LECLANT, 1998). Le dernier segment abdominal se prolonge par une cauda plus ou moins conique et sous lequel s'ouvrent l'anus et plus ventralement l'orifice génital (GRASSE, 1951). Les pucerons s'adaptent à leur environnement par plasticité phénotypique de leur mode reproducteur. Ils se reproduisent par viviparité clonale au printemps et en été, et alternent en été avec une reproduction ovipare sexuée. Les œufs résistants au froid sont pondus avant l'arrivée de l'hiver. Les pucerons sont des insectes caractérisés par une grande plasticité phénotypique, car ils montrent une extrême variété de formes selon les conditions environnementales et au cours de leur cycle annuel. Ces variations de traits phénotypiques ont pour point de départ des gènes ou familles de gènes (l'amplification génique étant souvent un moyen d'augmenter l'éventail des phénotypes d'un organisme), spécifiques ou non de ce groupe (OLIVIER, MORGANE, 2010).

La plasticité phénotypique permet de produire des individus du même clone mais ayant des phénotypes différents : des ailés (en augmentant la densité des colonies par exemple), ou des individus sexués (en diminuant la durée de la photopériode). Dans ce cas, les femelles sexuées fécondées pondent des œufs diapausants d'où émergeront de nouveaux individus parthénogénétiques. (TAGU, RAHBE, S.D.).

1.3. Biologie et cycles de développement :

Les aphides présentent un développement où se succèdent 4 stades larvaires. Il n'y a pas de métamorphose vraie et les stades larvaires ressemblent au stade adulte.

D'après LOUSSERT (1987), La parthénogenèse cyclique est le mode de reproduction général des pucerons. Sous les climats tempérés, les pucerons ont presque tous gardé la possibilité d'effectuer un cycle biologique complet avec une phase de reproduction sexuée, suivie de nombreuses générations parthénogénétiques.

Ces espèces dites holocycliques, peuvent présenter une alternance de plantes hôtes. L'hôte primaire est celui sur lequel a lieu la reproduction sexuée. Le ou les hôtes secondaires abritent les générations parthénogénétiques (HOFFMAN, 1974).

D'autres espèces dites anholocycliques ont perdu totalement ou partiellement la possibilité de se reproduire par la voie sexuée. Elles se multiplient parthénogénétiquement durant toute l'année et peuvent être considérées comme monophages, l'attaque sur les plantes autres que les Citrus étant très rare (DEDRYVER, 1982).

La phase parthénogénétique du cycle de vie est courte (environ 10 jours de la naissance à la production de la première descendance) alors que la phase sexuée dure plusieurs mois : les œufs issus de l'éclosion au printemps de ces œufs sont insensibles pendant plusieurs semaines aux changements photopériodiques nécessaires à la production d'individus sexués (effet fondatrice).

D'après (ROBERT, 1982), la reproduction sexuée a lieu à l'automne et aboutit à la formation d'un œuf d'hiver diapausant. Elle constitue une forme de survie durant les conditions climatiques défavorables de l'hiver.

Au printemps, émerge une femelle fondatrice dont l'éclosion coïncide avec le bourgeonnement de l'hôte primaire, elle se développe en 6 à 8 jours. La fondatrice engendre par parthénogenèse une ou plusieurs générations de femelles virginipares aptères. Le potentiel de reproduction dépend plutôt de l'abondance de sève SYMES (1924), TAYLOR (1958) et DEDRYVER (1982).

Les virginipares ailées sont produites au cours du printemps, au moment du départ de l'hôte primaire vers l'hôte secondaire où elles donnent naissance à de nouvelles infestations. Sur l'hôte secondaire, les virginipares forment une colonie d'aptères qui se multiplie rapidement grâce à une fécondité élevée. Des virginipares ailées apparaissent à partir d'une certaine densité de population, disséminent à plus ou moins grande distance la population vers de nouveaux

habitats, sur lesquels elles produisent à nouveau des générations de virginipares aptères (ROBERT, 1982).

A la fin de l'été, les virginipares donnent naissance à des sexupares qui vont engendrer soit des mâles ailés, soit des femelles gynopares ailés qui vont migrer vers l'hôte primaire, pour produire les femelles sexuées ovipares avec lesquels vont s'accoupler les mâles. (ROBERT, 1982). (Figure 1)

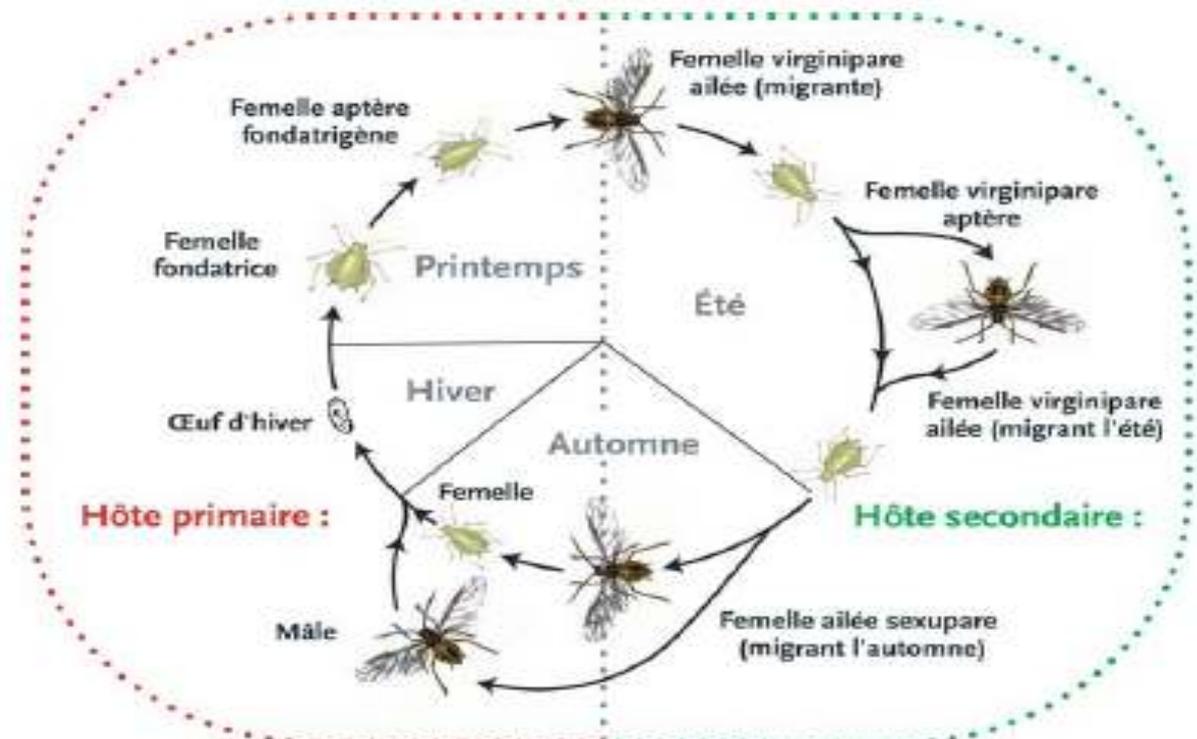


Figure 1 : Cycle biologique des pucerons (CAPINERA, 2008).

1.4. Les principales espèces aphidiennes sur agrumes :

1.4.1. Aphis citricola Van Der Goot, (fig.2) et appelé également = Aphis spiraecola Patch, par BRAWDEN (1950), DISKSON et al. (1956), et par PRALORON (1971). Son nom commun est le puceron vert de l'oranger.

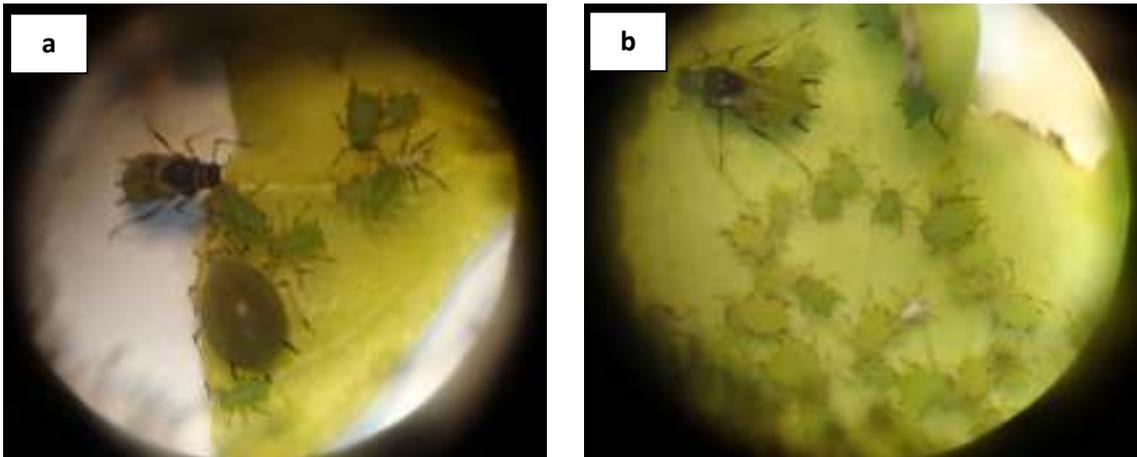
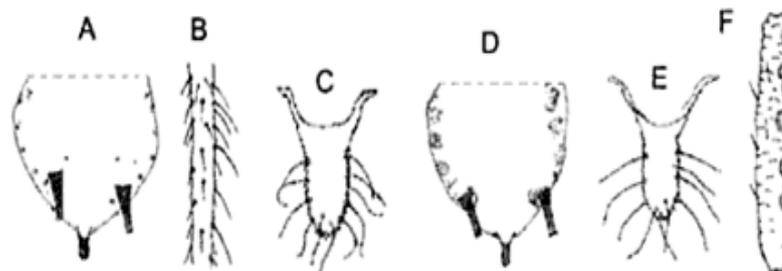


Figure 2 : a- Femelle fondatrice aptère d' *Aphis spiraecola* (ORIGINAL, 2012).
 b- Femelle fondatrice ailée *Aphis spiraecola* (ORIGINAL, 2012)



A : abdomen de l'aptère
 B : chétotaxie du tibia postérieur (remarquer la différence de longueur des soies internes et externes ◆)
 C : queue de l'aptère
 D : abdomen de l'ailé
 E : queue de l'ailé
 F : article III de l'antenne de l'ailé

c : Caractéristiques morphologiques des aptères

Ce puceron est reconnaissable par des cornicules et une cauda noires (SEKKAT, 2007). Il est polyphage et cosmopolite originaire d'Amérique du nord (BARBAGALLO et INSERRA, 1974), où il est considéré comme l'espèce la plus dangereuse parmi celles qui s'attaquent aux Agrumes. Dans la région méditerranéenne, LECLANT en 1978, signale pour *A. citricola* différentes espèces de plantes hôtes appartenant à 10 familles botaniques très différentes.

Dans la Mitidja, *A. citricola* développe un cycle anholocyclique, avec une hibernation au stade de femelles parthénogénétiques sur les Citrus. Au printemps et en automne, cette espèce présente des colonies parthénogénétiques denses sur Citrus, sur *Crataegus pyracantha* et sur *Pittosporum tobira*. Par contre en été, les populations diminuent et deviennent beaucoup moins importantes que celles observées au printemps et en automne (AROUN, 1985).

1.4.2. Aphis gossypii Glover. (1877) (fig.3):

Son nom commun est le puceron du Melon et du Coton.

Cette espèce est de teinte variable, (verdâtre et parfois rougeâtre à brunâtre du jaune pâle au vert très foncé) et a une taille de 0,9 à 2,0 mm. Le corps est arrondi, les tubercules antennaires sont réduits ou absents ; les cornicules sont courtes et noires foncées sur toute la longueur et la cauda est effilée portant deux à quatre paires de soies latérales (fig.4). Résistant très bien aux chaleurs estivales, ce puceron peut développer près d'une soixantaine de générations par an (SEKKAT, 2007).

Cette espèce est polyphage, cosmopolite. En Mitidja, *A. gossypii* se rencontre au printemps sur *Citrus clementina*, et en automne, en hiver et au printemps, sur *Hibiscus rosa sinensis* au stade de femelles aptères et ailées parthénogénétiques, ce qui montre bien que cette espèce est anholocyclique dans cette région (AROUN, 1985). Au Maroc, l'espèce est très nuisible sur cucurbitacées (Melons, pastèques, courges, concombres etc.), elle attaque aussi diverses plantes ornementales et spontanées. Ce puceron est fréquent également sur les agrumes et considéré, comme vecteur, entre autres, du virus de la Tristeza des agrumes (SEKKAT, 2007).



Figure 3 : Femelle fondatrigrène aptère d'*Aphis gossypii* (ORIGINAL, 2012).

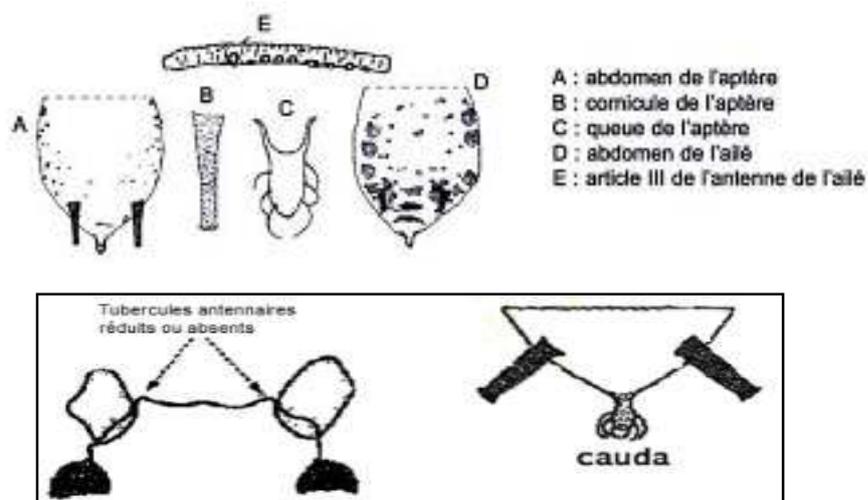


Figure 4 : Caractéristiques de l'abdomen, des tubercules antennaires (droite) et de la cauda (gauche) d'*Aphis gossypii* (SEKKAT, 2007).

1.4.3. Toxoptera aurantii Boyer de Fonscolombe (1841) (fig.5):

Selon BALACHOWSKY (1966) et REBOUR (1966), *Toxoptera aurantii* appelé communément puceron noir des *citrus*, se distingue des deux autres pucerons par sa couleur noire et par un ptérostigma noir et la nervure médiane bifurquée une seule fois, chez les ailés. Au niveau des antennes, le troisième article porte 6 sensorias secondaires. Les cornicules sont plus longues que la cauda qui porte 12 soies caudales. Chez les virginipares aptères, les antennes sont formées de 6 articles dont le troisième est plus long que le quatrième. La partie basale du troisième, du quatrième et du cinquième, ainsi que la partie apicale du sixième article, appelé processus terminalis est plus claire que le reste de l'antenne. La cauda est digitiforme et porte 18 soies caudales. Les cornicules sont plus longues que la cauda. A proximité des cornicules, il y a des sclérites post-corniculaires à aspect très réticulé, bien caractéristique de l'espèce (SEKKAT, 2007). En Algérie cette espèce est rencontrée sur agrumes et d'autres plantes ornementales (SAIGHI, 1998). CHAPOT et DELUCCHI, (1964) signalent leur polyphagie sur un grand nombre de plantes économiquement importantes. En Mitidja, cette espèce est anholocyclique et se reproduit durant toute l'année par parthénogénèse (AROUN, 1985).



Figure 5 : a- Femelle fondatrigrène aptère, b- Adulte ailé *Toxoptera aurantii* (MOSTEFAOUI, 2009).

1.4.4. Aphis citricida ou Toxoptera citricidus Kirkaldy (fig. 6 et 7)

Le puceron brun des agrumes. L'adulte est vigoureux, de taille moyenne, 1,5 - 2,4 mm de longueur, luisant, marron rougeâtre à noir. Les individus ailés peuvent être identifiés, avec une loupe, par leur 3ème segment antennaire totalement noir suivi d'un 4ème segment pâle. La nervure médiane des ailes antérieures est ramifiée. Les cornicules mesurent environ 1/6 de la longueur du corps et sont fortement sculptées, la partie caudale est arrondie en forme de bulbe à son extrémité.



Figure 6 : *Toxoptera citricidus* (a : ailé, b : aptère) (SEKKAT, 2007).

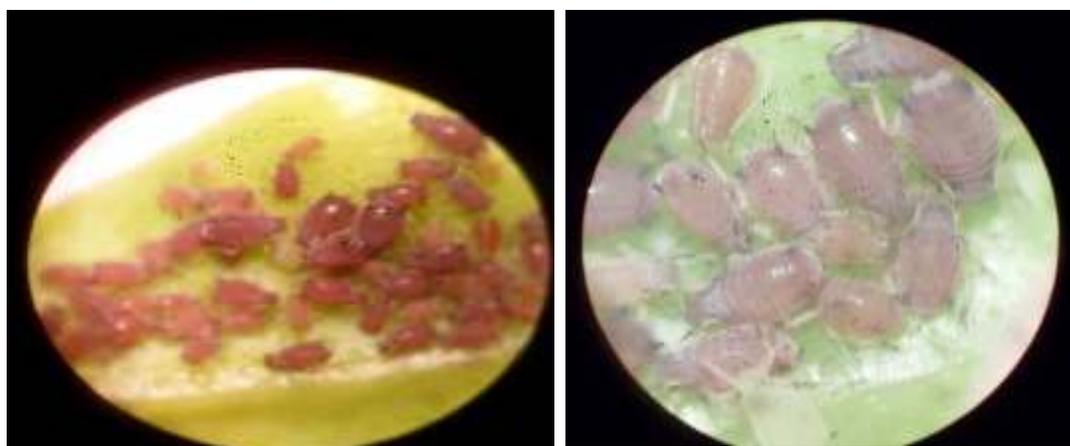


Figure 7 : *Toxoptera citricidus* aptère (ORIGINAL, 2012)

Les individus aptères doivent être examinés au microscope pour que les très longs poils fins et droits sur les pattes et sur les côtés du corps soient visibles. Les cornicules sont similaires à ceux des individus ailés mais plus courts. La partie caudale est épaisse et arrondie à son extrémité (KRANZ et *al.*, 1977).

Pour distinguer *T. citricidus* de *T. aurantii*, (toujours confondus), il est utile de savoir qu'une colonie de ces derniers produit un grincement très distinct, perceptible jusqu'à 45 cm de la feuille, alors que les colonies de *T. citricidus* ne le font pas. De plus, des spécimens de *T. citricidus* plongés dans de l'alcool le teignent en rouge, alors que les autres espèces de *Toxoptera* ne le font pas (DONCASTER, EASTOP, 1956), (STROYAN, 1961). Les plantes-hôtes principales sont les *Citrus spp.*, mais *T. citricidus* attaque également parfois d'autres *Rutaceae* (OEPP /EPPO, 1990).

1.4.5. Myzus persicae Sulzer (1776) (fig.8)

Appelé communément le puceron vert du pêcher, le corps de cet aphide est en forme de poire. Sa couleur est variable (vert pâle, jaune pâle à vert, rose à rougeâtre), de taille petite entre 1,5 à 2,5 mm. Les antennes sont plus courtes que le corps, l'abdomen est vert ou jaune de forme ovale avec des taches présentes uniquement sur la face dorsale. Les cornicules sont courtes, la queue est courte et triangulaire (AROUN, 1985).



Figure 8 : Femelle fondatrigrène aptère de *Myzus persicae* (SEKKAT, 2007).

En Algérie cette espèce est rencontrée sur agrumes et d'autres plantes ornementales (SAIGHI, 1998). AROUN (1985), a noté dans la Mitidja, que *Myzus persicae* est anholocyclique, et peut présenter quelques cas d'holocyclie.

1.5. Facteurs de pullulation des populations aphidiennes

Une population de puceron peut doubler tous les deux jours (ROCHAT, 1997), et souvent elle est favorisée par la destruction sélective de leurs ennemis naturels (hyménoptères) (ROCHAT, 1995). La multiplication des pucerons est en fonction de leur fécondité, leur parthénogenèse, la stabilité quantitative et qualitative de leur source d'alimentation pendant une longue durée (ROBERT, 1982).

La durée de développement, la fécondité, la longévité et l'envol, sont très largement influencées par le facteur température (HOFFMAN, 1974 et ROBERT, 1982). A la température de 24°C, le développement larvaire est optimal (LECLANT, 1976). Ainsi, chez *T. Aurantii* une génération évolue en une semaine et un adulte peut engendrer jusqu'à 50 ou 60 larves (MOHAMMEDI, 1986).

LAAMARI, (2004) a remarqué que les vols sont très fréquents pour des températures comprises entre 20 °C et 30 °C et une humidité relative de l'air inférieure à 75%.

Selon ROBERT (1982), BEN HALIMA et BEN HAMOUD, (2005) et LAMMARI, (2004) la durée d'insolation influence le développement des pucerons, favorise les possibilités d'envol des pucerons et donc, indirectement la contamination des cultures. Ainsi, il a été montré que le vent affecte les déplacements des ailés et détermine leur distribution spatiale sur les plantes (CHABOUSSOU, 1975).

WEISMANN et MONTES DIAZ (1968) in CHABOUSSOU (1975) confirment que chez les *citrus*, les populations de pucerons augmentent durant les périodes de croissance des jeunes feuilles, soit effectivement, durant les trois poussées de sève. D'après CHABOUSSOU (1975), un tel référendum paraît en relation avec la richesse de la sève ou des tissus foliaires en substances solubles, et notamment en acides aminés libres.

Les pucerons peuvent régler eux-mêmes leur population par des mécanismes intraspécifiques soit par la formation des ailés, sous l'action de l'effet de groupe, suite à l'augmentation des individus dans des espaces restreints. Cette formation d'ailés peut, dans d'autres cas, être le résultat d'une diminution de la qualité nutritionnelle de la sève liée ou non à des modifications physiologiques normales de la plante au cours de sa vie, ou par la diminution de la fécondité des adultes, sous l'effet direct de comportements agrégatifs intraspécifiques et l'effet de modifications de la composition de la nourriture (ROBERT, 1982). Les aptères pondent un plus grand nombre de larves que les ailés (au moins dans les vingt premiers jours de ponte) (ROBERT, 1982, DEDRYVER, 1982).

1.6. Facteurs de mortalité

D'après DELMAS (1967) in ROBERT (1982), des températures extrêmes sont létales : à 30 °C aucun puceron n'émet de larves viables. Ainsi la survie au froid et à la chaleur dépend par ailleurs de la durée d'exposition.

Les pluies violentes entraînent la mort d'un grand nombre d'individus par noyade, à la suite de lessivage des colonies sur les plantes (LECLANT, 1976 ; CHABOUSSOU, 1975).

1.7. Facteurs anthropiques influençant les pullulations

Une fertilisation technique nécessitera de l'azote pour favoriser la végétation au printemps et en été, et de la potasse en automne pour favoriser la croissance des fruits et un engrais fort en acide phosphorique en hiver pour l'enracinement. Une fertilisation adéquate est parfois nécessaire pour donner aux plantes un certain niveau de résistance aux ravageurs, (AIT HOUSSA et al, 2002).

L'efficacité des engrais peut être considérablement affectée par des maladies comme le *Phytophthora*. Mais la nutrition minérale peut aussi avoir une incidence sur les parasites: le potassium limite leur propagation alors que l'azote augmente leur sensibilité aux maladies. (AIT HOUSSA et al, 2002). Ainsi, la fertilisation azotée tend à faire baisser les composés phénoliques (glucosinolates et tannins) (GERSHENZON, 1984). Une fertilisation riche en azote à l'aide d'un engrais à action rapide favorise la croissance de tissus succulents qui attirent les pucerons.

La croissance des jeunes pousses, la floraison, la formation des feuilles et des fruits dépendent principalement des réserves minérales contenues dans le tronc, les branches, les racines et les feuilles. Ces réserves doivent être renouvelées régulièrement. (AIT HOUSSA et al, 2002).

Divers produits chimiques peuvent entraîner des pullulations de pucerons. Ainsi CHABOUSSOU (1980) cite, Les travaux effectués par MICHEL en 1966, qui a expérimentalement démontré, au moyen d'élevages, que sur Tabac, les traitements de mévinphos, déclenchent chez *Myzus persicae* des majorations de fécondité et un raccourcissement du cycle évolutif, ce qui avait pour résultat d'entraîner, au cours de la saison, l'apparition d'une génération supplémentaire. De même, étudiant sur hampes florales de Betteraves, la reproduction d'*Aphis fabae*, SMIRNOVA en 1965, in CHABOUSSOU (1980) constate un effet positif du traitement au D.D.T. sur la fécondité du puceron. Une telle majoration, de la reproduction intervient pour le maximum, entre 8 et 15 jours après l'intervention insecticide.

1.8. Interactions aphides-fourmis

Les pucerons ingèrent une très grande quantité de sève pour subvenir à leurs besoins en protéines. Le produit de la digestion, encore très riche en sucres est excrété par l'anus, c'est le miellat qui attire les fourmis (LECLANT, 1996). Cette substance claire et collante sert de nourriture aux fourmis, notamment. C'est d'ailleurs ce qui explique le mutualisme qui existe entre ces deux espèces. Les fourmis protègent les colonies de pucerons contre leurs ennemis naturels afin de préserver cette source de nourriture. (FRAVEL, 2006).

1.9. Généralités sur les moyens de lutte

Les mesures de lutte sont destinées à prévenir les dégâts sur les fruits et sur les jeunes pousses, et en particulier à empêcher la formation d'individus ailés, qui disséminent les virus (KRANZ et *al.*, 1977).

La taille donne non seulement la vigueur à la plante et donc une résistance aux maladies, mais aussi l'élimination certaine des foyers d'hivernation des ravageurs, se trouvant sur rameaux, branches et feuilles. En effet, elle permet d'éviter la création d'un microclimat favorable à la pullulation de pucerons (AROUN, 1985). Selon (DAVIES et *al.*, 2008), les labours augmentent la résistance de la plante. En effet, une déficience dans l'aération des racines accroît le niveau des acides aminés des feuilles, par conséquent, la pullulation du ravageur, en l'occurrence les pucerons. Ainsi que l'élimination de la végétation spontanée qui s'avère très importante, car les pucerons colonisent la végétation spontanée des zones non labourées ou non binées. Ces plantes sont souvent la source des pucerons ailés qui vont s'installer dans les cultures réceptives (SAIGHI, 1998). Concernant les moyens chimiques, les applications des traitements phytosanitaires doivent être effectuées très tôt, dès l'installation des premières colonies pour réduire le nombre des pucerons et aussi pour protéger leur ennemis naturels. Dans le cas d'une intervention tardive, on doit utiliser des aphicides spécifiques. L'épandage doit être particulièrement soigné, car les pucerons sont protégés par les feuilles, dont ils ont provoqué la déformation, d'où la nécessité d'utiliser des insecticides systémiques. Plusieurs traitements peuvent être nécessaires certaines années. On aurait intérêt à changer fréquemment la famille de la matière active. Cela permet d'éviter le phénomène d'accoutumance (BAILLAY et *al.*, 1980 et SAIGHI, 1998).

Les ennemis naturels, prédateurs et parasites ont un rôle important dans la régulation naturelle des populations de pucerons (Tableau 1). Cela est possible si les conditions sont favorables pour l'accomplissement de leurs actions.

Tableau 1 : Quelques bio pesticides et auxiliaires utilisés pour la lutte contre les pucerons.

Biopesticide	Composition	Utilisation	Dose	Nature
Savon potassique	sels potassiques d'acides gras organiques	nettoie le miellat produit par les pucerons	50 à 200 ml / 10L	-
Pyrethro pur	pyréthre naturel + huile de colza	en pulvérisation par contact	10 – 20 ml / 1L	
Glu à insectes	résine végétale 100% naturelle	sur les arbres pour réaliser des barrières anti-fourmis	prêt à l'emploi	-
Purin d'ortie	100 % d'origine végétale	Action de contact (toucher les deux faces des feuilles pour une lutte efficace).	0,2 L / 10 L (dilution 2%)	
Coccinelle Adalia bipunctata	Larves de coccinelles à 2 points	mai –juin ; pour les arbres ou arbustes Température > 10 °C	Dose: espaces verts : minimum 100 larves par arbre, sous abri : 10 larves par m ²	
Aphidius colemani		Utilisé surtout contre le puceron vert du pêcher Myzus persicae Température > 15 °C	0,5 à 1 Aphidius par m ²	
Aphidoletes aphidimyza	pupes Aphidoletes	Les pupes doivent être introduites sur un substrat humide (sol ou laine de roche) Humidité : 70- 90 %	1 Aphidoletes par m ² et 5 à 10 Aphidoletes par m ² sur foyers (minimum 3 apports)	
Chrysopa carnea	Larves	prédateur indigène des pucerons.	5 larves par m ² et 40 larves dans les foyers (minimum 2 apports)	

De très nombreux insectes " anti-pucerons " existent dans la nature : **chrysopes, syrphes, punaises, coccinelles...** Dans le cadre des cultures extérieures, il peut être intéressant de lâcher des auxiliaires complémentaires pour favoriser les équilibres naturels. Dans les cultures sous serres, généralement trop précoces pour que les auxiliaires naturels y soient efficaces, il est souvent nécessaire de lâcher plusieurs espèces d'auxiliaires, avec des modes d'action complémentaires, pour pouvoir contrôler les pucerons.

On distingue les prédateurs, qui mangent les pucerons, et les parasites dont les larves se développent dans les pucerons à leur détriment. Les parasitoïdes *Aphidius* et les prédateurs *Aphidoletes* et *Episyrphus* doivent être introduits préventivement pour combattre les premiers pucerons d'où l'intérêt du système d'élevage à base de pucerons des céréales (apport d'orge) qui ne présentent donc aucun danger pour les cultures de dicotylédones. Ces pucerons permettront la reproduction des parasitoïdes et des prédateurs d'où un apport régulier et continu d'ennemis naturels.

Des insecticides naturels peuvent être utilisés. Ils sont à base de **pyrèthre**, molécule issue d'une plante, *Chrysanthemum cinerariifolium*. Elle agit par contact en paralysant les pucerons. Il faut traiter par pulvérisation l'ensemble du feuillage, en répétant le traitement si tous les pucerons n'ont pas été tués. D'autres produits à base d'**huile minérale** sont utilisés contre les pucerons. Ils ne contiennent aucune substance active, et agissent simplement en étouffant les insectes recouverts d'une pellicule huileuse. Ces produits sont utilisables en culture biologique.

Chapitre 2 : Les auxiliaires aphidiphages, Interactions plante-insecte-ravageur

2.1. Généralités sur la lutte biologique

La lutte biologique consiste à introduire ou réintroduire des organismes vivants dans un écosystème ou, plus particulièrement dans un agrosystème pour réduire ou supprimer des populations d'organismes considérés comme nuisibles, mais qui jouent un rôle dans les réseaux trophiques et dans la structuration d'un ou plusieurs écosystèmes. Au cours des 100 dernières années, ce sont plus de 5000 introductions d'environ 2000 espèces d'arthropodes différents, et pas moins de 1000 introductions avec 350 espèces, pour le contrôle respectif de ravageurs et de plantes invasives, qui furent effectuées (Van LENTEREN *et al.*, 2006 ; SFORZA, 2009). La lutte biologique est considérée comme l'une des stratégies de lutte des plus appréciées pour réguler les populations de pucerons (LECLANT et MILAIRE, 1975).

Une modification technologique en lutte biologique prise en considération est la réorganisation des écosystèmes de culture, par le contrôle des mauvaises herbes dans les cultures. Avec la réorganisation des écosystèmes, on tente d'influer sur les conditions de vie des phytophages de telle sorte que leur infestation en soit considérablement diminué et les ennemis naturels protégés. Dans le cadre de l'application de cette technologie à faibles intrants, on améliore la fertilité du sol, et on encourage la lutte biologique contre les organismes nuisibles (Tableau 02), (DELUCCHI, 1991) et (CHAUBET, 1992).

Tableau 2 : Méthodes permettant de maintenir ou d'améliorer le potentiel antagoniste des prédateurs/parasitoïdes d'aphides d'après DELUCCHI (1991), CHAUBET (1992).

Méthodes utilisées	Auteurs	Méthodes utilisées	Auteurs
Abris rivoirs	Iperti, 1965 ; Tamaki et Hatfill, 1968 ; Fye, 198 ; Carroll et Hoyt, 1984 ; Janvier, 1961.	Pulvérisations de substances	Schiefelbein et Chiang, 1966 ; Hagen, 1966
Capture/relâcher des auxiliaires.	Wilson, 1966	attractives	Ben Saad et Bishop, 1976 ; Titayavan et Alhieri, 1990
Haie fonctionnelle	Rieux, 1988	Choix des cultivars	Kareiva et Sahakian, 1990 ;
Tailles ou fauchages de végétaux	Pratt <i>et al.</i> , 1976 ; Perrin, 1975	ravageurs ou adaptés aux comportements des auxiliaires	Starks <i>et al.</i> , 1972 ; Wyatt, 1970
Plantes nectarifères	Klinger, 1984 ; Kowalska, 1986	Culture et/ou récoltes par bandes alternées	Neutwig, 1988 ; 1989 ; Cameron <i>et al.</i> 1983 ; Schlinger et Dietrick, 1960
Voisinage des cultures et assolements	Martens, 1983 ; Kowalska, 1986 ; Gravesen, 1987 ; Vorley et Wratten, 1987 ; Galecka, 1985	Maintien et/ou semis d'adventices	Themissen, 1980 ; Horn, 1981 ;
Lâchers inondatifs	Kreiter, 1985	Associations de plantes cultivées	Takahirwa et Coaker, 1982 ; Uvah, 1984 ; Alhieri, 1989 ; Demster et Coacker, 1974 ; Arriaga et Alhieri, 1990 ; Mizell et Shiffhauer, 1987
Modification du contexte bioclimatique	Remaudière et Michel, 1971	Limitation des prédateurs/ parasitoïdes de 2e niveau	Kreiter, 1985 ; Crouan, 1990

Un modèle, pour présenter le rôle que doit jouer la biodiversité dans les systèmes cultivés, a été élaboré par le FiBL (Institut de recherche de l'Agriculture Biologique en Suisse) (WYSS, 2005) (figure : 09). La stratégie phytosanitaire de l'agriculture biologique, concernant les insectes ravageurs, peut être schématisée sous forme de pyramide à quatre étages.

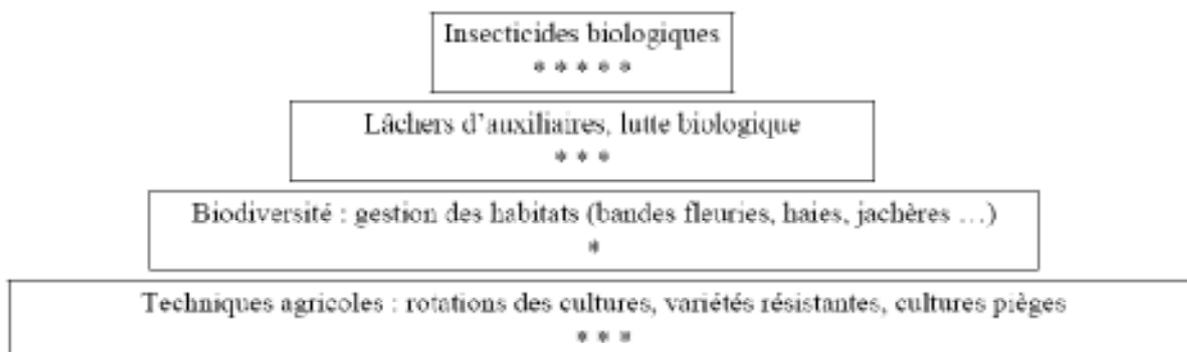


Figure 09 : Stratégie phytosanitaire de l'agriculture biologique d'après (WYSS, 2005).

D'après ce modèle, les deux étages du bas sont la base de l'approche de l'agriculture biologique. Ceux du haut agissent directement sur la population de ravageurs, (RONZON, 2006).

Lors d'une pullulation de pucerons, la première idée qui vient à l'esprit est d'utiliser une méthode curative. La non-sélectivité des produits homologués, rend l'utilisation de ces produits délicate du fait des effets non intentionnels sur les autres insectes. Depuis quelques années, la lutte biologique se développe au travers de lâcher d'organismes vivants (insectes, champignons, bactéries). Ces organismes utiles sont appelés « auxiliaires » et leur description, activité et comportement sont largement documentés dans la bibliographie. Les auxiliaires sont un des maillons des chaînes alimentaires ou trophiques (FAURIE et *al.*, 1998 ; FERRON, 1999).

Les différentes tentatives d'emploi des auxiliaires cités dans la bibliographie, qu'il s'agisse d'essais d'acclimatation ou de lâchers périodiques, ont montré la richesse et l'importance de facteurs environnementaux dans l'élaboration d'un programme de lutte intégrée. Selon ONILLON (1988), des progrès substantiels ont été réalisés dans la connaissance des particularités bioécologiques, éthologiques et physiologiques des différents auxiliaires et dans la définition de leur place et de leur rôle dans l'écosystème.

L'influence des auxiliaires sur la dynamique de population des pucerons est réalisée par des prédateurs, des parasitoïdes et des microorganismes. Nous aborderons dans cette partie introductive que les entomophages aphidiens.

2.2. Les principaux prédateurs aphidiphages sur agrumes

Les prédateurs sont des organismes vivants, libres à l'état adulte et larvaire, attaquant d'autres êtres vivants pour les tuer et se nourrir de leurs substances. Ils dévorent successivement plusieurs proies au cours de leur vie (LECLANT, 1978). Les pucerons font l'objet d'une prédation par des groupes très divers. Les plus connus sont les coléoptères Coccinellidae, les diptères Syrphidae et les névroptères Chrysopidae (LYON, 1979). Une coccinelle adulte mange de 50 à 60 pucerons par jour ; les chrysopes : une larve de chrysope mange 500 pucerons sur 15 à 20 jours et les syrphes : une larve de syrphe en consomme 400 à 700 individus sur 10 jours (HEMPTINNE, 1989 et PIOTTE *et al*, 1999).

2.2.1. Les Coléoptères

Selon IPERTI (1978), parmi les prédateurs il y a les coccinelles larves et adultes qui jouent un rôle très important dans la décimation des colonies des pucerons, à noter que 65% des coccinelles sont aphidiphages. Elles attaquent les pucerons au moment de leur plein développement. Au printemps les coccinelles aphidiphage (*Coccinella septempunctata* (L)) déposent fréquemment leurs œufs à proximité immédiate d'une colonie des pucerons. Toutes les descendances évoluent dans le champ jusqu'à la dernière génération annuelle (IPERTI 1986). Les coccinellidae constituent le groupe de prédateurs prépondérant dans la lutte contre les Aphididae (FRAZER, 1988). Environ 90 % des espèces recensées jouent un rôle indiscutable dans la réduction des populations naturelles d'Homoptères (IPERTI, 1978).

SAHRAOUI (1998) a recensé 43 espèces de coccinelles en Algérie, réparties en deux principales sous-familles, dont celles des Coccinellinae, qui comprend 41 espèces, toutes susceptibles de jouer un rôle dans la protection des cultures contre certains de leurs ravageurs (pucerons, cochenilles, acariens). Selon BICHE (2012), on a pu recenser 16 espèces de coccinelles respectivement dans l'algérois et la Mitidja. La plupart se nourrissent de cochenilles inféodées aux strates arbustives. Les aphidiphages sont les plus représentées avec 24 espèces. La voracité des coccinelles varie selon les espèces et la proie (LUCAS, 1993, AROUN, 1985, LAAMARI, 2004). Les adultes de *C. septempunctata* consomment 21,7 de pucerons par 24 heures, et les adultes de *H. axyridis* prédatent en moyenne de 31,9 pucerons par 24 heures, même le sexe de *H. axyridis* influe significativement sur la voracité (IPERTI, 1978).

2.2.2. Les Diptères

Les *Syrphidae* sont des Diptères appartenant à deux sous-familles, celle des *Syrphinae* et celle des *Pipizinae*, (LASKA *et al.*, 1978). ***Episyrphus balteatus***, Le syrphe est une mouche de 1 à 2 cm, seule la larve se nourrit de pucerons. Les Syrphes sont toujours floricoles à l'état adulte. Ils présentent un abdomen généralement orné de bandes ou de taches jaunes sur fond noir. Les adultes jouent un rôle très important dans la pollinisation. Les larves par contre sont

prédatrices. Elles se nourrissent surtout de proies constituées par des pucerons. Elles sont considérées parmi les principaux prédateurs des pucerons en vergers agrumicoles de la Mitidja, que ce soit sur les *Citrus* ou sur les plantes adventices. Ils appartiennent aux genres *Syrphus*, *Metasyrphus* et *Sphaerophoria* (SCHNEIDER, 1969).



Figure 10 : Adulte et larve d'*Episyrrhus balteatus*, larve de syrphe dévorant un puceron (BICHE, 2012).

Ils jouent un rôle très important dans la dynamique des populations des pucerons. Ainsi une larve peut consommer environ 400 pucerons au cours de sa vie larvaire qui dure entre 8 à 15 jours, (LYON, 1973) et (NIEHOFF et POEHLING, 1995). Le voltinisme ou le nombre de génération annuelle des *Syrphidae* aphidiphages rencontrés influence leur action prédatrice. Le syrphe est peu exigeant en température (PBI, 2006).

La grande majorité des cécidomyies sont des ravageurs. Les larves d'*Aphidoletes aphidimyza*, sont de petits asticots reconnaissables à leur couleur orange vif prédatrices de pucerons, deux à trois jours après la ponte, les larves éclosent et commencent leur festin, elles tuent plus de pucerons qu'elles n'en consomment ANONYME b, (2012). Les adultes ne sont pas prédateurs. Les larves d'*Aphidoletes* consomment de 3 à 50 pucerons par jour. Les femelles déposent de 60 à 250 œufs à proximité des colonies de pucerons. A 23°C, les larves émergent en 2 jours et se nourrissent durant 6 jours avant le stade pupa (au niveau du sol). La larve injecte une toxine paralysante aux pucerons, pour faciliter la prédation. Ils paralysent plus de 35 pucerons, mais en consommèrent moins. Le cycle dure 25 jours à 21°C.

2.2.3. Les Névroptères

Les larves de Chrysopidae (mouche aux yeux d'or) comme *Chrysopa* ou *Chrysoperla spp.* (FRAVAL, 2006) sont de couleur gris-vert, possèdent de fortes mandibules et mesurent jusqu'à 8 mm. La larve très polyphage peut dévorer jusqu'à 50 pucerons par jour. L'adulte ne se nourrit que de nectar, de miellat et de pollen. La chrysope est peu exigeante en température et en humidité (PBI, 2006).

D'après AROUN (1985), en Mitidja, *Chrysopa septempunctata* présente deux périodes d'activité durant l'année, une au printemps et l'autre en automne, beaucoup moins importante que la première.



Figure 11 : Œufs, Adulte et larve de chrysope consommant un puceron, (in BICHE, 2012).

2.2.4. Autres prédateurs occasionnels ou potentiels

Selon FRAVAL, (2006) Les profiteurs, qui croquent ou qui vident un puceron (voire une colonie) à l'occasion sont très nombreux. Outre les mésanges, des araignées, des opilions et quelque acariens, des petits vertébrés. . . ce sont des insectes Dermaptères (perce-oreilles, *Forficula auricularia*), Orthoptères (sauterelles), Homoptères (punaises se sont des Réduviidés, Nabidés, Anthocoridés), Coléoptères (carabes, staphilins), Diptères (Micropézidés, Empididés, Dolichopodidés), Hyménoptères (fourmis, guêpes). Ainsi des agent Entomophthorales, des champignons se développent sur les pucerons (envahis par les hyphes) et se dispersent bien (sous forme de spores) quand les conditions météorologique sont favorables (temps chaud et humide). Il s'agit (genres *Pandora*, *Conidiobolu*, *Entomophthora* . . .) et d'*Hyphomycètes* (*Beauveria*). Des préparations de souches de *Verticillium lecanii* et *Paecilomyces fumosoroseus* sont vendues comme aphicides.

2.3. Les principaux parasitoïdes des pucerons d'agrumes

Parmi les parasites il existe de petites Hyménoptères appartenant à deux familles, à celle des *Aphidiidae* et des *Aphelinidae*. Les Braconides notamment des genres *Aphidius*, *Ephedrus* *Lysiphlebus*, *Praon* (Aphidiidés), les Chalcidiens comme *Aphelinus* spp. (Aphelinidés), les Cynipidés . . . dont les femelles pondent à l'intérieur des pucerons, le développement larvaire s'effectue au dépend de l'hémolymphe et de différents tissus et organes de l'aphide. En fin de cycle l'adulte découpe un trou de sortie visible à la loupe. Les pucerons parasités portent le nom de « momie ». Les parasitoïdes sont spécifique, chaque espèce ne parasite qu'une gamme limitée d'espèces de pucerons (ANONYME b, 2012). Grace à leur mobilité et leur relation exclusive avec un seul hôte, les guêpes parasitoïdes sont des auxiliaires très efficaces. Cela est vrai au printemps et en début d'été en présence d'une faible densité de pucerons. Au cours de l'été leur performance diminuent, car elles sont à leur tour parasitées (Hyperparasitisme) (ANONYME, 2010).

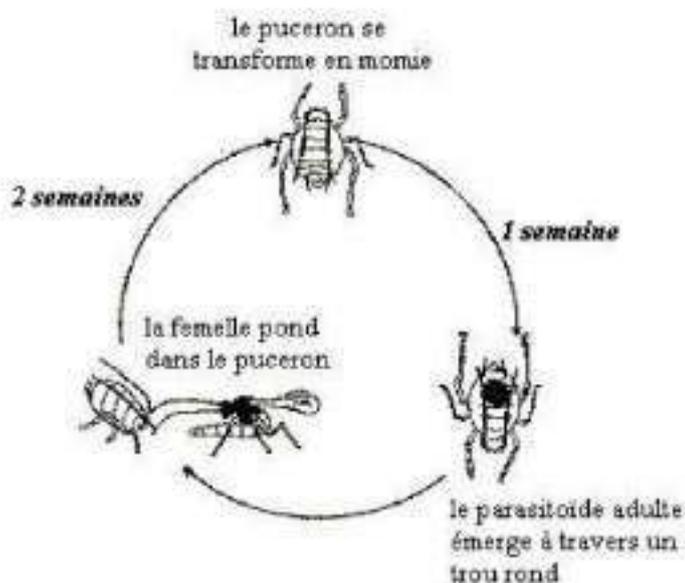


Figure 12 : Cycle de parasitoïdes des pucerons (SEKKAT, 2007).

En Mitidja, AROUN, a trouvé 7 espèces de parasites appartenant à la famille des *Aphidiidae* dans les colonies de *T.aurantii* qui sont : *Aphidius matricariae* ; *Lysiphlebus ambiguus* ; *Lipolescis gracilis* ; *Praon* sp ; *Trioscys* sp ; *Ephedrus* sp et *Trioscys angelicae*. Les deux dernières espèces sont spécifiques à *T.aurantii* tandis que les autres en plus de *T.aurantii* ils sont observés sur *Aphis citricola* et *Myzus persicae* (AROUN 1985).

Tous les *Aphidiidae* sont à l'état larvaire des endoparasites solitaires de pucerons. Ils exercent sur la multiplication de ces derniers une action limitante importante (SAIGHI, 1998).

Au Maroc, deux espèces d'aphidiides ont été identifiées sur pucerons: *Aphidius ervi* (Haliday) ; *Lysiphlebus fabarum* (Marshall), d'autres espèces sont présentes et très actives, mais non encore identifiées (SEKKAT, 2007).

2.4. Relation plante-insecte :

Les insectes sont les plus voraces des espèces phytophages (VAN DER MEIJDEN, 1996). Chaque année, ils consomment en moyenne 10% de la production végétale dans les systèmes naturels et sont responsables de 15% des pertes de récoltes dans le monde (SCHULTZ, 2002).

Au cours de la sélection de la plante hôte par un insecte, une partie des événements comportementaux qui mènent, soit à la prise de nourriture, soit au dépôt de ponte (CALATAYUD et VERCAMBRE, 1995). Des stimuli visuels, olfactifs et gustatifs jouent un rôle vital en gérant, le processus de sélection chez les insectes dans le monde vivant (PICMAN et TOWERS, 1982).

La visite de la feuille par l'insecte est vue comme source de variations de son environnement dans la couche limite, pouvant induire un «stress biotique environnemental» (CALATAYUD et VERCAMBRE, 1995). A la surface des feuilles, il existe des métabolites d'origine photosynthétique, Ceux-ci peuvent donner des informations sur l'état physiologique et sur l'espèce de plante (CALATAYUD et VERCAMBRE, 1995). Le glucose ayant un effet plutôt dissuasif sur le site de ponte de l'insecte (CALATAYUD et VERCAMBRE, 1995), les acides aminés détectés par les récepteurs sensoriels de la femelle, sont impliqués dans le déclenchement du comportement de ponte (THIBOUT et AUGER, 1996).

Les insectes phytophages n'ont pas tous le même type de relation avec leurs plantes hôtes. Certains insectes sont polyphages, d'autres oligophages ou monophages, La polyphagie chez les insectes se définit comme étant la capacité des insectes à s'alimenter sur une grande variété d'ordres de plantes et parfois même de plusieurs classes (JOLIVET, 1992).

2.4.1. Réponse induite par l'attaque des insectes

Toutefois, chez un grand nombre d'espèces végétales, un stress abiotique ou biotique telle l'attaque de phytophages peut conduire à la production accrue des composés secondaires (substances allélochimiques), (figure 13) déjà présentes à des concentrations moins importantes (KARBAN et BALDWIN, 1997 ; CONSTABEL, 1999). Depuis de nombreuses années, la mise en évidence, l'établissement et le maintien de ces défenses chimiques et physiques dans les populations végétales ce fait par la sélection naturelle, (HARTMANN, 1996).

2.4.1.1. La défense physique

Cette défense physique figure par l'élaboration de structures telles que les épines, les poils urticants ou la présence d'épais téguments sont fréquemment rencontrés chez un grand nombre de familles végétales. Ces structures perturbent la prise alimentaire par les phytophages. Ces défenses de nature physiques et en particulier les épines sont surtout efficaces vis-à-vis des phytophages de grandes tailles mais n'ont pas, une efficacité limitée vis-à-vis de phytophages de taille plus restreintes tels que les insectes (KARBAN et BALDWIN, 1997).

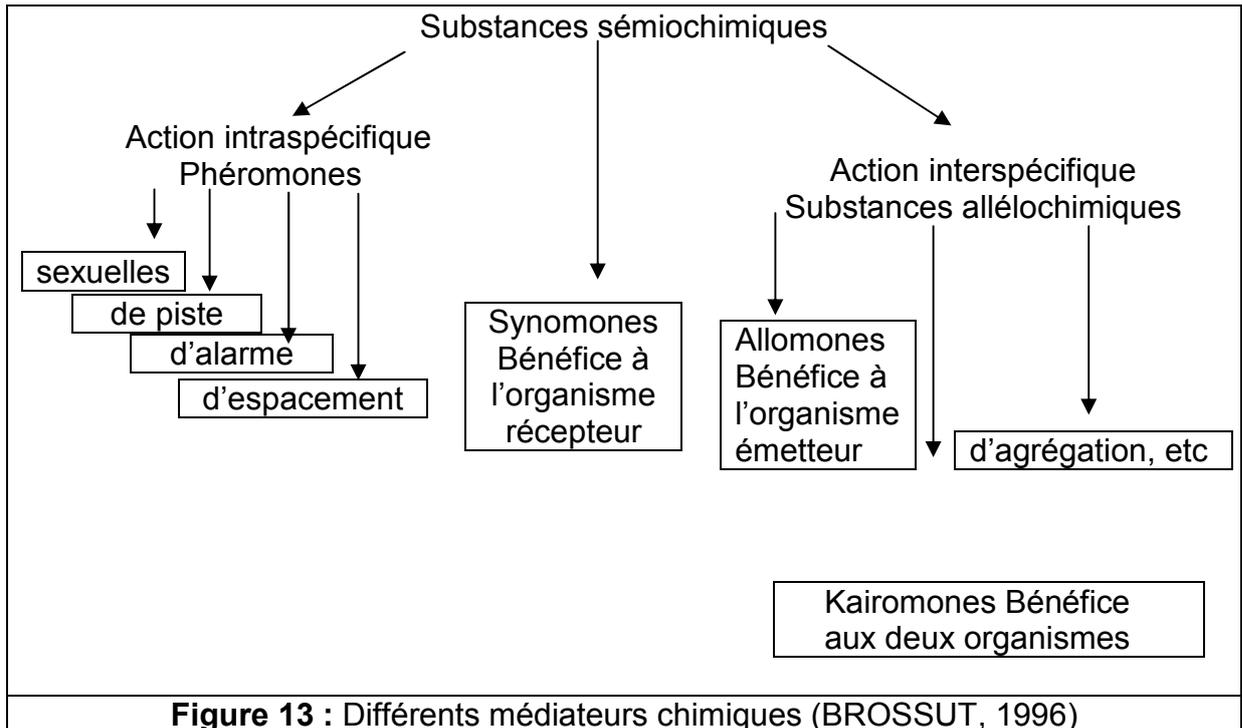


Figure 13 : Différents médiateurs chimiques (BROSSUT, 1996)

2.4.1.2. La défense chimique

a. Système de défense directe

La modification du métabolisme secondaire des plantes par l'attaque des phytophages peut se traduire par une augmentation des composés secondaires non volatils (BALDWIN et al, 1991). La réponse induite chez la plante provoque un accroissement de la prise alimentaire chez certains insectes spécialistes (MATTIACCI et al, 2001). Même un effet positif sur le comportement alimentaire du phytophage (AGRELL et al, 2003).

b. Système de défense indirect

La modification du métabolisme secondaire peut également conduire à l'augmentation de l'émission de composés volatils (TURLINGS et al, 1990) représentant alors un système de défense induite indirecte par le biais de l'attraction d'une espèce entomophage (TUMLINSON, 1999). La coccinelle asiatique, *Harmonia axyridis* Pallas, est également attirée par les molécules à action synomone

(benzaldéhyde) produites par les plantes de thé (*Camellia sinensis L.*) attaquées par le puceron *Toxoptera aurantii* Boyer (HAN et al, 2002)

2.4.2. La stratégie de résistance chez les insectes

La diversité de structures chimiques rencontrées dans le règne végétal, potentiellement néfastes pour les insectes phytophages, a conduit à l'adaptation et la spécialisation alimentaire de ces derniers sur des plantes généralement proches phylogénétiquement les unes des autres, appartenant à une même famille, un même genre et possédant donc des composés secondaires de structures chimiques proches (JANZEN, 1980). Ainsi, les espèces d'insectes spécialistes, monophages ou oligophages, sont très nombreuses, plus que les espèces généralistes ou polyphages (STRONG et al, 1984). Selon BERNAYS et GRAHAM (1988), moins de 10% des espèces d'insectes phytophages se nourrissent aux dépens de plus de 3 familles de plantes et plus de 80% se nourrissent sur une seule famille végétale (VAN LOON et al, 2000).

Des adaptations ont pu ainsi être développées, permettant aux phytophages d'éviter l'interaction du composé toxique avec la cible située dans l'organisme consommateur (BERENBAUM, 1986). La résistance peut également être comportementale, les phytophages minimisant alors l'exposition face au composé toxique (TALLAMY, 1986). Pour contourner ces toxiques, la plupart des espèces d'insectes spécialistes ont été amenés à utiliser ces substances à leur profit notamment par le biais de processus de séquestration, pour la protection vis-à-vis d'espèces entomophages (DUFFEY, 1980) ou comme signaux informatifs pour la recherche et la reconnaissance de leur plante hôte dans l'environnement (LOUDA et MOLE, 1991). Pour les insectes phytophages les molécules toxiques étant rendus inefficaces par des transformations enzymatiques nécessitant la mise en place de systèmes de détoxification (BRATTSTEN, 1992).

2.4.3. La relation insecte-insecte

2.4.3.1. Importance de la nutrition chez les insectes

a. Principaux éléments nutritifs

Le sucre reste la principale source d'énergie pour les insectes. Certaines espèces sont capables de remplacer entièrement les glucides par les lipides ou les protéines. Egalement les quantités en azote disponible influencent sensiblement sur les performances de l'insecte (JOLIVET, 1992).

La proportion des différents acides aminés varie grandement entre les tissus des insectes et ceux des plantes (STRONG et al., 1984). Les végétaux sont pauvres en acides aminés azotés et en lipides. Cette différence entre les insectes et leur ressource alimentaire se reflète dans la faible biomasse assimilée et transformée en tissus de croissance. Des études ont démontré que seulement 2 à 38% de la matière végétale ingérée par un insecte est efficacement transformée (ANONYME b, 2002).

Malgré l'obstacle évident que représente la déficience en azote, les insectes ont développé une série de comportements et d'adaptations physiologiques pour augmenter au maximum l'assimilation de matières provenant des plantes. Certains groupes d'insectes vivent en symbiose avec des microorganismes qui digèrent la cellulose et la rendent assimilable ; D'autres s'alimentent de parties des plantes contenant le plus d'azote (STRONG *et al.*, 1984). Les minéraux comme le potassium, le phosphore et le magnésium sont nécessaires aux fonctions physiologiques de l'insecte (MATTSON et SCRIBER, 1987) de même que pour le fer, le zinc, le manganèse et le cuivre car ils agissent comme catalyseurs de réactions enzymatiques (MATTSON et SCRIBER, 1987). Les insectes n'ont par contre besoin de calcium et de sodium qu'à l'état de trace. Les vitamines semblent être essentielles aux fonctions physiologiques des insectes. Ces vitamines agissent comme coenzymes des réactions métaboliques et proviennent soit de la nourriture, soit des symbiotes, (CHAPMAN, 1998). Egalement, l'eau est un facteur limitant de la croissance des insectes (MATTSON et SCRIBER, 1987).

Les adultes sont moins sensibles à la limitation de nourriture que les larves, et c'est la qualité des sites de ponte qui va déterminer leur stratégie reproductive plus que la quantité de nourriture. (DOSTALKOVA *et al.*, 2002)

b. Les besoins nutritionnels:

Les besoins nutritionnels d'un insecte changent avec le temps selon les besoins pour la croissance, la reproduction, la diapause et la migration. Un insecte confronté à un déséquilibre nutritionnel peut essayer de le compenser soit en augmentant son ingestion, soit en changeant la source de nourriture (changement d'hôte, de partie de la plante) ou encore en ajustant son efficacité de conversion de sa nourriture (CHAPMAN, 1998). A l'aide des paramètres biologiques généraux (le temps de développement, le poids, la survie) est parfois insuffisante pour comprendre le phénomène de balance nutritionnelle. Les indices nutritionnels permettent donc de mieux comprendre les phénomènes impliqués entre l'intrant, la nourriture, et l'extrait, avec les performances de l'insecte (le temps de développement, le poids, la survie) (MONTGOMERY, 1983).

2.4.4. Types relationnels entre les insectes

Les écologistes classent généralement les interactions entre espèces dans des catégories comme la compétition, la prédation, le parasitisme et le mutualisme (CUSHMAN et ADDICOTT 1991, BOUCHER *et al.*, 1982).

2.4.4.1. La compétition

La compétition interspécifique est définie comme une réduction de la fécondité individuelle, de la survie, ou de la croissance résultant de l'exploitation commune des ressources par la même espèce ou de l'interférence avec des individus d'une autre espèce (BEGON *et al*, 1996). Le modèle le plus simple de compétition produit deux équilibres possibles : soit l'élimination d'une des deux espèces, soit un équilibre stable dans lequel les deux espèces peuvent coexister. Il peut y avoir aussi un équilibre instable, dans lequel l'avantage dépend des densités initiales des deux espèces en compétition (BEGON *et al*, 1996).

2.4.4.2. Le mutualisme

Le mutualisme peut être défini comme une association de bénéfices réciproque pour deux organismes (BOUCHER *et al*, 1982). Les producteurs de miellat que sont les homoptères ont développé des relations de mutualismes avec les fourmis appelées trophobioses (DELABIE, 2001).

2.4.4.3. La prédation

Les ennemis naturels jouent un rôle prépondérant dans le contrôle du puceron. Selon plusieurs chercheurs, un contrôle naturel du puceron serait possible lorsque les ennemis naturels généralistes sont présents avant l'arrivée du puceron (COSTAMAGNA et LANDIS, 2007).

2.4.4.4. Le parasitisme

Les insectes parasitoïdes sont des insectes qui pondent dans, sur, ou à proximité de leur hôte (dans ce dernier cas, c'est la larve de parasitoïde qui parasite l'hôte), généralement un autre insecte (GODFRAY, 1994). De nombreuses familles d'Hyménoptères entomophages se développent en parasitoïdes aux dépens des pucerons. Quelques exemples ont été abordés dans le chapitre précédent.

2.5. Modèles ravageurs-auxiliaires

Des modèles, ceux de Lotka Volterra ou de Mc Arthur et Connell sont présentés dans la bibliographie pour expliquer l'évolution d'effectifs entre une proie et un prédateur, (ORTH, 2006 ; FRONTIER, 1983). Les pucerons, qui présentent de nombreuses espèces, ont un cortège très important de prédateurs et de parasites. Les auxiliaires sont capables d'ajuster l'intensité de leurs actions prédatrices ou parasitaires, après un certain temps de latence nécessaire à leur multiplication. Cette relation appelée de « densité dépendance » aboutit à des fluctuations alternées des populations des deux antagonistes autour d'un état d'équilibre (JOURDHEUIL, 1986). Il est distingué deux types d'auxiliaires d'après JOURDHEUIL, (1986).

2.5.1. Les auxiliaires de protection

Si l'entrée en activité des auxiliaires correspond à celle du ravageur, la pullulation reste en dessous du seuil de nuisibilité. Ces auxiliaires n'ont généralement pas une rapidité et un potentiel d'accroissement numérique leur permettant d'être abondants et efficaces en période de multiplication des ravageurs. En revanche, ils ont un seuil thermique d'activité relativement bas et sont généralement des prédateurs polyphages, donc capables de survivre sur des proies de substitution en toute saison et donc d'intervenir dès les premiers ravageurs. Les auxiliaires dits de protection n'ont pas une pression de prédation suffisante. C'est le cas des Coccinelles.

2.5.2. Les auxiliaires de nettoyage

Il existe des auxiliaires qui sont capables de jouer un rôle régulateur important. Ce sont des auxiliaires qui ont un seuil thermique d'activité souvent plus élevé que celui du puceron et arrivent donc plus tard au printemps. En revanche, ils ont la faculté d'ajuster leur cycle biologique à celui de l'insecte qu'ils consomment ou parasitent. Ce sont des auxiliaires souvent très spécifiques dans leur mode d'alimentation ou de reproduction (certaines espèces d'Hyménoptères sont capables de parasiter seulement quelques espèces de pucerons).

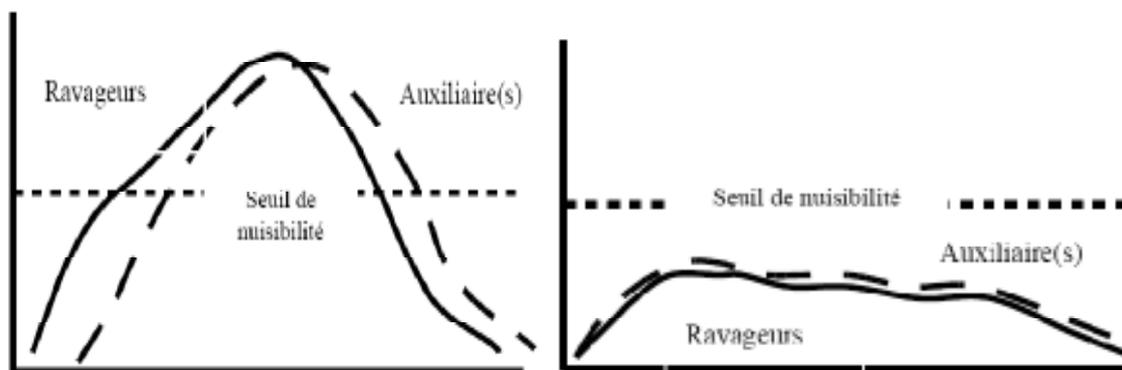


Figure14 : Adaptation des modèles de Lotka Volterra à l'agriculture d'après JOURDHEUIL, (1986)

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 3 : Méthodologie et matériels utilisés

3.1. Présentation de la région d'étude et du site expérimental

3.1.1. Généralités sur la région d'étude

Blida est située au sud ouest d'Alger, entre les coordonnées géographiques 36°28' de latitude nord, 2°50' de longitude et à 270m d'altitude au pied du versant nord de l'Atlas Blidéen, sa superficie est de 5737 ha (BENSAIBI et al., 2007). Blida se compose principalement d'une importante plaine et d'une chaîne de montagnes au Sud.

- La plaine de la [Mitidja](#), qui s'étend d'Ouest en Est est une zone agricole riche. On y trouve des [vergers](#), [apiculture](#), [agrumes](#), [arbres fruitiers](#), [vigne](#), mais également des cultures industrielles.
- La zone de l'[Atlas blidéen](#) et le piémont, la partie centrale de l'Atlas culmine à 1600 mètres, les forêts de [cèdres](#) s'étendent sur ses montagnes. Le piémont dont d'altitude varie entre 200 et 600 mètres, présente des conditions favorables au développement agricole. L'[Atlas tellien](#) protège la ville des vents secs du sud en provenance des [Hauts Plateaux](#). Cette protection permet à la région de bénéficier d'un [climat méditerranéen](#) propice à l'agriculture.

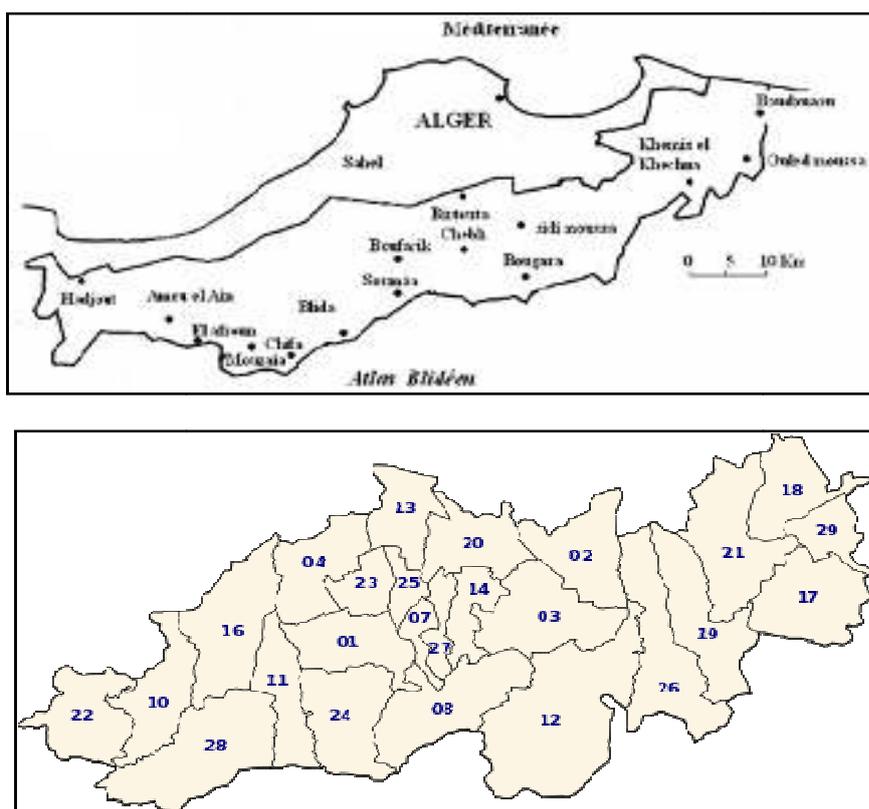


Figure 15: Limites géographiques de la Mitidja et organisation territoriale de la région de Soumâa (14) par rapport au chef lieu (Blida) (1) (Office Nationale des statistiques (Algérie).

La production végétale au sein de la région de Blida repose essentiellement sur: la vigne, les céréales, les cultures maraîchères et légumes secs.

Tableau 03 : Superficies et productions végétales globales dans la région de Blida (DSA Blida, SD).

Spécifications	Superficies (HAS)		Productions (QX)
Céréales dont	Total	10.125	136.000
	Blé dur	5.692	67.700
Légumes secs	40		140
Culture maraîchères dont	6.475		986.200
	Pomme de terre	917	304.750
Cultures industrielles	-		-
Arboricultures dont	total	17556	2.391.900
	agrumes	12.026	1.847.400
Viticulture dont	Total	541	39.460
	Vigne table	506	32.200

Une synthèse climatique de 1995 à 2010 a montré que dans la région de Soumâa, les mois les plus froids totalisent des températures moyennes minimales de 4.4°C, et des températures moyennes maximales de 21.43 °C. Les mois les plus chauds correspondent à ceux de juillet et août avec des températures moyennes maximales respectives de 37,2°C et 37°C et de 20,54°C suivie de 22.01 °C comme température moyenne minimales (Figure 16).

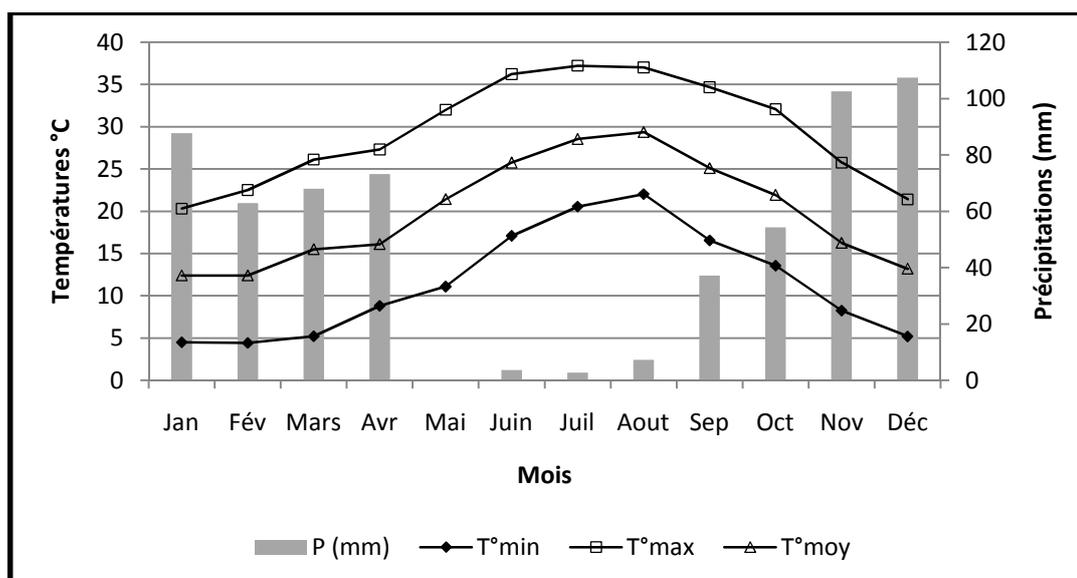


Figure 16 : Variations mensuelles des températures et des précipitations dans la région de Soumâa (période 1995-2010) (Agence Nationale des ressources hydrauliques).

La pluviométrie est généralement plus importante dans les montagnes que dans la plaine. Généralement, les précipitations sont plus importantes en mois de décembre, janvier et février. Les moyennes mensuelles les plus importantes des pluies sont enregistrées entre novembre et janvier pour la période annuelle 1995-2010 avec en particulier une saison printanière pluvieuse en mars et avril (figure 16).

Le diagramme Ombrothermique de (1995 à 2010) (figure 17), indique que la période humide s'étale sur 7 mois de janvier à avril puis de octobre à décembre, et que la période sèche se trouve dans un intervalle de 5 mois de mai à septembre.

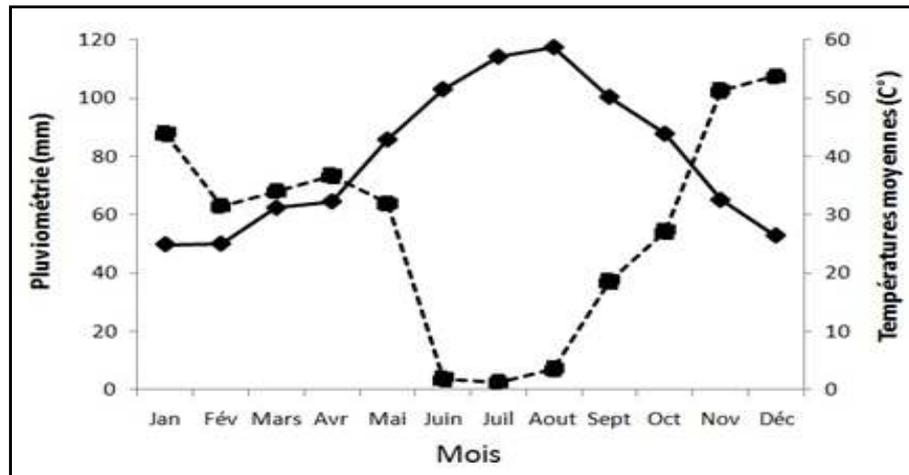


Figure 17 : Diagramme ombrothermique de la région de Soumâa (Blida) (Période 1995-2010).

La région de Soumâa se situe dans l'étage bioclimatique méditerranéen de type sub-humide à hiver doux pour la période annuelle 1995-2010 d'après le quotient pluviométrique d'Emberger (modifié par Stewart, 1963) ($Q_2=70,34$, $m= 4.3^\circ\text{C}$) (Figure 18).

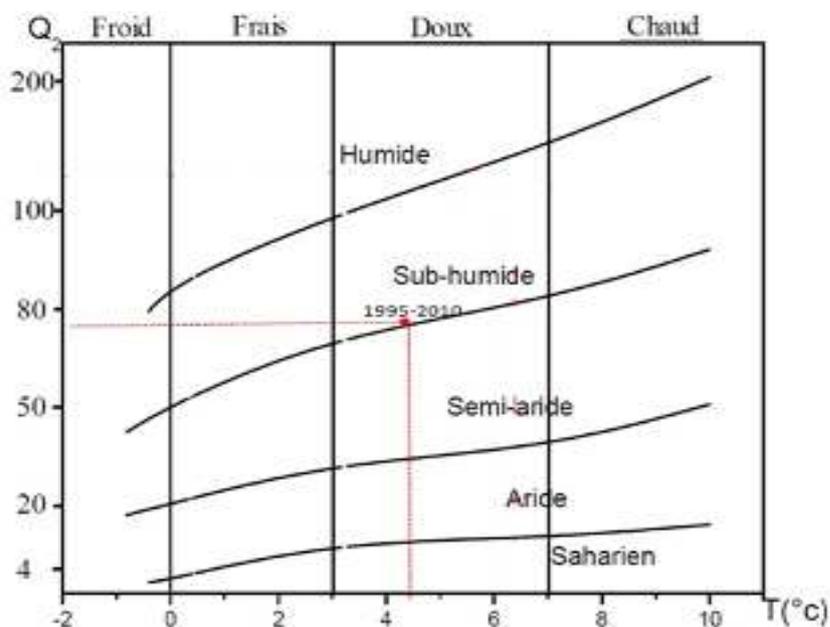


Figure 18: Localisation de la région de Blida «Soumâa » dans le Climagramme d'Emberger.

3.1.2. Présentation de la station d'étude

Notre expérimentation s'est déroulée à la station expérimentale du département des sciences agronomique et située, dans la parcelle n° 8 (figure 19) de la faculté Agro-vétérinaire de l'Université Saad Dahleb de Blida. Celle-ci se trouve à 6 Km au Nord Est de Boufarik et 4,4 Km au Sud-Ouest de la ville de Blida, entre 36°29 et 36°30 de latitude Nord et 3°53 et 3°45 de longitude Est. Elle est limitée à l'Est par la commune de Soumaa, à l'Ouest par la commune d'Ouled Yaich, au Nord par la commune de Beni-Mered, au Nord- Est par la commune Guerouaou et au Sud par les montagnes de Chréa.



Figure 19: Présentation des sites d'études (195 m d'altitude) (ANONYME a, 2012)

Nous avons réalisé notre étude dans un verger d'agrumes destiné aux essais expérimentaux du département des sciences agronomiques. Les renseignements fournis par la direction de la station expérimentale indiquent que ce verger créé en mars 2002 n'a subi aucune forme de régie en termes d'entretien cultural, d'intrants en fertilisants ou en traitements phytosanitaires. La taille des arbres est effectuée en novembre. Lorsque la couverture enherbée au sein du verger devient importante, un discage est réalisé au mois de juin, l'arrosage est quotidien pendant la période estivale.

3.1.2.1. Délimitation de la parcelle expérimentale

Notre travail de terrain a été réalisé dans une parcelle comprenant 8 rangées de 8 arbres chacune, soit un total de 64 arbres. Elle est limitée au Nord par des brise-vents constitués de *Casuarina*, au Sud par un jeune verger de poirier, à l'Est par différentes plantes ornementales dont le Romarin et *Lantana camara*, et à l'Ouest par un champ de céréales moissonné et non labouré (Figure 20). Au centre du verger, la strate herbacée comprend des Cucurbitacées et une forte densité de plantes adventices appartenant notamment aux familles des Apiaceae (carotte sauvage) et des Fabaceae.

Le porte greffe est le Bigaradier, la distance de plantation est de 5 mètres sur la ligne et de 5 mètres entre les lignes, les plants sont des orangers de différentes variétés.



Vue représentative du verger d'agrumes de la station expérimentale (original)



Limite Nord



Limite Est



CENTRE



Limite Ouest



Limite Sud

Figure 20 : Verger étudié et milieux adjacents (Original).

3.1.2.2. Observations directes

La période d'échantillonnage s'est étendue du 24 avril au 24 juin de l'année 2012, correspondant à la période de poussée de sève printanière. Nous avons réalisé de manière hebdomadaire 10 sorties au total.

La technique de dénombrement sur la canopée est effectuée à partir de transects végétaux en diagonale et qui consiste à choisir un arbre au hasard au niveau de chaque rangée délimitée (figure 21). Au niveau de chaque arbre, nous avons pris deux rameaux au hasard et prélevé de chaque direction cardinale (Nord, Sud, Est, Ouest) ainsi qu'au centre deux jeunes feuilles ; soit quatre feuilles des pousses terminales et 20 feuilles au total. Ces observations nous ont permis de faire le suivi de l'abondance des aphides et des auxiliaires. Les auxiliaires identifiés ou non et repérés sur les feuilles sont récupérés pour leur comptage et leur identification finale au laboratoire en s'aidant de la loupe binoculaire et de la confirmation de spécialistes. Toutes les informations nécessaires (la date d'échantillonnage, rangée et arbre échantillonnés, conditions climatiques) ont été notées.

Parallèlement, un fauchage dans la végétation de la strate adventice au sein du verger a été réalisée au hasard à l'aide d'un filet fauchoir, ce qui nous a permis de récolter les insectes peu mobiles, cantonnés dans les herbes ou à leurs cimes.

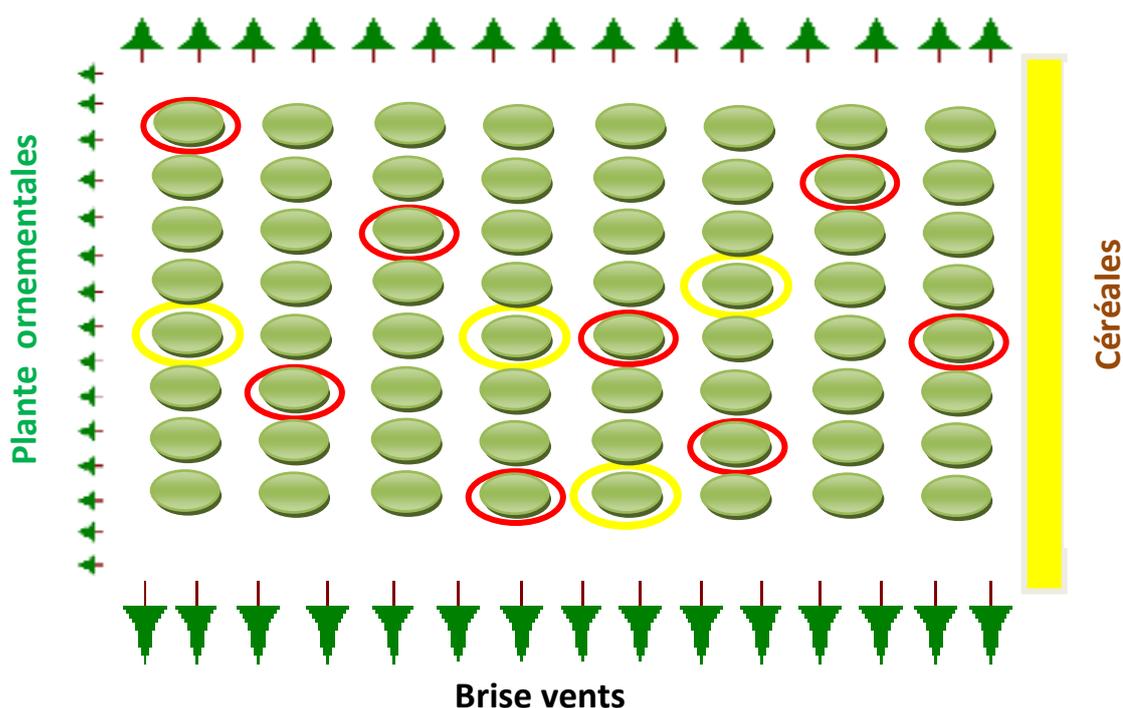


Figure 21 : Dispositif expérimental de la parcelle étudiée

Légende :  Oranger  arbre échantillonnée  Piège jaune

3.1.2.3. Utilisation des pièges jaunes à eau

Les pièges colorés sont connus depuis 1966 pour l'échantillonnage des insectes ailés. La couleur préférentielle pour la plupart des insectes est le jaune citron et l'abondance de récoltes que l'on peut effectuer avec de tels pièges est remarquable (ROTH, 1972). Généralement, des pièges englués de couleur blanche et jaune peuvent être aussi utilisés. Cependant, il est admis que le nombre de captures par piège et par insecte est plus élevé avec les pièges de couleur jaune mais la différence n'est pas significative.

Dans notre cas, nous avons accroché 4 pièges jaunes à eau aux branches des arbres à raison de deux pièges au centre et deux pièges sur les bordures du verger (figure 22). La collecte est effectuée une fois par semaine à l'aide d'un pinceau dans des tubes à essai contenant de l'alcool à 70 % sur lesquels sont notés la date et le lieu de capture. L'eau des pièges additionnés de savon liquide est renouvelée après chaque prélèvement. Les échantillons ramenés au laboratoire sont contrôlés sous la loupe binoculaire pour le triage et l'identification.



Figure 22 : Bacs jaunes disposés au niveau de l'arbre.

3.1.2.4. Phytoessais sur le terrain

Introduction

Cette partie concerne l'utilisation d'un phytoextrait et son évaluation biocide sur les populations de pucerons installées au niveau des jeunes pousses. D'après REGNAULT et *al.*, (2005), les biopesticides s'inscrivent dans la lutte contre les organismes fléaux et sont basés sur l'utilisation d'agents ou facteurs liés à la vie. Les biopesticides botaniques sont composés d'extraits botaniques (FERRON, 1978 ; SILVY, RIBA, 1999). Ainsi, les extraits des plantes naturels sont utilisés dans nombreux pays pour lutter contre les insectes ravageurs des cultures. Les biopesticides représentent 2.5% (672 millions \$ en 2005) des ventes de produits phytosanitaires (26 milliards \$) (Figure 23), alors qu'il était seulement de 0.2% en 2000. Il a été prédit par THAKORE, en 2006 que le marché des biopesticides atteigne plus d'un milliard de dollars en 2010.

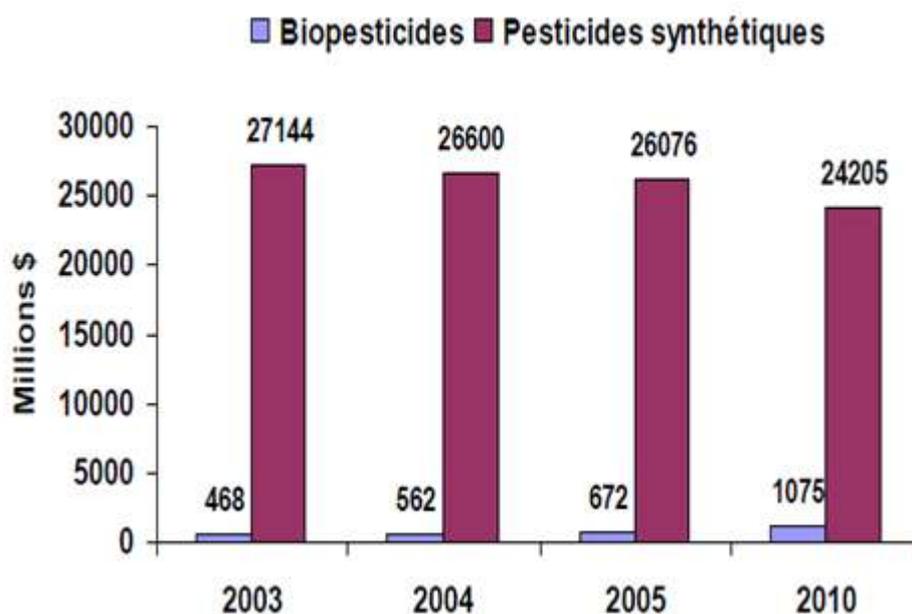


Figure 23 : Le marché mondial des biopesticides et des pesticides synthétiques, 2003-2010 (THAKORE , 2006).

En Algérie, Les produits phytosanitaires ont participé à la révolution agricole de la 2ème moitié du 20^{èm} siècle. Ce n'est qu'à partir des années 1960 que l'on prend conscience de l'impact environnemental négatif de ces produits phytosanitaires, et les agriculteurs ont pensé à utiliser des biopesticides pour minimiser leurs dépenses d'une part et préserver leur production d'autre part.

Les substances d'origine végétale ont toujours constitué une source majeure pour l'élaboration de nouvelles substances aux propriétés thérapeutiques. D'après JACOBSON, (1989), il y avait la nicotine (alcaloïde) et ses dérivés, la roténone, les pyrèthres et les huiles végétales qui étaient abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques. Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité (LAREW et LOCKE, 1990 ; NIBER, 1994 ; GOMEZ et *al.*, 1997). Ce sont particulièrement leurs métabolites secondaires, substances de défense des plantes dans des situations de stress environnementaux qui leur confèrent ces propriétés biocides, parmi lesquels nous retrouvons les alcaloïdes, les terpènes et les flavonoïdes.

Tableau 04 : Substances secondaires d'origine végétale (ANONYME, 2007)

Groupe chimique	Nombre de produits actifs identifiés
Alcaloïdes	4 500
Flavonoïdes	1 200
Terpènes	1100
Autres	3 600
Total	10 400

a- Matériel végétal

La plante retenue pour notre étude est une espèce végétale aromatique *Lantana Camara* Linn (figure 24). Elle a été choisie pour son intérêt biocide mentionné dans la bibliographie. Les extraits alcooliques de cette plante aromatique ont été surtout décrits pour leurs propriétés insecticides et antifongiques (MONDACHIRON et al ; 2002).



Figure 24 : Feuilles et inflorescences de *Lantana Camara* (original).

Le Lantanier est un petit arbuste de la Famille des Verbénacées. Il comporte une centaine d'espèces réparties en Afrique et en Amérique. *Lantana Camara* est une plante toxique dans toutes ses parties végétales.

C'est une plante persistante, de port buissonnant, de 60 cm à 2 m en tous sens, originaire des régions tropicales, et plus particulièrement de l'Inde. Elle possède une floraison en panicules d'environ 5 cm de diamètre aux coloris variés. Les feuilles sont pointues, dentées, possèdent des nervures marquées, et sont d'une couleur vert-foncée. Elles peuvent mesurer plus de 10 cm de longueur mais sont généralement de taille plus réduite. Elles sont persistantes ou semi-persistantes selon les climats. En climats chauds, cette plante risque de facilement d'exprimer son caractère invasif.

Les tiges sont quadrangulaires et épineuses. Toute la plante dégage une odeur épicée. Les fruits sont des petites baies vertes, devenant noires à maturité. Ces baies sont toxiques. *Lantana Camara* requiert les expositions suivantes : mi-ombre, lumière, soleil. Le lantana se contente d'un sol bien drainé, et possède une très bonne résistance à la sécheresse. Egalement connu sous le nom de Thé de Gambier, le lantanier est une plante entièrement toxique mais qui a toujours été utilisée à des fins médicinales à cause de ses propriétés antiseptiques et antispasmodiques. Cet usage continue de nos jours par l'emploi de son extrait aqueux.

b. Techniques d'extraction des extraits aqueux (figure 25).

Nous avons testé deux extraits différents : l'un à partir de poudre sèche de la plante, l'autre à base d'une infusion de feuilles fraîches. Pour la première phytopréparation, les échantillons de *Lantana Camara* L, représentés par des feuilles en plein développement ont été récoltés au début de mars 2012, dans le département d'agronomie de l'université.

Ces feuilles ont été lavées, enveloppées dans un journal puis séchées naturellement à l'air libre à l'abri de la lumière, puis broyées en poudre très fine par le biais d'un mixer. Cent grammes de poudre de plante pesé par une balance de précision ont été mis dans des bouteilles de 1.5 L de volume. Cette poudre a été additionnée à de l'eau distillée jusqu'à l'obtention d'un mélange de 1 Litre de volume. La solution obtenue qui est la préparation brute a été disposée sur un agitateur automatique pendant 72h pour faire libérer et extraire les particules actives existantes chez le matériel végétal à étudier. Le mélange a été filtré à l'aide d'un papier filtre de 9 cm de diamètre. Nous avons obtenu dans des ampoules de séparation un volume de 470ml d'extrait aqueux des feuilles de la plante.

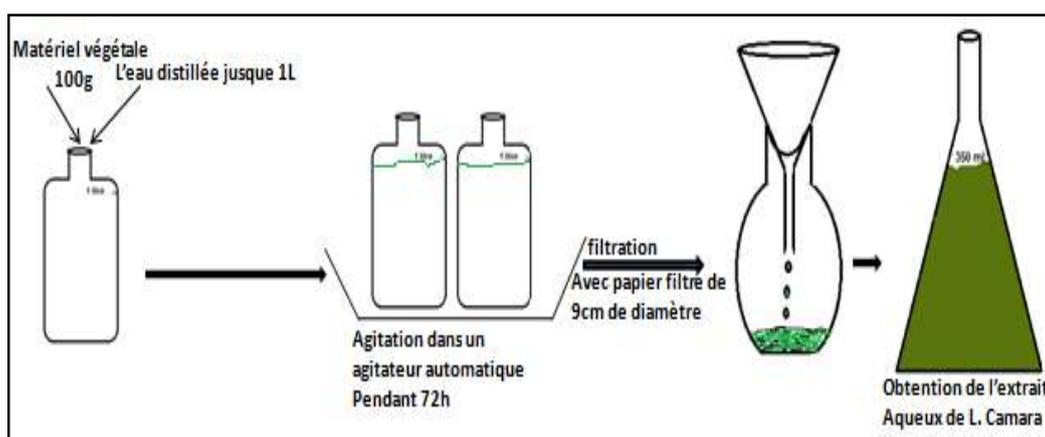


Figure 25 : Etapes de la préparation de l'extrait aqueux des feuilles sèche de *L. Camara*.

Concernant la deuxième phytopréparation, les feuilles de *Lantana Camara* L, ont été récoltées vers la fin de juin 2012, dans le département d'agronomie de l'université. Nous avons pesé à l'aide d'une balance vingt grammes de feuilles fraîches. Ces feuilles ont été mises par la suite dans un récipient dans lequel nous avons ajouté 200 ml d'eau distillée, puis nous avons laissé infuser dans un bain marie à une température de 80C° pendant 15min pour faire libérer et extraire les particules actives existantes dans les feuilles. Le mélange a été filtré à l'aide d'une passoire.

c. Applications des phytoextraits (figure 26)

La date du 24.06.2012 correspond à l'application du 1^{er} traitement à base de la première phytopréparation, et la date du 26.06.2012 correspond à l'application du 2^{ème} traitement à base de la deuxième phytopréparation. Les traitements ont été réalisés à l'aide d'un pulvérisateur manuel d'une contenance d'un litre. L'efficacité des différents bio-essais a été évaluée à un intervalle de 24 heures durant la période d'investigation qui s'est étalée sur une période de 10 jours d'exposition (FRONTIER, 1983). L'efficacité des différents phytoextraits appliqués a été estimée à partir de l'abondance des pucerons après chaque traitement..

Nous avons pris en considération 2 blocs expérimentaux comprenant chacun 3 arbres, chaque blocs représentant un traitement différent dont deux traités et un considéré comme témoin sur lequel nous avons pulvérisé de l'eau distillée. Nous avons pris en considération au niveau de chaque arbre deux rameaux et deux feuilles par rameau des quatre directions cardinales et du centre de la canopée soit 20 feuilles pour chaque arbre traité.

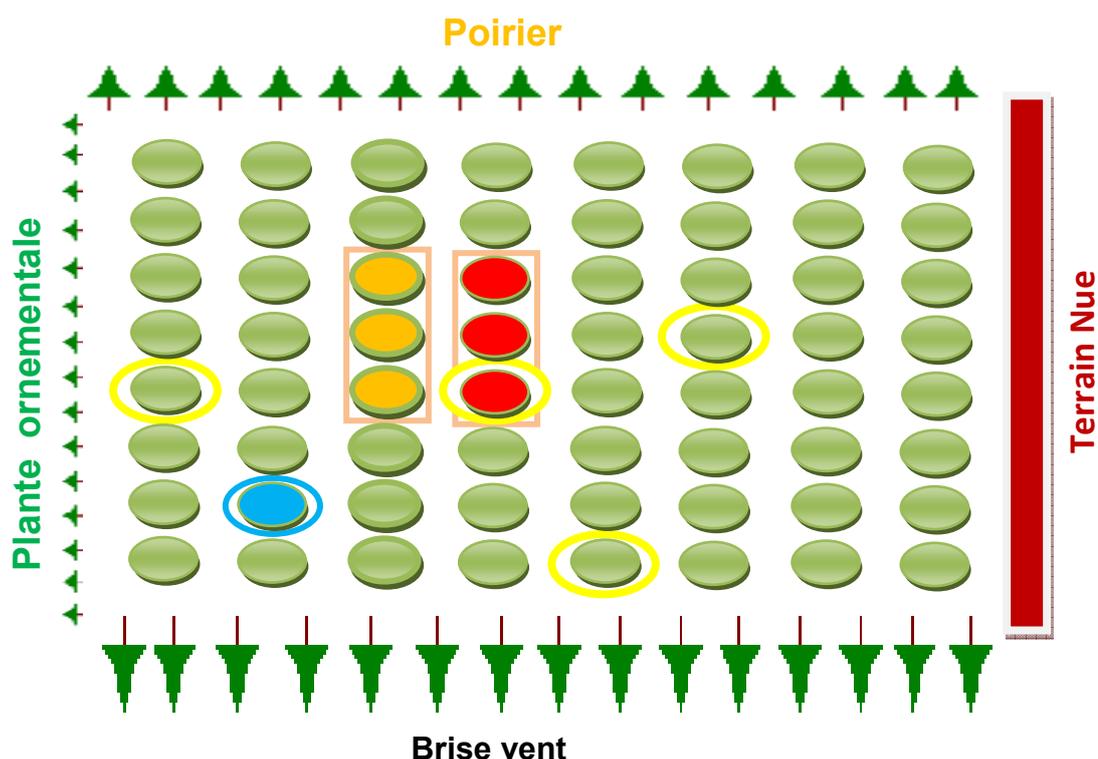


Figure 26 : Dispositif expérimental de la parcelle étudiée

Légende:  Témoin  Traitement 1  Traitement 2  Piège jaune

3.2. Exploitation des données

3.2.1. Abondance, richesse totale et moyenne des taxons et familles des auxiliaires

L'abondance est exprimée sous trois aspects. L'Abondance spécifique représente le nombre d'individus de l'espèce considérée dans le peuplement. L'abondance totale est le nombre d'individus de toutes les espèces. L'abondance relative d'une espèce représente le rapport de son abondance spécifique sur l'abondance totale.

La richesse spécifique ou la richesse totale représente le nombre d'espèces du peuplement. La richesse moyenne exprime le nombre d'espèces les plus représentatives du milieu et représente la moyenne de richesse par relevé. Les communautés d'auxiliaires ont été étudiées à travers les différentes récoltes effectuées à la main, par fauchage ou à l'aide de bacs jaunes à eau. Nous avons utilisé différentes clés spécifiques pour identifier les taxons et familles.

3.2.2. Estimation de la toxicité des traitements

L'évaluation de l'effet toxique des traitements à base des phytoextraits a été estimée par la comparaison des abondances exprimées en pourcentages des populations résiduelles (PR) selon le test de Dunnett. Le pourcentage des populations résiduelles des pucerons est exprimé par le rapport du nombre de formes vivantes sur les feuilles des arbres traités sur le nombre de formes vivantes sur les feuilles des arbres dans les lots témoins traités à l'eau distillée. Les différents pourcentages de PR obtenus permettent de déduire du degré de toxicité des deux phytoextraits différents utilisés (figure 27).

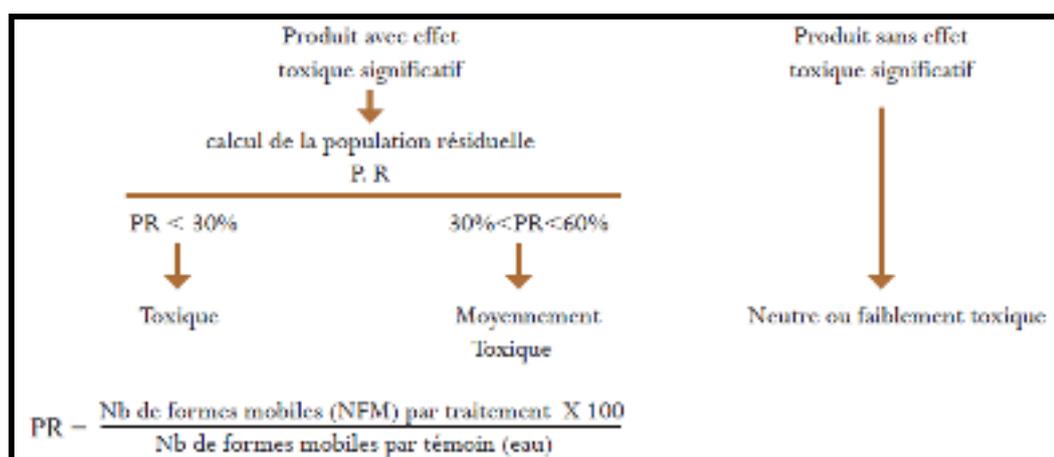


Figure 27 : Schéma indiquant l'évaluation des pourcentages de populations résiduelles ainsi que les effets toxiques après traitement (d'après le test de DUNNET et MAGALI, 2009).

3.2.3. Analyses uni variées et multivariées

Nous avons réalisé une analyse de variance pour comparer significativement les moyennes des pourcentages des populations résiduelles aphidiennes. Dans les cas où différents facteurs sont en jeu (effet temporel, nature des traitements) nous avons utilisé le modèle linéaire global (GLM) de l'analyse de la variance indiqué dans la suite des programmes du logiciel systat vers.12, pour connaître explicitement l'effet d'un facteur indépendamment.

Dans le cas de variables qualitatives de type abondances des populations dans le temps, nous avons eu recours à une A.F.C (Analyse factorielle des correspondances). La classification hiérarchique des facteurs lignes ou colonnes se fait en considérant les coordonnées sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50 % de la variance cumulée soit observée. La distance euclidienne basée sur les mesures de similarité entre variables a été prise en compte avec le logiciel PAST (PAST vers. 1.37, HAMMER *et al* ; 2001).

Chapitre 4 : Résultats et discussions

Nous nous sommes intéressés dans la présente étude à deux volets distincts. Le premier volet correspond à une étude au sein d'une saison déterminée de l'évolution des populations d'aphides dans un verger d'agrumes expérimental du département d'Agronomie, présentant une absence de régie appropriée. Durant cette même saison, l'étude du complexe auxiliaire circulant dans ce verger a été abordée. Le second volet a concerné des essais de traitement in situ à base de l'extrait aqueux d'une Verbenaceae *Lantana camara* sur des colonies aphidiennes installées au niveau des jeunes pousses.

4.1. Résultats

4.1.1. Suivi temporel du complexe aphidien-auxiliaires au niveau de la canopée

L'évolution des fluctuations des populations aphidiennes et de leurs auxiliaires associés, durant la période printanière du 24 Avril au 24 juin 2012, se caractérise par une variabilité importante.

Les abondances moyennes hebdomadaires des pucerons sur la période allant du 24 Avril jusqu'au 24 juin 2012 sont indiquées sur la figure 28.

Entre la fin avril et la première décade de mai, on distingue une absence des pucerons sur la canopée. Les premières colonies se sont installées vers la mi mai dans la limite des 100 individus. La tendance évolutive des populations se concrétise en une augmentation graduelle et rapide des effectifs dans les colonies aphidiennes avec un 1^{er} pic atteint au début juin et un second pic observé vers la fin de ce mois. Durant cette phase d'augmentation, les abondances moyennes ont quadruplé en l'espace de 3 semaines jusqu'à atteindre un effectif de 400 individus. Entre les deux pics d'abondance, nous avons enregistré une chute brutale des effectifs caractérisée par une abondance quasi nulle des pucerons.

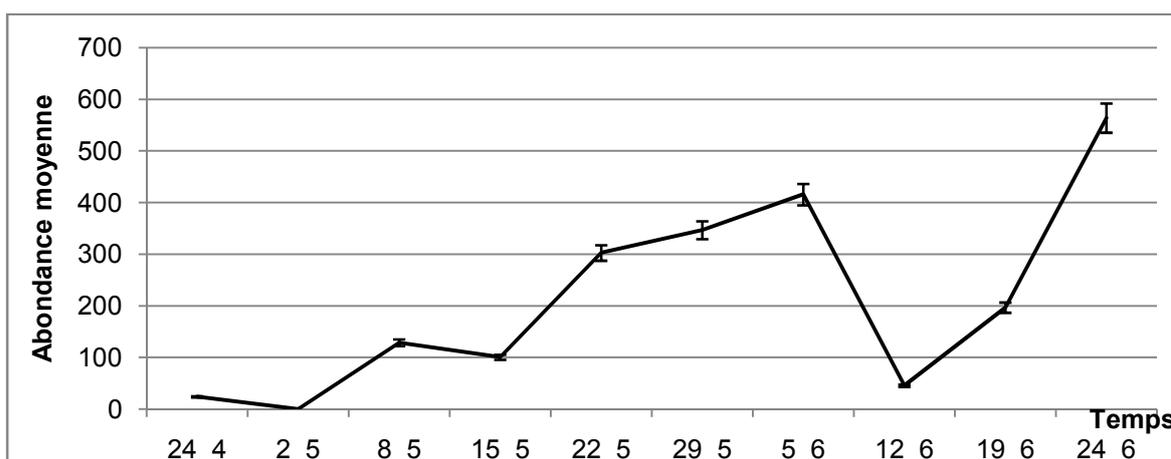


Figure 28: Abondance moyenne des populations aphidiennes globales sur la canopée durant la période d'échantillonnage.

Les abondances moyennes temporelles des auxiliaires aphidiphages observées au niveau des feuilles des arbres échantillonnés durant la période allant du 24 Avril jusqu'au 24 juin 2012, sont très faibles pour tous les groupes (figure 29).

Nous avons enregistré par ordre croissant l'abondance des chrysopes avec le plus faible effectif inférieur à 0,5 individus, suivie par celle des syrphes également très faible (1 individu en moyenne), viennent par la suite les coccinelles et enfin les cécidomyies qui sont les auxiliaires prédateurs les plus représentés (4 individus en moyenne).

On peut dire que les auxiliaires aphidiphages sont en faibles abondances. A cet effet, on peut émettre l'hypothèse que leur activité a été retardée ou bien ils se sont installés tardivement dans le verger.

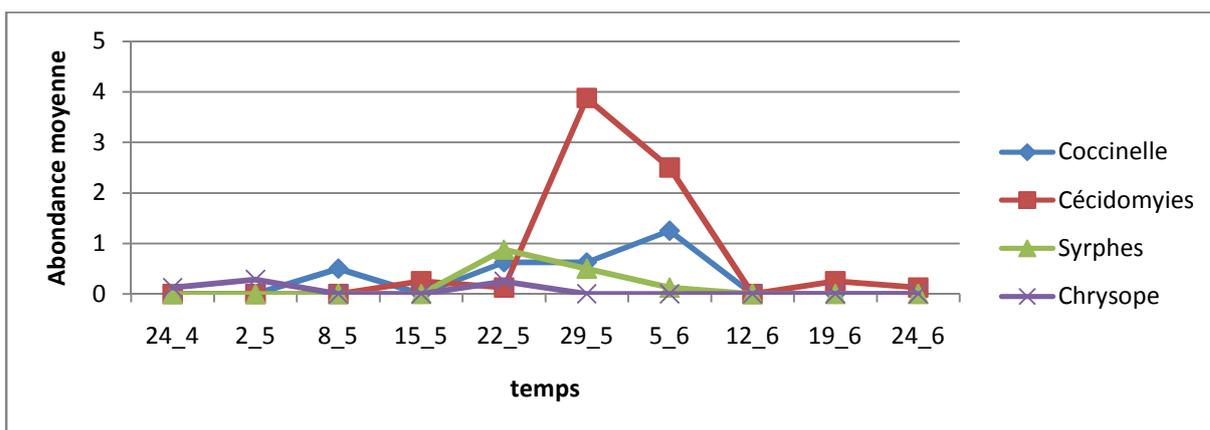


Figure 29: Abondances moyennes des groupes d'auxiliaires Aphidiphages au niveau de la canopée.

Nous avons en outre une faible activité du parasitisme au niveau de la canopée représentée par une moyenne d'abondance très faible des pucerons momifiés (figure 30). Cette faible activité de parasitisme pourrait être en relation avec une qualité d'hôtes proies aphidiennes non adéquate pour le développement des parasitoïdes *Braconidae* responsables des momies en présence sur les feuilles que nous avons échantillonnées.

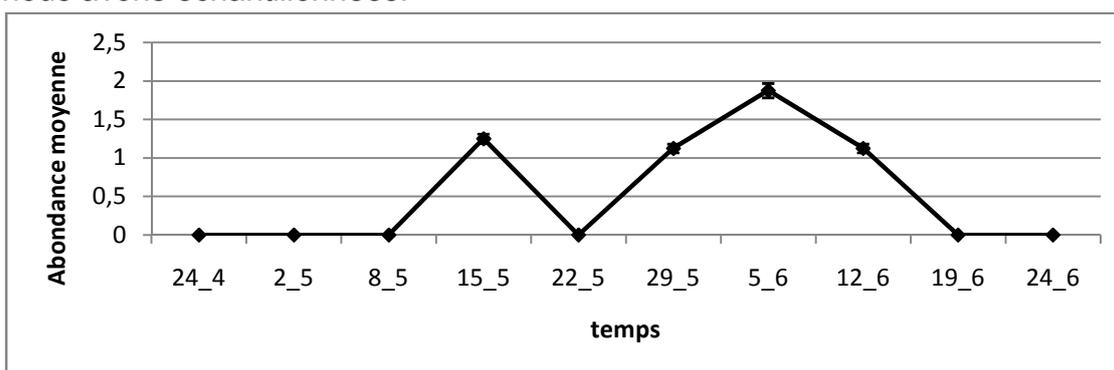


Figure 30: Abondance moyenne des pucerons momifiés au niveau des jeunes pousses.

4.1.2. Evolution des populations d'auxiliaires rencontrées sur la canopée

Durant une période d'observation bimensuelle, nous avons pu noter les différents stades biologiques de chaque aphidiphage prédateur rencontré dans les colonies de pucerons au niveau des jeunes pousses ou seuls. L'activité temporelle de chaque catégorie est représentée dans la figure 31.

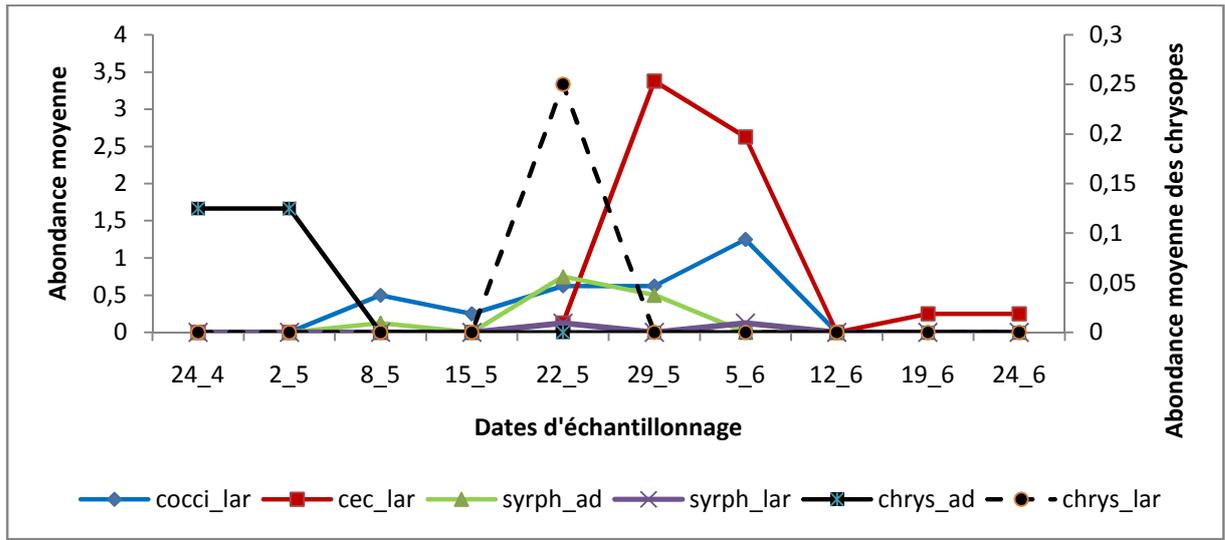


Figure 31: Abondances moyennes des larves et adultes des auxiliaires Aphidiphages sur la canopées des agrumes.

Concernant l'activité larvaire des prédateurs, nous avons constaté une apparition plus précoce des larves de coccinelles sur les feuilles suivie par celle des syrphes par rapport à l'activité des larves de la cécidomyie *Aphydoletes aphidimyza*. Néanmoins, on peut remarquer que l'activité des larves de chrysopes n'est signalée que vers la fin du mois de mai avec une abondance moyenne de 3.5 individus. On distingue une évolution plus ou moins stable de la dynamique des larves de coccinelles du début de mai à la fin de ce mois qui s'intensifie par la suite au début de juin mais elle chute au-delà de cette date (figure 31). Les larves de syrphes n'ont été observées qu'à partir de mi mai mais leur abondance est restée très faible. On peut rapporter que l'activité aphidiphage essentielle dans le verger d'agrumes est essentiellement due à la cécidomyie *A. aphidimyza*.

Les adultes des chrysopes en l'occurrence l'espèce très commune *Chrysoperla carnea* sont les premiers observés dès le début de nos échantillonnages vers la fin avril (figure 31). Il se pourrait que ces individus soient de la génération automno hivernale car leur abondance est restée très faible et stable.

Nous avons étudié la structure des communautés d'aphidiphages observés durant la période d'étude à travers une analyse factorielle des correspondances suivie d'une classification hiérarchique qui nous a déterminé les différents groupes (figure 32 et 33). Les deux axes F1 (62.93%) et F2 (25.61%) de l'AFC ont été retenus dans la mesure où la somme des pourcentages de contribution de la variance de chacun, est supérieure à 30%. Les résultats obtenus à travers l'AFC et la CAH établies à partir des évolutions des abondances des différentes formes biologiques des quatre prédateurs, ont mentionné leur disponibilité temporelle sur les arbres de Thomson navel.

Les populations de larves des cécidomyies se situent du côté négatif des axes 1 et 2, celles des larves de chrysopes, de syrphes et des larves de coccinelles sont du côté positif de l'axe 2. Seules les populations des adultes de chrysopes sont situées du côté positif de l'axe 1 et sont signalées entre la fin d'avril et le début de mai.

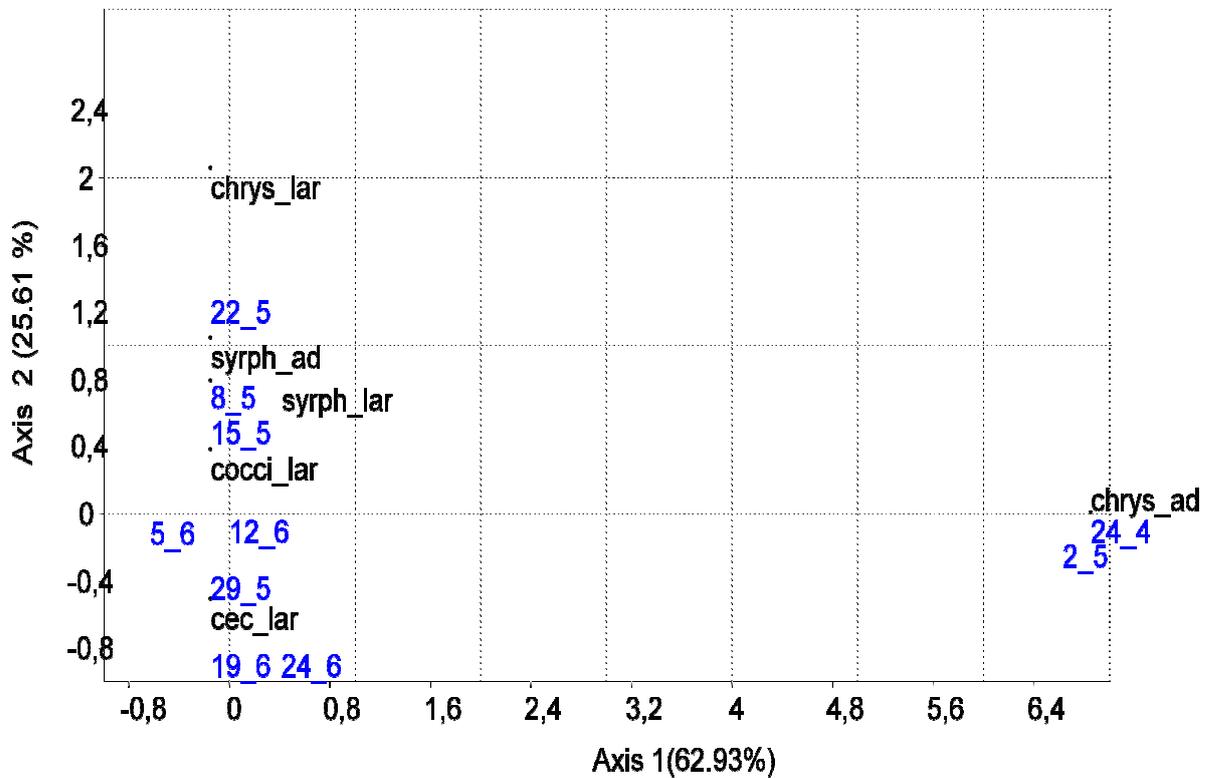


Figure 32: Projection des variables temporelles et des différents stades biologiques des auxiliaires aphidiphages sur les axes 1 et 2 de l'analyse factorielle des correspondances.

La CAH obtenue à partir du dendrogramme des groupes des prédateurs aphidiphages a permis de structurer 4 assemblages temporels.

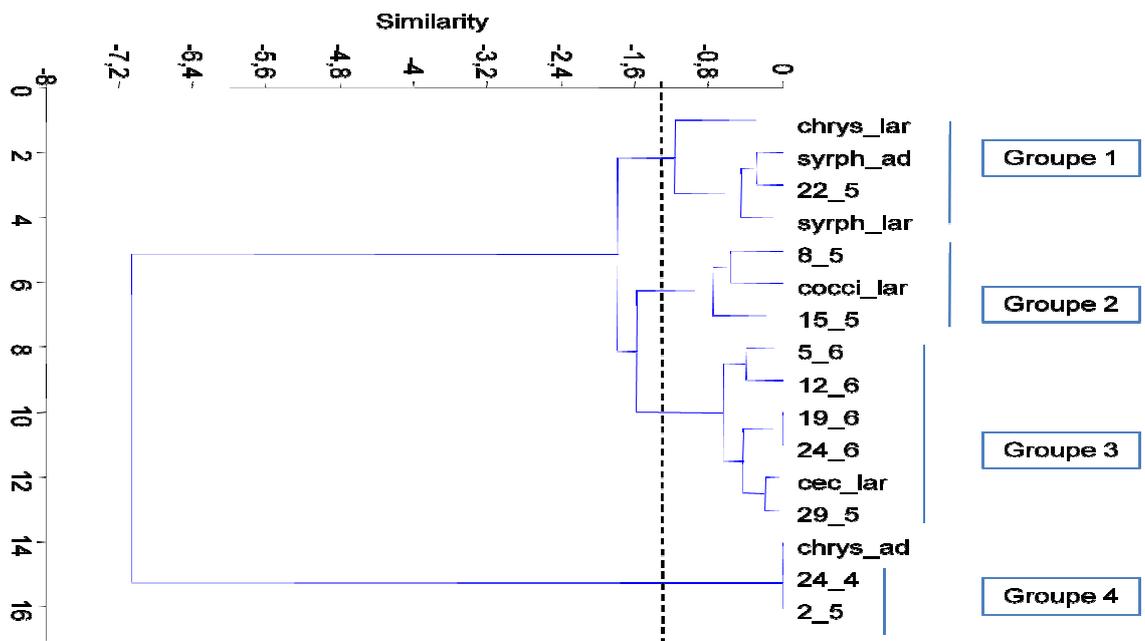


Figure 33 : Dendrogramme obtenu à travers la classification ascendante hiérarchique avec comme mesure de similitude la distance euclidienne entre les variables temporelles et les variables des différents stades d'aphidiphages.

Le premier groupe englobe les larves de Chrysopes représentées par l'espèce *Chrysoperla carnea*, et les adultes de syrphes représentés par l'espèce *Epistrophe balteata*, coïncidant avec la 3^{ème} semaine du mois de mai.

Le deuxième groupe est représenté par des larves de *coccinellidae* notamment celles de *Scymnus* et celles de *Rodolia cardinalis* prédatrices de cochenilles *Diaspines* et *d'Icerya purchasi* respectivement coïncidant dans l'intervalle temporel du 8 au 15 mai.

Le troisième groupe concerne celui des larves de Cécidomyie représentée par *Aphidoletes aphidimyza* et dont l'activité s'étale de la fin mai jusqu'à la fin de nos échantillonnages vers la fin juin. Leur présence et leur activité semble être en relation avec celles des populations d'*A. spireacla* et *A. gossypii* infestant les jeunes pousses des orangers.

Le quatrième groupe de statut isolé, en raison de leurs effectifs très faibles par rapport aux autres assemblages de la CAH et de l'AFC est celui des adultes de chrysopes *Chrysoperla carnea*, coïncidant avec la première sortie de la fin d'avril et la sortie du début du mois de mai. Les chrysopes ont été observés vers la fin d'avril et début mai sans relation avec les périodes de poussée et la population aphidienne en elle-même.

4.1.3. Richesse des auxiliaires circulants dans le verger étudié

4.1.3.1. Richesse des auxiliaires récoltés par les pièges jaunes à eau

A partir des récoltes des pièges jaunes à eau, nous avons réalisé un inventaire global à travers l'ensemble des sorties d'observation dans le verger d'agrumes étudié (tableau 5). Cet inventaire nous a permis de mettre en évidence l'entomofaune circulante constituée par des communautés d'auxiliaires pouvant jouer un rôle fonctionnel. Les catégories trophiques les plus représentées regroupent différents ordres avec différentes familles. Nous avons jugé utile d'indiquer un indice de fréquence ou classe de fréquence (RAMADE, 1984) correspondant à chaque espèce rencontrée selon que les taxons répertoriés sont rares ou accidentels ou bien fréquents ou encore très abondants c'est-à-dire constants dans le verger.

Tableau 5 : Inventaire de l'entomofaune circulante récoltée à partir des pièges jaunes dans le verger expérimental d'agrumes pendant la période du 24 Avril au 24 juin 2012. (* : Espèce rare ou accidentelle, ** : espèce fréquente, *** : espèce abondante ou constante).

Espèces	Indice de fréquence	Rôle fonctionnel
- <i>Scymnus interruptus</i> (Coleoptera, Coccinellidae)	**	Prédateur d' <i>Aphis spireacola</i>
- <i>Chrysoperla carnea</i> (Neuroptera, Chrysopidae)	*	Prédateur généraliste
- <i>Episyrphus balteatus</i> (Diptera, Syrphidae)	***	Aphidiphage
- <i>Thaumatomyia notata</i> (Diptera, Chloropidae)	*	Larves
- <i>Hermetia illucens</i> (Diptera, stratiomyidae)	***	saprophages
- <i>Eristalis tenax</i> (Diptera, Syrphidae)	*	consomment la matière organique décomposée
- <i>Thysanoptera Tubilifera</i> sp	***	Phytophage fréquent dans les Poaceae

<i>Hymenoptera, Trichogrammatidae sp1</i>	*	Parasitoïde
<i>Hymenoptera, Trichogrammatidae sp2</i>	*	Parasitoïde
<i>Hymenoptera, Chalcididae sp</i>	*	Parasitoïde
<i>Messor barbara (Hymenoptera, Formicidae)</i>	*	prédateur
<i>Tetramorium sp (Hymenoptera, Formicidae)</i>	**	granivore
<i>Monomorium sp (Hymenoptera, Formicidae)</i>	**	
<i>Hymenoptera, Ichneumonidae sp</i>	*	parasitoïde
<i>Rodolia cardinalis (Coleoptera, Coccinellidae)</i>	**	Prédateur d'Icerya
<i>Thysanoptera, Thripidae sp</i>	**	purchasi
<i>Andrena sp (Hymenoptera, Andrenidae)</i>	**	?
<i>Semidalis aleyrodiformis (Neuroptera, Coniopettrygidae)</i>	***	pollinisateur prédateur d'aleurodes
<i>Lasius grandis (Hymenoptera : Formicidae)</i>	***	Prédateur
<i>Lysiphlebus testaceipes (Hymenoptera, Braconidae)</i>	***	Parasitoïde d'aphides
<i>Aphidoletes aphidimyza (Diptera, Cecidomyidae)</i>	***	Prédateur d'aphides

La richesse des taxons entomofauniques récoltés à travers les pièges jaunes disposés dans la canopée des arbres d'oranger et concidant avec la poussée de sève printanière totalise 21 espèces appartenant pour la plupart aux ordres des *hymenoptera* et des *diptera* (tableau 5). Parmi les *hymenoptera*, on retrouve notamment des parasitoïdes dont deux espèces de *Trichogrammatidae*, une espèce d'*Ichneumonidae* et une espèce de *Braconidae* *Lysiphlebus testaceipes* parasitoïde de pucerons. Les autres hyménoptères appartiennent à la famille des *Formicidae* tels que *Messor barbara*, *Tetramorium sp* et *Monomorium sp* qui ont surtout un rôle de fourmis moisonneuses, *Lasius grandis* que nous avons surtout rencontré dans les colonies des pucerons *A. spiraecola* et *A. gossypii* ainsi qu'une espèce pollinisatrice *Andrenidae* *Andrena sp*. Chez les *diptera*, les aphidiphages comprennent surtout le *syrphidae* *Episyrphus balteatus* et le *cécidomyidae* *Aphidoletes aphidimyza*. Deux autres espèces de *Diptera* sont représentées par les familles des *chloropidae* et des *stratiomyidae* respectivement. De nombreux individus de *thrips* ont été récoltés des pièges jaunes à savoir une espèce de *Tubulifera* et une espèce de *Thripidae*.

D'après nos constatations, l'inventaire de l'entomofaune circulante dans le verger étudié durant les mois d'avril et mai a fait ressortir 7 taxons entomophages dont 5 espèces sont des aphidiphages (tableau 5).

4.1.3.2. Richesse et fréquence des auxiliaires observés au niveau de la strate herbacée

Durant la même période, la récolte au filet fauchoir ou directe au sein de la strate herbacée nous a permis de recenser 24 taxons différents. Les *coleoptera* et les *hemiptera* *Miridae*, *Lygeidae* et *Anthocoridae* sont largement représentés devant les autres ordres comme les *diptera* ou les *hymenoptera*. Les aphidiphages rencontrés dans la strate herbacée ont été rencontrés fréquemment sur *Chrysanthemum leucanthemum*, *Daucus carota* et *Avena sterilis* tels que *Coccinella Algerica*, *Coccinella quatuordecempunctata*, *Crysoperla carnea*, *Episyrphus balteatus*, *Aphidoletes aphidimyza*, *Orius sp* et *Lysiphebus testaceipes* sur *Galactites tomentosa* (tableau 6).

Tableau 6 : Inventaire de l'entomofaune de la strate herbacée récoltée dans le verger expérimental d'agrumes durant la période du 24 Avril au 19 juin 2012.

Plante hôte	espèces	Indice de fréquence
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> (Apiaceae)	<i>Coccinella Algerica</i> (Coleoptera, Coccinellidae)	***
	<i>Coccinella quatuordecempunctata</i> (Coleoptera, Coccinellidae)	*
	<i>Crysoperla carnea</i> (Neuroptera, Chrysopidae)	*
	<i>Episyrphus balteatus</i> (Diptera, Syrphidae)	***
	<i>Lysiphebus testaceipes</i> (Hymenoptera, Braconidae)	***
	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Diptera, Cecidomyidae)	***
	Thysanoptera Tubulifera	***
	<i>Rhagonycha fulva</i> (Coleoptera, Cantharidae)	***
<i>Rhagonycha nigripes</i> (Coleoptera, Cantharidae)	***	
Coleoptera, Carabidae sp	***	
Coleoptera, Chrysomelidae sp	***	
<i>Malthinus scriptus</i> (Coleoptera, Cantharidae)	***	
<i>Daucus carota</i> (Apiaceae)	<i>Lysiphebus testaceipes</i> (Hymenoptera, Braconidae)	***
	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Diptera ; Cecidomyidae)	***
	<i>Lasius grandis</i> (Hymenoptera : Formicidae)	***
	Coleoptera, Bruchidae sp	***
	<i>Picris echinoides</i> (Coleoptera, Bruchidae)	***
	<i>Cetonia floralis</i> (Coleoptera, cetonidae)	***
Hemiptera, <i>Miridae</i> sp	*	
Hemiptera, <i>Lygeidae</i> sp	*	
<i>Avena sterilis</i> (Poaceae)	<i>Orius sp</i> (Hemiptera, Anthocoridae)	****
	Opillion (Chelicerata, Arachnida)	***
Fabaceae	<i>Lysiphebus testaceipes</i> (Hymenoptera, Braconidae)	***
	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Diptera Cecidomyidae)	***

	Coleoptera, <i>Carabidae sp</i> Coleoptera, <i>Silphidae sp</i> Coleoptera, <i>Scarabeidae sp</i> Coleoptera, <i>Staphylinidae sp</i>	** ** ** **
<i>Galactites tomentosa</i>	<i>Lysiphebus testaceipes (Hymenoptera, Braconidae)</i>	***
Observés dans la canopée	<i>Icus hamatus (Araneidae)</i> <i>Philodromus sp (Araneidae)</i> <i>Cheiracanthium mildei (Araneidae)</i> <i>Olios argelasius (Araneidae)</i> <i>Lubiona sp (Araneidae)</i>	** ** ** ** **

Différentes espèces d'araignées ont été également observées dans la canopée *Icus hamatus*, *Philodromus sp*, *Cheiracanthium mildei*, *Olios argelasius*; *Lubiona sp* qui peuvent jouer un rôle non négligeable en leur qualité de prédateurs. On peut émettre l'hypothèse que la faible diversité des aphidiphages observés durant notre période d'échantillonnage serait en partie due à l'activité prédatrice des araignées dans la canopée des orangers et même au niveau des plantes adventices.

On peut également citer l'hypothèse selon laquelle l'abondance et la diversité des ennemis naturels des ravageurs sont plus élevées dans les polycultures que dans les monocultures annuelles où des habitats sont moins disponibles ce qui diminue les déplacements (ROOT, 1973). Les polycultures offrent en effet une plus grande diversité de proies/hôtes et de microhabitats en relation avec plusieurs ressources importantes comme le nectar et le pollen. Des populations de prédateurs généralistes peuvent donc s'y maintenir et mieux contrôler les ravageurs présents dans la culture. Aussi, la fluctuation de l'abondance des prédateurs spécialistes y est moindre car le refuge créé par l'environnement complexe permet à leurs proies d'éviter une annihilation générale (RISCH S, 1981).

4.1.4. Evaluation de la toxicité des traitements à base de *L. camara* dans le verger étudié

La figure 34 représente l'évolution temporelle des populations résiduelles aphidiennes colonisant les jeunes pousses des arbres d'oranger échantillonnés, sous l'effet de deux extraits aqueux de *Lantana Camara* à base des feuilles sèches et feuilles fraîches, par rapport au témoin.

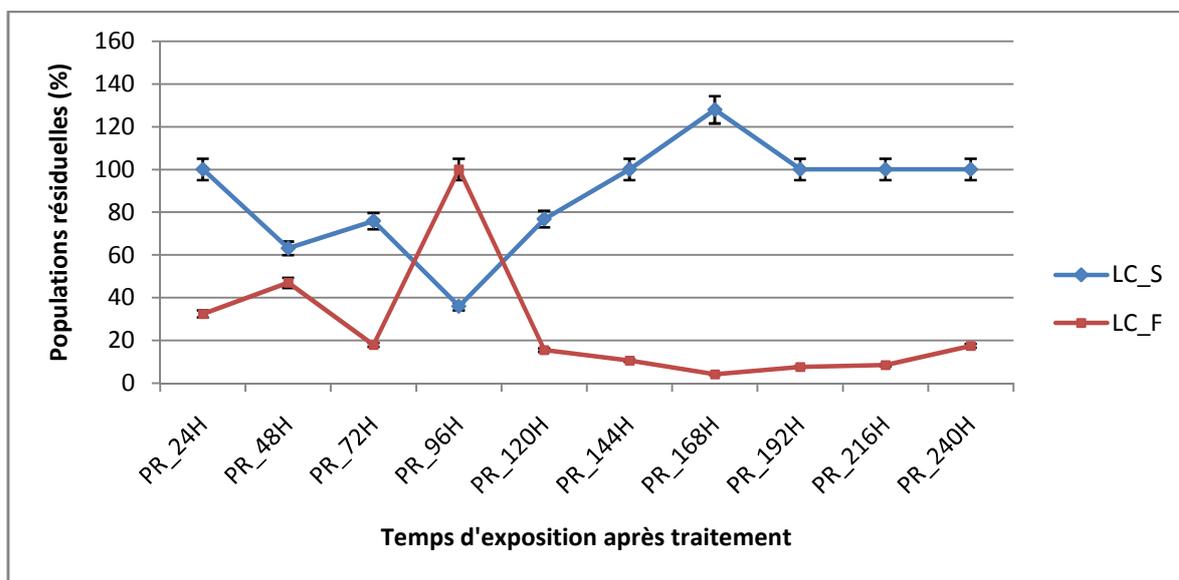


Figure 34 : Evolution temporelle des populations résiduelles des pucerons des agrumes sous l'effet des deux extraits aqueux (LC_S et LC_F) de *Lantana camara*.

On remarque que l'application de l'extrait aqueux de *Lantana camara* à base du feuillage frais de la plante s'est avérée plus efficace qu'avec l'application de l'extrait à base de feuilles sèches. Aussi, la méthode d'extraction par infusion au bain marie semble avoir libéré plus de molécules toxiques que la méthode d'extraction par agitation mécanique des filtrats de poudre de la même plante. En effet, durant les 3 jours après exposition au traitement, les pourcentages de populations résiduelles des aphides sont restées dans un intervalle compris entre 40% et 60% soit à la limite d'une toxicité moyenne du pesticide botanique extrait de la poudre de *L. camara*. La reprise biocénotique des formes mobiles aphidiennes s'est rétablie très rapidement après le 4ème jour traduisant un effet neutre du produit et cela durant les 6 jours d'exposition suivants (figure 34).

Le traitement avec l'extrait aqueux à partir de l'infusion des feuilles de la plante a engendré une toxicité beaucoup plus importante. Les pourcentages des populations résiduelles aphidiennes sont restés en dessous de 20% durant toute la période d'exposition au produit, une légère reprise a été remarquée à partir du 10ème jour.

4.1.5. Effets comparés de l'efficacité des extraits aqueux de *L. camara* sur les populations résiduelles des pucerons sur l'oranger

L'extrait aqueux des feuilles utilisées à l'état frais s'est montré le plus toxique vis-à-vis des pucerons en enregistrant la plus faible abondance des populations aphidiennes. On peut dire que cette nature de l'extrait est très toxique puisque les populations résiduelles se sont maintenues à un pourcentage inférieure à 30%, comparativement aux colonies exposées au traitement à base de poudre de la plante et dont les populations résiduelles n'ont pas été affectées car leurs pourcentages sont restés supérieures à 60% (figure 35). L'analyse de la variance appliquée à l'effet seul de la nature de l'extrait a montré une différence très significative avec une probabilité inférieure à 1% (tableau 7).

Quant à l'effet temporel des deux extraits aqueux appliqués, nous remarquons que le temps joue en faveur de la toxicité. En effet, la considération du temps d'exposition après traitements nous indique une progression temporelle variable mais non significative ((Fratio=0,087; p=0,99; p>5%) du taux d'efficacité des deux traitements appliqués (tableau 7).

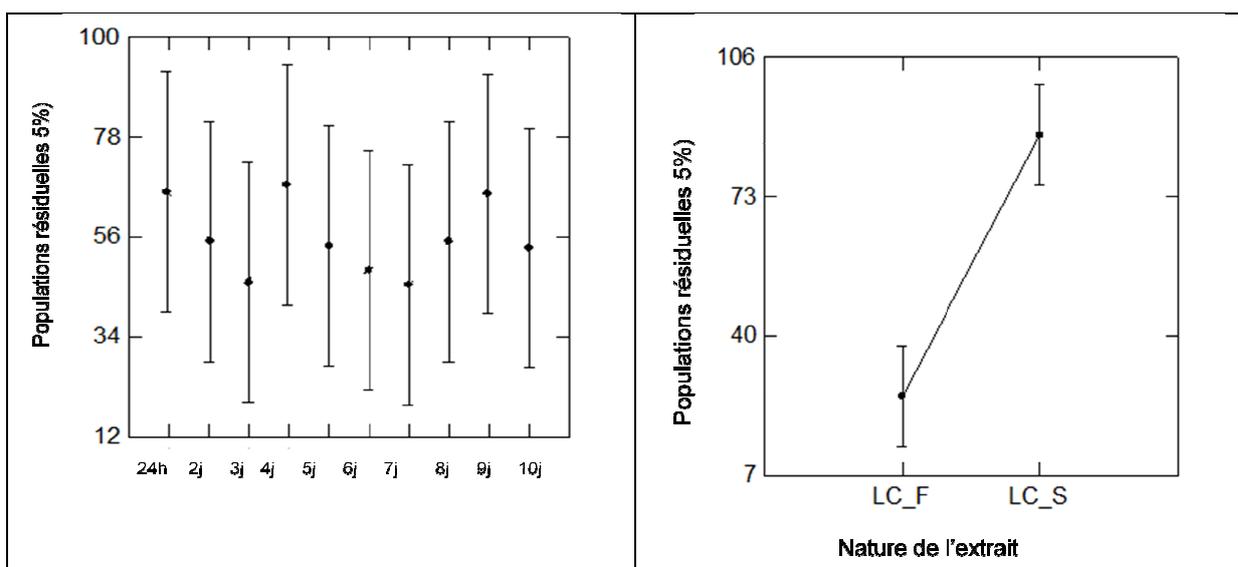


Figure 35 : Effet du temps d'exposition et de la nature du phytoextrait de *L. camara* sur les populations aphidiennes résiduelles en verger d'agrumes.

Tableau 7 : Résultats de l'analyse comparée (modèle GLM) de l'effet temporel des deux phytoextraits de *L. camara* sur les aphides en verger.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Extrait	19158.050	1	19158.050	13.736	0.005
Temps	1094.050	9	121.561	0.087	0.999
Erreur	12552.450	9	1394.717		

4.2. Discussions

Pour interpréter les causes des variations d'effectifs d'une population, il est nécessaire de comprendre les processus qui les influencent. Il y a d'abord les processus de recrutement (natalité et immigration), qui augmentent les effectifs, et les processus de disparition (mortalité et émigration), qui les diminuent ; le tout conditionné par la quantité de nourriture disponible (FAURIE et *al*, 1998)

Tous les êtres vivants sont interdépendants. Chacun occupe une niche écologique propre à l'espèce mais qui peut varier en cours de cycle. Les chaînes alimentaires sont les relations les plus importantes entre les êtres vivants. Dans un milieu équilibré, toute pullulation d'un ravageur est régulée par plusieurs auxiliaires. Cet équilibre est permis par la diversité biologique, appelé biodiversité (RONZON, 2006). C'est la connaissance du rôle fonctionnel de la biodiversité qui permet de mieux gérer les agrosystèmes (SARTHOU, 2006).

Dans ce travail, nous avons essayé de comprendre dans un premier temps comment évoluent le complexe aphides aphidiphages et leur entomofaune circulante associée au sein d'un verger d'oranger voué à un délaissement sans aucun type de régie défini. Dans un deuxième temps, nous avons testé si l'application d'un extrait aqueux d'une plante ornementale aromatique *Lantana camara* avait un impact biocide sur les colonies aphidiennes installées sur les jeunes pousses. Ces trois objectifs sont discutés ci après.

4.2.1. Evolution des populations aphidiennes avec leurs aphidiphages dans le type de verger d'oranger étudié

Durant notre période d'étude de avril à juin 2012, les fluctuations des abondances des pucerons se sont caractérisées par un retard d'apparition des individus qui s'est étalé jusqu'à la deuxième semaine de mai où les moyennes n'ont pas dépassé pas les 100 individus, une abondance maximale de 500 individus ayant été enregistrée au mois de juin. Ce retard d'apparition de pucerons a probablement influé sur les moyennes d'abondance et la diversité de différentes catégories d'auxiliaires aphidiphages qui sont restées faibles. Ainsi, pour les larves de coccinelles de l'espèce *Scymnus interruptus*, les abondances moyennes n'ont pas dépassé 1 individu, et larves de cécidomyies de l'espèce *Aphidoletes aphidimyza* n'a pas dépassé les 3,5 individus en moyenne.

Selon SAHRAOUI et GOUREAU (1998), Le plus souvent *Scymnus interruptus* cohabite avec d'autres *Scymnus* dont elles sont biologiquement très proche. Nous citons *Scymnus (pullus) subvillosus*, *Scymnus rufipes*, *Scymnus pallipediformis* , *Scymnus apetzi*, *Scymnus bivulnerus*. D'autres coccinelles de grandes tailles partagent également la même nourriture que *Scymnu. Interruptus* sur agrumes. En Mitidja l'activité intense de cette espèces se manifeste à partir du mois de juin qui

correspond à la face de déclin des populations aphidiennes. En général, les *scymnini* développent deux générations annuelles au mois de juin, juillet et Aout.

La région de Soumâa, est une région subhumide à hiver doux de la Mitidja centrale, ce qui en faveur du maintien de générations continues de populations parthénogénétiques des aphides. Pendant l'année d'étude en 2012, nous avons pu noter une température moyenne très basse et des précipitations très importantes durant la saison hivernale, précédées par des températures moyennes très élevées pendant la saison automnale et estivale et une période de février à avril qui s'est caractérisée par ailleurs par des températures très basses qui ont du influencer les activités biologiques de la plante et des aphides. Ces variations climatiques agissent sur le développement phénologique de la plante ainsi que sur la biologie des pucerons. En effet, les populations d'insectes ravageurs sont fortement influencées par les conditions de culture de leurs plantes hôtes ainsi que la température et l'humidité relative qui ont un impact direct sur leur développement et leur survie (DADJOZ, 1971 et 1985 ; SCHVESTER, 1956).

Les précipitations interviennent par leur durée, intensité et le moment où elles se produisent, en empêchant ou non le vol ou agit directement sur les aptères en délogeant des feuilles sur lesquelles ils se trouvent.

La température influe sur la durée de développement, la fécondité, la longévité des pucerons et la détermination de l'envol des ailés, elle est optimal à 24°C. L'élévation de la température joue également sur les cortèges de parasites et prédateurs des insectes ravageurs (MATTSON et HAACK, 1987). Leurs optimums thermiques peuvent être différents, le réchauffement climatique serait parfois favorable aux insectes ravageurs et parfois favorable à ses ennemis naturels.

L'autorégulation des populations des aphides par des mécanismes intraspécifiques soit par la formation d'ailés, sous l'action de l'effet de groupe, soit par une diminution de la qualité nutritionnelle de la sève entrainerait selon ROBERT, (1982) une régression naturelle des populations du fait d'une production globale plus intensive de nouvelles larves et la modulation de la fécondité des adultes. Sur les agrumes, au moment de la période des poussées, deux espèces de pucerons cohabitent généralement. Hermoso de Mendoza et Moreno ont constaté que *Aphis spireacola*, domine généralement *Aphis gossypii*. L'effet compétitif entre les deux espèces peut conduire à la production d'insectes de plus petite taille et de moindre fécondité par suite d'une limitation des ressources (DEGUINE et LECLANT, 1997). Par ailleurs, 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 (FRANTZ, 2006).

Au sein des interactions environnementales entre les plantes et les insectes phytophages, il est bien connu que les prédateurs et les parasitoïdes réagissent aux sémiochimiques émis par les plantes attaquées mais aussi à ceux libérés par les ravageurs (SYMONDSON et *al.*, 2002).

Les auxiliaires sont également attirés par des kairomones de faible volatilité (rejets métaboliques ou sécrétions glandulaires) et déposées par leurs proies/hôtes sur le végétal, (SHONOUDA et *al.*, 1998). Ainsi, le miellat excrété par les aphides sur les feuilles de la plante hôte riche en sucres et en acides aminés, constitue une source de nourriture pour de nombreux auxiliaires mais agit également comme une kairomone volatile et de contact. D'une part, les composés volatils issus du miellat guident les auxiliaires vers une source de nourriture, de proies ou d'hôtes mais stimulent aussi certains comportements de recherche, de localisation et d'attaque de proies/hôtes, mais aussi d'oviposition (LEROY et *al.*, 2009). La perception du miellat a été démontrée pour les larves de *Coccinella septempunctata* (CARTER et DIXON, 1984), et les adultes, en présence de miellat, déposent beaucoup plus d'œufs (EVANS et DIXON, 1986). De nombreuses recherches ont porté sur l'impact de coccinelles (*Coleoptera* : *Coccinellidae*) sur les pucerons (IPERTI 1978 et 1986 ; DIXON et *al.* 1997 et SAHARAOUÏ et HEMPTINNE, 2009, BEN HALIMA KAMEL et *al.*, 2011). Selon CHIA CHU et SHUI CHEN (1971) la voracité des coccinelles diffère en fonction des espèces de ces dernières et de celles des cibles. Les cécidomyiides, les larves de syrphides (*Diptera* : *Syrphidae*), et des Neuroptères de la famille des *Chrysopidae* sont extrêmement voraces et constituent d'excellents aphidiphages (LYON, 1979 ; VINCENT et CODERRE, 1992, PAULLIANE, 1999). Selon ROBERT, (1982), l'efficacité de ces auxiliaires est variable d'une saison à l'autre, d'une année et d'une région à l'autre et selon l'abondance des populations qui est elle-même en relation avec le niveau des ressources trophiques (HEMPTINNE et *al.*, 1990). En outre, la régulation des populations de ravageurs est d'autant plus efficace que l'intervention des prédateurs intervient précocement dans la chronologie de la pullulation des phytophages (DOUTT et DE BACH, 1964).

Nos observations nous ont permis de remarquer un très faible pourcentage de parasitisme au sein de la canopée. Les variations d'abondance d'un parasitoïde au cours du temps sont le plus souvent liées à ses propres particularités physiologiques telles que la fécondité, le développement et la longévité influencés par les facteurs de l'environnement (GAUTHIER 1986 ; BOURGEOIS, 2009).

Le seul parasitoïde aphidiphage présent dans le verger étudié est le *Braconidae Lysiphlebus testaceipes*. Les momies ont été constatées le plus souvent sur des plantes spontanées de la strate herbacée au sein du verger plutôt que sur les jeunes pousses infestées de la canopée. Différents auteurs (GARCIA MARI, comm.pers.) affirment que le puceron *Aphis spireacola* est une proie de faible qualité nutritionnelle pour *L. testaceipes* par rapport à *A. gossypii* qui permet le développement et l'émergence de ce parasitoïde. La présence des populations du puceron vert est prépondérante sur les jeunes pousses du fait de leur enroulement, contrairement à *A. gossypii* dont les prélèvements de sève n'entraînent pas ce type d'enroulement des jeunes feuilles qui restent bien étalées.

4.2.2. Entomofaune circulante dans le type de verger étudié

Au sein du champ cultivé, les adventices des cultures sont considérées en règle générale comme nuisibles à celles-ci. Toutefois, dans la mesure où elles ne dépassent pas un certain seuil de concurrence, elles peuvent avoir des effets bénéfiques sur l'entomofaune prédatrice. La présence d'adventices crée un micro-climat favorable à la ponte et au développement larvaire des prédateurs polyphages, moins marqués pour les prédateurs et parasitoïdes spécifiques. Des Hétéroptères aphidiphages sont aussi observés en plus grand nombre dans les parcelles de cultures non désherbées. Il s'agit d'*Anthocoris nemorum* et (SMITH et al., 2007) d'*Orius insidiosus*. Les mécanismes régissant ces effets augmentatifs liés à la diversité végétale sont connus de manière incomplète. Il paraît évident que la succession de milieux variés permet aux entomophages une continuité de développement en assurant une meilleure coïncidence spatio-temporelle avec leur hôtes/proies. Ces habitats sont essentiels puisqu'ils déterminent en grande partie la spécificité alimentaire des aphidiphages. Par exemple, sur les sites d'alimentation, les Coccinelles prospectent des zones spatiales différentielles caractérisées par une stratification végétale verticale en fonction des espèces. Ce n'est qu'ensuite que le choix de l'espèce proie s'établit (IPERTI, 1978). Par ailleurs, la capacité de recherche de biotopes favorables ou de l'hôte-proie est, chez les entomophages, sous l'influence d'une succession de stimuli complexes visuels ou olfactifs, en provenance du végétal et/ou du phytophage (SHONOUDA et al, 1998).

Les déplacements sur de longues distances sont rares chez les aphidiphages. Néanmoins, certaines Coccinelles dont les milieux d'alimentation et d'hivernation diffèrent spatialement, effectuent des déplacements vers des sites d'estivo-hivernation situés pour la plupart hors culture. *Coccinella septempunctata*, par exemple choisit la lisière (HEMPTINE, 1989). Selon GAUTHIER, (1986) Les Syrphes effectuent aussi des déplacements sur plusieurs dizaines de kilomètres (LYON, 1973 et 1979). Ces déplacements peuvent avoir lieu en aller-retour entre le champ cultivé et sa lisière (écotone et culture), la lisière pouvant d'ailleurs être spontanée ou cultivée, ou bien en culture (champ cultivé) entre adventices et plantes cultivées par exemple. Un certain nombre de plantes constituant les haies, ou présent sur les talus, hébergent des Pucerons qui leur sont spécifiques non dangereux pour les

cultures avoisinantes. Par contre, ils retiennent tout un cortège d'aphidiphages plus ou moins polyphages qui ont la capacité de limiter par la suite les populations de pucerons de plantes cultivées. Outre leur alimentation zoophage habituelle, les entomophages trouvent aussi sur les végétaux spontanés une nourriture alternative nécessaire sous forme d'acides aminés et d'hydrates de carbone contenus dans le pollen, le nectar ou le miellat d'Homoptères (DESPRETS, 1986), éléments importants pour la maturation des oeufs de Syrphes ainsi que pour l'alimentation des Coccinelles au printemps.

La présence de stations relais s'avère essentielle pour compléter le cycle des aphidiphages ou leur apporter une nourriture complémentaire. C'est sous l'action de facteurs biotiques et comportementaux (cycle des hôtes-proie, comportement de recherche, spécificité...) ou abiotiques (températures, précipitations...) que ces aphidiphages vont ensuite effectuer des déplacements : cas de la Coccinelle *Adalia bipunctata* et des chrysopes ainsi que les carabiques, importants antagonistes de Pucerons (RODET, 1985,)

L'exploitation de milieux étendus par les Coccinelles et les Syrphes met l'accent sur l'importance de l'échelle régionale dans l'étude et l'utilisation de leur potentiel antagoniste. Leur effet sur les ravageurs de cultures ne pourra donc être apprécié qu'en fonction de la prise en compte de l'ensemble des paramètres régionaux. Certains aménagements peuvent alors être réalisés dans le verger pour favoriser l'activité des prédateurs et des parasitoïdes. Par exemple, l'utilisation de couvre-sols fleuris de *Bromus hordeaceus* (Poaceae) en vignobles limite la croissance des mauvaises herbes tout en attirant des prédateurs comme les coccinelles et constitue une source de nourriture pour les parasitoïdes adultes, (WARTTEN, 1988).

4.2.3. Evaluation de l'effet insecticide de l'extrait aqueux de *Lantana camara* sur les pucerons in situ

Les résultats des bioessais montrent que les traitements biologiques à base d'extraits aqueux des feuilles de *Lantana camara*, ont montré un effet toxique au bout du 3ème jour sur le groupe traité. Les applications réalisées ont enregistré un effet choc signalé à travers le taux d'abondance des populations résiduelles de pucerons à partir des premières 24 heures. Cette toxicité s'est étendue pendant une durée de 10 jours pour l'extrait aqueux à base des feuilles fraîches et de 4 jours pour l'extrait aqueux à base des feuilles sèches. La reprise des populations résiduelles a été très modérée après un effet répressif de plus d'une semaine sous l'effet de l'extrait aqueux des feuilles frais comparé à l'extrait aqueux des feuilles sèches. La méthode d'extraction pourrait agir sur la qualité et la quantité de molécules libérées dans la composition de l'extrait aqueux. L'effet toxique des deux extraits aqueux testés serait dû à la nature et la teneur des principes actifs présents au moment de l'extraction. Pour rappel, les feuilles fraîches ont été récoltées et infusées pour la préparation de la solution de traitement qui a été pulvérisée le jour même sur la canopée.

L'effet répressif des extraits aqueux de *Lantana Camara* sur les populations aphidiennes en plein champ, a été mis en évidence dans différentes recherches et signalé par différents auteurs en algérie ayant testé les phytopréparations de cette plante sur les insectes notamment (KHALADI, 2011 sur *Tuta absoluta* [Lepidoptera, Gelechiidae]; GHEZALI, 2011 sur les chenilles de la processionnaire du pin *Thaumetopea pytiocampa* [Lepidoptera, Thaumetopeidae], BENAIMECHE, 2011 sur *Tribolium* sp [Coleoptera, Tenebrionidar ravageur des denrées stockées]. L'effet anti appétant de l'extrait pur et des c-glycosyls flavones de *L. camara* a provoqué augmentation importante de la mortalité corrigée chez les chenilles à partir du 2^{ème} jour après application du traitement biologique.

D'après la bibliographie, *Lantana Camara*, est signalée comme étant très toxique sur les nématodes (BEGUM et al., 2000) Cette plante présente également des propriétés anti-appétantes sur les chenilles de pyrales et les larves de coleoptera (KULKARNI et al., 1997 ; MEHTA et al., 1995, MUGISHA et al., 2008);

Les extraits alcooliques de *Lantana camara* ont été surtout décrits pour leurs propriétés insecticides (SAXENA et al., 1992) et les extraits aqueux pour leurs activités antifongiques (SINGH et al., 1993). Cependant, certains composés antimicrobiens, comme des dérivés phénoliques, une flavone glucosylée et des triterpénoïdes possédant une fonction hydroxyle libre, ont aussi été isolés du *L. camara* (SUKUL et al., 1999, VERMA et al., 1997 a et 1997b) Les extraits alcooliques de *L. camara* ont produit des zones d'inhibition de *Dermatophilus congolensis* (agent de la dermatophilose chez les bovins) à 500 mg/ml, plus grandes que les extraits aqueux selon EMMANUEL et al., (2002) Ces résultats ont été expliqués par la différence de composition entre les deux extraits, l'alcool permettant une meilleure extraction de composés moins polaires comme des dérivés terpéniques, tels que ceux identifiés dans *L. camara* (VERMA et al., 1997 a). Les propriétés insecticides et répulsives de *Lantana camara* ont été évaluées contre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: *Curculionidae*) sur du maïs stocké en grain. Après 21 jours, la mortalité provoquée par *L. camara* est comprise entre 82,7 et 90,0%, les temps moyens d'exposition léthale, entraînant une mortalité de 50% (LT50), varient de cinq à six jours (7,5 et 10,0% m/m) (OGENDO et al., 2012)

La réduction du nombre d'individus de *Plutella xylostella*, *Brevicoryne brassicae* and *Hellula undalis* sur le chou était due aux propriétés antia appétantes des extraits qui ont entraîné une mortalité des insectes, (BAIDOO et ADAM., 2012).

La composition chimique de l'huile essentielle extraite des feuilles fraîches de *Lantana Camara* Linn, récoltées sur le campus d'Abomey-Calavi (Bénin) a été étudiée par chromatographie en phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse (CG et CG/SM). Quarante et un constituants, représentant 94,76 % de l'huile essentielle de *Lantana Camara*, ont été identifiés. Les composés majoritaires sont :

β - caryophyllène 18,5 %; sabinène 13,1 %; α -humulène 10 %; 1,8-cinéole 9 %; δ - guaiène 5,0 %. Cette huile, testée sur des microorganismes (bactéries et champignons) et les tiques (*Amblyoma variegatum*), s'est révélée très efficace.

BELHANI et BELKHOUMALI (2012), ont testé des huiles essentielles formulées à base de Thym et d'Origan sur différents Aphides des agrumes *Aphis gossypii* et *Aphis citricola* et le puceron du peuplier *Chaitophorus leucomelas*. Les molécules biologiques ont présenté un effet répressif sur l'abondance des populations des différents pucerons et leur toxicité s'est étendue pendant une durée de 24 heures à 4 jours.

Les effets des molécules bioactives peuvent varier en fonction des plantes, de la molécule, de la dose utilisée, de la fréquence et de l'opportunité du traitement. (KUMSCHNABEL et LACKNER, 1993). Les plantes contiennent naturellement dans leurs tissus des quantités importantes de molécules bioactives qui ne sont pas intrinsèquement biocides. Cependant, lorsqu'ils sont stressés libèrent une gamme de produits connus pour leurs propriétés biocides et/ou biostatiques. Les cellules végétales répondent en effet aux stimuli environnementaux en synthétisant les métabolites secondaires qui peuvent les protéger contre les agents de l'agression (CALTAGIRONE, 1981).

L'application des extraits aqueux de la plante d'*E. viscosa* prélevée de la région de Chréa a engendré un effet toxique précoce et une durée d'efficacité appréciable comparé aux extraits aqueux obtenus des plantes d'*E. viscosa* échantillonnées dans les régions de Soumâa et Bouismail (TCHAKER, 2011). La qualité phytochimique des extraits aqueux varie Donc de façon appréciable avec le milieu d'implantation des plantes.

Les pucerons des citrus en l'occurrence *A. spiraecola* engendrent une modification de la physiologie de la plante qui se caractérise par une crispation et un enroulement des feuilles tendres vers le bas. Ces crispations du feuillage confèrent un abri pour les colonies contre tout prédateur ou toute pulvérisation de molécules de traitement LECLANT (1982) et VINCENT et CODERRE (1992), ont signalé également l'importance de l'aspect physique dans la relation plante hôte-insectes en favorisant l'attaque. Ces auteurs estiment que l'épiderme agit comme un réflecteur solaire qui fait augmenter localement la température d'où une limitation de l'infiltration des molécules actives.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion et perspectives

Le monitoring réalisé durant une période de deux mois dans un verger expérimental d'agrumes à Soumâa a mis en évidence la présence de colonies d'*Aphis spiraecola* et *A. gossypii* sur les jeunes pousses des arbres d'orangers échantillonnés. L'absence de tout entretien cultural et de traitement phytosanitaire dans le verger a favorisé l'installation des colonies depuis le début de nos observations vers la fin avril. La contamination de la culture semble avoir été assurée par des individus ailés provenant des plantes hôtes secondaires présentes dans la strate herbacée du verger et dans l'environnement immédiat. Néanmoins, les colonies se sont multipliées faiblement jusqu'à la mi mai et les fluctuations se sont caractérisées par un déclin des populations au début de mai, probablement en relation avec des conditions climatiques défavorables en l'occurrence une chute inhabituelle des températures à cette période.

Les abondances moyennes des aphidiphages ont été très faibles durant toute la période de suivi quelque soit la catégorie. Les principaux prédateurs sont représentés par des *Coccinellidae Scymnini* et par le seul cécidomyidae *Aphidoletes aphydimyza* dont les populations ont été importantes sur la canopée et même sur certaines plantes adventices colonisées par d'autres espèces de pucerons.

L'aspect intéressant à notre sens dans ce travail est relatif à la mise en évidence d'une entomofaune circulante non négligeable par rapport à son rôle fonctionnel dans le verger, en raison de la présence de différentes strates de végétation composées de plantes susceptibles de maintenir certaines espèces d'auxiliaires dans le verger ainsi que nous l'avons mentionné dans le chapitre matériel et méthodes dans la description de la parcelle d'étude. Parmi les plus importants rencontrés durant notre période d'investigation de la fin avril à la fin de juin, il ya lieu de mentionner des espèces généralistes (*Chrysoperla carnea*, différents *Araneidae*) et d'autres espèces d'aphidiphages spécialistes comme *Scymnus interruptus*, *Epysyrphus balteatus*, *Orius sp* et Le genre *Lysiphlebus* comme parasitoïdes.

Nous pensons qu'il serait utile d'étudier beaucoup plus l'occurrence des ennemis naturels ou leurs assemblages fonctionnels associés afin d'entrevoir les possibilités de transfert et de passage de ces espèces des plantes herbacées vers les canopées. Dans ce cas, quelles seraient les plantes refuges à préserver ou à aménager dans les vergers pour maintenir cette entomofaune utile, notamment s'il s'agit de taxons ciblés comme les *Aphidoletes* ou les autres *Coccinellidae* aphidiphages ?

Par conséquent, il convient d'intégrer ces données comportementales concernant les auxiliaires, liées à la diversité végétale, locale et régionale, afin d'envisager des aménagements volontaristes permettant une meilleure gestion du potentiel antagoniste. Une analyse précise des relations plante-ravageur est importante à considérer pour appréhender l'impact des conditions de développement et de maintien de la culture (conditions d'irrigation, de fertilisation, taille, protection contre les agressions climatiques, ...) et leur impact, sur l'entomofaune parasitaire ou prédatrice.

Notre étude sur l'utilisation des plantes comme une alternative de lutte contre les pucerons d'agrumes nous a permis de remarquer que les principes actifs extraits des plantes peuvent constituer une source intéressante à exploiter pour diminuer l'utilisation massive des pesticides et établir une nouvelle méthode de lutte alternative ou sélective non polluante pour l'homme et la biosphère.

L'Algérie recèle un patrimoine végétal très riche beaucoup plus exploité dans le domaine ethnobotanique mais pas assez valorisé en tant qu'outil phytoinsecticide. Les résultats des bioessais réalisés avec les extraits à base de feuilles fraîches et à base de solution de poudre de *L. camara* ont mis en évidence un effet toxique de la plante in situ sur les colonies aphidiennes. Une étude dans des conditions semi naturelles complétée par des tests de traitements au laboratoire sont nécessaires pour confirmer cette toxicité et même envisager des expériences contre d'autres espèces de pucerons avec différentes natures d'extraits de la même plante.

REFERANCE BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- * **AGRELL, J., OLESZEK, W., STOCHMAL, A., OLSEN, M. & ANDERSON, P., 2003** - Herbivore-induced responses in alfalfa (*Medicago sativa*). *J. Chem. Ecol.* **29**: 303-320.
- * **AIT HOUSSA A., IDRISSE L., LEKCHIRI A. 2002** - Logiciel de fertilisation raisonnée des agrumes au Maroc. SASMA, Aïn Sebaa, Casablanca, Maroc.
- * **ALTIERI M. A. et NICHOLL C., 2004** - Biodiversity and pest management in agroecosystems, 2nd edition, Food Products Press, New York, 236p.
- * **ANONYME., 2002** - Les relations des insectes phytophages avec leurs plantes hôtes, *Antennae*, n° 1, vol. 9.
- * **ANONYME, 2007** - Index des produits phytosanitaires à usage agricole .Direction de la protection des végétaux et des contrôles techniques. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Ed. 2007, 251 p.
- * **ANONYME, 2010**- Les pucerons 2^{ème} pamicro guepes Parasitoïdes de Pucerons, ENTOMO REMEDIUM 2010, P1.
- * **ANONYME a, 2012** - Google earth, 2012
- * **ANONYME b, 2012** - Cecidomyie et Parasitoïdes Auxiliaires de Pucerons, Fitxatecnica, Département d'Agriculture, Ramadria, Pesca, Alimentacio I Medi Natural, P 01.
- * **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, 196*.
- * **AOUDIA, 2011**- Impact des traitement phytosanitaires sur les variations d'abondance et de diversité spatiotemporelle de la faune des ravageurs et de leurs auxiliaires sur quelque cultures, Thèse Magistère, Inst. Agro. Univ. Saad dehleb, Blida, Alger, 146 p.
- * **AUGER J., THIBOUT E., 2002**- *substances soufrées des Allium et des Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires. In* Regnault-Roger, C, Philogène, B J.R, Vincent C. Biopesticides d'origine végétale . Tec & Doc, Paris, p 77-96.
- * **BAIDOO P. K. & J. I. ADAM., 2012** - The Effects of Extracts of *Lantana camara* (L.) and *Azadirachta indica* (A. Juss) on the Population Dynamics of *Plutella xylostella*, *Brevicoryne brassicae* and *Hellula undalis* on Cabbage. Sustainable Agriculture Research; Vol. 1, No. 2; 229-234.

- ***BAILLAY R., AGUITAR J., FAIURE-AMIOT A., MIMOUDJ et PATRIEK G., 1980** – Guide pratique de la défense des cultures. Ed. le Carousel, A.C.T.A, 419 P.
- * **BALACHOWSKY A. et MESNIL L., 1936.** Les insectes nuisibles aux plantes cultivées”, Ed. Meryl, Paris, 1921 p.
- * **BALACHOWSKY A.S., 1966** – Entomologie appliquée à l’agriculture.Tome II. Les Lépidoptères. Ed. France Masson – Paris, 1397p.
- * **BALDWIN H A., RASSNICK S., RIVER J., KOOB G. F., BRITTON K.T., 1991** – C R F antagoniste reserves the anxiogenic response to etanol with drawal in the rat. *Psychopharmacology* 103 : 227- 232.
- * **BARBAGALLO S., INSERRA R., 1974.** L’afidofauna degli agrumi in Italia. L’Italia agricola, 111(3): 121-127.
- * **BARBAGALLO et INSERRA, 1975**-Osservazioni sulla dsitribuzione verticale di *Tylenchulus semipenetrans* Cobb in terreno vulcanio.*Nematol.medit.*,3 :43-47
- * **BEGON, M., HARPER, J.L., & TOWNSEND, C.R., 1996** - Ecology, individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications, London, UK.
- * **BEGUM, S., WAHAB, A., SIDDIQUI, B. S., & QAMAR, F., 2000)** - Nematicidal Constituents of the aerial parts of *Lantana camara*. *Journal of Natural Products*, 63, 765-767.
- ***BELHANI. M. et BELKHOUMALI. S.,2012**- Etude comparée de l’efficacité des huiles essentielles formulées à base de Thym et d’Origan sur différents Aphides, Thèse Ingénieur d’Etat en Agronomie, Faculté d’Agronomie, Université Saad Dahleb, Blida, Algérie, 67p.
- * **BENASSY C. et SORIA F., 1964** – *Observation s écologiques sur les cochenilles diaspines nuisibles aux agrumes en Tunisie.* Ann. I.N.R.A., Tunisie, pp. 193-222.
- * **BENACHOUR-KADA K ., 2008** – Evaluation des deux souches de *Bacillus thuringiensis* sur le puceron *Aphis* sp. Recueil des résumés 3eme journées nationales sur la protection des végétaux 7et 8 avril 2008. INRA El Harrach, Algérié.
- * **BENFEKIH L., 1989** - Etude de la bioécologie des pucerons *Aphis gossypii*, *Myzus persicae* et *Macrosiphum euphorbiae* et de leurs prédateurs sur cultures maraichères (Tomate et poivron) dans la région de Remchi (Tlemcen) ”, Thèse Ing. Agro., Inst. Agro.forest., Univ. Tlemcen, Algérie, 120p.
- ***BEN HALIMA K. M. et BEN HAMOUDA M. H., 2005**- A propos des pucerons des arbres fruitiers de tunisie. *Notes faunique de Gembloux* 85 : 11-16.

- * **BEN HALIMA KAMEL M., Rebhi R. et Ommezine A., 2011** - Habitats et proies de *Coccinella algerica* Kovar dans différentes régions côtières de la Tunisie *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* (2010) **63** (1), 35-45.
- * **BENSAIBI M., TADJER K., MEZAZIGH B., 2007** - 7ème Colloque National AFPS 2007 – Ecole Centrale Paris.
- * **BETAM A., 1998** - Contribution à l'étude des pucerons et leurs ennemis naturels dans la région de Bir- Touta (Batna) ”, Thèse .Ing. Agro. Univ. Batna. Algérie, 82p.
- * **BERENBAUM, M.R., 1986** - Target site insensitivity in insect-plant interactions. In: *Molecular Aspects of Insect-Plant Associations*, eds, L.B. Brattsten & S. Ahmad, Plenum Press, New York, pp. 257-272.
- * **BERNAYS, E. & GRAHAM, M., 1988** - On the evolution of host specificity in phytophagous insects. *Ecology* **69**: 886-892.
- * **BICHE M., 2012** – Guide pratique, les principaux ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Programme Régional de Gestion Intégrée des Ravageurs des cultures au Proche Orient, GTFS/REM/07/ITA, 36p.
- * **BOUCHER DH., S. JAMES ET K. KEELER, 1982** - The ecology of mutualism. *Annual Review of Ecology and Systematics* **13**: 315-347.
- * **BOUGHNOUN N., 1998**. Etude des pucerons et leurs ennemis naturels dans un verger d'oranger dans la région de Oued Aïsi (Tizi Ouzou) ”, Thèse. Ing. Agro. Univ. Tizi-Ouzou, 86p.
- * **BOURGEOIS Ph. D., 2009** – Les dynamiques des cultures et leurs bioagresseurs dans un context climat et en evolution, colloque en phytoprotection. C.R.D.H., Saint-Jean-sur-Richelieu, 5p.
- * **BRATTSTEN, L.B., 1992** - Metabolic defenses against plant allelochemicals. In: *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites*, eds, G. Rosenthal & M. Berenbaum, Academic Press, San Diego, Vol. 2. pp. 175-242.
- * **BRAWDEN F.C., 1950**- Plant viruses and virus diseases. *Chronic Botania*. Compagny. Waltman, MASS, USA. 335p.
- * **BROSSUT R., 1996**- Phéromones: La communication chimique chez les animaux CNRS Edition, Paris, 143p.
- * **CAPINERA, J. L., 2008**- Encyclopedia of Entomology, University of Florida 2nd Edition. Vol 4, 191-214, 4346p.
- * **CALATAYUD et VERCAMBRE, 1995**- Montpellier: CIRAD-CA, 96p. (Colloques :CIRAD). Journées du groupe de travail relations insectes-plantes. 5, 1995-10- 26 / 1995-10-27, (Montpellier, France).

- * **CALTAGIRONE L.E., 1981** – Landmark examples in classical biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 26 : 213-232.
- * **CARTER M. et DIXON A.F.G., 1984**- Honeydew: an arrestant stimulus for coccinellids. *Ecol. Entomol.*, 9, 383-387.
- * **CHAPOT H. et DELUCCHI V.L., 1964** - Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc”, Ed. I.N.R.A. Rebat, 339p.
- * **CHAPMAN R.F., 1998** – Nutrition In: *The Insects*, Cambridge University press, pp.69-93
- * **CHABOUSSOU F., 1975**. Les facteurs cultureux dans la résistance des agrumes vis-à-vis de leurs ravageurs. *St. Zool. Inst. Nat. Rech. Agro.*, Bordeaux, 39 p.
- * **CHABOUSSOU F., 1980**- *Les plantes malades des pesticides. Base nouvelle de prévention contre maladies et parasites*. Ed. DEBARD, Paris, 200p.
- * **CHAUBET B. 1992**- Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs : cas des aphidiphages. [Courrier de la Cellule environnement n°18](#), décembre 1992.
- * **CHIA-CHU T. et SHUI-CHEN C., 1971** - Biological control of citrus, vegetables and tobacco Aphides, Ed. Leclant, Publication n°10. INS: recherche agricole de Taiwan. Taipei, Taiwan, China, 109p.
- * **CONSTABEL C.P., 1999** - A survey of herbivore-inducible defensive proteins and phytochemicals. In: *Induced plant defense against pathogens and herbivores, biochemistry, ecology and agriculture*, eds, A.A. Agrawal, S. Tuzun, & E. Bent, the American Phytopathologist Society, St Paul, pp. 137-166.
- * **COSTAMAGNA AC. et LANDIS DA., 2007** - Quantifying predation on soybean aphid through direct field observations. *Biological Control*, 42: 16-24.
- * **CUSHMAN JH, ADDICOTT JF.,1991**-Conditional interactions in ant-herbivore mutualisms. In: Huxley CR, Cutler DF (eds) *Ant- plant interactions*. Oxford University Press, Oxford, pp 92±103.
- * **DADJOZ, 1971** – Précis decologies. Ed. Dunod, Paris, 343p.
- * **DADJOZ, 1985** - Précis decologies. Ed. Bordas, Paris, 505p.
- * **DAVIES T.G.E., FIELD L.M., USHERWOOD P.N.R. et WOLLIAMSON M.S., 2008** - DTT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. *IUBMB Life*, **59**(3), 151-162.
- * **DEBOUZIE, D. & THIOULOUSE, J., 1986** - Statistics to find spatial and temporal structures in population. Pest control operations and systems analysis in fruit fly management. *Ecol. Scien.* 11 (1): 1- 9.

- * **DEDRYVER C.A., 1982** – Qu'est ce qu'un puceron ? Les pucerons des cultures. Jour. D'étude d'inf. Paris, 2, 3 et 4 mars 1981, A.C.T.A., pp. 9 -20.
- * **DEGUINE J.P. et LECLANT F., 1997** – *Aphis gossyii* Glover (Hemiptera, Aphididae). *Les déprédateurs decotonnier en Afrique tropicale et dans le reste de monde*. Ed. Cent. Inter. rech. Agro. Dév. (C.I.R.A.D.), n°11, Paris, 112p.
- * **DELABIE J. H.C., 2001** - Les trophobioses entre Formicidae et Hemiptera Sternorrhyncha et Auchenorrhyncha. Mémoire d'Habilitation à Diriger des recherches.
- * **DELUCCHI V., 1991** - Visions en phytatrie. *Info-Zoo*, 5, 71-81.
- * **DICKSON, R. C., - 1959**. Aphid dispersal over southern California deserts. *Ann. ent. Soc. Am.* 52: 368-372.
- * **DJAZOULI Z E., DOUMINDJI-MITICHE B., ZAMOUM M. et NOWBAHARI E., 2008** – Les protéines totaux et les éléments minéraux des feuilles de différents groupes du peuplier expliquent – ils la dynamique des populations de *Chaitophorus leucomelas* koch 1854 (Homoptera, Aphididae) et *Phyllocnistis unipuctella* Stp (Lepidoptera, Phyllocnitiidae) Recueil des résumés 3eme journées nationales sur la protection des végétaux 7et 8 avril 2008. INRA El Harrach, Algérie.
- * **DOSTALKOVA I., KINDLMANN P. & DIXON A. F. G., 2002** - Are classical predator-prey models relevant to the real world? *Journal of Theoretical Biology*, **218**, 323-330.
- * **DOUTT R. L., et De Bach P., 1964** – Some biological control concepts and questions, p. 118-142 in : De Bach P., Schlinger E.I.(eds) *Biological Control of insect Pests and Weeds*. Chapman Hall, London, 844p.
- * **DUFFEY S.S., 1980** - Sequestration of plant natural products by insects. *Annu. Rev. Entomol.* **25**: 447-477.
- * **EMMANUEL- Ali. N., M. MOUDACHIROU., A.J. AKAKPO ., J. QUETIN-LECLERCq. 2002** - Activités antibactériennes in vitro de *Cassia alata*, *Lantana camara* et *Mitracarpus scaber* sur *Dermatophilus congolensis* isolé au Bénin. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 55 (3) : 183-187).
- * **ER-RAKI S., 2007** –Estimation des besoins en eau des cultures dans la region de Tensift Al Haouz : Modilisation, Expérimentation et Télédétection, Thèse Docteur, Université CADI AYYAD, faculté des sciences emlalia – Marrakech, PP 8-9.
- * **EVANS E.W. et DIXON F.G., 1986** - Cues for oviposition by ladybird beetles (Coccinellidae): response to aphids. *J. Anim. Ecol.*, 55, 1027-1034.
- * **FAURIE et al., 1998**. *Ecologie : approche scientifique et pratique*. Tec & doc-Lavoisier, Paris.
- * **FERRON, P., 1978** - Biological control of insect pests by entomogenous fungi. *Annu. Rev. Entomol.* 23:409-442.

- * **FERRON P., 1999** - Protection intégrée des cultures : évolution du concept et de son application. Cahiers Agricultures, 8, 389-396.
- * **FLEMING et VOLNEY, 1995**
- * **FRANTZ A., 2006** - Spécialisation écologique du puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum*: différenciation génétique et phénotypique entre races d'hôte. Thèse PHD, UMR-INRA, Université de Rennes, 182 p.
- * **FRAVEL A. , 2006**- Les puceron 2^{ème} partie, Insectes 27- 32 n° 142- 2006 (3), 6p.
- * **FRAZER B.D., 1988** - Coccinellidae, aphid, their biology naturel enemies and control. Ed .A.K. Minks and Pharrewijn, Elsevie, New York, Tokyo, 364p.
- * **FRONTIER S. ed., 1983** – Strategies d'échantillonnage en écologie. Masson (Paris) et P U L (Québec). 494p.
- * **GAUTIER M., 1987**- La culture fruitière. Vol. 1: L'arbre fruitier. Ed. Technique et documentation, Paris, 492 p.
- * **GHEZALI S., 2011**- Evaluation de l'effet biocide des métabolites secondaires de l'extrait aqueux de *Lantana Camara* (Verbenacée) sur les chenilles de *Taummetopoea pityocampa*, Thèse Mastere II en Agronomie, Faculté d'Agronomie, Université Saad Dahleb, Blida, 74p.
- * **GIROUX S., CÔTÉ J.C., VINCENT C., MARTEI P. et CODERRE D., 1994**- bacteriological insecticide m-one effects on the mortality and the predation efficiency of adult spotted lady beetle *coleomegilla maculata* (coleoptera: coccinellidae). *j. econ. entomol.* 87, pp: 39-43.
- * **GODFRAY H.C.J., 1994** - Parasitoids: Behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press, Princeton.
- * **GOMEZ, P., CUBILLO D., MORA, GA., HILJE, L., 1997.** Evaluacion de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*. II. Extractos vegetales. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29, p. 17–25.
- * **HAMMER O., HARPER D.A.T. et RYAN P.D., 2001**- PAST vers1.34. Palaeontological Statistic software package for education and data analysis. <http://folk.uio.no/ohammer/past>, Palaeontologica Electronica 4(1): 9 pp.
- * **HAN B.Y. & CHEN Z.M., 2002** - Composition of the volatiles from intact and tea aphid-damaged tea shoots and their allurement to several natural enemies of the tea aphid. *J. Appl. Entomol.*, 126, 497-500.
- * **HARTMANN T., 1996** - Diversity and variability of plant secondary metabolism: a mechanistic view. *Entomol. Exp. Appl.* 80: 177-188.
- * **HEMPTINNE J.L., 1989** - Ecophysiologie d'*Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera Coccinellidae). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 156 p.

- * **HEMPTINNE J.-L., DIXON A. F. C. MACKENZIE A., 1990-** Adaptation du cycle biologique des prédateurs aphidiphages aux fluctuations démographiques de leurs proies. Colloque de l'I.N.R.A. 52: 101 -104.
- * **HOFFMAN E.T.A., 1974.** Contes fantastiques complets” in-8 broché - vol.3. Ed. Flammarion - Coll. L'Age d'Or, 1050p.
- ***HULLE M., TURPEAU E., et LECLANT F., 1998 -**”Les pucerons des arbres fruitiers, cycle Biologique et activités de vol”, Ed. ACTA, Paris, 80p.
- * **IPERTI G., 1978 –** Comportement alimentaire des coccinelles entomophages. *Ann. Zool. Anim.* 10 (3), pp. 405 -406.
- * **IPERTIE G., 1986 –** Les coccinelles de France. *Phytoma, Déf. des cult. n° 377*, 14 - 22.
- * **JACOBSON, M., 1989-** Botanical pesticides, past present and future *In* Arnason JT. *et al.* (Ed.). *Insecticides of plant origin.* Washington, D.C. : American Chemical Society Symposium, series 387, p. 1-10.
- * **JANZEN D.H., 1980 -** When it is coevolution ? *Evolution* **34**: 611-612.
- * **JOLIVET P., 1992 –** Insectes and plants: Parallel evolution and adaptations. *Flora & Fauna hand books.* Sanhill crane press. Gainesville, Florida. 190 p.
- ***JOURDHEUIL, 1986 –** La lutte biologique à l'aide d'arthropodes entomophage. Bilan des activités des services Français de recherche et de développement. *Cah. Liaison O P I E*, 20, 2, 3- 48.
- * **KARBAN R. & BALDWIN I.T., 1997 -** Induced responses to herbivory, ed, J.N.Thompson, Univ. Chicago Press, Chicago, 319 pp.
- * **KHALADI O., 2011 -** Essai de lutte par l'utilisation de *Lantana camara* contre quelques ravageurs des cultures. Thèse Magistère, Inst. Agro. Univ. Saad dehleb, Blida, Alger, P93.
- ***KRANZ, J.; SCHMUTTERER, H.; KOCH, W., 1977-** *Diseases, pests and weeds in tropical crops*, pp. 342-343. Paul Parey, Berlin, Allemagne.
- * **KUMSCHNABEL G. et LACKNER R., 1993 –** Imdash ; Streress pones in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* alevins. *Comp. Physiol.*, 104 A: 777-784.
- * **KULKARNI, N., JOSHI, K. C., & GUBTA, B. N., 1997 -** Antifeedant property of *Lantana camara* var *aculeata* and *Aloe vera* leaves against the teak skeletonizer *Eutectona machaeralis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). *Entomology*, 22(1), 61-65.
- * **LAAMARI M. 2004-** Etude éco biologique des pucerons des cultures dans quelques localités de l'est algérien. These doctorat. Inst. Nat. Agro. El Harrach, 203p.
- ***LAREW, HG., LOCKE, JC. , 1990.** Repellency and toxicity of horticultural oil against whitefly on *Chrysanthemum*. *HortScience* **25** (11), p. 1406–1407.

- * **LECLANT F., et MILAIRE H.G., 1975** – la lutte intégrée en vergers de pécher dans le Sud-Est de France. *Ed. Orga. Inter. Lutte. Biol. (OILB)* : pp 181-189.
- * **LECLANT F., 1976** - Peut-on aménager la lutte cintre les pucerons des agrumes ?, Ed. Insti. Rech. Montpellier, 10p.
- * **LECLANT F., 1978** - Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification l,grande culture. Ed. Association coor. Tech. Agri ; (A.C.T.A), paris, 63p.
- * **LECLANTF., 1982** – Les effets nuisibles des pucerons sur cultures. Jour. D'info. Et d'etud. Sur les cultures, le 2, 3, 4, mars. Ed. ACTA, Paris, pp 37-56.
- * **LECLANT F, 1996** – Dégâts et identification des pucerons. *Rev.. P.H.M. Horticole* N° 369. PP 19-23.
- * **LEROY P., CAPELLA Q., HAUBRUGE É., 2009-** L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes-hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2009 13(2), 325-334).
- * **LOUDA S. & MOLE S., 1991-** Glucosinolates: Chemistry and ecology. In: *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites*, eds, G. Rosenthal & M. Berenbaum, Academic Press, San Diego, Vol. 1. pp. 123-164.
- * **LOUSSERT R., 1987** – Les agrumes, l'arboriculture. *Ed. Lavoisier. Vol. 1. Paris, 113p.*
- * **LUCAS E., 1993** – évaluation de l'efficacité de prédation des coccinelles, *Coccinella septempunctata* L. et *Harmonia axyridis* Pallas en tant qu'auxiliaires de lutte biologique en vergers de pommiers. Mémoire comme exigence partielle de la maitrise en biologie, univ. Qubec à montréal.94 p.
- * **LYON, 1973** Déplacements et migrations chez les *Syrphidae*. - *Ann. Epiphyt.*, 18, 117-118.
- * **LYON J.P., 1979** – lâchers expérimentaux de chrysope, d'hyménoptères parasites sur pucerons en serres d'aubergines. *Ann.Zoll.Ecol.Anim.* Vol.11 (1) : 51-65.
- * **MAGALI, C., (2009).** Lutte intégrée en serres florales et en verger de pomme. Revue éditée dans le cadre du Programme National Agriculture et développement durable.
- * **MATTIACCI L., AMBÜHL ROCCA B., SCASCIGHINI N., D'ALESSANDRO M. & DORN, S., 2001a** - Systemically-induced plant volatiles emitted at the time of danger. *J. Chem. Ecol.* 27: 2233-2252.
- * **MATTSON W.J. et SCRIBER J.M., 1987** – *Nutritiona l ecology of insect folivores of woody plants.* In: *Slansky F Jr, Rodriguez JG (eds). Nutritional ecology of insects, mites spiders, and related invertebrates.* Wiley, New-York, pp. 105-146.

- * **MATTSON W. J. et HAACK R.A., 1987** – The rôle of drought stress in provoking outbreaks of phytophagous insects – In : Barbosa, P. and Schultz, J.K. (eds), Insect outbreaks. Academic. Press, San Diego, pp. 365-407.
- * **MATTSON W. J. et HAACK R.A., 1987** – The rôle of drought in outbreaks of plant-eating insects. *Bio Science*, 37, 2, pp. 110-118.
- * **MEHTA, P. K., VAIDA, D. N., & KASHYAP, N. P., 1995** - Antifeedant properties of some plant extracts against brinjalhadda beetle *Henosepilachna vigintioctopunctata*. *Journal of Entomological Research*, 19(2), 147-150.)
- * **MOHAMMEDI A. 1986-** inventaire de la faune entomologique et l'étude de la dynamique de population d'aphis citricola Van der Goot, 1912 (Homoptéra, Aphididae) dans un verger d'agrume du domaine ELDjemhouria, en Mitidja. These Ing. Inst. nati. Agro. El – Harrach, 58p.
- * **MONTGOMERY M.E., 1983** - *Biomass and nitrogen budgets during larval development of Lymantria dispar and Choristoneura fumiferana : allometric relationships*. In : *CANUSA workshop on forest defoliator-hostinteractions : a comparison between gypsy moth and spruce budworm*, Ed. USDA Forest Service, New Haven, USA, pp.133-140.2A, p. 321-340.
- * **MOSTEFAOUI H., 2009** – Effet de la qualité de la plante hôte sur l'allocation des réserves énergétiques des pucerons dans un verger d'agrume en Mitidja centrale”, Thèse Magistère, Inst. Agro. Univ. Saad deheleb, Blida, Alger, 207p.
- * **M. MUGISHA-KAMATENESI, A. L. DENG, J.O.OGENDO, E. O.OMOLO, M. J.MIHALE, M. OTIM, J. P. BUYUNGOAND P. K. BETT 2008** - Indigenous knowledge of field insect pests and their management around lake Victoria basin in Uganda *African Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 2 (8). pp. 342-348.
- * **NIBER, B A., 1994.** The ability of powders and slurries from ten plant species to protect stored grain from attack by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera :Bostrychidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *J. StoredProd. Res.* 30: 297-301.
- * **NIEHOFF B. et POEHLING H.M., 1995** – population dynamiques of aphids and syrphid larvae in winter wheat treated with different rates of pirimicarb. *Agric. Ecosyst. Environ.* 52: pp 51-55
- * **OEPP/EPPO, 1990** – Exigences spécifiques de quarantaine. *Document technique de l'OEPP* n° 1008.

- * **OGENDO J. O., S. R. BELMAIN, A. L. DENG., D. J. WALKER., 2003** - Comparison of toxic and repellent effects of *Lantana camara* L. with *Tephrosia vogelii* Hook and a synthetic pesticide against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize grain. *Insect Sci. Applic.* Vol. 23, No. 2, pp. 127–135.
- * **ONILLON J.C., 1988**- lutte biologique et intégrée dans les vergers de citrus en zone méditerranéenne. *ENTOMOPHAGA* 33 (4), 1988, 481-494
- * **OLLIVIER, MORGANE, 2010**- Evolution comparée des génomes d'insectes: évolution des familles multigéniques et adaptation chez les pucerons Thèse Doctorat, INRA Rennes
- * **ORTH D.J., 2006** - Ecological considerations in the development and application of instream flow-habitat models. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.*, 1: 171–181. doi: 10.1002/rrr.3450010207.
- * **PAULLIANE M., 1999** - Lutte biologique contre les ravageurs. Les chrysopes, auxiliaires contre des insectes divers, *Phytoma – Défense de cultures*, (522): 41-46.
- * **PBI, 2006 – Protection Biologique Intégrée (PBI) en culture ornementales** Projet réalisé avec le soutien du FEDER dans le cadre du programme Intégré III, les ennemis des pucerons, Fiche technique BIOBEST ([http://www ;biobest ;be](http://www.biobest.be)).
- * **PICMAN J., PICMAN A.K. et TOWERS G.H.N., 1982**- *Effects of the sesquiterpene lactone, helenin, on feeding rates and survival of the tundra red back vole Clethrionomys rutilus*, *Biochem.Syst.Ecol.*, 10 (3) : 269-273.
- * **PIOTTE C., TOURNIAIRE R., BRUN J., GAMBIER J., et FERRAN A., 1999** – La coccinelle *Harmonia axyridis* sédentaire. Une alliée plus efficace dans la lutte biologique contre les pucerons. *Phytoma – Défense des cultures*, (516) : pp 45-48.
- * **PRALORON, J.C., 1971**- Les agrumes. Ed. Maisonneuve et Larose, France, 565p.
- * **REBOUR H., 1966**. "Les agrumes", Manuel de culture des *citrus* pour le bassin méditerranéen, Ed. J.B. Baillier et Fils, Paris, 278p.
- * **REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B.J.R. et FABRES G., 2005**. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec et Doc. Paris, 1013 p.
- * **RIBA, G. et SILVY, C., 1989**. *Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives*. Vol. I. INRA, Paris. 230p.

- * **RISCH S.J. 1981**- Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: an experimental test of two hypotheses. *Ecology* 62: 1325-1340.
- * **ROBERT Y., 1982** - Fluctuations et dynamique des populations de puceron. Les pucerons des cultures, journées d'étude et d'information, Paris 2,3 et 4 Mars 1981, Acta. 76p.
- * **ROCHAT J., 1995** – *Dynamique des populations des pucerons des agrumes à la Réunion*. Rapport d'Activité, Service National au titre de l'Aide Technique, INRA-CIRAD, 364pp.
- * **ROGER C., VINCENT C. et CODERRE D., 1995** - mortality and predation efficiency of *coleomegilla maculata lengi* timberlake (coccinellidae) following application of neem extracts (*azadirachta indica* a. juss., meliaceae). *j. appl. entomol.* 119, pp: 439-443.
- * **RONZON B., 2006** - Biodiversité et lutte biologique : Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Extrait d'un mémoire de fin d'études sur les bandes fleuries, qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires, ENITA de Clermont Ferrand, 25p.
- * **ROTH M., 1972** - Les pièges à eau colorés utilisés comme pot de Barber. Extrait de la revue Zoologie agricole et de pathologie végétale. pp : 1- 6.
- * **ROOT R.B. 1973**- Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95-124.
- * **SAXENA R.C., DIXIT O.P., HARSTAN V., 1992** - Insecticidal action of *Lantana camara* against *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *J. stored Prod. Res.*, 28: 279-281
- * **SAHRAOUI L., 1998** - Les Coccinelles d'Algérie Inventaire préliminaire et régime alimentaire", *Bul. Soc. Ent. France.*, 103 (3), 213–224.
- * SAHRAOUI L. et GOUREAU M.J., 1998 - Etude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidophages d'Algérie (*Coleoptera, Coccinellidae*). *Bul. Soc. Ent. France.*, P 18.
- * **SAHARA OUI L. et HEMPTINNE J.L. , 2009** - Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouïba (Mitidja orientale) Algérie *Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.)*, 2009, 45 (2) : 245-259.

- * **SAIGHI S., 1998** - "Biosystematique des aphides et leurs ennemis naturels dans deux stations d'étude", Le jardin du Hamma et le parc de l'I.N.A d'El Harrach", Th. Mag. Agro. Inst. Nat. Agro. El Harrach, Alger, 321p.
- * **SARTHOU J.P., 2006** - Dossier : la biodiversité dans tous ses états. Alter Agri n°76, p 4-14. Dans la discussion
- * **SCHNEIDER F., 1969** – Bionomics and physiology of aphidophagous syrphidae. Ann. Rev. Entomol. 14: pp 103-124. SMIRNOVA, 1965
- * **SCHULTZ J.C., 2002** - How plants fight dirty. *Nature* 416: 267.
- * **SDA, 2008** – les statistiques : campagne agricole 2008, direction des services agricoles – wilaya de Blida.
- * **SEKKAT A., 2007**. Les pucerons des agrumes au Maroc. Article: Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement, ENA, Maroc, 26p.
- * **SFORZA, R., 2009**-Utilisation d'organismes phytophages. In Pintureau, B. (éd.), La lutte biologique : Application aux arthropodes ravageurs et aux adventices (Chapitre VII, p. 125-145). Paris, Ellipses Éditions.
- * **SHONOUDA M.L., BOMBOSCH S., SHALABY A.M. et OSMAN S.I., 1998**- Biological and chemical characterization of a kairomone excreted by the bean aphids *Aphis fabae* Scop., and its effect on the predator *Metasyrphus corollae* Fabr. I. Isolation, identification and bioassay of aphid-kairomone. *J. Appl. Entomol.*, **122**, 15- 23.
- * **SILVY, C. et RIBA, G., 1999**. Biopesticides contre maladies, insectes, mauvaises herbes. Les dossiers de l'Environnement, INRA 19, 157-200.
- * **SINGH H.N.P., PRASAD M.M., SURHA K.K., 1993** - Efficacy of leaf extract of some medicinal plants against disease development in bananas. *Lett. appl. Microbiol.*, 17: 269-271.
- * **SMITH C.M. et BOYKO E. V., 2007** – The molecular bases of plant resistance and defense responses to aphid feeding: current status. *Entomol. Exp. Appl.* 122: 1-16.
- * **STRONG D.R., LAWTON J.H. & SOUTHWOOD T.R.E., 1984** - Insects on plants. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- * **SCHVESTER D., 1956** – Analyse des facteurs de fluctuation des populations chez *Rugulosco tusrugulosus*. Reunion annuelle des zoologistes, CNRA. Versailles, multiger.
- * **SHONOUDA M.L., BOMBOSCH S., SHALABY A.M. et OSMAN S.I., 1998**- Biological and chemical characterization of Kairomone excreted by the bean *Aphids fabae* Scop., and its effect on the predator *Metasyrphus corolla* Fabar. I. Isolation, identification and bioassay of aphid-Kairomone. *J. Appl. Entmol.*, 122, 15-23.

- * **SUKUL S., CHAUDHURI S., 1999** - Study of phenol compounds from the leaves of *Lantana camara*. *J. Phytol. Res.*, 12: 119-121.
- * **SYMES C.B., 1924** – Notes on the black citrus aphid. *Rhodesia Agricultural Journal* : 21, 612-626, 725-737.
- * **SYMONDSON W.O.C SUNDERLAND K.D. & GREENSTONE M.H., 2002** – Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu. Rev. Entomol.*, 47, 561-594.
- * **TAGU D., RAHBÉ Y.**, Fiche Apisum. EFOR, réseau d'études fonctionnelles chez les organismes modèles, INRA Rennes.
- * **TALLAMY D.W., 1986** - Behavioral adaptations in insects to plant allelochemicals. In: *Molecular Aspects of Insect-Plant Associations*, eds, L.B. Brattsten & S. Ahmad. Plenum Press, New York, pp. 273-300.
- * **TAYLOR C.E., 1958** – The black citrus aphid. *Rhodesia Agricultural Journal*: 55, 192-194.
- * **TCHAKER F.Z., 2011**- Évaluation des effets des extraits aqueux d'*inula viscosa* en combinaison avec un bio-adjuvant sur la qualité phytochimique, la densité des sexupares de *CHAITOPHORUS LEUCOMELAS (HOMOPTERA: APHIDIDAE)* et sur la reprise biocénologique. Thèse Mag. Sci. Agro., Univ., Blida, 240p.
- * **THAKORE Y., 2006** - The biopesticide market for global agricultural use. *Industrial Biotechnology*. 2(3):294-208.
- * **THIBOUT E. & AUGER J., 1996** - Behavioural events and host constituents involved in oviposition in the leek moth *Acrolepiopsis assectella*. *Entomol. Exp. Appl.* 80:101-104.
- * **TUMLINSON J.H., PARE P.W. & LEWIS W.J., 1999** - Plant production of volatile semiochemicals in response to insect-derived elicitors. In: *Insect-plant interactions and induced plant defence*, eds, D.J. Chadwick & J. Goode, Wiley, Chichester (Novartis Foundation symposium 223), pp. 95-105.
- * **TURLINGS T.C.J., TUMLINSON J.H. & LEWIS W.J., 1990** - Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science* 250: 1251-1253.
- * **VAN DER MEIJDEN E., 1996** - Plant defence, an evolutionary dilemma: contrasting of (specialist and generalist) herbivores and natural enemies. *Entomol. Exp. Appl.* 80: 307-310.

* **VAN LENTEREN J.C.,¹ J. Bale,² F. Bigler,³ H.M.T. Hokkanen,⁴ and A.J.M. Loomans⁵, 2006** - ASSESSING RISKS OF RELEASING EXOTIC BIOLOGICAL CONTROL AGENTS OF ARTHROPOD PESTS Annual Review of Entomology, Vol. 51: 609-634

* **VERMA D.K., SINGH S.K., TRIPATHI V., 1997a** - A rare antibacterial flavone glucoside from *Lantana camara*. Indian Drugs, 34: 332-335.

* **VERMA D.K., SINGH S.K., NATH G., TRIPATHI V., 1997b** - Antimicrobial active triterpenoids from *L. camara*. Indian Drugs, 34: 390-392.

* **Vincent, c.et coderre, d., 1992.** *La lutte biologique*. Éd. Gaëtan Morin éditeur, Québec, canada, p.646.

* **WARTTEN S.D.,1988** –The role of field margins as reservoirs of beneficial insects, p. 144-150, dans: Environmental anagement in Agriculture. Park, J.R. (ED.) London, Belhaven Prerss.

* **WYSS E., 2005.** Les principes bio recèlent encore un énorme potentiel. Bioactualités août 2005, p12-13.

* **OEPP/EPPO, 1990** – Exigences spécifiques de quarantaine. *Document technique de l'OEPP* n° 1008.

OFUYA TL. , 1986. Use of word ash, dry chilli pepper fruits and onion scale leaves for reducing *Callosobruchus maculates* (Fabricius) damage in cowpea seeds during storage. *J. Avr. Sci.* 107 (2), p. 467–468.

* **J. O. OGENDO,S. R. BELMAIN, A. L.DENG., D. J. WALKER., 2003** - Comparison of toxic and repellent effects of *Lantana camara* l. with *Tephrosia vogelii* hook and a synthetic pesticide against *sitophilus zeamais motschulsky* (coleoptera: curculionidae) in stored maize grain. *Insect Sci. Applic.* Vol. 23, No. 2, pp. 127–135.

* **ONILLON J.C., 1988-** lutte biologique et intégrée dans les vergers de citrus en zone méditerranéenne. *ENTOMOPHAGA* 33 (4), 1988, 481-494

ONU, I., ALIYU, M., 1995. Evaluation of powdered fruits of four peppers (*Capsicum spp.*) for the control of *Callosobruchus maculatus* (F.) on stored cowpea seed. *Int. J. Pest Manag.* 41 (3), p. 143–145.

***OLLIVIER, MORGANE, 2010**- Evolution comparée des génomes d'insectes: évolution des familles multigéniques et adaptation chez les pucerons Thèse Doctorat, INRA Rennes

* **ORTH D.J., 2006** - Ecological considerations in the development and application of instream flow-habitat models. Regul. Rivers: Res. Mgmt., 1: 171–181. doi: 10.1002/rrr.3450010207.

* **PAULLIANE M., 1999** - Lutte biologique contre les ravageurs. Les chrysopes, auxiliaires contre des insectes divers, Pyhtoma – Défense de cultures, (522): 41-46.

* **PBI, 2006 – Protection Biologique Intégrée (PBI) en culture orementales** Projetréalisé avec le soutien du FEDER dans le cadre du programme Intégré III, les ennemies des pucerons, FichetechniqueBIOBEST([http://www ;biobest ;be](http://www.biobest.be)).

PETRI G., 1978 – l'influence de l'alimentation sur la fécondité des coccinelles aphidiphages. *Ann.Zoll.Ecol.Anim. Vol. 10 (3)* : pp 449-452.

* **PICMAN J., PICMAN A.K. et TOWERS G.H.N., 1982**- *Effects of the sesquiterpene lactone, helenin, on feeding rates and survival of the tundra red back vole Clethrionomys rutilus* , *Biochem.Syst.Ecol.*, 10 (3) : 269-273.

* **PIOTTE C., TOURNIAIRE R., BRUN J., GAMBIER J., et FERRAN A., 1999** – La coccinelle *Harmonia axyridis* sédentaire. Une alliée plus efficace dans la lutte biologique contre les pucerons. *PHYtoma – Défense des cultures*, (516) : pp 45-48.

***PRALORON, J.C., 1971**- Les agrumes. Ed. Maisonneuve et Larose, France, 565p.

RAMADE, 1984-
Ramade, 1994).

RANA SING N., 2007. Biopesticides: an economic approach for pest management Orissa Review, April 2007.Plant protection, KVK, Rayagada, Gunupur.

***REBOUR H., 1966.**"Les agrumes", Manuel de culture des *citrus* pour le bassin méditerranéen, Ed.J.B.Bailler et Fils,Paris, 278p.

REGNAULT-ROGER C., 2002.De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire ? In Regnault-Roger C.,Philogène B. J. R. Vincent C., Biopesticides d'origine végétale. Lavoisier Tec & Doc, Paris, 19-40.

- *REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B.J.R. et FABRES G., 2005.** Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec et Doc. Paris, 1013 p.
- *RIBA, G. et SILVY, C., 1989.** *Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives*. Vol. I. INRA, Paris. 230p.
- *RISCH S.J. 1981-** Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: an experimental test of two hypotheses. *Ecology* 62: 1325-1340.
- *ROBERT Y., 1982** - Fluctuations et dynamique des populations de puceron. Les pucerons des cultures, journées d'étude et d'information, Paris 2,3 et 4 Mars 1981, Acta. 76p.
- *ROCHAT J., 1995** – *Dynamique des populations des pucerons des agrumes à la Réunion*. Rapport d'Activité, Service National au titre de l'Aide Technique, INRA-CIRAD, 364pp.
- *ROCHAT J., 1997** – *Modélisation d'un système hôte-parasitoïde en lâcher inoculatif : application au couple Aphis gossypii – Lysiphlebus testaceipes en serre de concombre*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard – Lyon-I. 229pp.
- * ROGER C., VINCENT C. et CODERRE D., 1995** - mortality and predation efficiency of *coleomegilla maculata lengi* timberlake (coccinellidae) following application of neem extracts (*azadirachta indica* a. juss., meliaceae). *j. appl. entomol.* 119, pp: 439-443.
- * RONZON B., 2006** - Biodiversité et lutte biologique : Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Extrait d'un mémoire de fin d'études sur les bandes fleuries, qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires, ENITA de Clermont Ferrand, 25p.
- *ROTH M., 1972** - Les pièges à eau colorés utilisés comme pot de Barber. Extrait de la revue Zoologie agricole et de pathologie végétale. pp : 1- 6.
- *ROOT R.B. 1973-** Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95-124.
- * SAHRAOUI L., 1998** - Les Coccinelles d'Algérie Inventaire préliminaire et régime alimentaire", *Bul. Soc. Ent. France.*, 103 (3), 213–224.

- ***SAHARAOUI L. et HEMPTINNE J.L. , 2009** - Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouïba (Mitidja orientale) Algérie Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.), 2009, 45 (2) : 245-259.
- * **SAIGHI S., 1998** - "Biosystematique des aphides et leurs ennemis naturels dans deux stations d'étude", Le jardin du Hamma et le parc de l'I.N.A d'El Harrach", Th. Mag. Agro. Inst. Nat. Agro. El Harrach, Alger, 321p.
- ***SARTHOU J.P., 2006** - Dossier : la biodiversité dans tous ses états. Alter Agri n°76, p 4-14. Dans la discussion
- * **SCHNEIDER F., 1969** – Bionomics and physiology of aphidophagous syrphidae. Ann. Rev. Entomol. 14: pp 103-124. SMIRNOVA, 1965
- * **SCHULTZ J.C., 2002** - How plants fight dirty. *Nature* 416: 267.
- * **SDA, 2008** – les statistiques : campagne agricole 2008, direction des services agricoles – wilaya de Blida.
- * **SEKKAT A., 2007**. Les pucerons des agrumes au Maroc. Article: Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement, ENA, Maroc, 26p.
- * **SFORZA, R., 2009**-Utilisation d'organismes phytophages. In Pintureau, B. (réd.), La lutte biologique : Application aux arthropodes ravageurs et aux adventices (Chapitre VII, p. 125-145). Paris, Ellipses Éditions.
- ***SHONOUDA M.L., BOMBOSCH S., SHALABY A.M. et OSMAN S.I., 1998**- Biological and chemical characterization of a kairomone excreted by the bean aphids *Aphis fabae* Scop., and its effect on the predator *Metasyrphus corollae* Fabr. I. Isolation, identification and bioassay of aphid-kairomone. *J. Appl. Entomol.*, **122**, 15-23.
- * **SKIRVIN et al, (1997)**
- ***SILVY, C. et RIBA, G., 1999**. Biopesticides contre maladies, insectes, mauvaises herbes. Les dossiers de l'Environnement, INRA 19, 157-200.
- ***SIMELANE, 2007**

* **SMITH C.M. et BOYKO E. V., 2007** – The molecular bases of plant resistance and defense responses to aphid feeding: current status. *Entomol. Exp. Appl.* 122: 1-16.

STEPHENSON, WM, 1966. The effect of hydrolysed seaweed on certain plant pests and diseases. In *Proc. 5th International Seaweed Symposium* 5: 405-415, Halifax, Canada

* **STRONG D.R., LAWTON J.H. & SOUTHWOOD T.R.E., 1984** - Insects on plants. Harvard Univ. Press, Cambridge.

STROYAN H.L.G., 1961 – Identification of aphids living on citrus. *FAO Plant Protection Bulletin* 9, 45-65.

SCHULTZ, J.C. (2002). How plants fight dirty. *Nature* 416: 267.

* **SCHVESTER D., 1956** – Analyse des facteurs de fluctuation des populations chez *Rugulosco tusrugulosus*. Reunion annuelle des zoologistes, CNRA. Versailles, multiger.

* **SHONOUDA M.L., BOMBOSCH S., SHALABY A.M. et OSMAN S.I., 1998-** Biological and chemical characterization of Kairomone excreted by the bean *Aphids fafae* Scop., and its effect on the predator *Metasyrphus corolla* Fabar.I.Isolation, identification and bioassay of aphid-Kairomone. *J. Appl. Entmol.*, 122, 15-23.

***SYMES C.B., 1924** – Notes on the black citrus aphid. *Rhodesia Agricultural Journal* : 21, 612-626, 725-737.

* **SYMONDSON W.O.C SUNDERLAND K.D. & GREENSTONE M.H., 2002** – Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu. Rev. Entomol.*, 47, 561-594.

***TAGU D., RAHBÉ Y.,** Fiche Apisum. EFOR, réseau d'études fonctionnelles chez les organismes modèles, INRA Rennes.

* **TALLAMY D.W., 1986** - Behavioral adaptations in insects to plant allelochemicals. In: *Molecular Aspects of Insect-Plant Associations*, eds, L.B. Brattsten & S. Ahmad. Plenum Press, New York, pp. 273-300.

***TAYLOR C.E., 1958** – The black citrus aphid. *Rhodesia Agricultural Journal*: 55, 192-194.

***TCHAKER F.Z., 2011-** Évaluation des effets des extraits aqueux d'*inula viscosa* en combinaison avec un bio-adjuvant sur la qualité phytochimique, la densité des sexupares de *CHAITOPHORUS LEUCOMELAS (HOMOPTERA: APHIDIDAE)* et sur la reprise biocénologique. Thèse Mag. Sci. Agro., Univ., Blida, 240p.

***THAKORE Y., 2006** - The biopesticide market for global agricultural use. *Industrial Biotechnology*. **2**(3):294-208.

* **THIBOUT E. & AUGER J., 1996** - Behavioural events and host constituents involved in oviposition in the leek moth *Acrolepiopsis assectella*. *Entomol. Exp. Appl.* **80**:101-104.

TREMATERRA, P., SCIARRETTA, A., 2002. Activity of chilli, *Capsicum annum* L. var. *acuminatum*, on stored product insects *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *IOBC/wprs Bull.* **25** (3), p. 177–182.

* **TUMLINSON J.H., PARE P.W. & LEWIS W.J., 1999** - Plant production of volatile semiochemicals in response to insect-derived elicitors. In: *Insect-plant interactions and induced plant defence*, eds, D.J. Chadwick & J. Goode, Wiley, Chicester (Novartis Foundation symposium 223), pp. 95-105.

* **TURLINGS T.C.J., TUMLINSON J.H. & LEWIS W.J., 1990** - Exploitation of herbivoreinduced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science* **250**: 1251-1253.

* **VAN DER MEIJDEN E., 1996** - Plant defence, an evolutionary dilemma: **contrasting** of(specialist and generalist) herbivores and natural enemies. *Entomol. Exp. Appl.***80**: 307-310.

VAN LOON J. J. A., DE BOER J.G. & DICKE M., 2000 - Parasitoid-plant mutualism:parasitoid attack of herbivore increases plant reproduction. *Entomol. Exp. Appl.***97**: 219-227

* **VAN LENTEREN J.C.,¹ J. Bale,² F. Bigler,³ H.M.T. Hokkanen,⁴ and A.J.M. Loomans⁵, 2006** - **ASSESSING RISKS OF RELEASING EXOTIC BIOLOGICAL CONTROL AGENTS OF ARTHROPOD PESTS** Annual Review of Entomology, Vol. **51**: 609-634

***Vincent, c.et coderre, d., 1992.** *La lutte biologique*. Éd. Gaëtan Morin éditeur, Québec, canada, p.646.

WHAPMAN, C., JENKINS, T., BLUNDEN, G. et HANKINS, SD, 1994. The role of seaweed extracts, *Ascophyllum nodosum*, in the reduction in fecundity of *Meloidogyne javanica*. *Fundam Appl Nematol* **17**: 181-183

WILLIAMS, LAD., MANSINGH, A., 1993. Pesticidal potential of tropical plants - I. Insecticidal activity of leaf extracts of sixty plants. *Insect Sci. Applic.* **14** (5), p. 697–700.

WARING G.L. et PRICE P.W., 1988 – Consequences of host plant chemical and physical variability to an associated herbivore. *Ecological Research*, **3**: 205-216.

* **WARTTEN S.D.,1988** –The role of field margins as reservoirs of beneficial insects, p. 144-150, dans: Environmental anagement in Agriculture. Park, J.R. (ED.) London, Belhaven Prerss.

Wu, Y., Jenkins, T., Blunden, G., von Mende, N. et Hankins, SD., 1998. Suppression of fecundity of the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, in monoxenic cultures of *Arabidopsis thaliana* treated with an alkaline extract of *Ascophyllum nodosum*. *J Appl Phycol* **10**: 91-94

* **WYSS E., 2005.** Les principes bio recèlent encore un énorme potentiel. Bioactualités août 2005, p12-13.

ZIBOKERE, DS., 1994. Insecticidal potency of red pepper (*Capsicum annum*) on pulse beetle (*Callosobruchus maculatus*) infesting cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds during storage. *Indian J. Agr. Sci.* **64** (10), p. 727–728.

ANNEXE

Annexe I



a- Balance



b-Receptions contient feuillage frais de L. camara



d- Bain marie

Matériels utilisée au laboratoire



a- tube a essais



b- boîte de pétrie

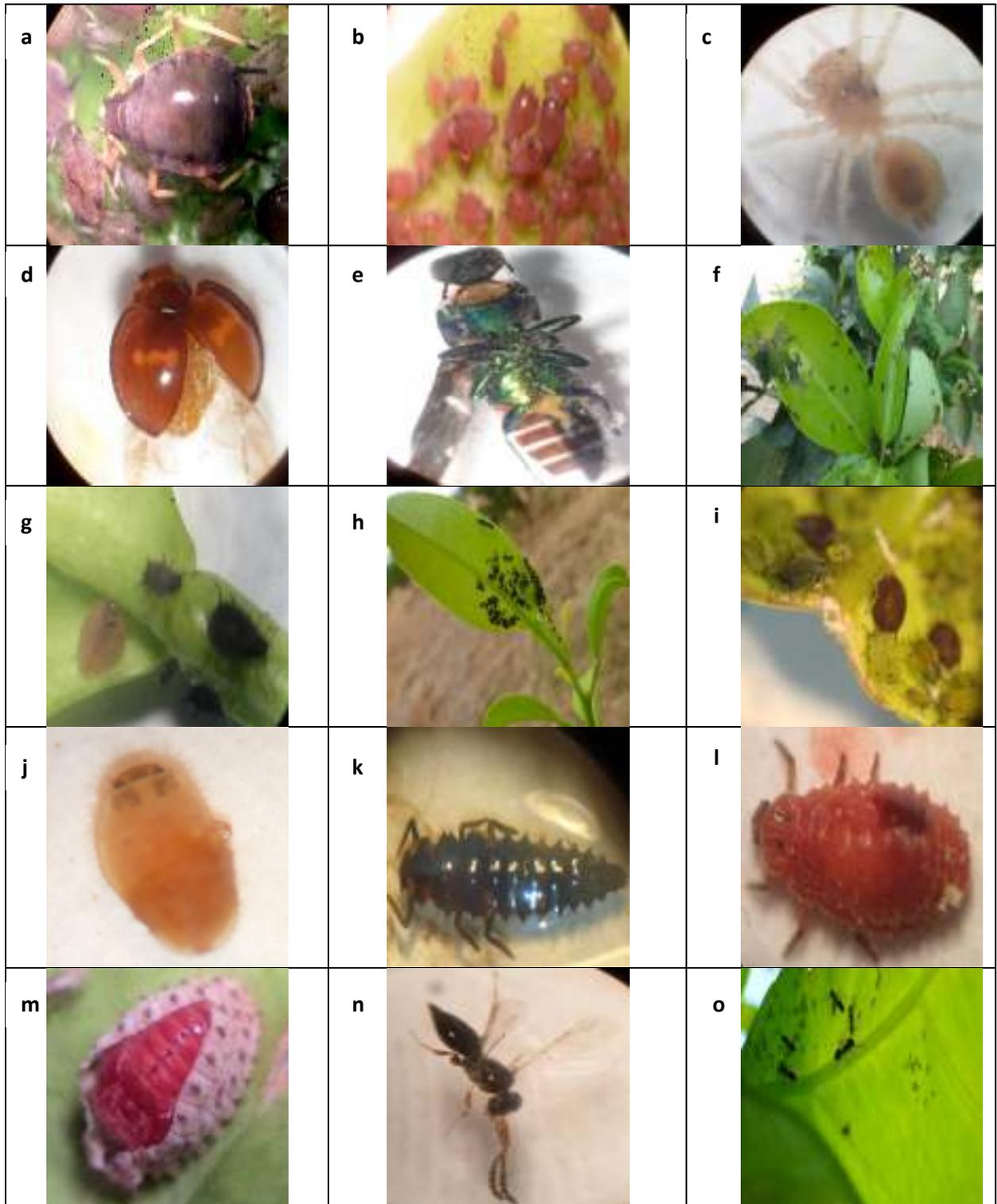


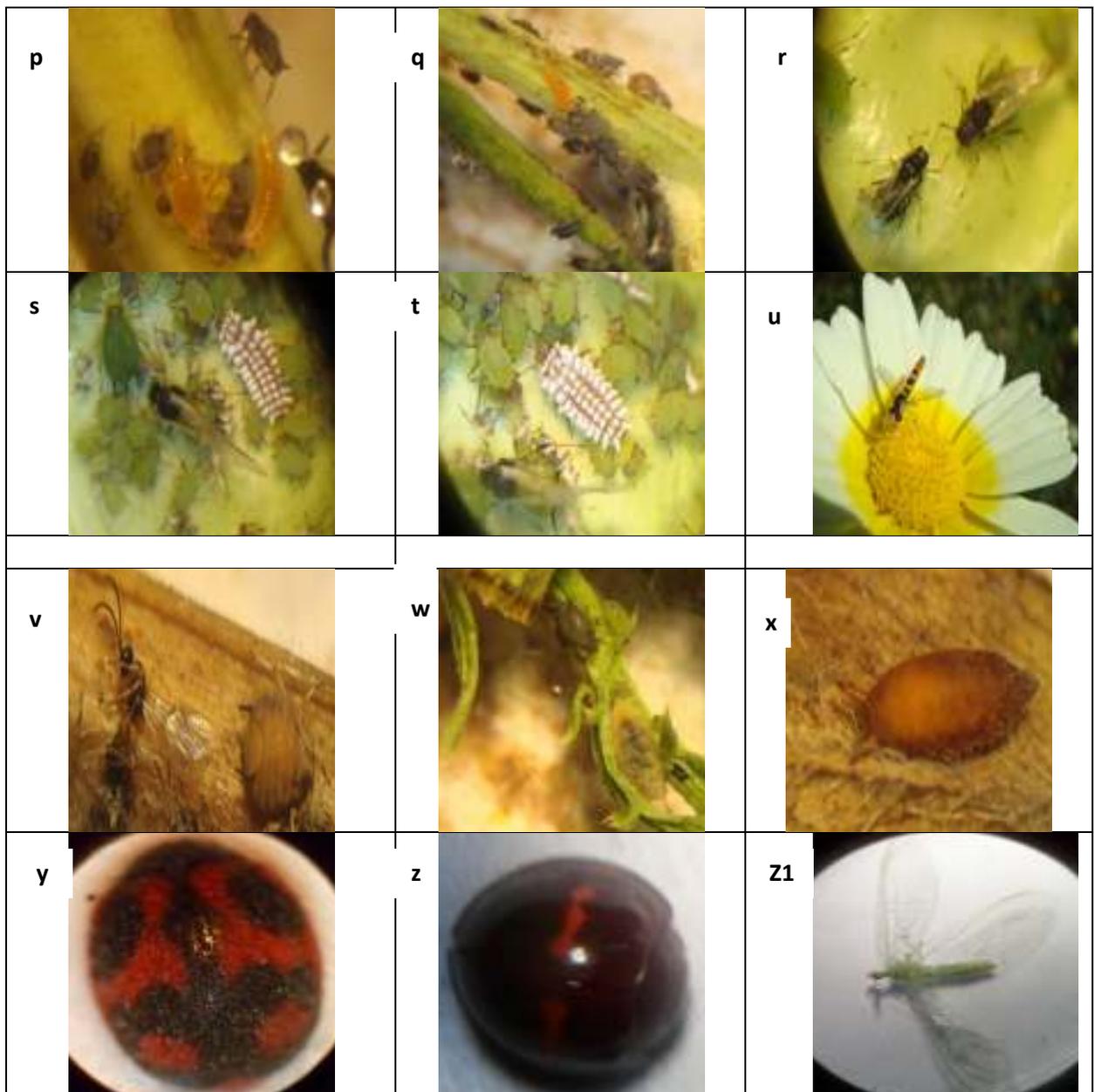
c- aiguille



d- sac en papier solide

Annexe 2





a : Puceron aptère *Aphis gossypii*, **b** : colonies aptères de *Aphis crassivora*, **c** : *Philodermus sp* (*Araneida*), **d** : *Chilocorus bipustulatus*, **e** : *Chrysis ignata* (*Hymenoptera*, *Chrysididae*), **f** : Population de *Lasius grandis* sur des feuilles d'oranger, **g** : Larve de *Coccinellidae* à proximité d'une colonie d'*A. gossypii*, **h** : *Lasius grandis* sur une jeune pousse d'oranger infestée par *A. gossypii*; **i** : pucerons d'*A. spiraeicola* parasités et momies, **j** : jeune larve de *Coccinellidae*; **k** : Larve de *Coccinella sp*, **l** : larve de *Rodolia cardinalis*, **m** : pupa de *Rodolia cardinalis*, **n** : *Hymenoptera Ceraphronidae*, **o** : *Lasius grandis* au sein d'une colonie d'*A. spiraeicola*, **p** et **q** : larves d'*Aphidoletes aphidimyza* au sein d'une colonie d'*A. gossypii*, **r** : Pucerons ailés d'*A. spiraeicola*, **s** et **t** : larve de *Scymnus sp* au sein d'une colonie d'*A. spiraeicola*, **u** : *Sphaerophoria sp* (*Diptera*, *Syrphidae*), **v** : Momie d'un *Braconidae* sur une feuille de plante herbacée (*Apiaceae*), **w** : Larve d'un *Syrphidae* au sein d'une colonie mixte d'aptères *A. gossypii* et *A. spiraeicola*, **x** : pupa d'un *Syrphidae*, **y** : Adulte de *Rodolia cardinalis*, **z** : *Chilocorus bipustulatus*, **z1** : *Chrysoperla carnea*.

Annexe 3



Lysiphlebus testaceipes
(Hymenoptera, Braconidae)



Semidalis aleyrodiformis (Neuroptera,
Coniopetrigidae)



Hemiptera, Miridae



Larve de Miridae ;



Hymenoptera Ceraphronidae



Coleoptera (*Carabidae*)



Coleoptera (*Chrysomelidae*)



Hemiptera (*Lygeidae*)



Malthinus scriptus (Coleoptera, Cantharidae)



Thysanoptera, Tubulifera

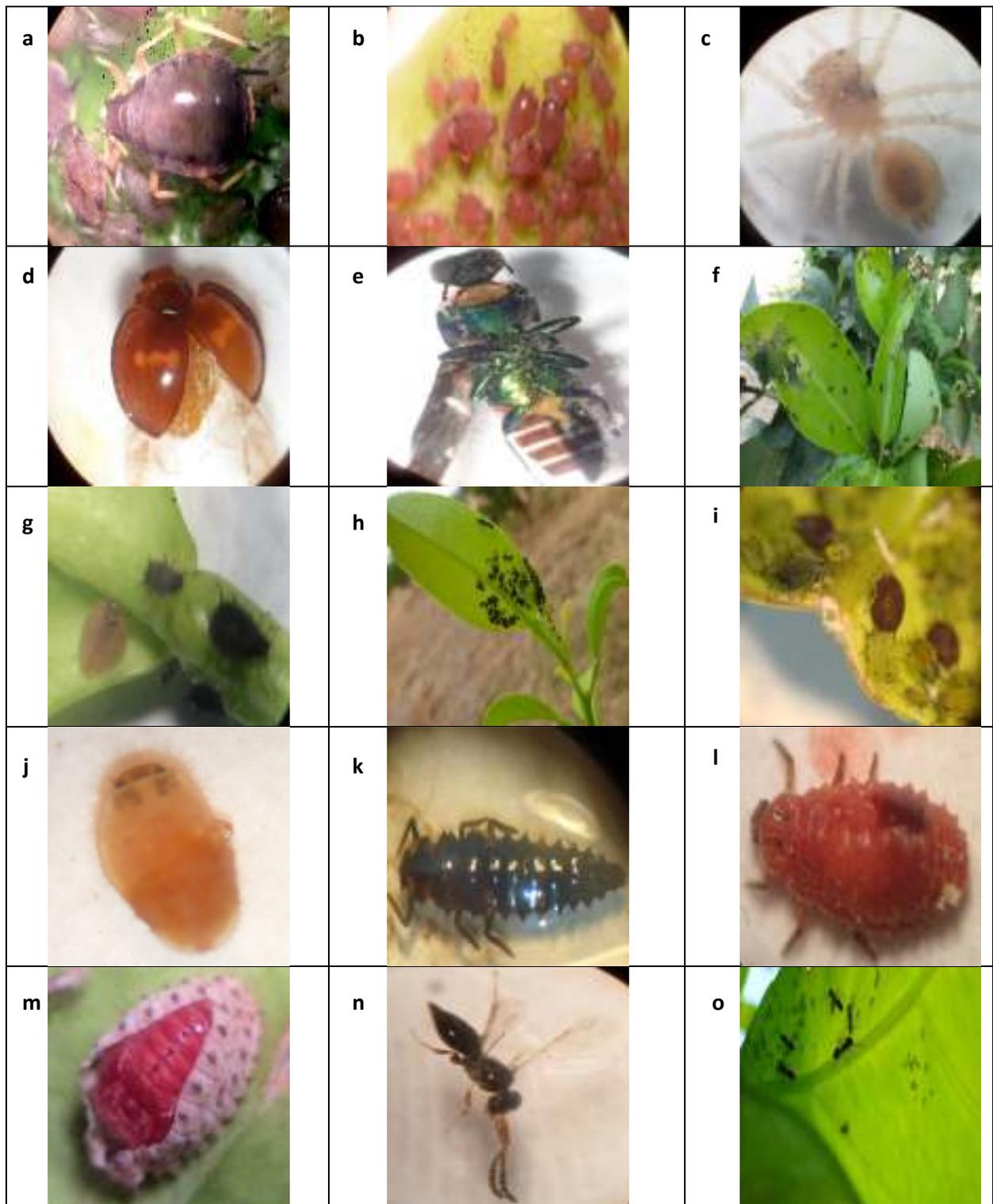


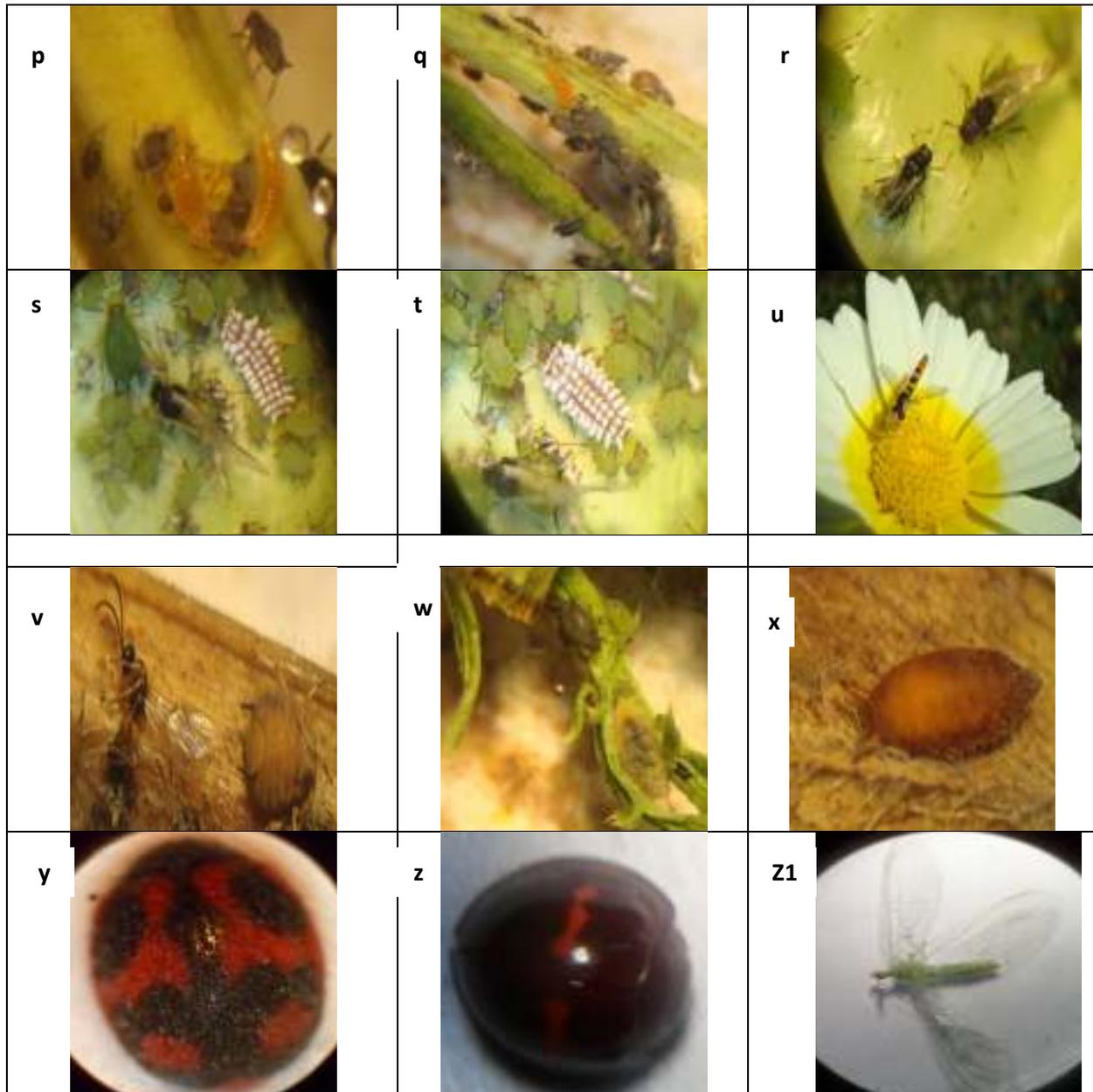
pisyrrhus balteatus (Diptera, Syrphidae)



Sphaerophoria sp (Diptera, Syrphidae)

Annexe 2





a : Puceron aptère *Aphis gossypii*, **b** : colonies aptères de *Aphis crassivora*, **c** : *Philodrmus sp* (*Araneida*), **d** : *Chilocorus bipustulatus*, **e** : *Chrisis ignata* (*Hymenoptera*, *Chrysididae*), **f** : Population de *Lasius grandis* sur des feuilles d'oranger, **g** : Larve de *Coccinellidae* à proximité d'une colonie d'*A. gossypii*, **h** : *Lasius grandis* sur une jeune pousse d'oranger infestée par *A. gossypii*, **i** : pucerons d'*A. spiraecola* parasités et momies, **j** : jeune larve de *Coccinellidae*; **k** : Larve de *Coccinella sp*, **l** : larve de *Rodolia cardinalis*, **m** : pupa de *Rodolia cardinalis*, **n** : *Hymenoptera Ceraphronidae*, **o** : *Lasius grandis* au sein d'une colonie d'*A. spiraecola*, **p** et **q** : larves d'*Aphidoletes aphidimyza* au sein d'une colonie d'*A. gossypii*, **r** : Pucerons ailés d'*A. spiraecola*, **s** et **t** : larve de *Scymnus sp* au sein d'une colonie d'*A. spiraecola*, **u** : *Spaerophoria sp* (*Diptera*, *Syrphidae*), **v** : Momie d'un *Braconidae* sur une feuille de plante herbacée (*Apiaceae*), **w** : Larve d'un *Syrphidae* au sein d'une colonie mixte d'aptères *A. gossypii* et *A. spiraecola*, **x** : pupa d'un *Syrphidae*, **y** : Adulte de *Rodolia cardinalis*, **z** : *Chilocorus bipustulatus*, **z1** : *Chrysoperla carnea*.

Annexe I



a- Balance



**b-Receptions contient feuillage frais
de L. camara**



d- Bain marie

Matériels utilisée au laboratoire



a- tube a essais



b- boîte de pétrie



c- aiguille



d- sac en papier solide

Annexe 3



Lysiphlebus testaceipes
(Hymenoptera, Braconidae)



Semidalis aleyrodiformis (Neuroptera,
Coniopetrigidae)



Hemiptera, Miridae



Larve de Miridae ;



Hymenoptera Ceraphronidae



Coleoptera (*Carabidae*)



Coleoptera (*Chrysomelidae*)



Hemiptera (*Lygeidae*)

Annexe 3



***Malthinus scriptus* (Coleoptera, Cantharidae)**



Thysanoptera, Tubulifera



***pisyrrhus balteatus* (Diptera, Syrphidae)**



***Sphaerophoria sp* (Diptera, Syrphidae)**