

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA
Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires
Département des Sciences Agronomiques

MEMOIRE DE MAGISTER

En Sciences Agronomiques

Spécialité : Biodiversité-Bioprotection

LES POPULATIONS D'ALEYRODIDAE (INSECTE, HOMOPTERA)
ET COMMUNAUTÉS AUXILIAIRES ASSOCIÉES DANS LA RÉGION
AGRUMICOLE DE CHLEF : BIODIVERSITÉ ET DYNAMIQUE
D'ACTIVITÉ.

Par

Mr. Abdelhaq MAHMOUDI

Devant le jury composé de :

SA. SNOUSSI	Professeur, Université Saad Dahlab Blida.	Président
A. GUENDOZ BENRIMA	Professeur, Université Saad Dahlab Blida.	Examinatrice
Z.E. DJAZOULI	Maitre de conférences (A), Université Saad Dahlab Blida.	Examineur
M. KOUDJIL	Maitre de conférences (A), Université de Chlef.	Examineur
L. ALLAL-BENFEKIH	Professeur, Université Saad Dahlab Blida.	Promotrice

Blida, Novembre 2013

Résumé

Les populations d'Aleyrodidae (Insecte, Homoptera) et communautés auxiliaires associées dans la région agrumicole de Chlef. Biodiversité et dynamique d'activité.

Ce travail s'est consacré pour la première fois à l'étude de la dynamique d'activité des populations de l'aleurode floconneux *Aleurothrixus floccosus* Mask. et de la mouche blanche des agrumes *Dialeurodes citri* Ash. Dans des vergers de clémentinier (var. clémentine simple) et d'oranger (var. Thomson) respectivement situés dans la région agrumicole Chlef-Oued Sly. Les observations et échantillonnages des populations dans les frondaisons au niveau des rameaux porteurs de jeunes pousses ainsi que les captures des ailés des deux espèces d'aleurodes ont été menés sur une période de suivi de 11 mois de la fin de juillet 2012 au début juillet de l'année suivante 2013. L'analyse des fluctuations temporelles des populations a permis de mettre en évidence des variations des indices d'abondance et des taux d'infestation des larves et des adultes de chacune des deux espèces en relation avec les durées des stades phénologiques établies pour le clémentinier et l'oranger, la régie phytosanitaire et les paramètres climatiques enregistrés durant la période de suivi. Quelque soit l'espèce d'aleurode étudiée, nous avons montré que contrairement aux taux de mortalité observés, l'activité du parasitisme sur le feuillage était faible. En revanche, les prédateurs aleurodiphages étaient bien représentés en l'occurrence *Clitosthetus arcuatus*. Les groupes fonctionnels des prédateurs et des parasitoïdes associés aux populations de la mouche blanche *D. citri* sont significativement différents en diversité et en composition, selon la saison. Ce sont surtout *C. arcuatus*, *Semidalis aleyrodiformis* et *Chrysoperla carnea* qui participent aux plus fortes contributions de différence de composition entre les communautés saisonnières. Outre à cela, les taxons spécifiques à chaque groupe fonctionnel saisonnier montrent des ordres d'arrivée différents au niveau du verger de clémentinier.

Mots clés : Aleyrodidae, citrus, groupe fonctionnel, cascade trophique, ennemis bénéfiques, changement climatique.

Abstract

The Aleyrodidae populations (Insect, Homoptera) and associated auxiliary communities in the citrus region of Chlef. Biodiversity and dynamic of activity.

This work is devoted for the first time to the study of the populations dynamics of the woolly whitefly *Aleurothrixus floccosus* Mask. and citrus whitefly *Dialeurodes citri* Ash. in clementine orchards (var. "clementine simple") and orange (var. "Thomson"), respectively located in the citrus region of Chlef -Oued Sly.

Observations and samplings in the foliage on young shoots and captures of the adult whiteflies were carried out during a period of 11 months from the end of July 2012 to early July of the following year 2013. The analysis of temporal fluctuations in population has highlighted changes in indices of abundance and infection rate of larvae and adults of both species in relation to the duration of phenological stages established separately for each plant host , pest control and climatic parameters recorded during the monitoring period . Whatever the whitefly species studied, we have shown that unlike mortality rates, the activity of parasitism on the foliage was low. However, specific whiteflies predators were well represented, in this case *Clitosthetus arcuatus*. The functional groups of predators and parasitoids associated with *D. Citri* populations are significantly different in diversity and composition, depending on the season. It is especially *C. Arcuatus*, *Semidalis aleyrodiformis* and *Chrysoperla carnea* that are involved in higher contributions of compositional difference between seasonal communities. In addition to this, specific taxa in each seasonal functional group show different arrival orders at the clementine orchard.

Key words: Aleyrodidae, citrus, functional groups, trophic cascade, beneficial enemies, climatic change.

ملخص

مجموعة الحشرات الالورودية (الدبابات البيضاء) ومجموعة الحشرات المضادة في منطقة بساتين الحمضيات
بالشلف: التنوع البيولوجي و ديناميكية النشاط

خصصت هذه الدراسة للمرة الأولى لدراسة ديناميكية النشاط للذبابة البيضاء نوع *Aleurothrixus floccosus* و *Dialeurodes citri* Ash و Mask في بستان للحوامض صنف برتقال طومسون و كلمنتين عادية اللتان تقعان في واد سلي و الشلف على التوالي. الملاحظات و أخذ العينات من مجموعة الحشرات في الأغصان الحاملة للأوراق الجديدة و أيضا المساك بالحشرات الطائرة عن طريق المصائد اللاصقة, قد تم في خلال احد عشر شهر في المرحلة الممتدة من نهاية جويلية 2012 حتى بداية جويلية 2013. وقد أبرز تحليل التقلبات الزمنية في مجال مجموعة الحشرات التغيرات في مؤشرات الوفرة و إصابة معدل من اليرقات والحشرات البالغة الطائرة من كلا النوعين فيما يتعلق بمدة المراحل الفيزيولوجية للكليمنتين و البرتقالة ولقد تم تسجيل مراحل مكافحة الأمراض و الحشرات و كذلك العوامل المناخية المختلفة في مرحلة الدراسة الميدانية. مهما كان نوع الذبابة البيضاء، لقد لاحظنا أنه على عكس معدلات الوفيات، النشاط من التطفل على الأوراق كان منخفضا. ومع ذلك كانت الحشرات الأكلة للذباب الأبيض موجودة و ممثلة في المن الصغير من نوع *Clitosthetus arcuatus*. الجماعات الوظيفية من الحشرات الأكلة للذباب الأبيض و الطفيليات المرتبطة بالذبابة البيضاء للحمضيات مختلفون اختلافا كبيرا في التنوع و التكوين بالنسبة للموسم, خصوصا *C. arcuatus*, *Semidalis aleyrodiformis* و *Chrysoperla carnea* المشاركة في المساهمات الأعلى من الفرق التركيبي بين مجموعة الحشرات الموسمية. بالإضافة إلى هذا ، أصناف محددة في كل مجموعة وظيفية موسمية تظهر مواقيت وصول مختلفة في بستان الكليمنتين.

الحمضيات, مجموعة وظيفية، سلسلة غذائية، أعداء مفيد تغير المناخ, Aleyrodidae كلمات مفتاح:

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je remercie tout d'abord, le Bon Dieu pour le courage et toute la patience qu'il m'a donné afin de surmonter toutes les difficultés rencontrées.

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements, ma profonde gratitude à ma promotrice Mme. ALLAL BENFEKIH L, Professeur au département d'agronomie à l'université de Blida, pour l'aide précieuse qu'elle m'a apportée et les conseils infiniment utiles pour la réalisation de ce mémoire.

J'ai le plaisir d'exprimer ma profonde gratitude à Mr. SNOUSSI SA. Professeur à l'université de Blida, qui a bien voulu m'honorer en acceptant de présider le jury de cette thèse.

Je remercie vivement Mme. GUENDOUZ-BENRIMA A, Professeur à l'université de Blida, ainsi que Mr. DJAZOULI Z.E, Maître de conférence 'A' au département d'agronomie à l'université de Blida, qui ont voulu accepter de faire partie de mon jury et de juger mon travail, ainsi que pour leurs efforts et encouragements pendant mes études à l'université de Blida.

Il m'est aussi agréable de remercier Mr. KOUDJIL M, Maître de conférence 'A' à l'institut agronomique de Chlef, pour avoir accepté de participer à ce jury malgré l'éloignement. Je lui exprime toute ma reconnaissance durant mes études d'ingénieur à l'université de Chlef.

Je remercie vivement Mr. FERRAN GARCIA-MARI Professeur à l'université polytechnique de Valence pour ses conseils précieux et son aide pour la détermination des insectes, je lui exprime toute ma reconnaissance.

Je tiens à remercier tous mes enseignants de la spécialité biodiversité et bioprotection est plus spécialement Mr. AROUN et Mme. NEBIH ainsi que l'ingénieur de laboratoire de Zoologie Melle AMINA, et tout le staff administratif du département d'agronomie, mes remerciements vont aussi à mes collègues de promotion de biodiversité et bioprotection, Ahmed, Imane.

Je dédie ce travail à :

- *La mémoire de ma petite fille ASMA, et ma sœur MERIEM rabi yarhamhom inchalah, en témoignage de ma profonde gratitude et amour, que leurs âmes reposent en paix,*
- *Mes très chers parents Papa "Moussa" et Maman "Khedidja" pour leurs encouragements et leurs soutenance durant chaque étape de ma vie.*
- *Ma très Chères femme Amina, qui ma toujours soutenu et encouragé pendant les périodes difficiles.*
- *Mes grandes mères Meriem et Kheira.*
- *Mes frères, Dr.hacene, djalel, Dr.mohamed, slimane et sœurs rabea, fouzia, kheira, leurs épouses nawel, meriem et leurs époux abdelkader, Dr.mustapha, et leurs enfant meriem, khawla, abdelkrim, zoubir, nabih, moukim, amine, adel, abdelbassate et douaa.*
- *Ma belle famille Belalia, Dr.miloud, ma belle mère houria, mes beaux frères, samir, mohamed, smail, moussa, mes belles sœurs, amel, nadia, zohra, salima, et leurs epoux abdellah, sidahmed, mourad et leurs enfants, ishak, nadir, abderahime, imane, abdelbassat, anass.*
- *Mes amis mustapha, Kamel, abdelkader, amine, tatyeb, raouf...et touts mes amis de la DSA de Chlef et toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail.*

TABLE DES MATIERES

RESUME	1
REMERCIEMENTS	2
TABLE DES MATIERES	4
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	8
INTRODUCTION	14
CHAPITRE I	18
GENERALITES	18
1.1. Généralités sur les Aleurodes	18
1.1.1. Place des Aleurodes dans le monde des insectes	18
1.1.2. Description morphologique	19
1.1.3. Biologie des Aleurodes	20
1.1.4. Dégâts et nuisances	23
1.1.5. Considérations générales sur la mouche blanche et l'aleurode floconneux des agrumes	25
1.1.5.1. L'aleurode des agrumes <i>Dialeurodes citri</i> (Ashmead)	25
1.1.5.1.1. Caractéristiques et Position systématique	25
1.1.5.1.2. Origine et extension	25
1.1.5.1.3. Dégâts de <i>Dialeurodes Citri</i> Ash.	26
1.1.5.2. La mouche blanche floconneuse des agrumes <i>Aleurothrixus floccosus</i> (Maskell).	27
1.1.5.2.1. Caractéristiques et Position systématique	27
1.1.5.2.2. Origine et extension	29
1.1.5.2.3. Dégâts d' <i>Aleurothrixus floccosus</i>	29
1.1.6. Moyens de lutte contre les aleurodes des agrumes	31
1.1.6.1. La lutte culturale	31
1.1.6.2. La lutte chimique	31
1.1.6.3. La lutte biologique	32
1.1.6.3.1. Champignons entomopathogènes	33
1.1.6.3.2. Prédateurs	34
1.1.6.3.3. Hyménoptères parasitoïdes	34
1.2. Etude de la région de Chlef	36
1.2.1. Situation géographique	36
1.2.2. Reliefs et géologie	36

1.2.3.	Types de sol	38
1.2.4.	Etude hydrologique	38
1.2.5.	Végétation de la région	41
1.2.5.1.	Végétation naturelle	41
1.2.5.2.	Situation de l'agrumiculture dans la région de Chlef	42
1.2.6.	Caractéristiques climatiques de la région d'étude	43
1.2.6.1.	Les températures	43
1.2.6.2.	La pluviométrie	45
1.2.6.3.	L'humidité relative	46
1.2.6.4.	Le vent	48
1.2.6.5.	L'insolation	48
1.2.6.6.	Synthèse climatique de la région de Chlef	50
1.2.6.6.1.	Diagramme ombrothermique	50
1.2.6.6.2.	Climagramme d'EMBERGER	51
CHAPITRE II		52
PRESENTATION DES VERGERS D'ETUDE ET METHODOLOGIES		52
2.1.	Présentation des vergers d'étude	52
2.1.1.	Le verger de Aichouba à Chlef	52
2.1.1.1.	Choix de la station d'étude	52
2.1.1.2.	Aspects agronomiques et phytosanitaires du verger de Aichouba	53
2.1.2.	Le verger de Hadjouti à Oued Sly	56
2.1.2.1.	Choix de la station d'étude	56
2.1.2.2.	Aspects agronomiques et phytosanitaires du verger de Hadjouti	57
2.2.	Echantillonnages du matériel végétal et de l'entomofaune	60
2.2.1.	Observations directes sur les rameaux porteurs de jeunes pousses	60
2.2.2.	Echantillonnage du feuillage	61
2.2.3.	Captures par pièges jaunes englués	61
2.3.	Identifications	63
2.4.	Outils d'analyse utilisés	64
2.4.1.	Calculs du taux d'infestation par les aleurodes	64
2.4.2.	Déterminations des taux de mortalité et de parasitisme	64

2.4.3. Etude des abondances, des richesses et des diversités de l'entomofaune	65
2.4.4. Analyses statistiques	65
CHAPITRE III	52
RESULTATS	67
3.1. Dynamique spatiotemporelle des populations des Aleurodes dans les deux vergers étudiés	67
3.1.1. Dynamique des populations de l'aleurode floconneux <i>Aleurothrixus floccosus</i> sur l'Oranger	67
3.1.1.1. Evolution temporelle des adultes	67
3.1.1.2. Fluctuations des indices d'abondances	68
3.1.1.3. Variabilité des infestations	69
3.1.1.4. Résultats des dénombrements des stades biologiques au niveau du feuillage et des pièges englués	71
3.1.1.5. Répartition des populations de l'aleurode floconneux en relation avec l'orientation	72
3.1.2. Dynamique des populations de l'aleurode des citrus <i>Dialeurodes citri</i> sur Clémentinier	75
3.1.2.1. Evolution temporelle des adultes	75
3.1.2.2. Fluctuations des abondances	76
3.1.2.3. Variabilité des infestations	77
3.1.2.4. Résultats des dénombrements des stades biologiques au niveau du feuillage et des pièges englués.	79
3.1.2.5. Répartition des populations de la mouche blanche des agrumes en relation avec l'orientation	81
3.2. Influence des paramètres climatiques et de la phénologie de la plante hôte sur la dynamique des populations des aleurodes des agrumes.	84
3.2.1. Etude de l'influence des variations pluviométriques journalières et périodiques durant la période de suivi.	84
3.2.2. Influence éventuelle des vents sur l'activité des ailés	89
3.3. Régulation naturelle des populations d'aleurodes dans les deux vergers	91
3.3.1. Mortalité naturelle et taux de parasitisme sur le feuillage	91
3.3.2. Etude de la Coïncidence spatiotemporelle des populations d'aleurodes étudiées avec leurs auxiliaires rencontrés dans les deux vergers	92

3.3.2.1. Variation des abondances et des captures spatiotemporelles des auxiliaires dans les deux vergers	92
3.3.2.1.1. Variation des abondances moyennes spatiotemporelles des auxiliaires de <i>D. citri</i> sur le feuillage	92
3.3.2.1.1.1. Cas de <i>Clitostethus arcuatus</i>	92
3.3.2.1.1.2. Cas de <i>Chrysoperla carnea</i>	95
3.3.2.1.2. Variation des captures spatiotemporelles des auxiliaires de <i>D. citri</i> à travers les pièges englués	96
3.3.2.1.3. Variation des abondances moyennes spatiotemporelles des auxiliaires d' <i>A. floccosus</i> sur le feuillage	98
3.3.2.1.3.1. Cas de <i>Cales noacki</i>	98
3.3.2.1.3.2. Cas de <i>Chrysoperla carnea</i>	98
3.3.2.1.4. Variation des captures spatiotemporelles des auxiliaires d' <i>A. floccosus</i> à travers les pièges englués	100
3.3.2.2. Analyse de la structure spatiotemporelle des populations des deux aleurodes et de leurs auxiliaires dans les deux vergers	101
3.3.2.3. Impact des traitements phytosanitaires sur les populations des deux aleurodes et leurs auxiliaires dans les deux vergers	104
3.3.2.3.1. Cas du clémentinier	104
3.3.2.3.2. Cas de l'oranger	105
CHAPITRE IV	114
DISCUSSION	114
4.1. Dynamique d'activité des populations d'aleurodes dans les vergers de clémentinier et d'oranger.	114
4.2. Impacts probables des facteurs de régulations des populations d'aleurodes durant la période d'étude	117
4.3. Impact de la régie phytosanitaire sur les populations	122
4.4. Approche fonctionnelle de la diversité des communautés d'auxiliaires dans le verger de clémentinier.	124
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	128
APPENDICE	132
LISTE DES SYMBOLES	142
REFERENCES	143

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 1.1.	Morphologie générale de la larve de l'aleurode	21
Figure 1.2.	Cycle biologique de l'aleurode	23
Figure 1.3.	Symptomatologie synthétisée des dégâts d'aleurodes	24
Figure 1.4a.	Adultes de <i>Dialeurodes Citri</i>	25
Figure 1.4b.	Illustration (A) et photo (B) des spinules (orifice vasiforme petit, elliptique et lingule obscurcie par l'operculum	25
Figure 1.5a.	Colonie d'Aleurode floconneux des citrus sur feuille d'oranger et Localisation du ravageur sur la face inférieure des feuilles	28
Figure 1.5b.	Adulte et œufs de l'Aleurode flocconeux	28
Figure 1.5c.	Orifice vasiforme d' <i>A. floccosus</i>	28
Figure 1.5d.	Production de miellat par des larves de 2eme stade	28
Figure 1.6.	Dégâts de l'Aleurode flocconeux sur jeunes feuilles	30
Figure 1.7.	Cycle de vie des chrysopes	35
Figure 1.8.	Nymphes de l'aleurode flocconeux parasitées	36
Figure 1.9.	Localisation de la zone d'étude	37
Figure 1.10.	Carte géologique de la Wilaya de Chlef et la zone d'étude	39
Figure 1.11.	Carte pédologique de la zone d'étude	40
Figure 1.12.	Carte du réseau hydrographique du moyen Cheliff occidental	40
Figure 1.13.	Répartition géographique des d'agrumes en Algérie	42
Figure 1.14.	Superficies et rendements des différentes variétés d'agrumes plantées au niveau de la plaine de Chlef et Oued sly.	43
Figure 1.15.	Variabilité des températures moyennes mensuelles durant la période 2000-2009 (haut) [102] et des températures moyennes annuelles de 2000 à 2012, (bas)	44
Figure 1.16.	Précipitations moyennes mensuelles de 1990-2010 (haut) et moyennes annuelles de 1990 à 2011 (bas) dans les zones de Chlef et Oued sly	46
Figure 1.17.	Variation de l'Humidité relative moyenne mensuelle et annuelle de Chlef de 2000 à 2009	47
Figure 1.18.	Vitesse mensuelle et annuelle moyennes des vents à Chlef	48
Figure 1.19.	Répartition de l'insolation moyenne mensuelle et annuelle de Chlef durant la période 2000-2009	49

Figure 1.20.	Diagramme ombrothermique de Chlef du 1981 à 2004	50
Figure 1.21.	Climagramme d'EMBERGER de la région de Chlef 1995-2004	51
Figure 2.1.	Emplacement de la parcelle de Aichouba-Chlef	52
Figure 2.2.	Présentation générale du Verger de clémentinier de Aichouba	53
Figure 2.3.	Parcelle de clémentinier désherbée par passage de Cover-Crop	55
Figure 2.4.	L'irrigation par planche cuvettes simples (22/06/2013)	55
Figure 2.5.	Emplacement de la parcelle de Hadjouti-Oued Sly	56
Figure 2.6.	Verger d'oranger de Hadjouti-Oued sly	57
Figure 2.7.	Labour superficiel réalisé par un Cover-Crop au niveau du verger d'oranger (30/03/2013)	58
Figure 2.8.	L'irrigation par planche cuvettes simples réalisée le 21/06/2013 au niveau vu verger d'oranger	59
Figure 2.9.	schéma représentatif du type d'échantillonnage	62
Figure 2.10.	Pièges jaunes englués sur arbre de Clémentinier et sur Oranger	63
Figure 3.1.	Fluctuations temporelles des adultes d' <i>A. floccosus</i> sur Oranger	67
Figure 3.2.	Variation temporelle de l'indice d'abondance moyenne des populations larvaires (a) et imaginaires (b) d' <i>A. floccosus</i> sur Oranger	68
Figure 3.3.	Pourcentage des rameaux avec jeunes pousses avec présence de l'Aleurode floconneux : en (a) population totale, en (b) populations larvaires et adultes	69
Figure 3.4.	Evolution temporelle des taux d'infestation des larves (a) et adultes (b) d' <i>Aleurothrixus floccosus</i> sur les rameaux	70
Figure 3.5.	Evolution des densités des stades larvaires et nymphaux de l'aleurode floconneux durant la période d'échantillonnage (Lv : larves, Pu : pupariums)	71
Figure 3.6.	Evolution des captures des adultes de l'Aleurode floconneux à travers les pièges jaunes englués durant la période d'échantillonnage sur Oranger	72
Figure 3.7.	Répartition des populations larvaires (a) et adultes (b) de l'aleurode floconneux sur l'oranger selon l'exposition	73
Figure 3.8.	Pourcentages respectifs de la répartition saisonnière des larves et des adultes de l'aleurode floconneux selon l'exposition	74

Figure 3.9.	Analyse de la répartition temporelle des adultes de l'aleurode floconneux selon l'exposition (ANOVA, GLM)	74
Figure 3.10.	Analyse de la répartition temporelle des larves de l'aleurode floconneux selon l'exposition (ANOVA, GLM)	75
Figure 3.11.	Fluctuations saisonnières des adultes de <i>Dialeurodes citri</i> sur Clémentinier	76
Figure 3.12.	Variation temporelle de l'indice moyen d'abondance des populations larvaires (a) et imaginales (b) de <i>Dialeurodes citri</i> sur Clémentinier	77
Figure 3.13.	Pourcentage des rameaux avec feuilles avec présence de <i>Dialeurodes citri</i> : en (a) population totale, en (b) populations larvaires et adultes	78
Figure 3.14.	L'évolution des taux d'infestation des larves (a) et des adultes (b) de <i>Dialeurodes citri</i>	78
Figure 3.15 :	Evolution des densités des stades larvaires et nymphaux de l'aleurode des agrumes durant la période d'échantillonnage	80
Figure 3.16.	Evolution des captures des adultes de <i>D. citri</i> à travers les pièges jaunes englués durant la période d'échantillonnage sur Clémentinier	80
Figure 3.17.	Répartition des populations larvaires (a) et adultes (b) de la mouche blanche sur le clémentinier selon l'exposition	81
Figure 3.18.	Pourcentages respectifs de la répartition saisonnière des larves et des adultes de l'aleurode floconneux selon l'exposition (1. Eté, 2. Automne, 3. Printemps)	82
Figure 3.19.	Analyse de la répartition temporelle des adultes de <i>D. citri</i> selon l'exposition (ANOVA, GLM).	83
Figure 3.20.	Analyse de la répartition temporelle des larves de <i>D. citri</i> selon l'exposition (ANOVA, GLM)	83
Figure 3.21.	Variation temporelle des températures et des quantités des pluies durant la période de suivi dans la région de Chlef	84
Figure 3.22.	Evolution temporelle globale de <i>D. citri</i> en relation avec les paramètres pluviométriques le développement phénologique du clémentinier durant la période de suivi	87
Figure 3.23.	Evolution temporelle globale de <i>A. floccosus</i> en relation avec les	

	paramètres pluviométriques et le développement phénologique du clémentinier durant la période de suivi	89
Figure 3.24.	Evolution des captures des deux espèces d'aleurodes en relation avec les variations mensuelles des vitesses du vent (m/s)	90
Figure 3.25.	Comparaison de l'évolution temporelle de la mortalité et du parasitisme chez <i>D. citri</i>	91
Figure 3.26.	Comparaison de l'évolution temporelle de la mortalité et du parasitisme chez <i>A. floccosus</i>	93
Figure 3.27.	Tendance évolutive du prédateur <i>C. arcuatus</i> sur le feuillage du clémentinier infesté par <i>D. citri</i>	94
Figure 3.28.	Analyse de la répartition spatiotemporelle de <i>C. arcuatus</i> selon l'exposition	95
Figure 3.29.	Tendance évolutive du prédateur <i>C. carnea</i> sur le feuillage du clémentinier infesté par <i>D. citri</i>	96
Figure 3.30.	Evolution temporelle de <i>Dialeurodes citri</i> et de ses prédateurs associés par piégeage	97
Figure 3.31.	Evolution temporelle de <i>Cales noacki</i> sur le feuillage infesté par <i>A. floccosus</i> durant la période de suivi	98
Figure 3.32.	Tendance évolutive du prédateur <i>C. carnea</i> sur le feuillage de l'Oranger infesté par <i>Aleurothrixus floccosus</i>	99
Figure 3.33.	Evolution temporelle des captures d' <i>A. floccosus</i> et de ses auxiliaires associés par piégeage	100
Figure 3.34.	Projection des variables d'abondance sur le plan F1 X F2 de l'AFC et Classification hiérarchique des assemblages des populations de <i>D. citri</i> et leurs prédateurs associés dans le temps	102
Figure 3.35.	Projection des variables d'abondance sur le plan F1 X F2 de l'AFC et Classification hiérarchique des assemblages des populations de <i>A. floccosus</i> et leurs auxiliaires associés dans le temps	103
Figure 3.36.	Impact probable des traitements insecticides réalisés dans le verger de clémentinier sur les populations de <i>D. citri</i> et de leurs auxiliaires spécifiques	106
Figure 3.37.	Impact probable des traitements insecticides réalisés dans le verger d'oranger sur les populations d' <i>A. floccosus</i> et de leurs auxiliaires spécifiques	107

Figure 3.38. Diagramme rang-fréquence de la succession saisonnière des communautés d'auxiliaires capturées dans le verger de clémentinier	108
Figure 3.39. Composition taxonomique et hiérarchisation saisonnière des communautés d'auxiliaires capturées dans le verger de clémentinier	110
Tableau 1.1. Principaux insecticides utilisés par les agriculteurs de la région de Chlef contre les aleurodes sur agrumes	32
Tableau 1.2. Inventaire des principaux ennemis naturels d' <i>A. floccosus</i>	33
Tableau 1.3. Inventaire des principaux ennemis naturels de <i>D. citri</i>	33
Tableau 2.1. Liste des adventices recensés au niveau du verger de Aichouba	53
Tableau 2.2. Liste des mauvaises herbes recensées a Hadjouti	57
Tableau 2.3. Traitements phytosanitaires appliqués du Juillet 2012 au Juin 2013 au niveau du verger d'oranger	60
Tableau 3.1. Comparaison des moyennes d'abondance des adultes d' <i>A. floccosus</i> en relation avec l'exposition sur l'oranger.	74
Tableau 3.2. Comparaison des moyennes d'abondance des larves d' <i>A. floccosus</i> en relation avec l'exposition sur l'oranger	75
Tableau 3.3. Comparaison des moyennes d'abondance des adultes de <i>D. citri</i> en relation avec l'exposition sur le clémentinier	83
Tableau 3.4. Comparaison des moyennes d'abondance des larves de <i>D. citri</i> en relation avec l'exposition sur le clémentinier	83
Tableau 3.5. Evolution de la phénologie de la plante hôte dans les deux vergers étudiés	85
Tableau 3.6. Modèle GLM de l'ANOVA appliqué à la comparaison des moyennes d'abondances spatiotemporelle de <i>C. arcuatus</i> selon l'exposition	95
Tableau 3.7. Probabilités associées à la comparaison des diversités entre les communautés saisonnières des auxiliaires dans le verger de clémentinier	109
Tableau 3.8. Pourcentages de contribution des taxons aux différences d'abondances entre les communautés saisonnières d'auxiliaires durant la période de suivi	112

INTRODUCTION

Les agrumes figurent parmi les principales récoltes de fruits dans le monde. Ils constituent les produits d'exportation et de transformation en divers dérivés et ont de ce fait une grande importance dans le développement économique et social des pays producteurs [1,2]. En Algérie, la production agrumicole connaît une faible croissance, alors qu'elle a connu un grand essor dans un passé proche [3]. C'est le Centre du pays qui occupe le pourcentage de superficie le plus important en agrumes, soit 62%, dont principalement 44% au niveau de la plaine de la Mitidja et 14 % au niveau du bas Cheliff, [4]. En revanche, l'Ouest ne représente que 26% avec 16.453 ha, l'Est 9,7% représenté par 6.134 ha et le Sud 2,2% soit 1.404 ha sur le total agrumicole [1].

Actuellement, la dégradation du parc agrumicole, le ralentissement des investissements en matière de plantations ou leur arrachage massif dans le cadre du PNDA, , l'effet de la sécheresse avec les insuffisances hydriques et la détérioration des systèmes de drainage, l'insuffisance des bonnes pratiques agricoles ainsi que les stratégies de lutte déployées à l'égard des infestations causées par différentes maladies et ravageurs, [4,5,6], constituent autant de contraintes qui se traduisent par des rendements insuffisants au niveau des vergers d'agrumes. Chez les ravageurs, les insectes phloémophages comptent parmi les bioagresseurs les plus importants vivant au détriment des Citrus, en s'attaquant aux parties les plus tendres de l'arbre. Ils peuvent causer l'affaiblissement ou la mort des cultures et des pertes de production avec une dépréciation de la valeur marchande des récoltes en fruits, en raison des dommages dus au rejet d'excrétas sucrés fermentescibles.

Au sein du complexe des phloémophages inféodés aux agrumes, les aleurodes des agrumes doivent être considérées de nos jours comme de dangereux ravageurs au même titre que le sont certaines espèces de cochenilles, [1]. Ce groupe d'Homoptères constitue un groupe complexe en raison du cycle de développement des espèces, leur voltinisme et leur polyphagie caractérisée par l'importance des dégâts qu'ils causent de manière indirecte ou directe aux cultures.

L'extension des aleurodes à diverses régions du globe terrestre s'est vue favorisée par l'intensification des échanges et une diminution sensible des délais d'acheminement surtout après la seconde Guerre Mondiale avec la généralisation du transport aérien, [7].

Très attirés par les feuilles jeunes en cours de croissance des végétaux qu'ils colonisent, les aleurodes se regroupent généralement à la face inférieure des feuilles. C'est d'ailleurs au niveau foliaire que se déroulent les différentes étapes du cycle biologique depuis l'accouplement jusqu'à l'émergence en passant par la ponte et le développement des quatre stades larvaires. Les larves et les nymphes vivent fixées sur les végétaux qu'elles piquent et sucent. Le nombre de générations dépend chez ces ravageurs polyvalents de plusieurs facteurs dont les conditions thermiques, la durée nécessaire à l'accomplissement d'une génération spécifique de chaque espèce et la durée d'occupation de la culture.

La partie occidentale du bassin méditerranéen a été le siège d'introduction accidentelle des aleurodes des citrus en l'occurrence *Dialeurodes citri* Ashmead et *Aleurothrixus floccosus* Maskell, considérés à juste titre comme des ravageurs majeurs au niveau du bassin méditerranéen [8, 9].

L'espèce *Aleurothrixus floccosus* Mask, appelée communément aleurode floconneux des agrumes cause de graves dommages dans la Mitidja, [10]. Ce sont les larves qui causent les dégâts par la ponction de sève et le développement associé de fumagine sur le miellat rejeté, affaiblissant les agrumes au fil des ans et risquant même de les tuer, [11]. *Aleurothrixus floccosus*, est la plus dominante des espèces d'aleurodes des citrus, elle infeste la presque totalité des vergers agrumicoles d'Algérie, [12]. De la même manière, l'espèce *Dialeurodes citri* Ashmead est en pleine expansion en Algérie et pose désormais un problème grave aux plantations d'agrumes dans notre pays. L'extension des superficies dévolues à la culture des agrumes et le vieillissement de certaines plantations traduit par l'augmentation du volume de la frondaison sont susceptibles de créer des microclimats favorables au développement de ce ravageur.

Dans le monde, différents auteurs aux USA, aux Indes, en France [13], [14], [15], [16], [17], se sont penchés sur l'étude écologique de *D.citri*. Dans le contexte algérien, les études faites sur les aleurodes ont été rapportées par différents auteurs [18], [10] ; [19], [20]; [21].

Au nombre des exigences dont il faudrait tenir compte pour augmenter la production des citrus en Algérie, on peut citer les traitements phytosanitaires. Cette recommandation encourage l'utilisation des pesticides de synthèse dont les effets nocifs des résidus, ne sont plus ignorés de nos jours, quel que soit le respect des doses recommandées. Chose plus grave, l'utilisation des pesticides induit la résistance chez les ravageurs occasionnant leur résurgence, et a des effets nocifs sur la santé humaine et sur l'environnement, ainsi il en résulte un important risque d'intoxication difficilement chiffrable, [22]. Alors que l'on s'aperçoit facilement de la présence de nombreuses espèces de ravageurs du fait des dégâts qu'ils occasionnent dans les cultures, il est beaucoup plus difficile d'être conscient de l'existence d'organismes auxiliaires, qui luttent naturellement contre ces espèces considérées comme nuisibles et constituant leurs proies dans la chaîne alimentaire. Les pesticides utilisés peuvent éliminer les ravageurs des vergers mais leurs effets provoquent des équilibres non négligeables dans l'activité des ennemis naturels de ces ravageurs. Surtout, l'utilisation des auxiliaires représente la base des stratégies de lutte biologique ayant pour principe la régulation des populations de ravageurs des cultures, par utilisation de leurs parasites ou prédateurs naturels, agents de lutte qui leur sont antagonistes, [23]. Lorsque les agriculteurs utilisent en général moins de pesticides chimiques non sélectifs notamment, [24], une partie des parasites reviennent dans les vergers.

Si dans la littérature algérienne, divers travaux et publications universitaires font part du complexe auxiliaire associé aux cochenilles et aphides des cultures d'agrumes, travaux réalisés plus particulièrement dans la plaine de la Mitidja, l'entomofaune des ennemis naturels des aleurodes reste peu investiguée. Outre à cela, les travaux traitant de la diversité des catégories trophiques des auxiliaires associés aux principaux ravageurs des agrumes y compris les aleurodes, restent fragmentaires.

La présente étude a couvert la zone productrice de fruits d'agrumes de la région de Chlef où les travaux sur la faune dans sa globalité sont rares, à notre connaissance. L'objectif global de la présente étude est de contribuer à mieux appréhender les conditions de manifestation des populations d'aleurodes et d'évaluer le complexe auxiliaire qui leur est associés selon la plante hôte infestée. De façon spécifique, il s'agira :

- (i) d'étudier la dynamique des populations de l'aleurode floconneux et de la mouche blanche des agrumes en relation avec l'évolution phénologique de la plante hôte, le climat et la protection phytosanitaire des vergers.
- (ii) de mettre en évidence l'évolution spatiotemporelle des principaux auxiliaires des deux espèces d'aleurodes ainsi que leurs abondances dans les vergers en relation avec celles de leurs proies.
- (iii) d'évaluer les diversités en auxiliaires associés aux deux vergers étudiés.

CHAPITRE I

GENERALITES

1.1. Généralités sur les Aleurodes

1.1.1. Place des Aleurodes dans le monde des insectes

Le sous ordre des Aleurodes faisait partie autrefois de l'ordre des Strenorhynches ou Phytosphères (insectes dont la base du labium semble prendre naissance entre les hanches antérieures ou en arrière de celles-ci) [25], que l'on opposait aux Auchenorhynches (insectes dont le labium est toujours inséré bien en avant des pattes antérieures..). Mais, les systématiciens actuels n'attribuent à ces 2 divisions qu'un caractère artificiel sans valeur phylogénétique. Cependant, il semble profitable de conserver ces termes car ils synthétisent d'après Grassé certains caractères utilement opposables.

En comparaison avec les Aphidoidea et les Coccoidea, les aleurodes (Aleyrodoidea) vivant aujourd'hui semblent être un assemblage beaucoup moins riche en espèces qui a souffert d'une histoire systématique particulièrement problématique (Martin, 2003, revue dans Martin et Mound [26]). En particulier, plus d'un siècle de la taxonomie des Aleurodes a été basé presque exclusivement sur le stade « puparium » (stade nymphe final), sans encourager davantage les systématiciens à s'impliquer avec le groupe. Presque toutes les clés d'identification des aleurodes sont établies pour une utilisation dans leur pays d'origine ou sur des cultures spécifiques. Un premier catalogue d'espèces vivant sur les cultures économiquement importantes fut initié par Quaintance (1907), Silvestri (1927) qui a décrit les espèces d'aleurodes dans les cultures des agrumes en Extrême-Orient. Plusieurs auteurs décrivent les Aleurodes en Afrique de l'Ouest et en Angleterre, au Texas du Sud, en Nouvelle-Guinée, en Finlande et en Tunisie, (Martin, 2003, revue dans Martin et Mound [26]). Nguyen et *al.* , (1993) ont décrit 65 espèces différentes dans leur Catalogue des Aleirodids pour la culture des agrumes, y compris leur distribution et leurs cortèges d'ennemis naturels. La famille des Aleyrodidae Westn, est subdivisée en 3 sous-familles : Aleyrodicinae, Aleyrodinae, Udamoselinae (Quaintance et Baker). Les 2 sous familles, Aleyrodinae et Aleyrodicinae, se distinguent par la nature des pores

ciriers des pupariums (pores simples chez les premiers, composés chez les seconds), par la forme du tarse (paronychium spiniforme chez les Aleyrodinae, spatulé chez les Aleurodicinae), par la nervation alaire (absente chez les Aleurodicinae) [25].

Sur la vingtaine d'espèces d'aleurodes inféodées aux agrumes, couramment rencontrées et appartenant aux genres *Aleurocanthus*, *Aleurolobus*, *Aleuroplatus*, *Aleurothrixus* et *Dialeurodes*, [27,28], seules cinq espèces, appartenant à trois genres, représentent, quelque soit le continent considéré, un danger potentiel pour les plantations d'agrumes. Il s'agit essentiellement d'*Aleurocanthus spiniferus* Qaint, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, *Aleurothrixus floccosus* Mask et *Dialeurodes citri* Ashmed et à un degré moindre *Dialeurodes citrifolli* Morgan. Sur ces cinq espèces, seuls *A. floccosus* et *D. citri* sont considérés à juste titre comme des ravageurs majeurs au niveau du Bassin méditerranéen [8] ; [29] ; [30]; [31], [32].

1.1.2. Description morphologique

Le terme général « aleurode » se réfère à un grand groupe de petits insectes (1 à 3 mm) dont les adultes ailés de nombreuses espèces sont blancs, d'autres varient du blanchâtre au noirâtre. Les larves de nombreux aleurodes sont aplaties et ovales, ressemblant à des larves de cochenilles sans armure. Les adultes des deux sexes sont ailés avec de petites ailes arrondies recouvertes d'une très délicate pubescence blanche, et tiennent leurs ailes à plat (ou légèrement en toit) sur leur dos, [33].

La Super-Famille des Aleyrodoidea est représentée par des insectes pourvus d'antennes de 3 à 11 articles et leur complexe buccal est hypognathe, le labium étant fréquemment descendu plus bas que les hanches antérieures. Les deux paires d'ailes sont semblables, à nervation réduite (sans cellules fermées en raison de l'absence de nervures transverses) et recouvertes d'une poussière cireuse blanche qui recouvre également le corps. Les pattes sont longues et grêles terminées par un tarse bi-articulé avec un empodium dit paronychium entre les deux griffes. À l'extrémité de l'abdomen, sur le dernier tergite, s'ouvre l'organe vasiforme, spécifique du groupe et bien visible (et servant à la détermination des espèces). Cet orifice, chez tous les stades, est muni d'un opercule sous lequel se projette la lingule ; l'anus y débouche, par où est excrété le miellat, [9], [25].

1.1.3. Biologie des Aleurodes

Le développement des aleurodes passe par les stades de l'œuf, larve, nymphe et adulte [35]. Les aleurodes sont ovipares. Ils se reproduisent généralement par voie amphisexuelle avec une parthénogenèse fréquente bien qu'elle soit facultative chez certaines espèces.

La parthénogénèse peut être arrhénotoque comme chez *Dialeurodes citri* ou thelitoque, chez *Trialeurodes vaporarorium*, les deux types de parthénogenèse se rencontrent, [25].

Le développement est du type hétérométabole (progressif) mais avec la présence d'un 4^{ème} stade larvaire particulier, dit « puparium1 ». L'œuf, Non observable à l'œil nu. 0,25 mm, ovale, de jaune à noir, possède un court pédicelle < 0,1 mm de long, parfois couvert de pruinosité par où transitent les spermatozoïdes lors de la fécondation et qui sert à l'attacher lors de la ponte sur le végétal hôte. Les larves sont ovales et aplaties, de couleurs variées. Elles ont souvent des expansions cireuses. Au premier stade, elles possèdent antennes et pattes (larves « mobiles » ou « baladeuses ») qu'elles perdent lors de la première mue. Les L1 mesurent 0,2 mm de long, sont mobiles, semi-transparentes, non observables à l'œil nu.

Aux trois stades suivants (L2, L3, L4), les individus sont sessiles, mesurent de 0,2 à 0,8 mm au fur et à mesure du développement et ont l'apparence de petite cochenille. Elles sont ovales, aplaties, aptères et apodes, parfois recouvertes de pruinosité.

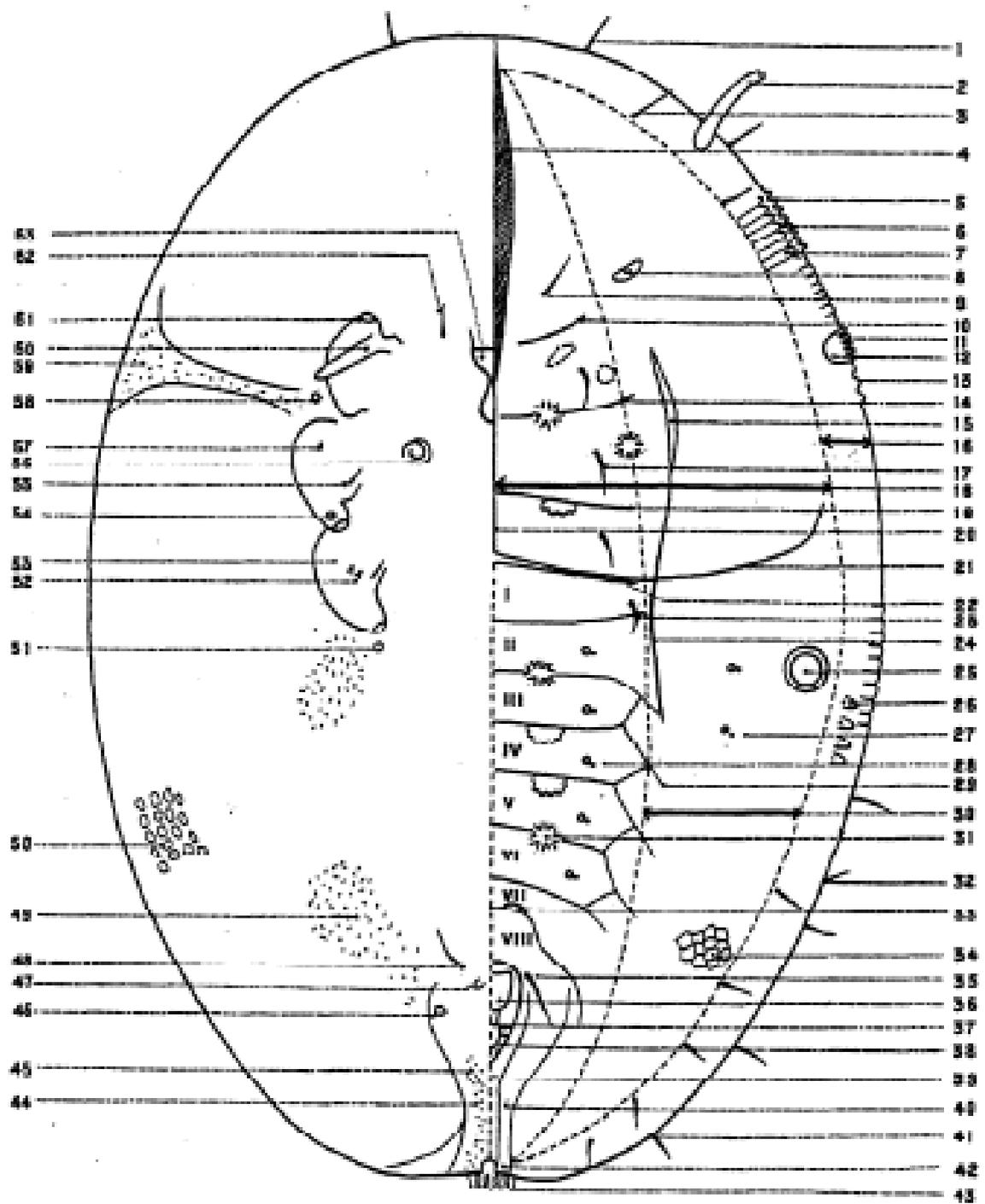


Figure 1.1: Morphologie générale de la larve de l'aleurode [34]

Légende de la figure 1.2

1- Soie anteromarginale	33-poche dermique
2- tube cirier	34-reticulations dorsales
3- soie submarginale	35-8em soie abdominale
4- crete mediane anterieure	36-opercule
5- dents marginales	37-lingule
6- dents submarginales	38-orifice visiforme
7- strics submarginales	39-sillon anal
8- tache oculaire	40-crete anale
9- soie cephalique	41-soie posteromarginale
10-suture cephalothoracique	42-soie caudale
11-peigne tracheal thoracique	43-peigne tracheal abdominal
12-pore tracheal thoracique	44-sillon tracheal abdominal
13-crenulations marginales	45-spinules tracheales
14-suture pro-mesothoracique	46-stigmate abdominal posterieur
15-oli laterolongitudinal	47-organe male
16-region submarginale	48-soie ventrale abdominale
17-soie mesothoracique	49-spinules ventrales
18-region discale ou disque dorsal	50-sculptures ventrales submarginales
19-sutre meso-metathoracique	51-stigmate abdominal anterieur
20-suture anterieure de la fente exuviale	52-epines coxales
21-suture transverse de la fente exuviale	53-patte metathoracique (patte 3)
22-suture thoracoabdominale	54-stigmate thoracique posterieur
23-1ere soie abdominale	55-soie coxale
24-region aubmediane	56-sac adhesif
25-pore cirier	57-patte mesothoracique (patte 2)
26-papille glandulaire submarginales	58-stigmate thoracique anterieur
27-pores geminés	59-sillon tracheal thoracique
28-rachis dorsal	60-antenne
29-carenes obliques	61-patte prothoracique (patte 1)
30-region subdorsales	62-soie buccale
31-depressions submedianes	63-trompe buccale
32-soie marginale	

La larve de 4^{ème} stade (stade puparium : L4 en fin de développement) mesure entre 0,5 et 1 mm, similaire aux larves, boursoufflé, blanchâtre à jaunâtre, plus ou moins transparent avec présence de filaments cireux pour la plupart et des yeux visibles sous la membrane.

Cette larve de dernier stade cesse bientôt de s'alimenter, restant ancrée au végétal par ses stylets. Au travers de sa cuticule, on voit apparaître progressivement le futur adulte avec ses appendices. Lors de la mue imaginale, ce dernier sort de la cuticule du puparium par une fente en «T» [9].

Le cycle biologique de l'aleurode dure entre 4 et 5 semaines en moyenne, et il est variable selon la température, (figure 1.2).

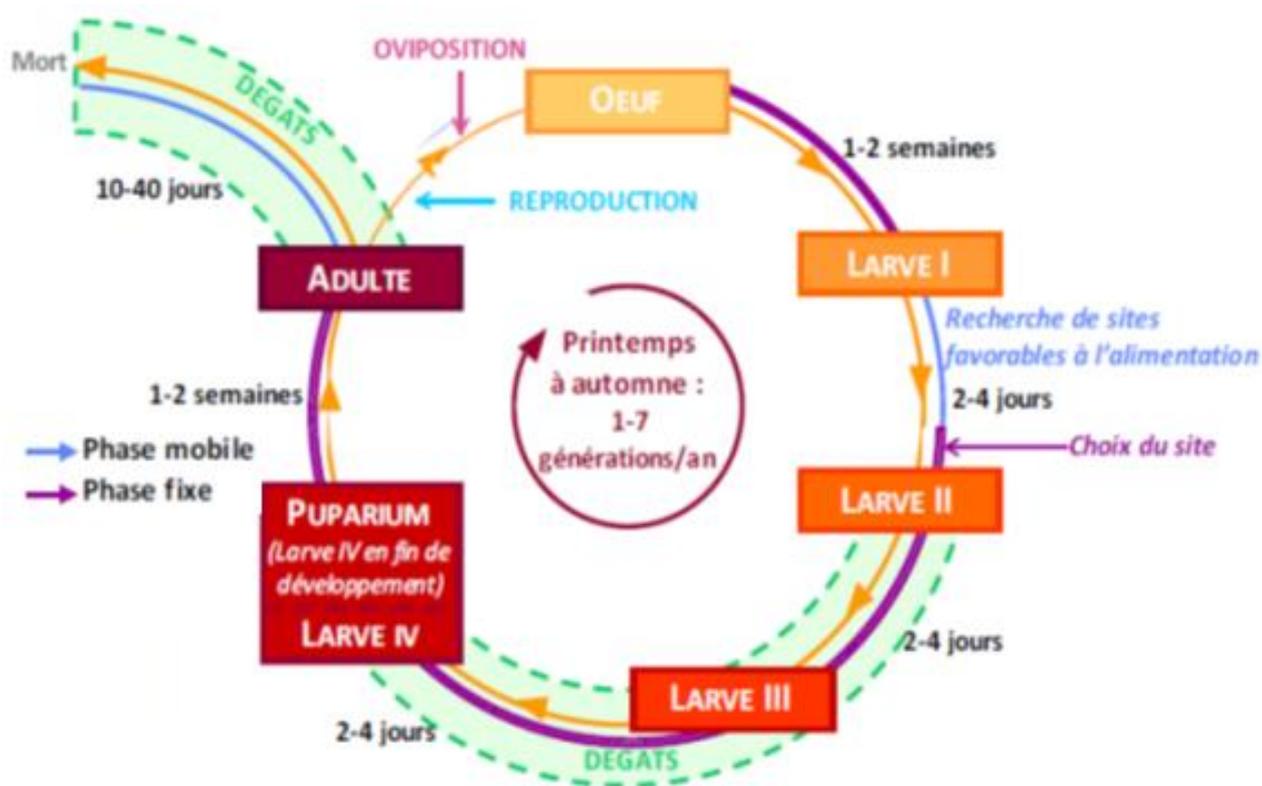


Figure 1. 2: Cycle biologique de l'aleurode (Guide d'observation et de suivi des organismes nuisibles en ZNA, notice explicative).

1.1.4. Dégâts et nuisances

Larves et adultes piquent les tissus végétaux (les feuilles en général) pour ponctionner la sève élaborée dans les vaisseaux du phloème ou les liquides intracellulaires. Il s'en suit un affaiblissement de la plante qui s'étiole ou flétrit. Mais ce sont surtout les actions indirectes (figure 1.3), production de fumagine et

transmission de virus, qui sont les plus dommageables pour les hôtes. La fumagine est un complexe de champignons noirs qui encroûtent les feuilles et empêchent la photosynthèse ; elle est également cause de souillures rédhibitoires.

Il en résulte une baisse notable de la floraison, de la fructification, une chute des feuilles, un affaiblissement amenant la mort d'un arbre cinquantenaire en cinq à six années. La salive que les aleurodes injectent à leur hôte lors de la pique est douée de propriétés toxiques et enzymatiques qui engendrent la plupart des troubles consécutifs à la piqûre. Cette salive, exerçant une action enzymatique locale, se manifeste par la digestion de l'amidon des protéines cellulaires, voire de la cellulose. Elle peut également exercer une action plasmolytique sur les cellules voisines de la piqûre, surtout lorsqu'elle est déversée dans les vaisseaux, et troubler profondément la physiologie du végétal. Le trajet des stylets s'accompagne le plus souvent chez les Aleurodes, d'un dépôt d'une substance chromophile autour des stylets, substance qui persiste après le retrait de ceux-ci, [25].

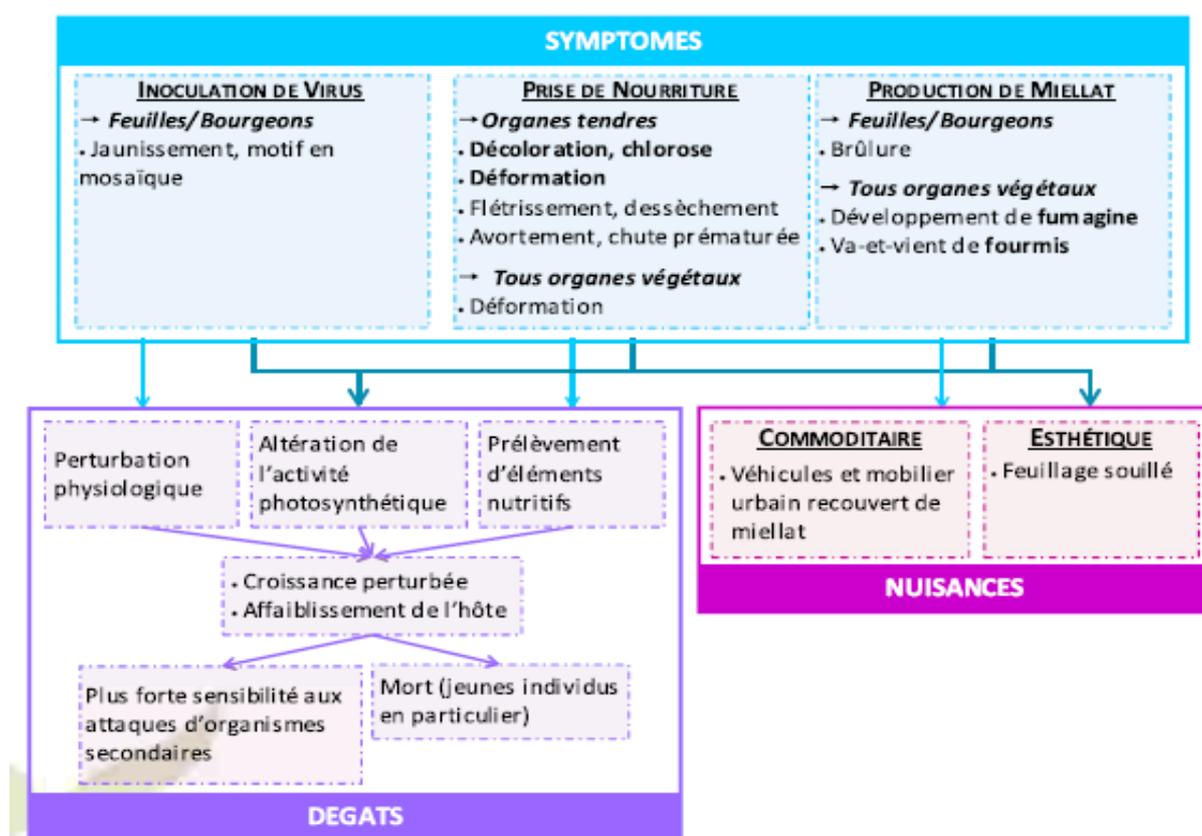


Figure 1.3: Symptomatologie synthétisée des dégâts d'aleurodes (Guide d'observation et de suivi des organismes nuisibles en ZNA, notice explicative)

1.1.5. Considérations générales sur la mouche blanche et l'aleurode floconneux des agrumes

1.1.5.1. L'aleurode des agrumes *Dialeurodes citri* (Ashmead)

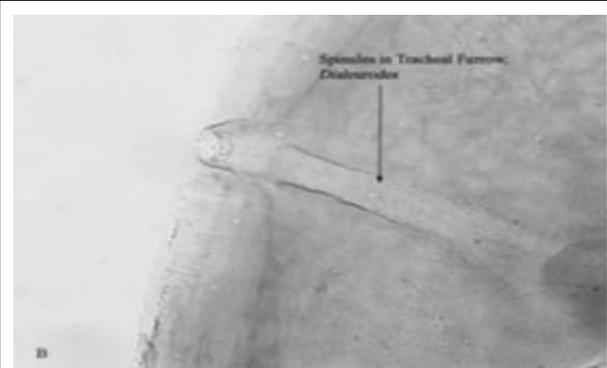
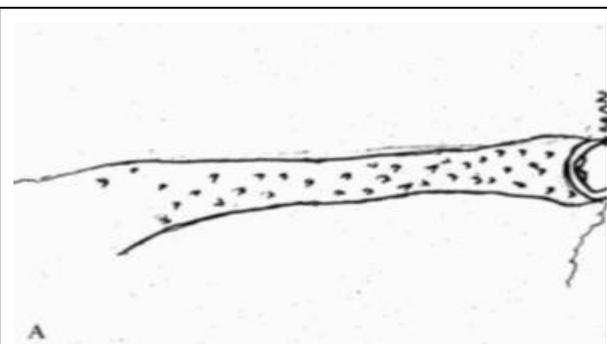
1.1.5.1.1. Caractéristiques et Position systématique

La mouche blanche des agrumes, *Dialeurodes citri* ASH (figure 1.4), est un homoptère possédant 2 paires d'ailes uniformément membraneuses et transparentes, appliquées en toit sur le thorax et l'abdomen, de sorte qu'elles ne se recouvrent mutuellement que très peu ou pas du tout. *Dialeurodes citri* est une espèce très polyphage. Elle a été citée sur plus de soixante-dix espèces végétales appartenant à une trentaine de familles différentes [27], [36]. La mouche blanche des agrumes *Dialeurodes citri* appartient à la Classe des insectes, au Super ordre des Hemipteroidea, à l'Ordre des Homoptera, au Sous ordre des Aleyrodinea, à la Super famille des Aleyrodoidea, à la Famille des Aleyrodidae à la Sous famille des Aleyrodinae, au Genre *Dialeurodes*, et à l'Espèce : *D.Citri* (Ashmead).

Figure 1.4 a : Adultes de *Dialeurodes Citri* [45]



Figure 1.4 b : Illustration (A) et photo (B) des spinules (orifice vasiforme petit, elliptique et lingule obscurcie par l'operculum [45]



1.1.5.1.2. Origine et extension

Originaire d'Asie [13] et plus particulièrement d'Inde, signalé en Chine et au Japon [37], *Dialeurodes Citri* a été introduit en Floride entre 1858 et 1885.

Il s'est répandu vers 1879 dans cet état et aussitôt a été signalé comme le plus redoutable ennemi des orangers et des citronniers [13]. Sa dispersion se trouve d'ailleurs facilitée pour le fait qu'il peut vivre sur des essences végétales assez diverses, parmi lesquelles plusieurs arbustes de la flore indigène.

En 1916, la mouche blanche des agrumes s'est dispersée dans tous les états de la région du Golfe du Mexique et en Californie [13]. En 1936, *D.citri* cause de gros dégâts aux orangeries américaines (Floride, Californie, Chili Brésil...), mais jusqu'à cette date, il n'existe pas dans le bassin méditerranéen.

Sa présence a été signalée à Antibes par Pussard en 1945 [38], et 7 années plus tard toutes les cultures à Cannes sur le littoral français étaient infestées [38].

Cet Aleurode est signalé comme étant une sérieuse menace pour les cultures d'agrumes et certaines plantes ornementales, dans les Alpes Maritimes [14], et dans beaucoup de pays agrumicoles du bassin méditerranéen où elle cause des dégâts comme dans le Sud de l'Italie, en Corse et en Algérie [8]. Au Maroc, cette espèce existe un peu partout mais se rencontre fréquemment dans la région de Berkane, sans causer de dommages notables aux cultures en raison des facteurs naturels de limitation de ses populations (ennemis naturels, facteurs climatiques...) [8]. En Italie continentale, *D. citri* a été détecté dès 1969.

1.1.5.1.3. Dégâts de *Dialeurodes Citri* Ash.

La présence de *Dialeurodes Citri* est capable de diminuer le rendement [15]. Les arbres atteints sont fortement affaiblis, d'abord par les piqûres des larves et les nymphes fixées, et par la succion de la sève à la face inférieure des feuilles suivie par la production de grandes quantités de miellat , [14] [39] sur lequel se développe un champignon : *Capnodium mangiferum* qui par son développement rapide recouvre la feuille d'une moisissure noire. Ceci entrave la photosynthèse de la plante et affecte donc sa croissance et sa fructification ainsi qu'une réduction de 25-50% de production d'agrumes causée par l'infestation, [14], [16], [40], [41]. Les feuilles diminuent de leur vitalité, et jaunissent provoquant une chute importante des fleurs [16]. De plus, sur les agrumes très envahis, les feuilles sont durcies et les jeunes pousses très attractives pour les adultes, sont alors rapidement parsemées à la face inférieure d'une multitude de feuilles, [14].

Bien que la mouche blanche des agrumes ne se développe pas sur les fruits, le miellat excrété par les larves se retrouve dessus [42], et conduit au

développement de la fumagine et une augmentation des populations de la cochenille virgule (*Lepidosaphes beckii*) [43].

En Californie, les cultures envahies par l'aleurode ont donné une production de 45 à 50% plus faible que celle des cultures saines, et les pertes causées annuellement en Floride seulement, n'ont pas été évaluées à moins de ½ million de Dollars [13].

1.1.5.2. La mouche blanche floconneuse des agrumes *Aleurothrixus floccosus* (Maskell).

1.1.5.2.1. Caractéristiques et Position systématique

Communément appelé mouche blanche cotonneuse ou aleurode floconneux, il est facilement reconnaissable par la masse cotonneuse sécrétée sur les feuilles (Figure 1.5 a b et d). Il a été décrit comme *Aleurodes floccosa* en 1895 (Maskell, 1895) et plus tard, en 1914, comme *Aleurothrixus floccosus* [44] ; [27].

Cette espèce a été décrite pour la première fois en 1896 par MASKELL qui mentionne son existence à partir d'échantillons originaires de la Jamaïque.

L'aleurode floconneux est un Homoptera Aleurodoidae Aleurodidae de la sous famille des Aleurodinae appartenant au Genre *Aleurothrixus* et à l'espèce *Aleurothrixus floccosus* Maskell.

Le genre *Aleurothrixus* se caractérise par la présence chez le puparium d'une bordure marginale angulaire comportant une double rangée de dents, des tubes excréteurs de cire bien développés et un orifice vasiforme petit et elliptique (figure 1.5.c) (Quaintance et Baker in [44]).



Figure 1.5 a : Colonie d'Aleurode floconneux des citrus sur feuille d'oranger [9] et Localisation du ravageur sur la face inférieure des feuilles [24].



Figure 1.5 b : Adulte et œufs de l'Aleurode floconneux [31].

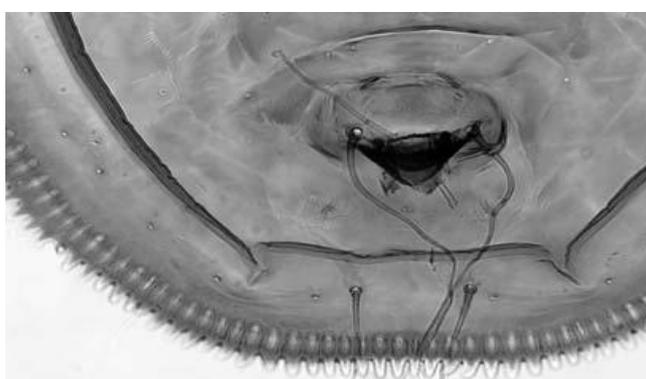


Figure 1.5 c : Orifice vasiforme d'*A. floccosus* [45].



Figure 1.5 d : Production de miellat par des larves de 2^e stade [31].

1.1.5.2.2. Origine et extension

L'aleurode floconneux est originaire de l'Amérique tropicale et subtropicale. Son implantation à travers le monde dépend non seulement des particularités climatiques du nouveau biotope colonisé mais aussi de conditions d'ordre tropique, [8].

En 1900, il s'est implanté en Floride et en 1966 en Californie du Sud [46]. Il est présent dans l'archipel des Canaries depuis l'Antiquité, mais jamais défini comme dangereux ravageur. Son introduction dans le bassin méditerranéen est relativement récente. Il est apparu en France (Nice) en 1966 [38]. Dans la péninsule ibérique, il est détecté pour la première fois en 1968 à Malaga, et à la fin de 1969, il a été observé dans la province d'Alicante, il s'est propagé rapidement à travers tous les domaines d'agrumes et a causé des dommages importantes au départ [47]. En Italie, il s'est introduit, au début des années soixante-dix [47]; [48]. En 1980-1982, *A.floccosus* a commencé à envahir les grandes zones d'agrumes italiens en Sicile et en Sardaigne et est devenu l'un des ravageurs les plus importants [49] [50]. Au Maroc, il est apparu en 1972, [48] [51], au Portugal, il est observé en 1977 [52], et en Tunisie en 1990 [53].

Dans notre pays, l'introduction accidentelle de cet aleurode a eu lieu en 1981-1982 à Oran puis s'est rapidement étendu aux vergers d'agrumes de Tlemcen de Misserghine et de Mohammadia. Ce redoutable déprédateur a atteint, au printemps 1985, Hussein-dey et par la suite on l'a signalé dans plusieurs vergers de la Mitidja et du Sahel. Il est signalé à Jijel, Taher, Skikda et à Annaba en 1986, [54]. L'introduction de ce ravageur en Algérie semble être faite soit par le transport des adultes par le vent soit par des fragments de végétaux depuis le Maroc ou l'Espagne, [54].

1.1.5.2.3. Dégâts d'*Aleurothrixus floccosus*

Cette espèce est plus dangereuse que *D.citri* [1] du fait de ses fortes infestations principalement près des zones côtières. Ses attaques se caractérisent par l'excrétion par les larves d'un abondant miellat et de filaments cireux formant à la face inférieure des feuilles une couche blanche visqueuse pouvant dépasser 1 mm d'épaisseur.

Cet Homoptère peut causer en cinq à six ans seulement, la mort d'un arbre [55] [56] pour différentes raisons. (i) Les densités numériques très élevées d'adultes et de larves entraînent une ponction de sève importante. (ii) L'excrétion

abondante de gouttelettes de miellat jointes aux nombreuses sécrétions cireuses constitue, dans le cas de fortes contaminations, un épais manchon blanchâtre à la surface duquel se développe la fumagine (figure 1.6).

Contrairement à l'Aleurode des citrus (*Dialeurodes citri*) le miellat produit reste adhérent à l'insecte, qui le produit en grosses gouttes. (iii) L'association des diverses sécrétions et excréments d'*Aleurothrixus floccosus* et de la fumagine provoque une asphyxie du végétal à plus ou moins brève échéance. (iiii) La ponction de sève et l'asphyxie provoquent une diminution importante des fonctions vitales de l'arbre (réduction de la floraison et de la fructification, chute des feuilles), [48].

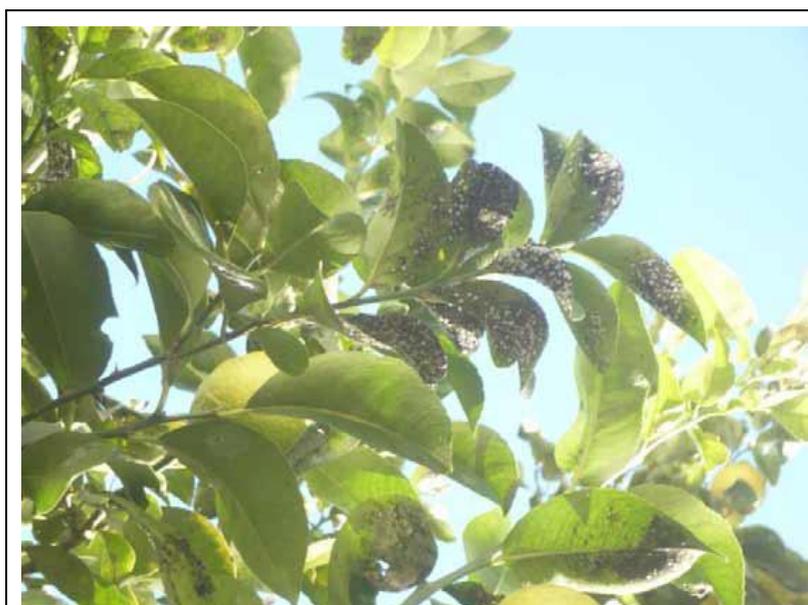


Figure 1.6 : Dégâts de l'Aleurode floconneux sur jeunes feuilles [24]

Aux Iles Canaries, *A. floccosus* fut responsable de la diminution de la moitié de la surface réservée aux agrumes [8]. Dans la région de Malaga, en Espagne, le nombre d'arbres attaqués est passé de trois millions en 1970 à plus de cinq millions un an plus tard [48].

Cependant si les pertes économiques dues à ce ravageur se situent surtout au niveau de la quantité et de la qualité de la production, elles sont augmentées par le fait que ce ravageur suscite toujours, tout au moins au début de son apparition, une lutte chimique non raisonnée qui par la suite se révèle très coûteuse et inefficace.

1.1.6. Moyens de lutte contre les aleurodes des agrumes

1.1.6.1. La lutte culturale

Il existe plusieurs techniques culturales permettant le maintien des ravageurs d'agrumes à un niveau tolérable, en effet, les fertilisations doivent être apportées en quantité suffisante et de façon équilibrée. En effet, nous savons qu'une mauvaise fertilisation n'a pas seulement des répercussions sur la nutrition des végétaux mais aussi sur les populations de ravageurs opophages [57].

Par ailleurs, une taille rationnelle facilite l'aération et élimine les premiers rameaux foyers du ravageur que l'on doit immédiatement incinérer [58]. Les façons aratoires fréquentes détruisent les plantes adventices pouvant héberger des déprédateurs et gênent la conservation de ces derniers dans le sol. Il faudrait éviter de faire des labours profonds [59].

1.1.6.2. La lutte chimique

De nombreux arguments tendant à démontrer la nécessité de réduire l'utilisation des pesticides, se basant pour cela sur leurs effets néfastes et la baisse du nombre d'ennemis naturels. Cependant puisqu'elle est encore nécessaire pour combattre certains ravageurs, il faudrait veiller à ce que les pesticides utilisés soient compatibles avec l'existence d'une entomofaune utile.

Dans plusieurs pays méditerranéens, dont l'Espagne, la lutte chimique contre les aleurodes des agrumes est appliquée en utilisant de manière préférentielle à partir de la fin des années soixante-dix comme matière active les butocarboxim, principalement en raison de leur bonne efficacité [60] et sa faible toxicité pour l'hyménoptère parasitoïde *Cales noacki* [61].

En Algérie, plusieurs produits phytosanitaires sont utilisés pour combattre les mouches blanches des agrumes, ces produits sont composés des matières actives sélectives contre les aleurodes. Cependant, l'utilisation non raisonnée et abusive de ces pesticides a créé des formes de résistances de ces ravageurs, par les traitements répétés et le surdosage des solutions de traitements. Nous avons jugé utile de mentionner les différents insecticides utilisés au niveau de la région agrumicole de Chlef sont mentionnés dans le tableau 1.1.

Tableau 1.1 : Principaux insecticides utilisés par les agriculteurs de la région de Chlef contre les aleurodes sur agrumes [93].

Nom commerciale	Matière active	Dose préconisée	Insectes cibles	Toxicité aux auxiliaires
Match Gold ®	50 g/l de Lufénuron sous forme d'émulsion concentrée	100 ml/hl	aleurodes des agrumes	Non toxique
Confidor® Supra	70% d'Imidaclopride sous forme Granulés dispersables	150 g/ha	aleurodes des agrumes	//
Decis® Expert	Deltamethrine 100 g/l	32 ml/hl	Cératite, aleurodes	//
IMIDAGOLD 20 SL	Imidachlopride 200 g/l	150 ml/hl	aleurodes des agrumes	//

1.1.6.3. La lutte biologique

Les stratégies utilisées dans la lutte biologique contre les aleurodes se basent sur trois techniques: l'introduction, l'acclimatation et l'élevage des ennemis naturels accompagné de lâchers dont le but est d'augmenter, rapidement, la présence d'ennemis naturels natifs ou déjà établis. L'efficacité du contrôle dépend des paramètres tels que la spécificité de l'ennemi naturel contre son hôte, la coïncidence temporelle et spatiale entre les deux, les conditions climatiques optimales pour le développement des différentes espèces et le procédé de commande utilisé [30]. Les aleurodes ont de nombreux ennemis naturels, qui agissent comme prédateurs ou parasites, dans le groupe des arthropodes. Une liste exhaustive des ennemis naturels de la mouche blanche et de l'aleurode floconneux à travers le monde a été établie [62]) (Tableaux 1.2 et 1.3).

Tableau 1.2 : Inventaire des principaux ennemis naturels d'<i>A. floccosus</i> [62]	Tableau 1.3 : Inventaire des principaux ennemis naturels de <i>D.citri</i> [62]
<p>HYMENOPTERA</p> <p>CHALCIDOIDEA</p> <p><i>Aphelinidae</i> : <i>Cales noacki</i> Howard : <i>Encarsia basicincta</i> Gahan : <i>Encarsia cubensis</i> Gahan : <i>Encarsia haitiensis</i> Dozier : <i>Encarsia portoricensis</i> Howard : <i>Eretmocerus californicus</i> Howard : <i>Eretmocerus haldemani</i> Howard : <i>Eretmocerus paulistus</i> Hempel : <i>Eretmocerus portoricensis</i> Dozier : <i>Prospaltella bella</i> Gahan : <i>Prospaltella brasiliensis</i> Hempel</p> <p><i>Encyrtidae</i> : <i>Plagiomerus cyaneus</i> (Ashmead) <i>Eulophidae</i> : <i>Euderomphale aleurothrixii</i> Dozier <i>Signiphoridae</i> : <i>Signiphora flava</i> Girault : <i>Signiphora towsendi</i> Ashmead : <i>Signiphora xanthographa</i> Blanchard</p> <p>PROCTOTRUPOIDEA</p> <p><i>Platygasteridae</i> : <i>Amitus spiniferus</i> (Brethes)</p> <p>THYSANOPTERA</p> <p><i>Phlaeothripidae</i> : <i>Haplothrips merrilli</i> Watson</p>	<p>COLEOPTERA</p> <p><i>Coccinellidae</i> : <i>Chilocorus stigma</i> (Say) : <i>Cryptognatha flaviceps</i> (Crotch) : <i>Cycloneda sanguinea</i> (Linnaeus) : <i>Delphastus catalinae</i> Horn : <i>Scymnus punctatus</i> Melsheimer : <i>Serangium</i> sp. : <i>Verania cardoni</i> Weise</p> <p>HYMENOPTERA</p> <p>CHALCIDOIDEA</p> <p><i>Aphelinidae</i> : <i>Aphytis proclia</i> (Walker) : <i>Encarsia formosa</i> Gahan : <i>Encarsia tricolor</i> Forster : <i>Prospaltella citri</i> Ishii : <i>Prospaltella citrofla</i> Silvestri : <i>Prospaltella lahorensis</i> Howard : <i>Prospaltella</i> sp.</p> <p>THYSANOPTERA</p> <p><i>Phlaeothripidae</i> : <i>Aleurothrips fasciapennis</i> (Franklin)</p>

1.1.6.3.1. Champignons entomopathogènes

Les aleurodes ont un grand nombre d'agents pathogènes comme les champignons entomopathogènes du genre *Aschersonia* qui est le plus utilisé pour la lutte biologique contre les aleurodes [63].

Des essais ont été établis au Nigéria, afin d'évaluer la sensibilité relative de variétés d'oranges douces à l'attaque de l'aleurode laineuse *Aleurothrixus floccosus* (Maskell), l'évolution de ses populations et l'impact de champignons entomopathogènes du genre *Aschersonia*. L'évaluation de l'impact des champignons *Aschersonia* spp a montré qu'ils colonisaient activement les aleurodes. Au cours de deux années d'observation (2006 et 2007), les populations d'œufs, de nymphes et d'adultes d'*A. floccosus* et de ses champignons entomopathogènes (*Aschersonia* spp.) ont été relativement élevées en saison sèche (janvier à mars); elles ont chuté pendant la saison des pluies pour augmenter de nouveau à partir d'octobre [64].

Aschersonia aleyrodís a été utilisée pour la lutte biologique contre *D. citri* en Floride dans les années 1900 [65]. Ce champignon a été utilisé également avec succès dans les vergers d'agrumes chinois dans les années 1980 [66]. Il a été signalé pour sa capacité de lutter contre plusieurs espèces d'aleurodes [67], [68].

1.1.6.3.2. Prédateurs

Parmi les prédateurs, les acariens appartenant à la famille de *Phytoseiidae*. *Amblyseius spp.* *Euseius spp.* et *Typhlodromus spp* sont des prédateurs actifs d'œufs et des nymphes d'aleurodes [69].

Les coccinelles contribuent à leur tour à la réduction des populations de *Dialeurodes citri*. En effet, *Clitostethus arcuatus*, est considéré comme un important prédateur de *D. citri* [70]; [71].

A partir d'une souche *Serangium montazerii* Fürsch (Coleoptera-Coccinellidae) originaire d'Inde et introduite en 1985 de Géorgie soviétique (où l'espèce avait été introduite d'Inde en 1974), 176 adultes au total ont été lâchés en Corse (1986), dans le Var (1987) et dans les Alpes-Maritimes (1988) où l'espèce s'est multipliée en grand nombre et s'est acclimatée [72].

Les chrysopes (figure 1.7) sont des prédateurs d'œufs et de nymphes d'aleurodes [73]. Ces prédateurs sont peu inféodés à une culture. Elles se déplacent vers les sources de nourriture (pucerons, cochenilles, acariens, chenilles, etc.), qui assureront le développement de leur progéniture quel que soit le support végétal. Insectes utiles de l'ordre des Névroptères et de la famille des Chrysopidae, ce sont des prédateurs généralistes à tous les stades dans le genre *Chrysopa* ou au stade larvaire uniquement pour *Chrysoperla* et *Dichochrysa*. Les chrysopes vertes communes appartiennent au genre *Chrysoperla*, *Chrysopa formosa* et *Chrysopa pallens*. La première occupe la canopée. La seconde se cantonne dans la strate herbacée [74].

1.1.6.3.3. Hyménoptères parasitoïdes

Contrairement aux prédateurs, plusieurs hyménoptères parasitoïdes ont une haute efficacité de contrôle des mouches blanches (figure 1.8), [75] ; [76]. Douze espèces parasites d'*A. floccosus* appartenant au genre *Encarsia*, *Eretmocerus*, *Amitus*, *Signiphora* et *Cales* sont présentes en Amérique du Sud [46].

A San Diego en Californie, quatre différentes espèces de parasites, *Amitus spiniferus* (Brethes) *Hempel paulistus*, *Eretmocerus* et *Encarsia sp* furent introduites en 1967 pour contrôler *A. floccosus* [77].

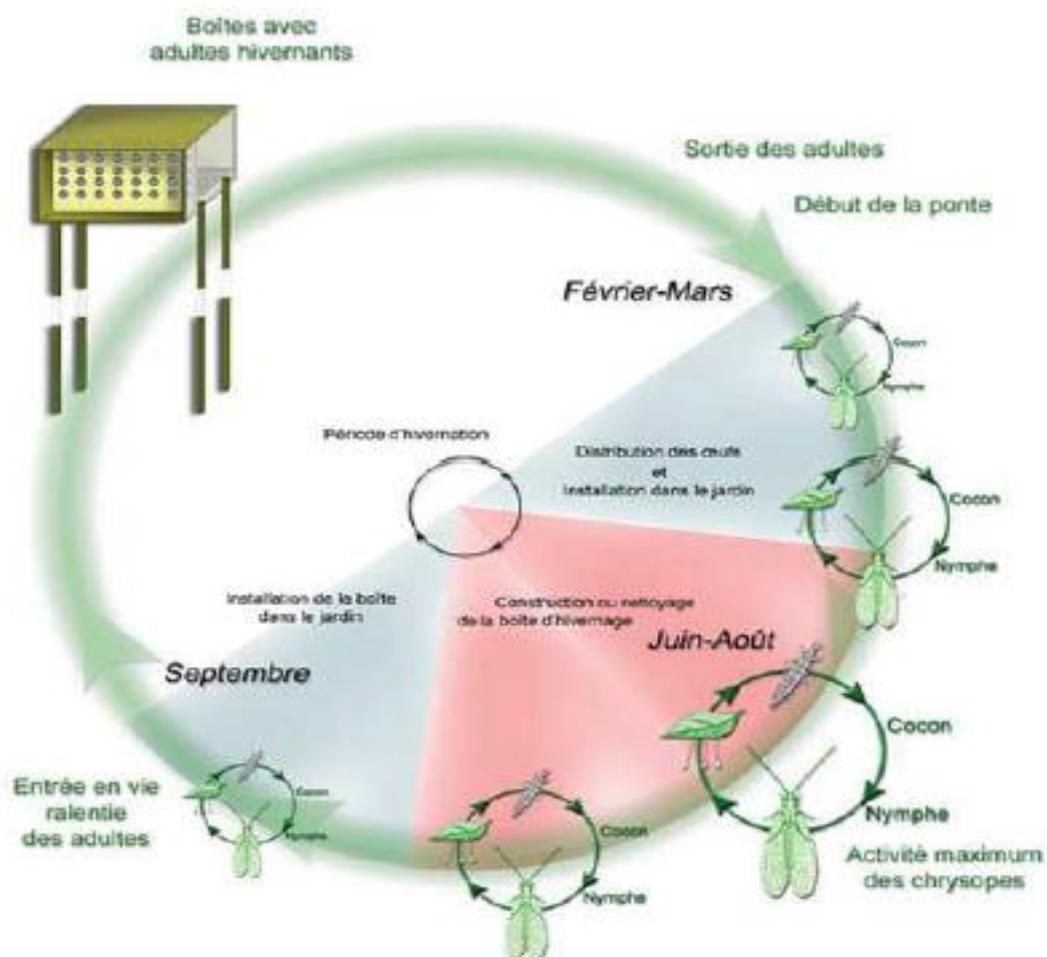


Figure 1.7 : Cycle de vie des chrysope [78]

A. spiniferus (Hymenoptera-Platygasteridae) s'est rapidement établi et a réduit les populations à de faibles niveaux. C'est un endoparasitoïde solitaire koinobionte originaire du Mexique. Sa première introduction en France fût par Onillon sur l'île St. Honorat (Alpes-Maritimes), d'où le parasite s'est répandu dans la zone agrumicole de la Côte d'Azur. Il parasite les larves de 1^{er} et de 2^{eme} stade et l'adulte émerge de la dernière étape larvaire de l'aleurode.

Les femelles ont une durée de vie de 4 à 5 jours, tandis que les mâles vivent 3 à 4 jours. La durée du cycle de vie de l'œuf à l'adulte varie de 45 à 60 jours dans des conditions de laboratoire (à 27°C). Sur le terrain, la reproduction est bien synchronisée avec l'hôte. Une femelle peut produire plus de 60 descendants, mais elle a une faible capacité de recherche et ne survit que 4 à 5 jours dans des conditions de terrain.

L'Hyménoptère *Aphelinidae Cales noacki*, importé du Chili, a été introduit en Europe en 1970, [79], [80], puis dans le bassin Méditerranéen et a présenté une efficacité élevée dans le contrôle *A. floccosus*.

L'espèce *Encarsia lahorensis* Howard (Hymenoptera-Aphelinidae), parasite de *D. citri* a été identifiée dans le nord de l'Inde en tant que *Prospaltella lahorensis* Howard (Howard, 1911). Plus tard, il est placé dans le genre *Encarsia* [81]. Ce parasite est établi en Californie en 1968 [82]. Introduit de Californie au Cap d'Antibes, ainsi qu'en Corse, il s'était implanté six ans après et disséminé dans toute la zone agrumicole des Alpes-Maritimes [84], [85]. *Encarsia strenua* est un parasitoïde très actif utilisée dans plusieurs pays pour combattre l'aleurode des agrumes *D.citri*, [83].



Figure 1.8 : Nymphes de l'aleurode floccosus parasitées [24]

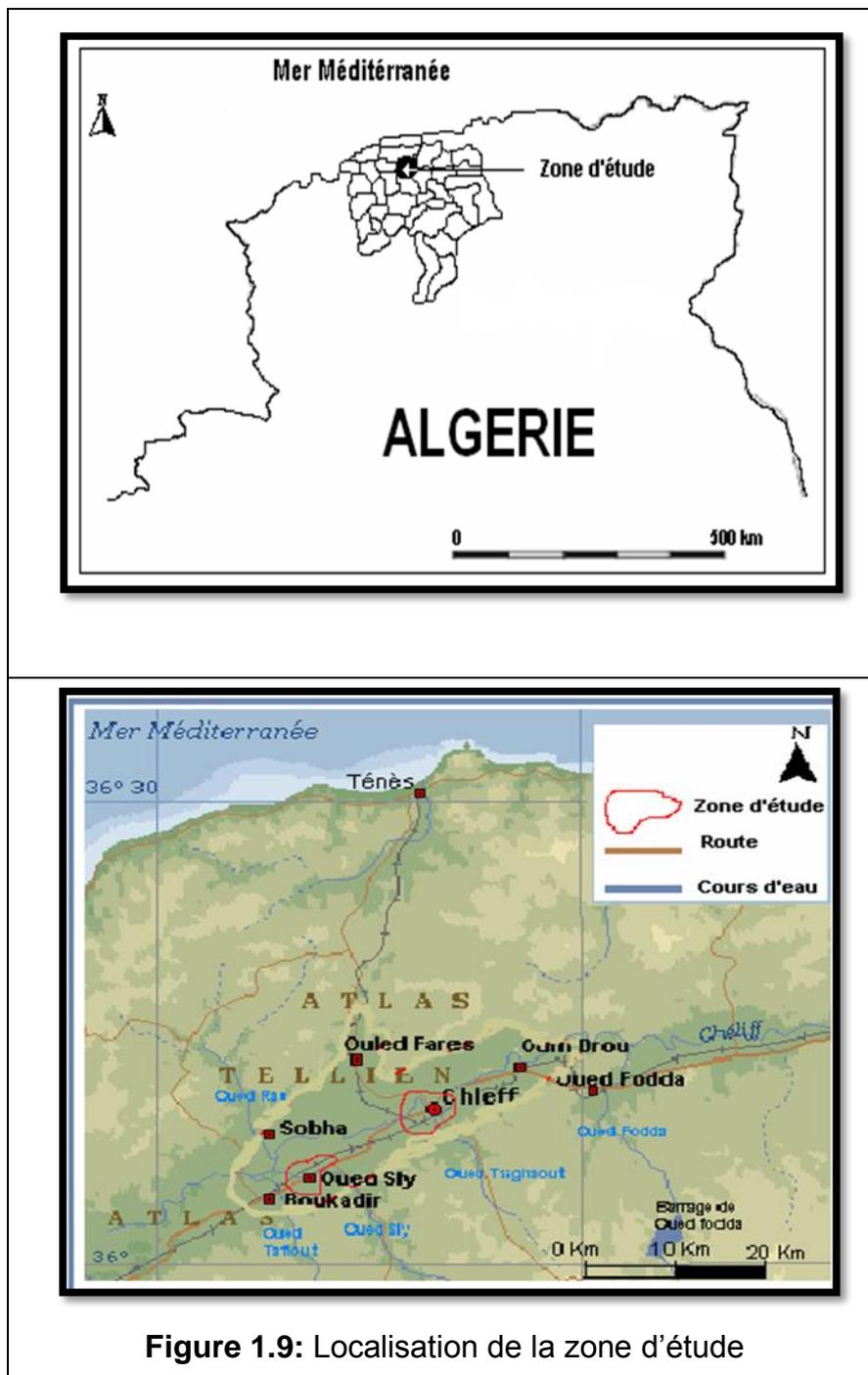
1.2. Etude de la région de Chlef

1.2.1. Situation géographique

La zone d'étude appartient à la région du Moyen-Chéouli qui est située au nord-ouest de l'Algérie (figure 1.9) dans la partie centrale de l'Algérie à 200 km d'Alger et à une altitude de 150m. Elle est bordée au Nord par la mer Méditerranée ; au Sud par les wilayates de Tissemsilt et de Tiaret, à l'Est par la wilaya de Tipaza, à l'Ouest par la wilaya de Relizane.

1.2.2. Reliefs et géologie

La région de Chlef se caractérise essentiellement par un relief diversifié, constitué de deux chaînes montagneuses du Dahra et de l'Ouarsenis, d'une plaine au centre, et d'un littoral.



On y trouve deux types de régions : les régions montagneuses au Nord et au Sud et les plaines de la vallée du Cheliff au centre, aux reliefs accidentés, et drainée par l'Oued Cheliff et ses affluents [86]. Les monts du Dahra et ceux de

l'Ouarsenis isolent la depression de l'Oued Cheliff. Au sud de la wilaya, se dressent, en rangs dispersés, les collines qui constituent les piemonts de l'imposant massif de l'Ouarsenis. Les collines representent une altitude moyenne de 500 à 700 m ; les plaines sont en moyenne de 200 m d'altitude [86] (Figure 1.10).

1.2.3. Types de sol

Les sols de la région de Chlef sont formés par des alluvions récentes profondes, calcaires à prédominance argileuse, [86]. L'étude établie par le bureau d'étude SCET-AGRI dans son rapport sur le bilan des ressources en sol, rapporte que les sols rencontrés dans le moyen Cheliff se regroupent en quatre classes de sols ; les sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial de l'Oued Cheliff et les sols iso humiques occupent la même position géomorphologique que les sols bruns calcaires, (Figure 1.11)

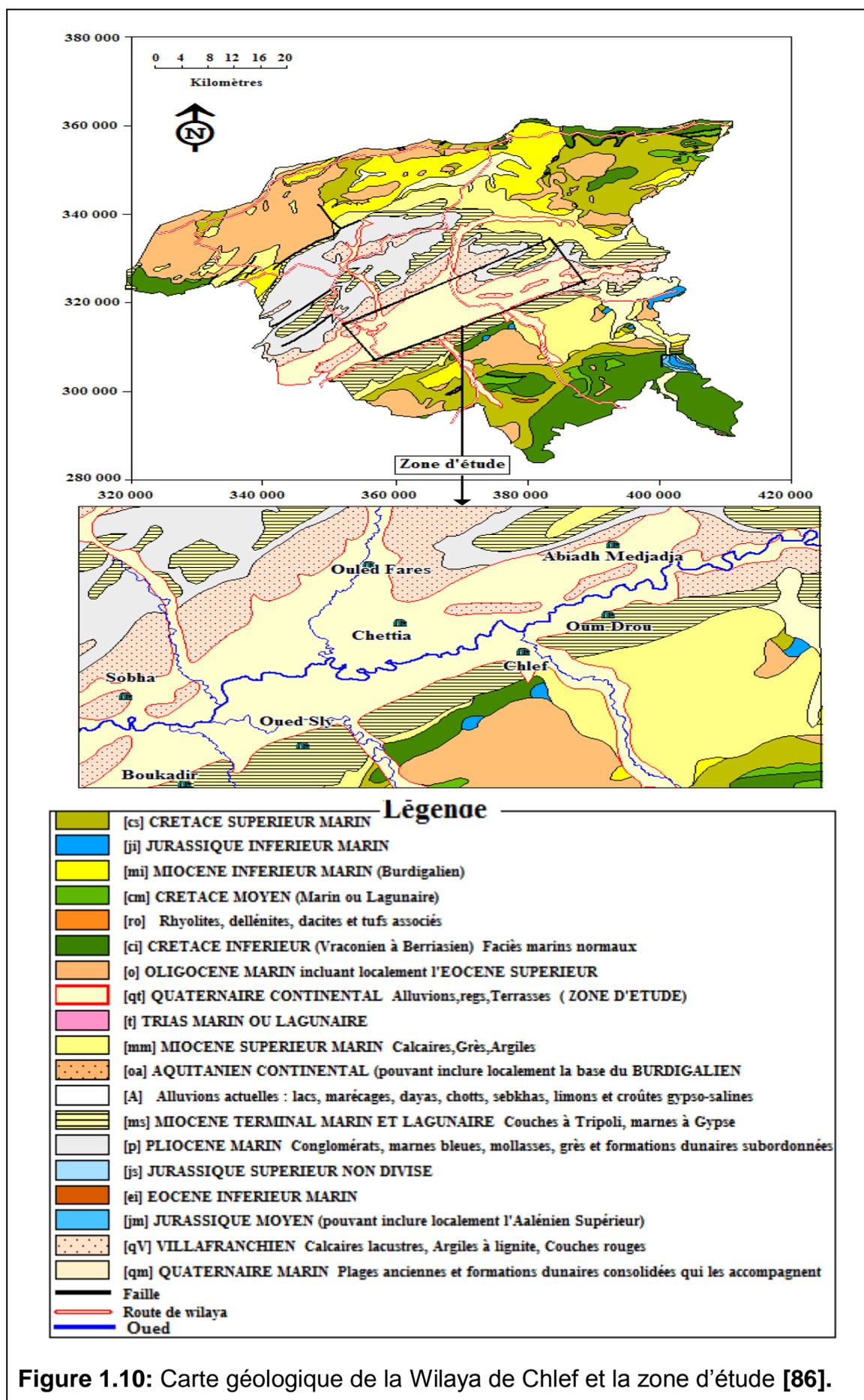
Les sols de la région sont fertiles, mais certaines parties présentent un pourcentage peu élevé de salinité qui constitue un obstacle majeur pour l'intensification et l'extension des vergers d'agrumes. Les terres sont de constitution assez lourde pour la majeure partie du verger avec un taux d'éléments fins dépassant les 60%, [24].

1.2.4. Etude hydrologique

La plaine du Moyen-Chéiff comporte des potentialités considérables en eau, malheureusement l'absence d'une politique d'aménagement et de gestion rationnelle fait que la plaine n'en profite pas.

Les principales ressources superficielles du Moyen-Chéiff occidental sont constituées par deux retenues implantées sur la rive droite de l'oued Chlef : le barrage de Oued Fodda, situé à 20 Km au sud-est de la ville de Chlef [87] et le barrage de sidi Yakoub, implanté dans la gorge de oued Lardjam sur l'oued Sly au sud-ouest de la ville de Chlef dans la commune de Ouled Ben Abdelkader.

Le périmètre du moyen Cheliff est drainé par un réseau hydrographique bien marqué dont les ramifications principales (Oued Ouahran, Oued Ras, Oued Sly, Oued Tsighaout et Oued Fodda) sont constituées par les affluents de l'Oued Cheliff (Oued principal) (Figure 1.12). Ce dernier a un régime d'écoulement presque permanent par contre ces affluents le sont en hiver (Décembre-Janvier-Février). La grande partie de l'année ils sont secs, [88].



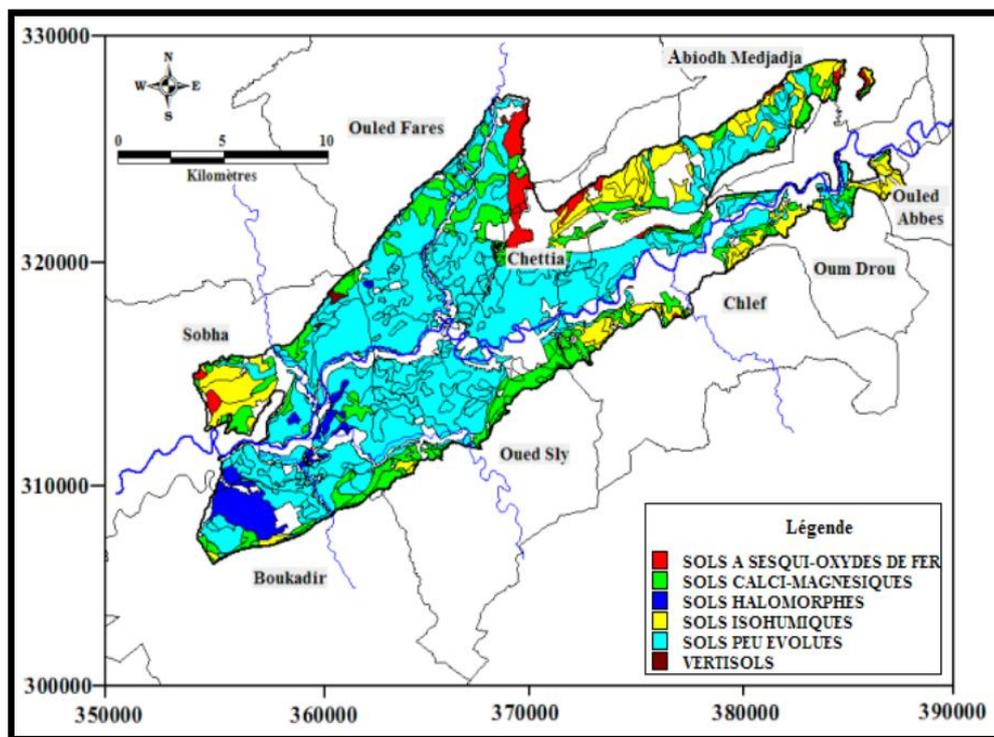


Figure 1.11: Carte pédologique de la zone d'étude [86].

L'Oued Cheliff traverse une grande partie de la wilaya de Chlef d'où il tire son nom, il longe les communes suivantes : Oum drou, Chettia, Chlef, Ouled fares, Oued sly, Sobha, Boukadir sur une longueur de 58,31 Km.

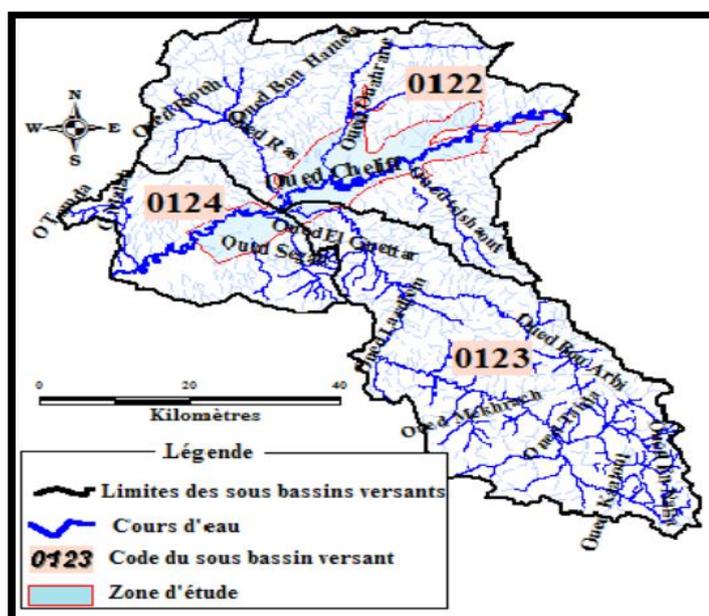


Figure 1.12: Carte du réseau hydrographique du moyen Cheliff occidental [86].

1.2.5. Végétation de la région

1.2.5.1. Végétation naturelle

Toute modification technologique et la réorganisation des écosystèmes de culture dans le système de production entraîne des modifications dans l'importance économique des phytophages, cette importance pouvant aussi bien augmenter que diminuer.

Les bassins, rive droite à couverture herbacée très importante, présentent des zones cultivées n'excédant pas 30% marqués par des pentes non négligeables et une pluviométrie relativement importante. Les bassins de la rive gauche présentent une couverture forestière plus ou moins dégradée de l'ordre de 40 à 45% notamment au niveau des assis de Oued sly et de Oued fouda [86].

La partie côtière de la wilaya au Nord est caractérisée par la prédominance de la vigne de table et a laissé place actuellement aux cultures maraichères sous serres. Les maquis sont d'une importance relative dans cette zone. Quant au Sud de la wilaya, il est dominé essentiellement par les forêts qui font partie des massifs de l'Ouarsenis [86].

Les versants de la vallée présentent des forêts de Thuya, de chêne (chêne vert et chêne liège), de pin (pin d'Alep, pin Maritime), d'oléastres et de lentisques ; et à mesure qu'augmente l'humidité des nouvelles essences tels que le chêne Afares et le chêne Zen, prennent possession du sol.

L'auréole forestière est loin d'être continue et souvent les massifs qui plongent vers les plaines étalent des versants complètement dénudés, du moins recouverts de maigres formations d'un maquis dégradé. Sur les bords du Chelif, on retrouve des végétaux ligneux (Tamarin d'Afrique, Laurier rose...), et quelques végétaux herbacés (Roseaux, Andropogon Herisse...). Mais, c'est surtout dans les terrains sales qu'apparaissent de nouvelles associations végétales, le jujubier, se trouve donc classé dans de régions du Cheliff oranais cédant la place à une végétation halophile tels que Tamarin et Atriplex [89]; [90]; [91]. L'association caractéristique des plantes du Cheliff serait la brousse à jujubier (Thuya, Olivier, Lentisques, Pin d'Alep).

1.2.5.2. Situation de l'agrumiculture dans la région de Chlef

La plaine du moyen Cheliff est constituée essentiellement de zones cultivées. On y retrouve des cultures maraichères, quelques jachères mais surtout des cultures d'agrumes. En effet, les agrumes représentent la plus importante spéculation arboricole au niveau de la plaine de chlef, c'est la 2^{ème} région agrumicole en Algérie (figure 1.13) après la plaine de Mitidja avec une superficie plantée de plus de 5 709,50 ha dont 456 ha de jeunes plantations non productives et occupant 14% de la superficie agrumicole algérienne, [92] [93] [94].

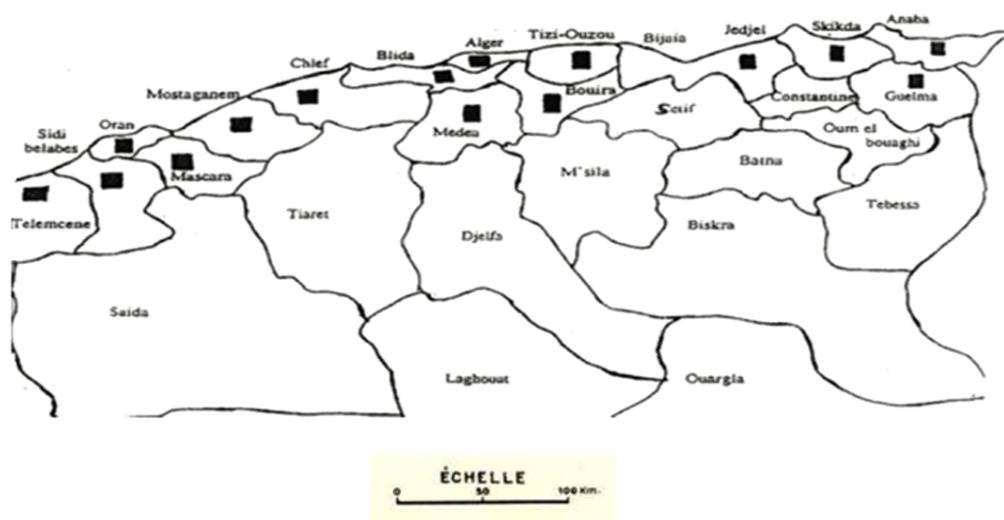


Figure 1.13 : Répartition géographique des superficies d'agrumes en Algérie [92].

La majorité des vergers datent de l'époque coloniale, caractérisés par de faible production vue leur âge (plus de 50 ans). L'irrigation est conduite par planche et cuvettes simples ou doubles suivant les exploitations. L'utilisation des systèmes d'irrigation localisée à une faible couverture au niveau de toute la région, et leur gestion reste empirique. À la fin de campagne agricole (2012/2013), les vergers agrumicoles ont atteint une superficie de 5 709,50 ha en rapport avec une production de 1 035 450qx, dont 920 090 qx d'orangers, 80 850 qx de Clémentiniers, 21 370 qx de mandariniers, 10 720 qx de citronniers et 2 420 qx de pomelos, [93].

Les orangers puis les clémentiniers occupent les plus grandes superficies et produisent les rendements les plus élevés dans les régions de Oued Sly et Chlef, (figure 1.14).

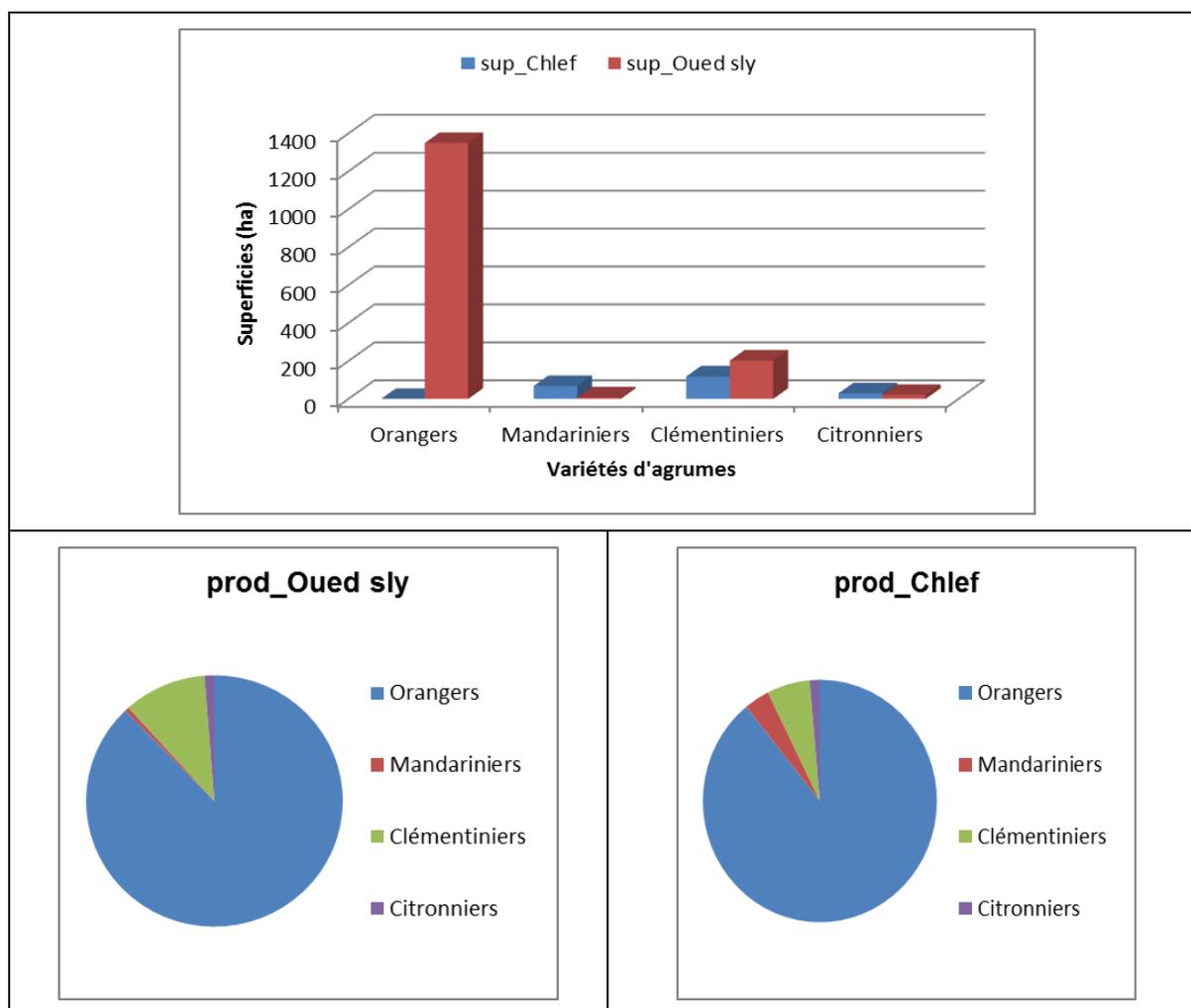


Figure 1.14: Superficies et rendements des différentes variétés d'agrumes plantées au niveau de la plaine de Chlef et Oued sly, durant la campagne agricole 2012/2013 [93].

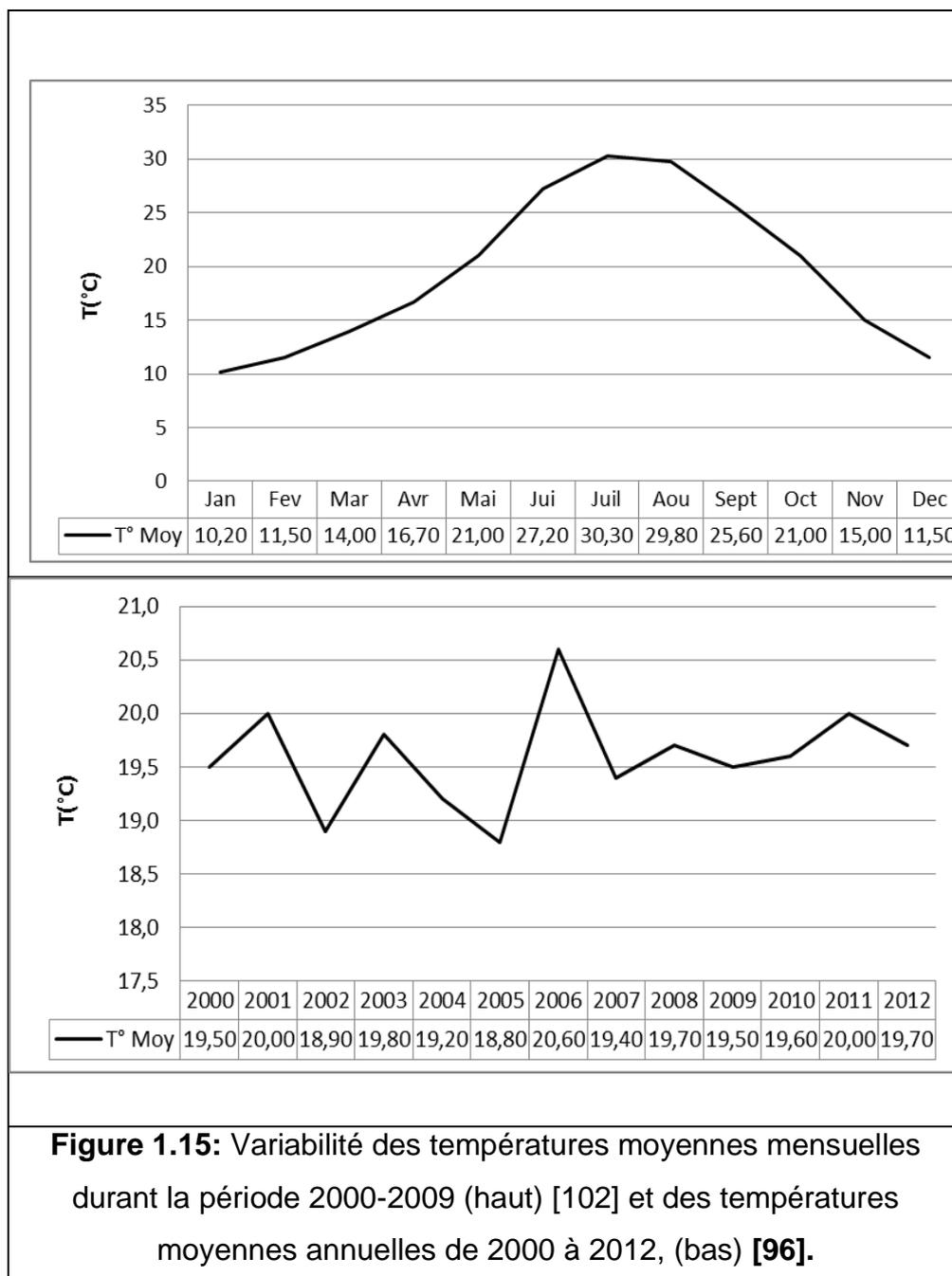
1.2.6. Caractéristiques climatiques de la région d'étude

Le climat est de type méditerranéen humide dans la partie nord et de type continental semi-aride vers le sud, célèbre par sa dureté, malgré la proximité de la mer (50 km en moyenne) [95]. La cuvette de Chlef est caractérisée par de l'air chaud à caractère ascendant d'où la sécheresse estivale de ses plaines. Le moyen Chélif subit l'influence méditerranéenne au Nord et continentale au Sud d'où un climat semi-aride avec des hivers froids et des étés chauds (Agence Nationale des ressources hydrauliques). Globalement, la région présente une longue période estivale sèche et chaude, et une saison hivernale pluvieuse et froide.

1.2.6.1. Les températures

Malgré la proximité de la mer de notre zone d'étude, les mois de l'année

enregistrent des températures régulièrement croissantes entre les deux pôles chauds et froids. Les évolutions des températures moyennes mensuelles durant la période 2000-2009 et des températures moyennes annuelles de la période 2002-2012 relevées à la station météorologique de Chlef, sont représentées dans la figure 1.15.



Durant la période de 2000 à 2012, la région de Chlef se caractérise par une température moyennement élevée dont la moyenne annuelle est d'environ 19,54°C avec des variations remarquables (30,3°C en Juillet et 10.2°C en Janvier).

Les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées essentiellement pendant la période d'été (juin-Septembre) avec des températures variant 25,6 à 30,3°C.

Les températures les plus basses sont enregistrées en 2002 et 2005 avec des températures minimales moyennes qui varient de 18,8 à 18,9 °c.

Les moyennes les plus élevées sont enregistrées durant les années 2001, 2006 et 2011 avec des valeurs oscillant entre 20 °c et 20,6°C. Les températures moyennes maximales peuvent être supérieures à 35°C avec des pics allant jusqu'à 45°C. Les températures moyennes minimales sont de l'ordre de 5°C avec des pics de -1°C enregistrés pour certaines années.

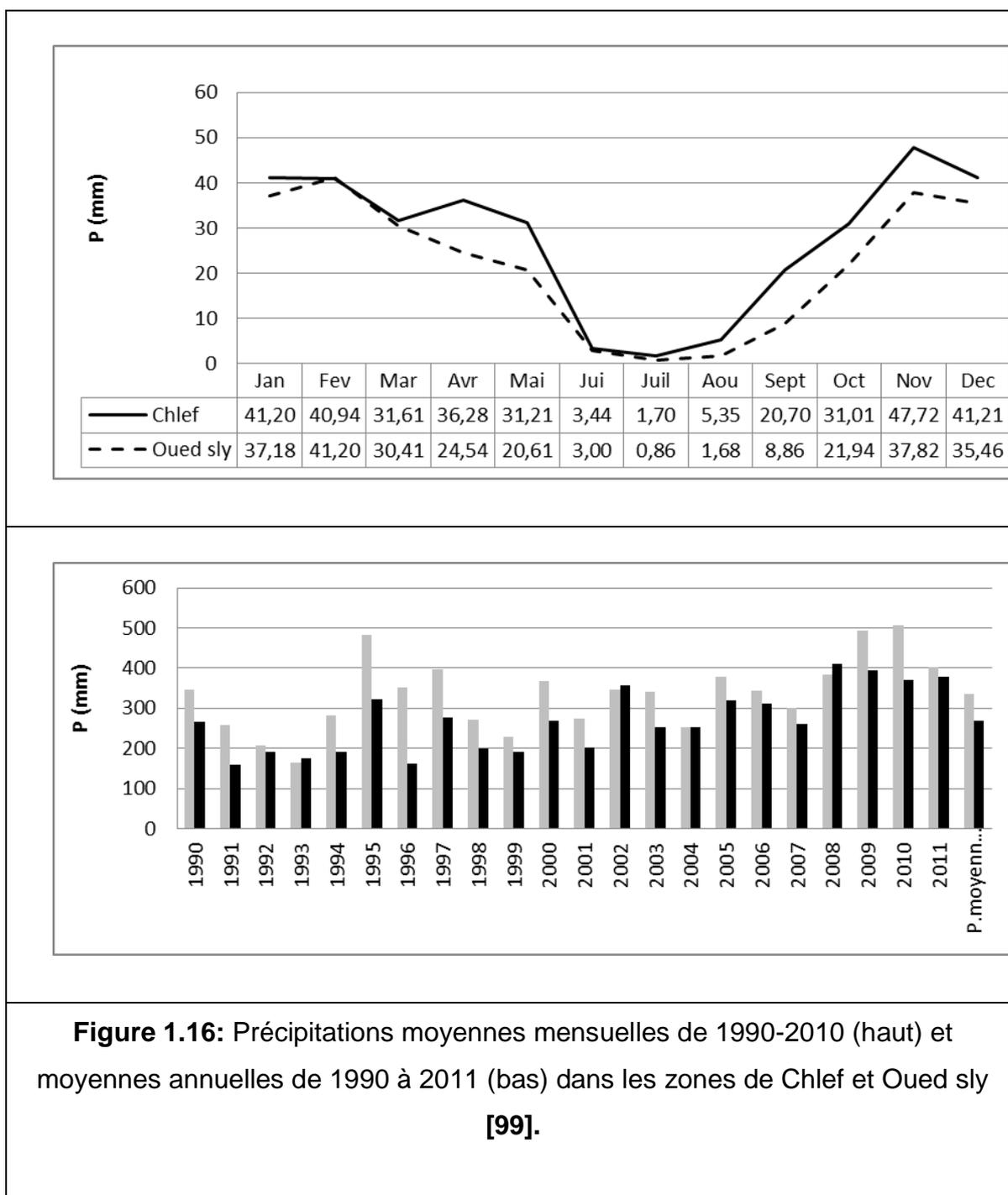
1.2.6.2. La pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres [97]. L'eau représente de 70 à 90% des tissus de beaucoup d'espèces en état de vie active, [98].

Le graphe des précipitations mensuelles enregistrées au courant de la période 1990-2010, montre qu'il y a deux saisons pour la région du moyen Chélif ; l'une est aride de Juin à Aout, l'autre pluviale de Septembre à Mai. Les quantités maximales sont enregistrées en Novembre avec un maximum de 47,72 mm à la station de Chlef, et 37,82 mm à Oued sly. Quant à la période aride, le mois de Juillet est le mois le plus sec, où on enregistre 0,86 mm à Oued sly et 1,70 mm à chlef. (Figure 1.16).

Une perturbation interannuelle est constatée pour le moyen du Chélif durant la période 1990-2011, avec une pluviométrie moyenne maximale de 965,07 mm enregistrée en 2009 et un minimum estimé de 777,30 mm en 1993. Le module pluviométrique moyen annuel est égal à 302,17 mm.

En résumé, les précipitations sont caractérisées par une irrégularité dans l'espace et dans le temps et une torrentialité aussi que par des variations intermensuelles et interannuelles importantes.

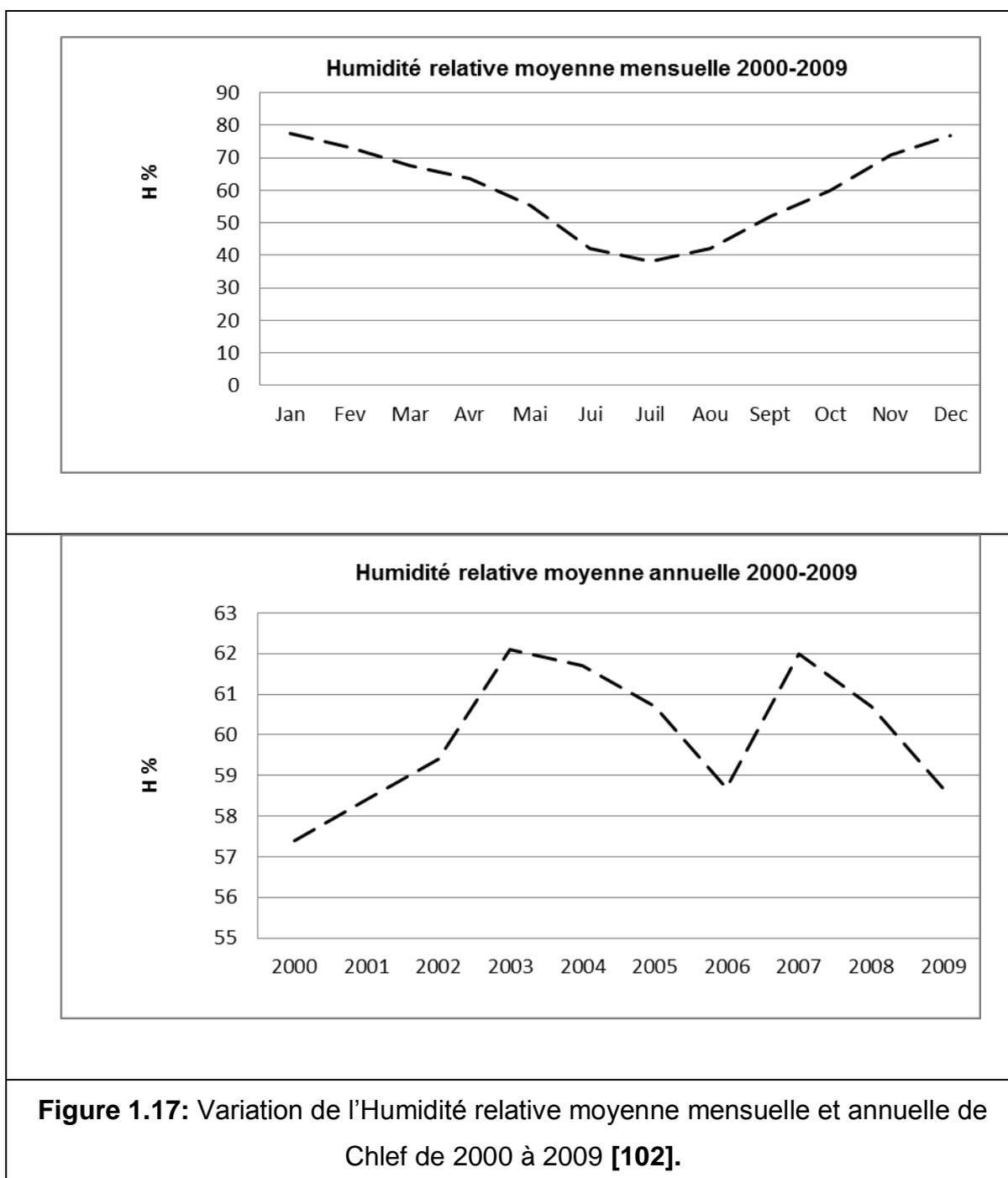


1.2.6.3. L'humidité relative

L'humidité peut influencer fortement sur les fonctions vitales des espèces [100], Elle dépend de plusieurs facteurs : La quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, de la forme de ses précipitations (orages ou pluie fine), de la température, des vents et de la morphologie de la station considérée, [101].

Les données de l'humidité relative ont été enregistrées par l'ONM de Chlef.

Concernant l'évolution des humidités relatives moyennes mensuelles durant la période 2000-2009, la figure 1.17, nous montre une diminution remarquable de l'humidité depuis la valeur maximale (77,4%) enregistrée au mois de Janvier pour atteindre son minimum au mois de Juillet (38%), à partir de cette valeur l'humidité a connu une augmentation avec une moyenne de 79,9% au mois de Décembre.



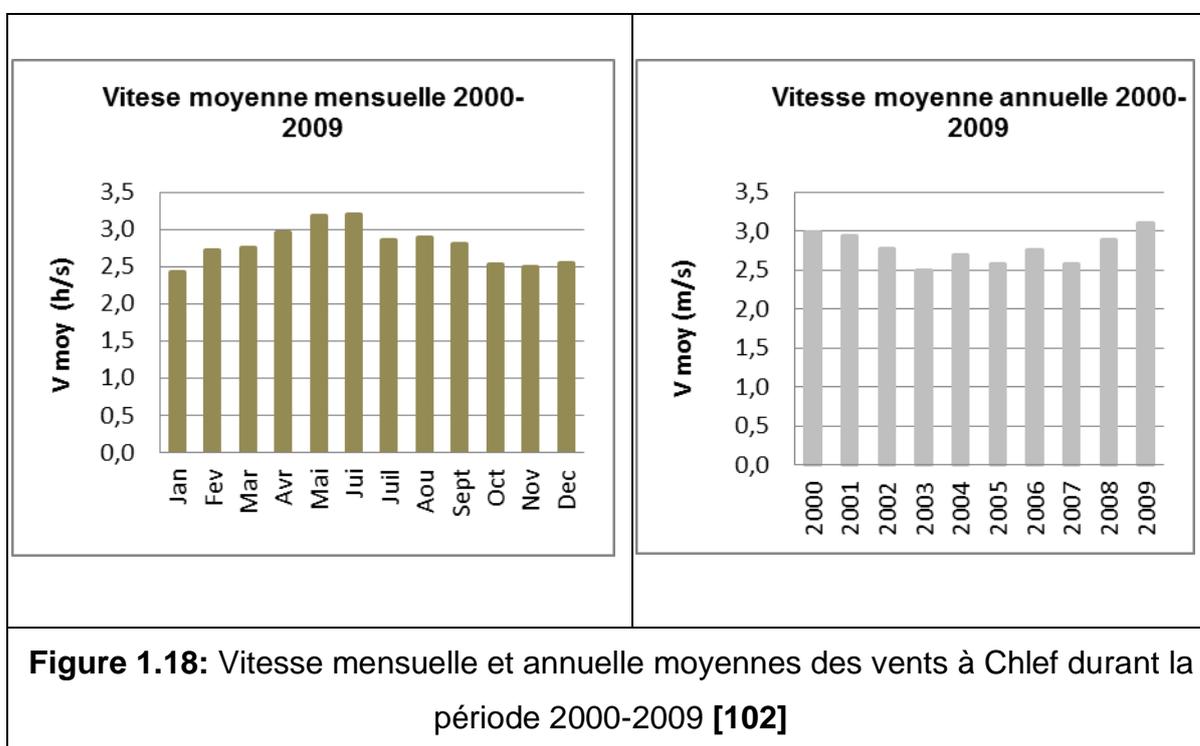
La variation de l'humidité relative moyenne annuelle dans la même période décennale est généralement comprise entre (57,4 et 62,1%). La valeur la plus forte a été enregistrée en 2003 et la plus faible en 2000.

1.2.6.4. Le vent

Le vent constitue l'un des facteurs climatiques **[103]** déterminant dans la variation d'un milieu car c'est un agent de dispersion des animaux et des végétaux. Il exerce une grande influence sur les êtres vivants. Il a une action indirecte en abaissant ou en augmentant la température suivant les cas. Il agit aussi en augmentant la vitesse d'évaporation, il a donc un pouvoir desséchant qui gêne l'activité des insectes **[100], [101]**.

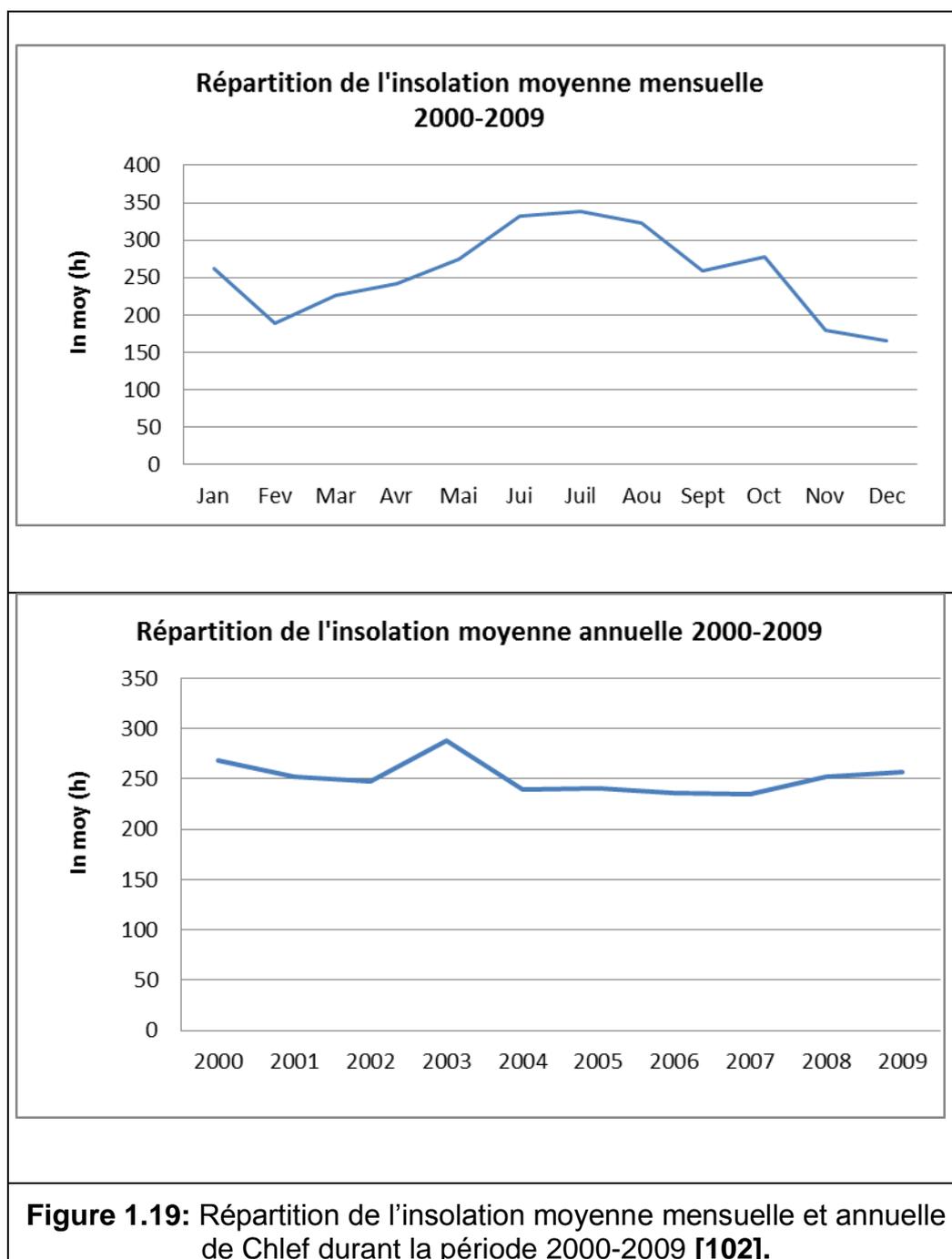
L'analyse de la vitesse de vent moyenne mensuelle montre clairement qu'il y a une augmentation de ce paramètre à partir de mois de Janvier d'une valeur minimale de 2,42 m/s jusqu'au maximum en Juin pour 3,20m/s, (Figure 1.18)

L'année 2009 a été marquée par des vents violents qui soufflent avec une vitesse de 3,10 m/s, cependant l'année 2003 a été moins venteuse avec une vitesse de vents de 2,50 m/s.



1.2.6.5. L'insolation

Les données de la variation de l'insolation dans la région de Chlef sont représentées sur la figure 1.19.



L'analyse des données de l'insolation moyenne mensuelle révèle que les mois les plus intenses en insolation sont Juin, Juillet et Aout, (332-338-323) qui coïncident avec l'augmentation de la durée du jour par rapport à la nuit. Cette intensité a tendance à diminuer pour les autres mois pour atteindre son minimum au mois de Décembre (166 h), (Figure 1.19). Pour l'insolation moyenne annuelle, on remarque que l'année la plus ensoleillée est l'année 2003 (287,75 h), tandis que la moins ensoleillée est l'année 2007 (234,75), (Figure 1.19).

1.2.6.6. Synthèse climatique de la région de Chlef

1.2.6.6.1. Diagramme ombrothermique

Selon Bagnouls et Gausse 1953 in [104], un mois sec est celui où le total mensuel des précipitations, exprimé en mm, est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle, exprimée en degrés Celsius, tel que $P < 2T$ (P exprime en millimètre les précipitations mensuelles cumulées, T est la température moyenne mensuelle en degrés centigrades). Ainsi, le climat est sec quand la courbe des températures se trouve au-dessus de celle des précipitations. Il est humide dans le cas contraire [100]. Le diagramme ombrothermique de Gausse permet de comparer mois par mois la température et la pluviosité. Les ordonnées sont choisies de telle sorte que 10 °C correspondent à 20 mm de pluie. Une période de l'année est considérée comme sèche lorsque la pluviosité exprimée en mm, est égale ou inférieure au double de la température exprimée en degrés Celsius [98]. L'aire comprise entre les éventuelles intersections de ces courbes, définit les périodes de sécheresse, en durée et en intensité. Les périodes de sécheresse prolongées ont un effet néfaste sur la faune. Le diagramme ombrothermique de la région de Chlef durant la période de 1981 à 2004 nous montre que celle-ci est marquée par l'existence de deux périodes humides entre coupées par une période sèche. La première période humide s'étend du début de janvier au début de juin. Suivie par la période sèche allant du début de juin jusqu'à la mi-octobre et par la deuxième période humide de la mi-octobre au mois de décembre, (Figure 1.20).

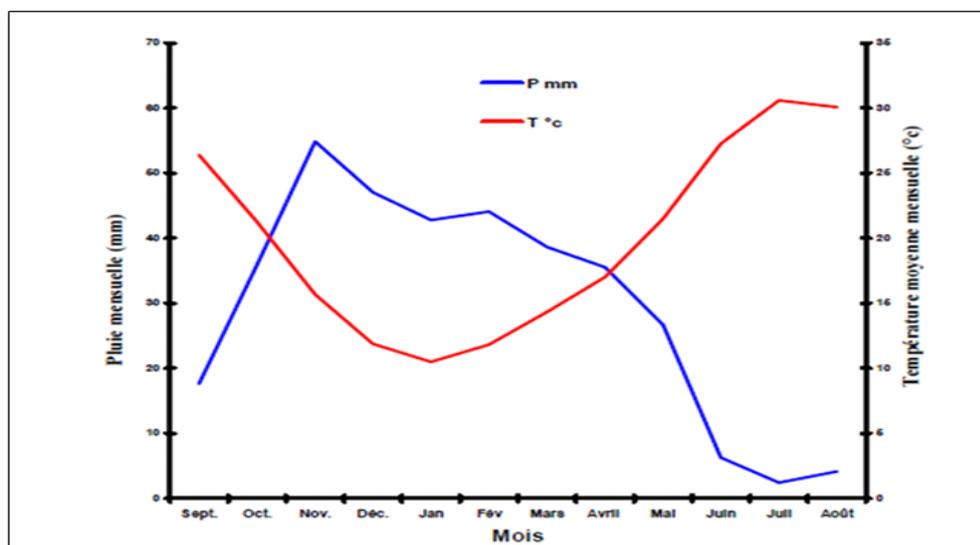


Figure 1.20: Diagramme ombrothermique de Chlef de 1981 à 2004 [105].

De manière globale, la région du Chélif est caractérisée par un régime thermique annuel variable et irrégulier, cette région présente une saison sèche étalée sur une période de plus de huit mois, avec des étés secs et chauds, Les hivers sont froids et humides s'étalant sur une courte période.

1.2.6.6.2. Climagramme d'EMBERGER

Le Quotient pluviothermique d'Emberger ($Q = 3.43 (P/M-m)$ avec P la somme des précipitations annuelles exprimée en mm, M la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimée en °C et m: La moyenne des températures minima du mois le plus froid exprimée en °C), établi initialement pour les régions méditerranéennes, prend en considération le fait que l'évaporation annuelle est d'autant plus élevée, toutes choses égales par ailleurs, que l'amplitude thermique est plus grande. Sur le climagramme d'Emberger, les valeurs moyennes des températures minima (m) du mois le plus froid sont portées sur l'axe des abscisses et en ordonnées celles de Q3. Ce climagramme permet de déterminer les étages et les sous-étages bioclimatiques [106], [107]. D'après le climagramme d'Emberger établi pour la période décennale allant de 1995 à 2004, [105], la région de Chlef se situe dans l'étage semi-aride à hiver doux (figure 1.21).

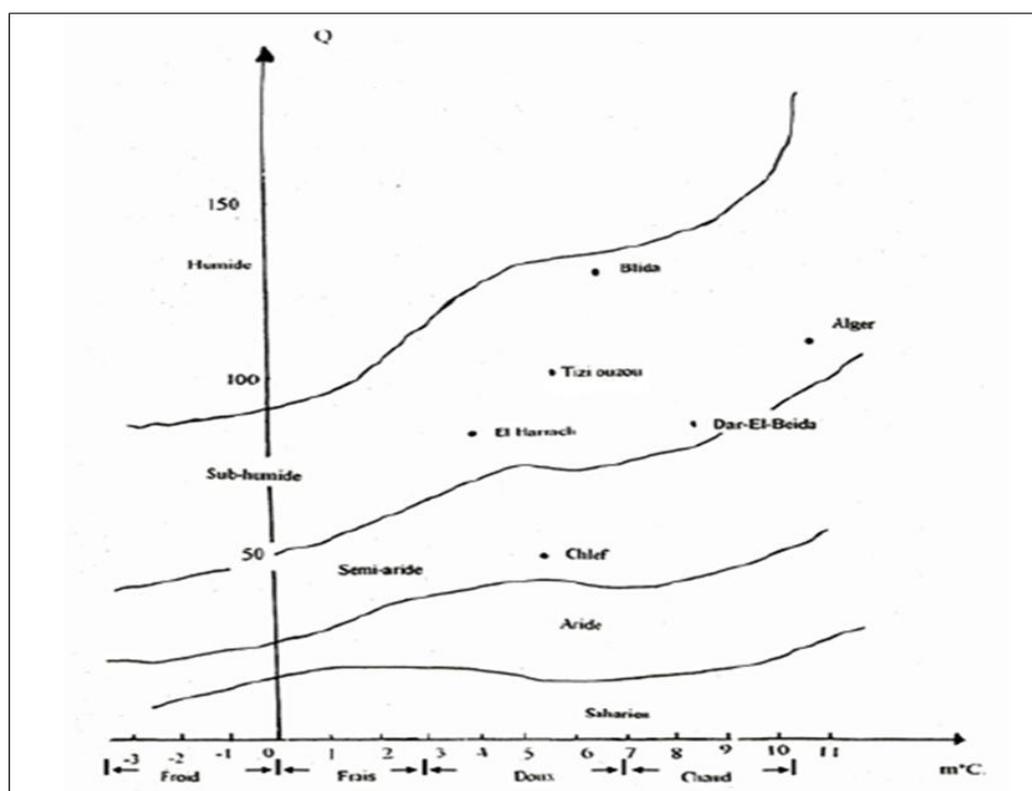


Figure 1.21: Climagramme d'EMBERGER de la région de Chlef 1995-2004 [105].

CHAPITRE II

PRESENTATION DES VERGERS D'ETUDE ET METHODOLOGIES

2.1. Présentation des vergers d'étude

2.1.1. Le verger de Aichouba à Chlef

2.1.1.1. Choix de la station d'étude

Le choix de la station d'étude s'est porté sur une parcelle de Clémentinier *Citrus Clementina* au niveau de la ferme pilote d'Aïchouba qui se trouve à 4 km du chef-lieu de la ville de Chlef, et qui est limitée au Sud par l'Oued de Cheliff. La ferme d'Aïchouba s'étale sur une superficie de plus de 150 Ha et compte plusieurs espèces et variétés d'agrumes.

Notre parcelle d'étude d'une superficie de 2,34 Ha, date de l'an 1958. Elle se trouve à $36^{\circ}10'04.56''N$ de Latitude et $1^{\circ}17'18.09''E$ de Longitude. Les arbres sont distants l'un de l'autre de 5 mètres et sont disposés en rangées, le verger est délimité par une parcelle de céréales et par des agrumes, (Figure 2.1).



Figure 2.1: Emplacement de la parcelle de Aichouba-Chlef vue par Google Earth.



Figure 2.2: Présentation générale du Verger de clémentinier de Aichouba

2.1.1.2. Aspects agronomiques et phytosanitaires du verger de Aichouba

Au niveau de la parcelle de Aichouba, le sol est bien entretenu par des labours de désherbage de 20 cm de profondeur à l'aide d'un Cover-Crop, cette opération est utilisée à la fois pour le contrôle des adventices et le labour, mais le développement des mauvaises herbes est très marqué à cause de l'absence de lutte chimique complémentaire contre ces adventices. Les principales espèces les plus répandues sur toute l'année sont classées par ordre d'importance dans le tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Liste des adventices recensés au niveau du verger de Aichouba.

Famille	Espèces	Nom commun
Oxaligaceae	<i>Oxalis cernua</i> Thumb (80%)	Oxalis
Poaceae	<i>Avenasterilis</i> L	Folle avoine
Brassicaceae	<i>Sinapisarvensis</i> L	Moutarde des champs
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L	Liseron des champs
	<i>Cuscutaepithimum</i>	Cuscute
Chenopodiacees	<i>Beta vulgaris</i> L	Bette vulgaire
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L	Vesse cultivée

L'enherbement par des graminées annuelles tel que l'oxalis est moins grave, ceux qui poussent en hiver la concurrence avec les vergers est faible. Les agriculteurs ne les détruisent qu'après les récoltes, ce tapis végétal protège en effet le sol contre l'érosion suite aux pluies orageuses, et contre les tassements par les tracteurs et remorques au moment des récoltes et ramassage des fruits.

Les herbes adventices plus concurrentes sont celles qui poussent au printemps et en été. Ils constituent un foyer important des ravageurs et de certaines maladies. Les responsables de la ferme ne pratiquent que le désherbage mécanique de la parcelle (Figure 2.3) permettant d'éliminer les mauvaises herbes, mais ce type de désherbage n'est pas efficace du fait de l'existence permanent des adventices sur toute l'année. Les responsables de la ferme emploient rarement le désherbage chimique.

L'irrigation est conduite par planche et cuvettes simples, (Figure 2.4).L'eau d'irrigation est pompée d'un forage. Les premières irrigations débutent avec l'arrivée des chaleurs, globalement entre la fin mai et le début du mois de juin. Ce type d'irrigation présente plusieurs inconvénients, et permet le développement des adventices sur toute la parcelle contrairement au système de goutte à goutte, elle permet ainsi l'installation de plusieurs maladies fongiques.

La taille se fait au moment opportun pour faciliter l'aération et éliminer les premiers foyers de déprédateurs potentiels. Mais au cours de l'année d'étude, la parcelle de Clémentinier n'a pas été taillée, suite à la négligence des responsables de la ferme, ce qui représente un danger potentiel pour les arbres. En effet, la taille permet le rajeunissement de l'arbre et l'élimination des branches et feuilles malades attaquées par les différents ravageurs présents et en particulier les aleurodes qui couvrent la totalité des feuilles par leurs larves vivantes et mortes.

La fertilisation au niveau de notre parcelle d'étude est anarchique et ne suit aucun itinéraire technique. Elle est basée sur un apport de l'urée 46% et d'un engrais composé de 15-15-15 (N-P-K). En effet, cette fertilisation ne répond pas au besoin réel de l'arbre, car elle n'est pas fondée sur une analyse de l'eau et du sol qui donne par exactitude les besoins de l'arbre en éléments fertilisants.



Figure 2.3: Parcelle de clémentinier désherbée par passage d'un Cover-Crop (09/06/2013)



Figure 2.4 : L'irrigation par planche cuvettes simples (22/06/2013)

Les problèmes phytosanitaires au niveau du verger sont multiples. Il existe plusieurs ravageurs, en premier lieu les aleurodes, les cochenilles, la cératite et

les pucerons. Au cours de l'année d'étude, un seul traitement phytosanitaire a eu lieu au mois d'Aout 2012. Un pesticide appelé Movento OD a été utilisé contre les cochenilles.

2.1.2. Le verger de Hadjouti à Oued Sly

2.1.2.1. Choix de la station d'étude

Le verger de Hadjouti est une plantation d'oranger *Citrus sinensis* L. au sein d'une région agrumicole plantée par de nombreuses espèces et variétés d'agrumes, et âgé de plus de 25 ans. Il est situé à Oued Sly au niveau de la wilaya de Chlef près de l'autoroute Est-Ouest. Il a été choisi pour des raisons de facilité d'accès et de la présence d'une faune de ravageurs et d'auxiliaires importante, d'après le gestionnaire du verger. Cette plantation fait partie d'une propriété privée de plus de 04 ha de superficie, distante de 1 kilomètre de la commune d'Oued Sly et de 12 kilomètres du Chef-lieu de la wilaya de Chlef. Les coordonnées de la parcelle sont 36°05'53.15"N de Latitude et 1°13'02.11"E de Longitude. La variété plantée est la Washington Navel greffée sur Bigaradier, la densité de plantation est de 5*5. Le verger est protégé contre les vents violents par des brises vent de casuarina et de cyprès plantés sur les quatre côtés de la parcelle, (Figure 2.5 et figure 2.6).



Figure 2.5. Emplacement de la parcelle de Hadjouti-Oued Sly vue par Google Earth



Figure 2.6: Verger d'oranger de Hadjouti-Oued sly

2.1.2.2. Aspects agronomiques et phytosanitaires du verger de Hadjouti

Au niveau de la parcelle de Hadjouti, le sol est bien entretenu par des labours de désherbage de 20 cm de profondeur par le Cover-Crop, le verger est envahie par les mauvaises herbes sur toute l'année, ceci peut s'expliquer par l'absence de lutte chimique efficace contre ces adventices, ce qui explique encore la diversité de la flore adventice qui est classée dans le tableau 2.2 par ordre d'importance de présence :

Tableau 2.2: Liste des mauvaises herbes recensées au niveau du verger d'oranger.

Famille	Espèces	Nom commun
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> L (40%)	Chiendent
Oxaligaceae	<i>Oxalis cernua</i> Thumb (50%)	Oxalis
Poaceae	<i>Avena sterilis</i> L	Folle avoine
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L	Moutarde des champs
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L	Liseron des champs
	<i>Cuscuta epithymum</i>	Cuscute
Chenopodiaceae	<i>Beta vulgaris</i> L	Bette vulgaire
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L	Mauve à petites fleurs
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L	Pomme épineuse
Scrofulariaceae	<i>Veronica hederifolia</i> L	Veronique a feuille de Lierre

Le responsable du verger de Hadjouti pratique un labour superficiel organisé et périodique permettant l'élimination des mauvaises herbes ainsi que l'ameublissement de la couche superficielle du sol. En effet, aucun traitement chimique contre les adventices n'a eu lieu au cours de notre période d'étude, mais la pratique d'un bon labour a contribué à la diminution de la densité de la flore adventice au niveau du verger, (Figure 2.7).



Figure 2.7: Labour superficiel réalisé par un Cover-Crop au niveau du verger d'oranger (30/03/2013)

L'irrigation est conduite par planche et cuvettes simples, l'eau d'irrigation est pompé d'un forage, les premières irrigations débutent entre la fin mai et le début du mois de juin.

Un système d'irrigation en goutte à goutte a été mis en place, mais vu la vigueur du système racinaire des arbres, ce système n'a pas réussi, et l'agriculteur a utilisé un système d'irrigation par cuvettes, (Figure 2.8). Malheureusement, ce type d'irrigation permet le développement des adventices qui constituent des plantes hôtes pour différents prédateurs d'agrumes.

Au niveau du verger de Hadjouti, la taille est faite au moment opportun plus exactement la première semaine du mois de Mars 2013, cette taille consiste à éliminer les branches malades et blessées, permettant une bonne aération de l'arbre. Les branches éliminées sont collectées pour être incinérées par la suite.



Figure 2.8: L'irrigation par planche cuvettes simples réalisée le 21/06/2013 au niveau du verger d'oranger

La taille au niveau de ce verger a contribué significativement à la réduction de larves et œufs de plusieurs ravageurs, surtout les aleurodes et les cochenilles.

La fertilisation au niveau de notre parcelle d'étude est organisée et périodique, elle consiste à l'apport de l'Urée 46% au moment du développement végétatif pour assurer la croissance foliaire, l'autre apport consiste à épandre des engrais composés au moments de la fructification et le grossissement de fruits pour avoir un fruit de gros calibre avec une qualité gustative appréciable.

L'aspect phytosanitaire du verger de Hadjouti est très important, puisque la totalité de la plantation présente des symptômes d'attaque de ravageurs ou des maladies cryptogamiques. En effet, plusieurs traitements ont eu lieu pendant notre période d'étude (tableau 2.3). Cependant, l'utilisation des pesticides n'a pas abouti

à l'éradication de ces ravageurs qui ne cessent de provoquer des pertes de récoltes au niveau de ce verger.

Tableau 2.3: Traitements phytosanitaires appliqués du Juillet 2012 au Juin 2013 au niveau du verger d'oranger.

Date du traitement	Nom du produit	Matière active	Dose	insectes cibles
01/08/2013	Decis® Expert	Deltaméthrine 100 g/l	32 ml/hl	Cératite, aleurodes
26/08/2013	Decis® Expert	Deltaméthrine 100 g/l	32 ml/hl	Cératite, aleurodes
09/06/2013	IMIDAGOLD 20 SL	Imidachlopride 200 g/l	150 ml/hl	aleurodes

2.2. Echantillonnages du matériel végétal et de l'entomofaune

Il est important d'obtenir des informations sur la biologie et le comportement des mouches blanches. Ces informations sont nécessaires pour réduire les dommages qu'ils causent et contrecarrer ainsi leur impact économique significatif.

Des suivis périodiques des populations d'aleurodes et de leurs auxiliaires ont été menés. Les sorties ont été effectuées chaque mois pour la période hivernale et à chaque quinzaine durant le reste de la période d'échantillonnage. Parfois, il y avait un décalage de quelques jours à cause de difficultés d'accès aux vergers, notamment après des chutes de pluies.

Les échantillons récoltés sont utilisés en effet pour étudier les niveaux de population, d'établir ou d'évaluer les facteurs de mortalité pour des programmes de lutte biologique [108].

L'échantillonnage périodique et aléatoire des populations des espèces de prédateurs et de parasites, reste un moyen efficace qui permet en plus de l'inventaire, d'éclaircir certains paramètres bioécologiques d'une part et d'apprécier éventuellement le rôle entomophage de chaque espèce recensée d'autre part en vue de son emploi en lutte biologique ou intégrée.

2.2.1. Observations directes sur les rameaux porteurs de jeunes pousses

Plusieurs échantillons de feuilles sont collectés au niveau des deux vergers durant la période allant du Juillet 2012 à Juin 2013 (du 24/08/2012 au 06/07/2013

pour le verger d'Aichouba et du 25/08/2012 au 05/07/2013 pour le verger de Hadjouti).

Le travail sur le terrain consiste en un échantillonnage des rameaux portant les anciennes et nouvelles pousses, en choisissant de façon aléatoire 10 arbres dans chaque verger expérimental.

Les rameaux porteurs de jeunes pousses (souvent terminales, tendres et de couleur vert clair) constituent des habitats de prédilection pour le développement de plusieurs ravageurs en particulier la mineuse des agrumes, les pucerons et les aleurodes, tandis que les anciennes pousses (situées au niveau de la moitié supérieure du rameau, plus larges et plus foncées) sont souvent occupées par des cochenilles ainsi que les aleurodes.

Une fiche de suivi préalablement établie a servi à noter toutes les observations des principaux ravageurs et auxiliaires notamment prédateurs, rencontrés sur le feuillage d'un rameau comportant des jeunes pousses, pris au hasard de chaque direction cardinale (Nord, Sud, Est et Ouest) de chacun des 10 arbres et cela pour chaque verger (Appendice A) . Par ailleurs, la phénologie de la plante hôte a été prise en considération, d'une part pour définir les périodes exactes de poussées de sève à Chlef et Oued Sly et expliquer d'autre part la relation entre les abondances observées de l'aleurode et la phénologie de l'oranger et du clémentinier en elles-mêmes (Appendice B).

2.2.2. Echantillonnage du feuillage

Un autre échantillonnage consiste à collecter 20 feuilles au hasard portant des larves de mouches blanches sur leurs faces inférieures. Ces feuilles sont examinées sous loupe binoculaire pour déterminer les différentes formes de larves (vivante, morte, éclosée et parasitée) ainsi que l'abondance des pupariums, et pour pouvoir déterminer les taux de mortalité et parasitisme. Le comptage des adultes des différentes espèces capturées a été fait pour une surface d'un cm².

Les larves parasitées sont mise dans des boites de pétri contenant du coton, ces larves éclosent pour donner naissance soit à un aleurode ou à un auxiliaire, cette opération à pour but de confirmer la présence de parasitoïdes.

2.2.3. Captures par pièges jaunes englués

Les pièges collants ou plaquettes engluées sont couramment utilisés pour l'échantillonnage des aleurodes adultes (*Aleurothrixus floccosus* Maskell et *Parabemisia myricae* Kuwana) et de leurs ennemis naturels et autres ravageurs

sur toutes les cultures [109]; [110]; [111], comme les diptères [112], les thrips [113]. Ces pièges collants servent à les détecter et à suivre leurs populations [9]. Les aleurodes sont en effet attirés, comme les pucerons, par la couleur jaune. Les plaquettes engluées sont composées d'un plastique rectangulaire mince de 150 cm² de couleur jaune vif et enduit de glu.

Dans chaque verger, nous avons placé 3 pièges jaunes à l'extérieur de la frondaison sur trois arbres choisis aléatoirement dans chaque verger étudié (Figures 2.9 et 2.10). Ces derniers ont été suspendus à une hauteur comprise entre 0,5 et 1,5 mètre, ils permettent d'attraper un très grand nombre d'insectes notamment les hémiptères, les diptères, les hyménoptères et certains coléoptères comme les coccinelles [114].

Chaque trio de pièges a été prélevé par période de quinze jours, pour chacun des deux vergers étudiés. On recouvre chaque piège de film alimentaire transparent pour conserver les insectes volants qui y sont tombés. Les pièges sont ensuite transportés vers le laboratoire, pour y effectuer le comptage des insectes capturés et procéder à leur identification.

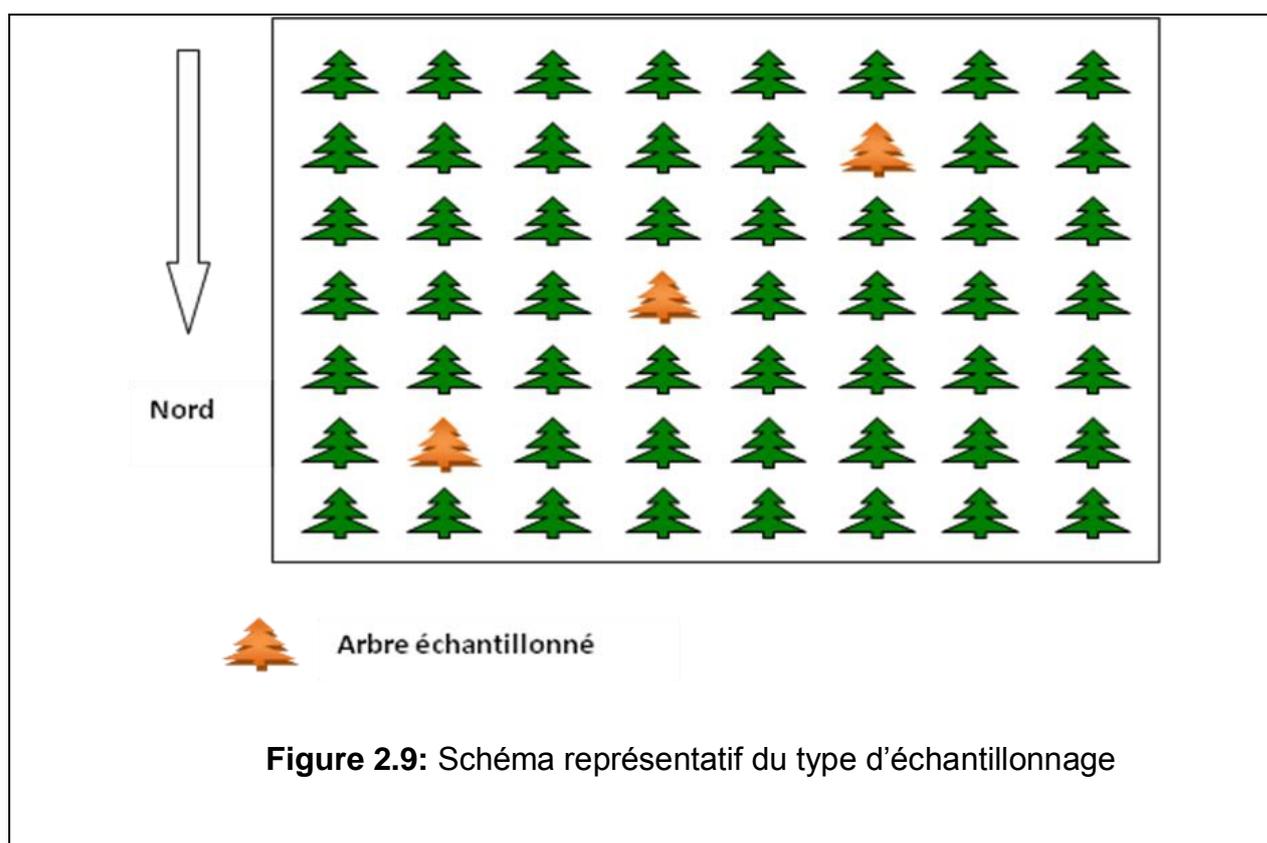


Figure 2.9: Schéma représentatif du type d'échantillonnage



Figure 2.10: Pièges jaunes englués sur arbre de Clémentinier (gauche) et sur Oranger (droite)

2.3. Identifications

Les échantillons ramenés au laboratoire sont observés à l'aide d'une loupe binoculaire adaptée aux dénombrements des nématodes, pour le triage et le comptage des insectes (aleurodes, prédateurs et parasitoïdes).

Nous avons utilisé les grossissements (x20, x40, x80) selon les nécessités d'une meilleure identification

Les spécimens minuscules sont conservés dans des flacons, des tubes à essais ou des eppendorfs contenant de l'alcool à 70 % pour leur conservation jusqu'à leur identification. Les insectes de taille moyenne à grande, sont fixés et étalés pour les préparer par la suite à l'observation et à l'identification.

Au niveau des plaques engluées, les Hyménoptères parasitoïdes ont été d'abord repérés par un numéro à l'aide d'un stylo feutre indélébile. Grâce au grossissement de la loupe binoculaire, on peut visualiser avec plus de précision les détails morphologiques de l'insecte en rapport avec la nervation alaire, la forme des antennes et leur position au niveau de la tête, le nombre d'articles des tarsi. L'identification des taxons capturés a été réalisée au niveau du genre et de l'espèce pour la majorité des familles avec l'aide de taxonomistes spécialisés. L'identification des auxiliaires prédateurs a été faite et vérifiée avec l'aide de Monsieur Saharaoui docteur ingénieur à l'école nationale supérieure des sciences agronomiques d'El Harrach. L'identification des auxiliaires parasitoïdes a été faite

au niveau familial, générique ou spécifique avec l'aide par le professeur Garcia Mari de l'institut méditerranéen d'Agroforesterie à l'université polytechnique de valence (Espagne). D'autres clés d'identification des parasitoïdes ont été également consultées [115], [116], [117], [118].

2.4. Outils d'analyse utilisés

L'ensemble des observations de chaque volet étudié a été d'abord enregistré sous forme de données brutes pour chaque sortie considérée, dans des classeurs du logiciel Excel. L'essentiel des analyses de ces observations a porté sur des données d'abondance aussi bien pour l'évolution des populations d'aleurodes et leurs auxiliaires associés que pour l'étude de l'entomofaune associée aux deux vergers étudiés. Nous avons considéré des indices de composition (richesse totale et spécifique ainsi que les abondances spécifiques).

2.4.1. Calculs du taux d'infestation par les aleurodes

Le nombre d'individus recensé de chaque taxon différent observé (aleurode ou auxiliaire prédateur) est reporté sur la fiche de suivi à chaque visite. Le nombre des adultes et des larves d'aleurodes a été estimé selon une échelle de présence (1: < 25 % de présence 2: 25-50% de présence 3: 50-75% de présence et 4: > 75% de présence), définie par le laboratoire d'Entomologie de l'Institut d'Agroforesterie de l'Université de Valence. Pour calculer le taux d'infestation par les larves ou par les adultes, nous avons considéré le nombre de rameaux avec présence du ravageur, l'indice de présence correspondant et l'indice maximal de présence qui est égal à 4.

Le taux d'infestation est calculé d'après la formule de Townsend et Heuberger [119] : $T (\%) = [(nombre\ de\ rameaux\ avec\ présence \times indice\ de\ présence\ correspondant / somme\ des\ rameaux\ avec\ présence \times 4) \times 100]$.

2.4.2. Déterminations des taux de mortalité et de parasitisme

A partir des feuilles échantillonnées et prélevées sur le terrain, nous avons estimé le nombre de larves mortes et le nombre de larves parasitées (avec trou de sortie central du parasitoïde) sur l'ensemble de la population dénombrée sur une surface foliaire de 1 cm². La valeur obtenue est rapportée à 100, ce qui nous donne un taux de mortalité et un taux de parasitisme différents pour chaque date d'échantillonnage.

2.4.3. Etude des abondances, des richesses et des diversités de l'entomofaune

Les adultes surtout des prédateurs coccinellidae, les chrysopidae, les conioptérygidae ont été dénombrés quand ils ont été observés sur le feuillage à l'aide d'une échelle numérique (1 : 1-3 individus, 2 : 4-10 individus, 3 : 11-30 individus, 4 : > 30 individus) comme pour l'échelle considérée pour le calcul des taux d'infestation.

Les abondances des aleurodes et de leur cortège auxiliaire spécifique ou associé ont été comptées individuellement par piège et par quinzaine d'échantillonnage, puis rapportées à des moyennes d'abondance à partir des captures des 3 pièges par verger étudié.

Les richesses des familles ou des taxons (déterminations génériques ou spécifiques) ont été établies pour les communautés de parasitoïdes. A partir des données d'abondances moyennes, nous avons établi des diagrammes rang-fréquence pour étudier les diversités comparées des communautés d'auxiliaires des deux vergers.

2.4.4. Analyses statistiques

Nous avons eu recours à une analyse de variance (ANOVA pour Analysis Of Variance) qui permet de vérifier la significativité de la variable d'intérêt entre toutes les combinaisons des modalités dans les conditions paramétriques si la distribution de la variable quantitative est normale. Dans le cas où cette distribution de variable n'est pas normale, nous avons eu recours au modèle linéaire global (G.L.M.).

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

La classification hiérarchique des facteurs lignes ou colonnes se fait en considérant les coordonnées sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50 % de la variance cumulée soit observée. La distance euclidienne ainsi que la méthode de Ward, basées sur les mesures de similarité entre variables a été prise en compte avec le logiciel PAST, vers. 1.97.

Nous avons utilisé une analyse ANOSIM (analyse des similitudes) pour comparer des assemblages de taxons pris deux à deux, quelque soit le cas de figure. Il s'agit d'un test non paramétrique de différence significative entre les deux groupes ou plus, basé sur une mesure de distance. Les distances sont converties en rangs. ANOSIM est normalement utilisée pour des raisons écologiques taxons-en-échantillons de données, où des groupes d'échantillons doivent être comparés 2 à 2. L'importance globale de la différence est souvent évaluée par ANOSIM. La mesure de similarité de Bray-Curtis a été utilisée. Nous avons réalisé cette analyse pour comparer des assemblages entomofauniques saisonniers pris 2 à 2 et définis pour le verger de clémentinier (Aïchouba).

CHAPITRE III

RESULTATS

3.1. Dynamique spatiotemporelle des populations des Aleurodes dans les deux vergers étudiés

3.1.1. Dynamique des populations de l'aleurode floconneux *Aleurothrixus floccosus* sur l'Oranger

3.1.1.1. Evolution temporelle des adultes

Nous constatons que les adultes de l'aleurode floconneux sont présents toute l'année au niveau de la frondaison. L'évolution de la dynamique des ailés durant la période d'échantillonnage se traduit par une succession de 4 pics d'abondance séparés par des intervalles temporels où le nombre moyen des adultes est très négligeable voire nul (figure 3.1). Le 1^{er} pic est observé en automne vers la fin de septembre représenté par une moyenne de 5 individus par rameau, suivi par un 2^e pic à la mi-novembre représenté par l'abondance moyenne la plus élevée qui dépasse les 10 individus par rameau. Sur une période d'un mois du début de mai au début de juin, on peut remarquer la résurgence d'un 3^e puis d'un 4^e pic d'abondance plus faibles que les précédents avec un nombre moyen de 7,6 et 4 adultes respectivement (figure 3.1) par rameau porteurs de jeunes pousses

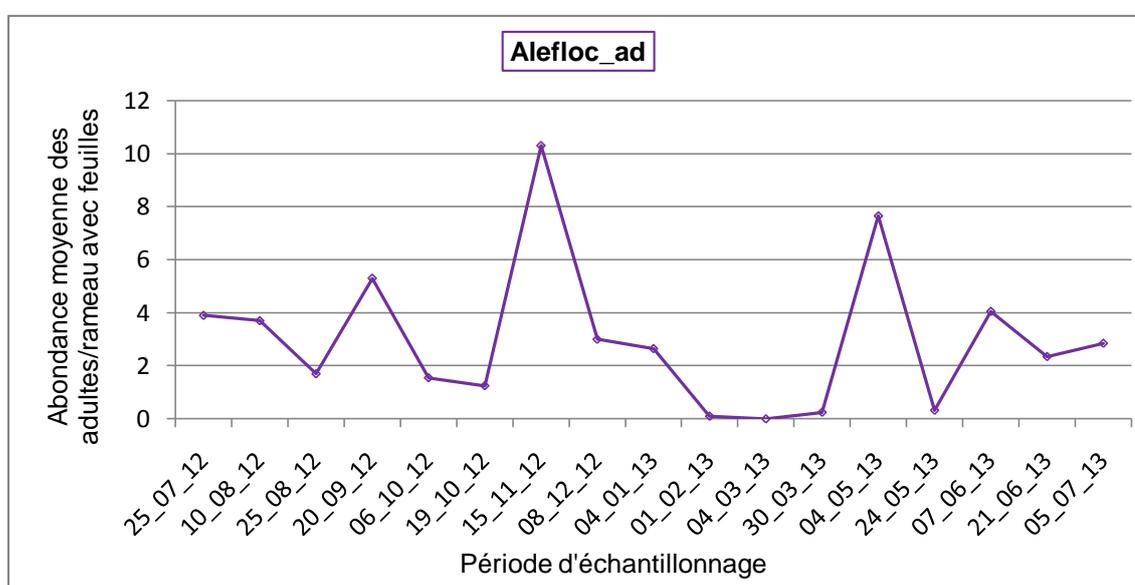


Figure 3.1. Fluctuations temporelles des adultes d'*A. floccosus* sur Oranger.

3.1.1.2. Fluctuations des indices d'abondances

Nous nous sommes référés à une échelle d'abondance classée de 0 à 4, comme il a été mentionné dans le chapitre 2 relatif à la méthodologie d'échantillonnage. De manière globale, l'indice moyen d'abondance n'a jamais dépassé l'échelle 2 soit entre 25 % et 50 % de présence de l'aleurode, aussi bien pour les larves que pour les adultes (figure 3.2). Concernant les larves, durant la période d'observation annuelle des populations de l'aleurode floconneux sur l'oranger en 2012-2013, cet indice se focalise entre 1 et 0.5 durant la période printano-estivale (fin mai - fin août), il varie entre 0.6 et 1 vers le début de la période automnale et il reste élevé entre la mi-novembre et le début de mars (> 1.5) (figure 3.2 a), au courant du mois d'avril il reste faible (< 0.5).

L'indice de présence moyen chez les adultes d'*A. floccosus* reste proche de 2 de la fin juillet jusqu'au début de décembre, il est pratiquement nul durant les mois de février mars et avril puis il évolue vers l'échelle 1, (figure 3.2b) (APPENDICE C)

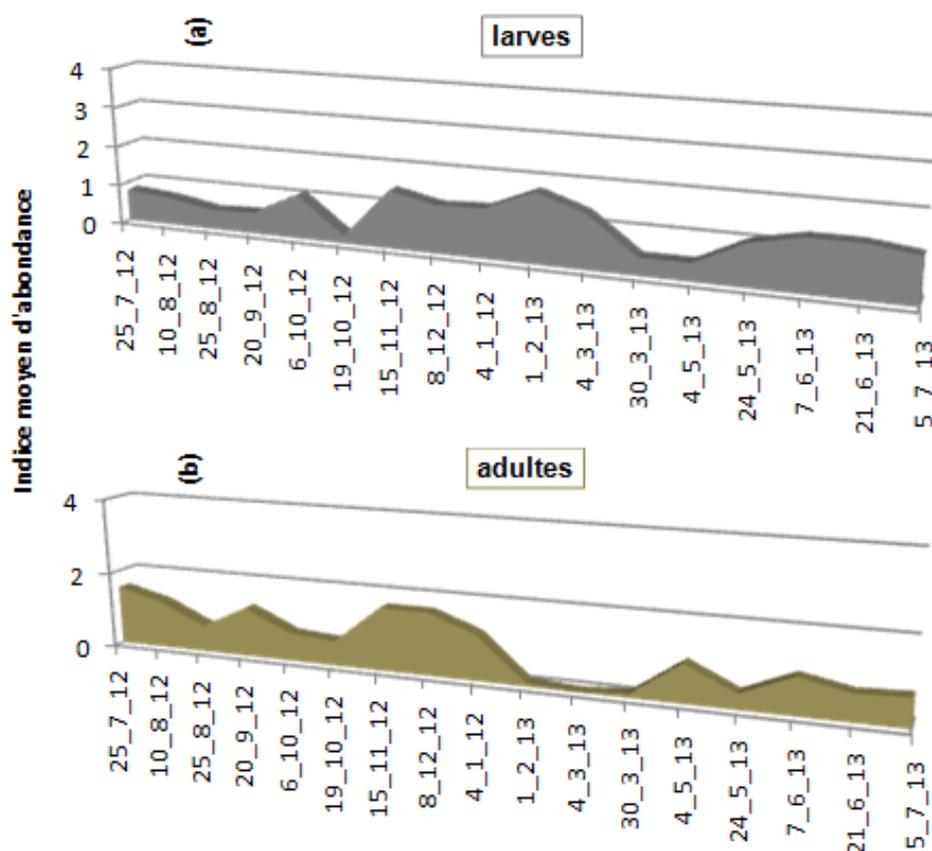


Figure 3.2. Variation temporelle de l'indice d'abondance moyenne des populations larvaires (a) et imaginales (b) d'*A. floccosus* sur Oranger.

3.1.1.3. Variabilité des infestations

Nous avons estimé le pourcentage de rameaux avec pousses où les populations de l'aleurode floconneux sont présentes quelque soit leur indice d'abondance. On remarque que ce taux atteint un maximum au début d'octobre (78%), à la mi-novembre (90%) et au début de juin (85 %) d'après nos observations (figure 3.3 a). Entre décembre et la fin mars, seulement 10 à 20% de rameaux sont occupés par des aleurodes floconneux. De la fin juillet 2012 jusqu'au début d'octobre 2012, le taux de rameaux avec présence des larves augmente de 40% à 80% et il se maintient à un niveau très élevé jusqu'au début de février quoique cette augmentation reste marquée par des périodes de diminution vers la mi-novembre, au début de janvier et au début de mars (figure 3.3b), pouvant être en relation avec une mortalité naturelle due par exemple à une influence climatique. En revanche, les pourcentages de rameaux avec présence des populations adultes varient entre 60% et 100% entre fin juillet et mi-novembre 2012. Puis, ces taux se maintiennent à des valeurs faibles en dessous de 20% de présence de décembre jusqu'à fin mars (figure 3.3b).

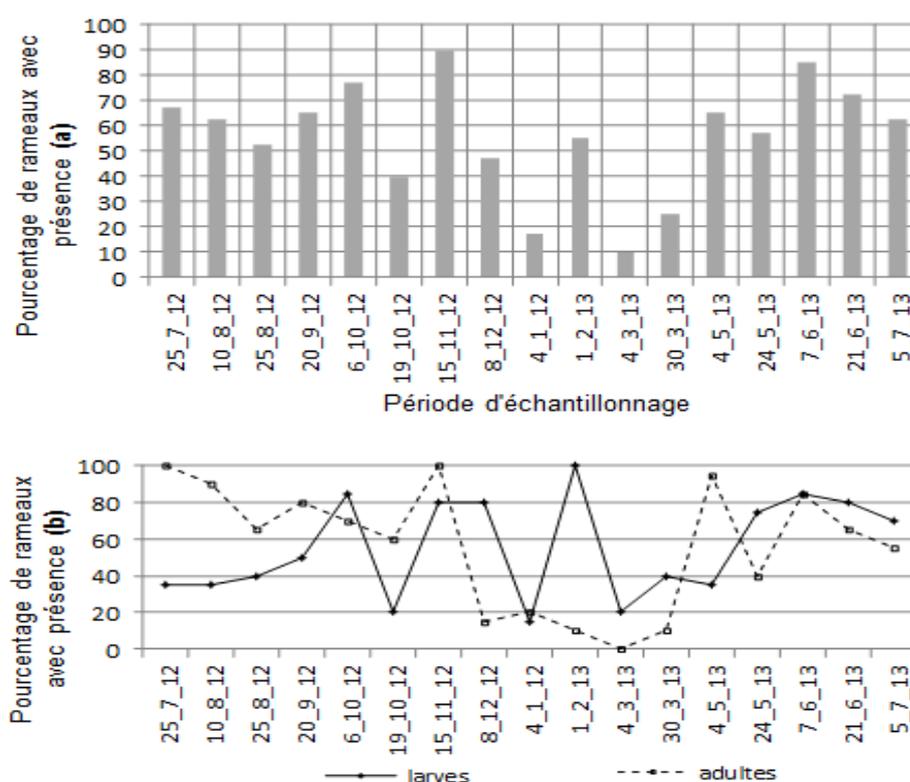


Figure 3.3. Pourcentage des rameaux avec jeunes pousses avec présence de l'Aleurode floconneux : en (a) population totale, en (b) populations larvaires et adultes.

Il nous a été possible de calculer les taux d'infestations par les populations globales des larves et des adultes de l'aleurode floconneux à travers la formule de Townsend et Heuberger (chapitre 2). Les variations des taux d'infestation respectifs ont la même tendance évolutive caractérisée par une succession de 3 périodes d'infestation (figure 3.4).

Une première phase d'infestation par les larves de l'aleurode floconneux se caractérise par des fluctuations variant de 16% à 5% de la fin juillet jusqu'à la mi-octobre 2012, avec un pic de 27% enregistré au début d'octobre. Une seconde phase d'infestation est observée de la mi-novembre à début mars à des taux variant entre 30% et 40% d'infestation, on peut voir que l'infestation des larves de l'aleurode floconneux chute progressivement pour se maintenir à un taux de 10% seulement durant les mois de mars et avril (figure 3.4a). Une troisième phase d'infestation indique une recolonisation des populations larvaires sur les rameaux représentée par 30% de dégâts observés entre fin mai et tout le mois de juin.

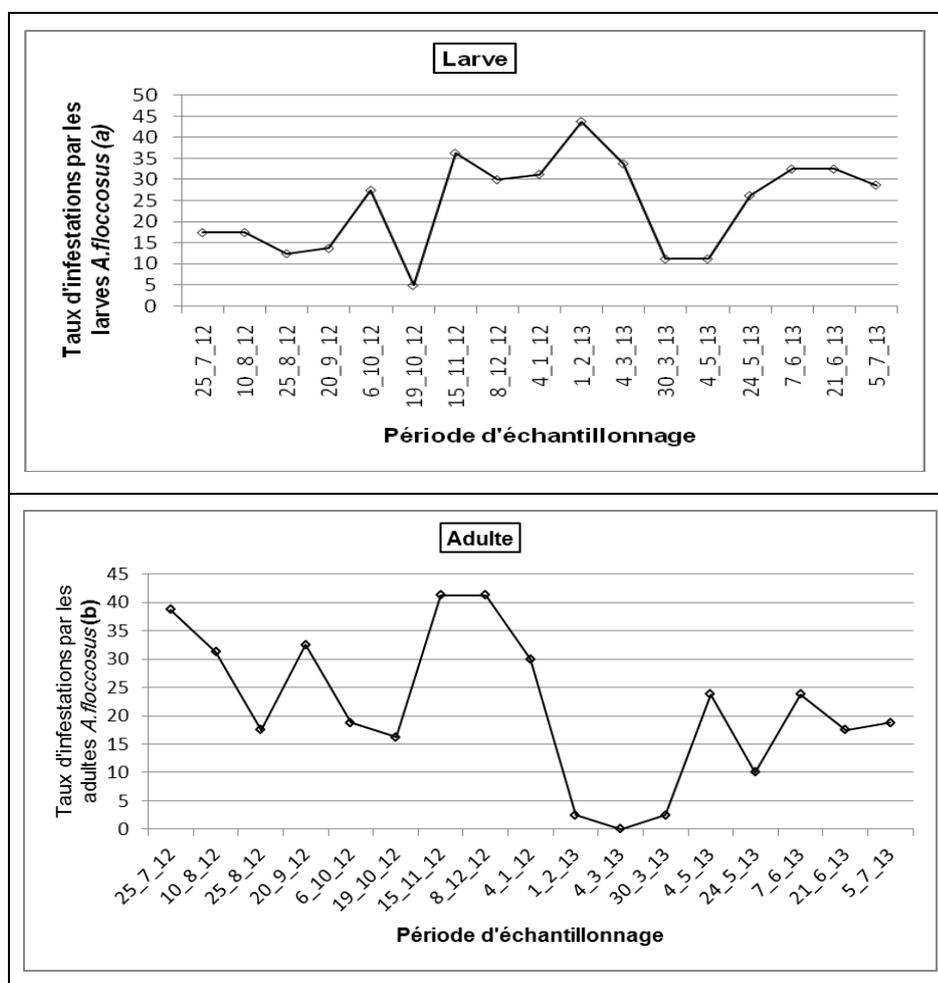


Figure 3.4. Evolution temporelle des taux d'infestation des larves (a) et adultes (b) d'*Aleurothrix floccosus* sur les rameaux.

L'infestation par les adultes au niveau des canopées se traduit par la présence d'un taux élevé de 40% vers la fin de juillet 2012 mais qui diminue durant toute la période estivale, (figure 3.4b). Un pic d'infestation est constaté à la fin de septembre suivi par une infestation maximale de 40% au courant du reste de la période automnale. En 2013, les infestations réaugmentent à 25% seulement du début mai jusqu'à la fin de notre période de suivi (figure 3.4b).

3.1.1.4. Résultats des dénombrements des stades biologiques au niveau du feuillage et des pièges englués

Les densités larvaires et nymphales ainsi que l'abondance moyenne des ailés de l'aleurode floconneux ont été estimées à partir des observations sur le feuillage et des pièges englués respectivement (figures 3.5 et 3.6).

En 2012, de la fin août à la 3^e semaine de septembre, on peut constater une densité de pupariums de l'aleurode floconneux supérieure à celle des larves. De la mi novembre (densité maximale) à la fin mars, seules les larves sont présentes. Durant tout le mois de mai 2013 à début juin, la densité des larves évolue une seconde fois avec une valeur maximale obtenue à la fin de mai suivie par une évolution importante du nombre de nymphes au début de juin (figure 3.5).

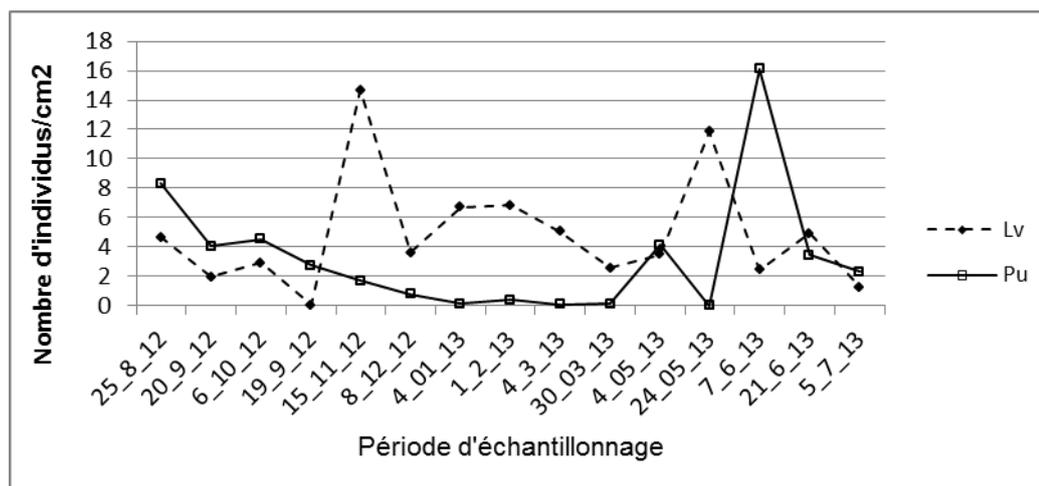


Figure 3.5. Evolution des densités des stades larvaires et nymphaux de l'aleurode floconneux durant la période d'échantillonnage (Lv : larves, Pu : pupariums).

L'abondance des adultes capturés par les pièges jaunes englués se traduit par des fluctuations ne dépassant pas 40 individus par piège et par quinzaine, durant la période qui s'étale du début de la période de suivi à la fin de juillet 2012 au mois de janvier 2013. Entre février et mars, les captures sont très faibles, elles

augmentent par la suite progressivement durant tout le mois d'avril à fin juin. Cette seconde période de captures est caractérisée par une abondance plus élevée des adultes que celle de la période précédente (figure 3.6).

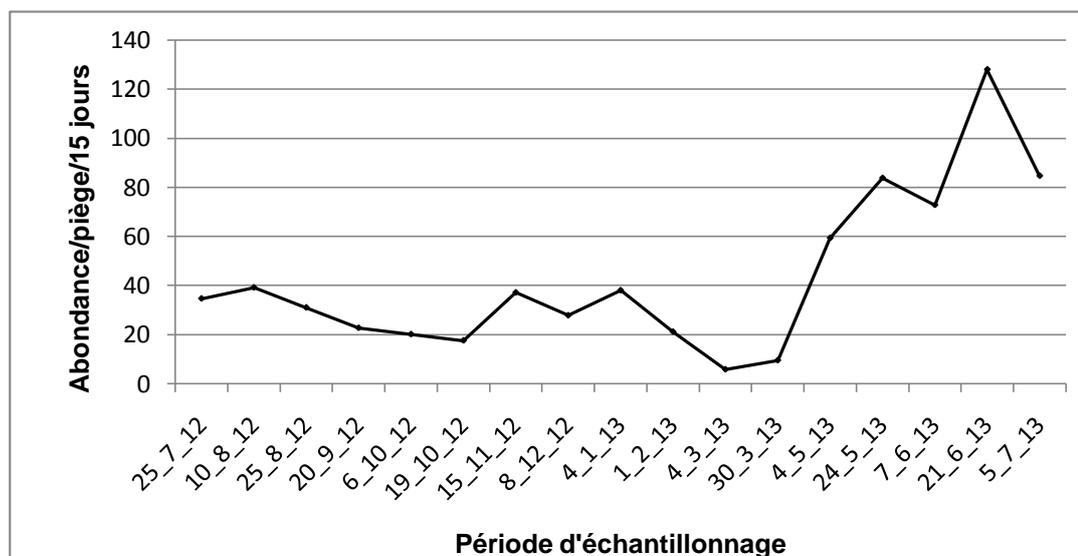


Figure 3.6. Evolution des captures des adultes de l'Aleurode floconneux à travers les pièges jaunes englués durant la période d'échantillonnage sur Oranger.

3.1.1.5. Répartition des populations de l'aleurode floconneux en relation avec l'orientation

Nous nous sommes posé la question de savoir si les populations de l'aleurode floconneux manifestent une préférence de colonisation du feuillage de l'oranger en fonction de l'exposition. Les répartitions temporelles des abondances des larves et des adultes ont été considérées durant toute la période de suivi, pour les différentes directions cardinales (nord, ouest, sud et est) respectivement (figure 3.7 a et b). Nous avons mis en évidence les différents pourcentages comparés de répartition larvaire et adulte selon l'exposition en relation avec la saison estivale, automnale et printanière (figure 3.8). En général, durant toute la période d'échantillonnage, les larves ont été observées sur les 4 expositions, excepté en octobre où la partie sud de la canopée n'a pas été occupée et au début mai où il n'a pas été observé de larves au niveau de la partie nord de la fronde (figure 3.7a). Durant la saison estivale, on peut remarquer que le feuillage exposé au sud et à l'est est particulièrement recherché par les larves avec des pourcentages de 32% et 28% respectivement. En automne et au printemps, la répartition des

populations larvaires est surtout focalisée au nord et à l'est de la fronde (figure 3.8).

A propos de la répartition des populations adultes de l'aleurode floconneux, l'exposition ouest en octobre 2012, les expositions ouest et sud à la fin mai et l'exposition nord à la fin juin ne sont particulièrement pas convoitées (figure 3.7b). Les adultes sont préférentiellement répartis au nord (39%) en été et en automne, alors qu'ils le sont beaucoup plus au sud et à l'est au printemps (33% et 27% respectivement) (figure 3.8).

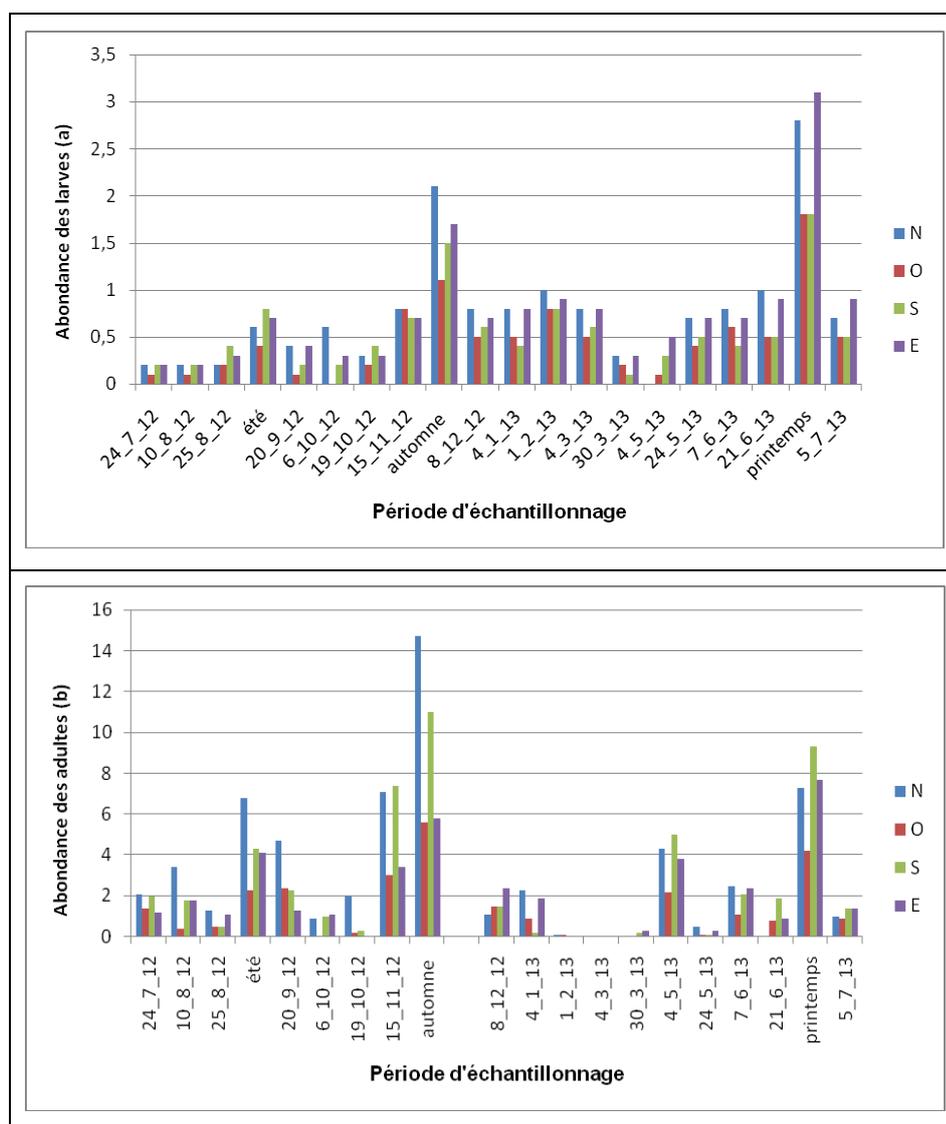


Figure 3.7. Répartition des populations larvaires (a) et adultes (b) de l'aleurode floconneux sur l'oranger selon l'exposition.

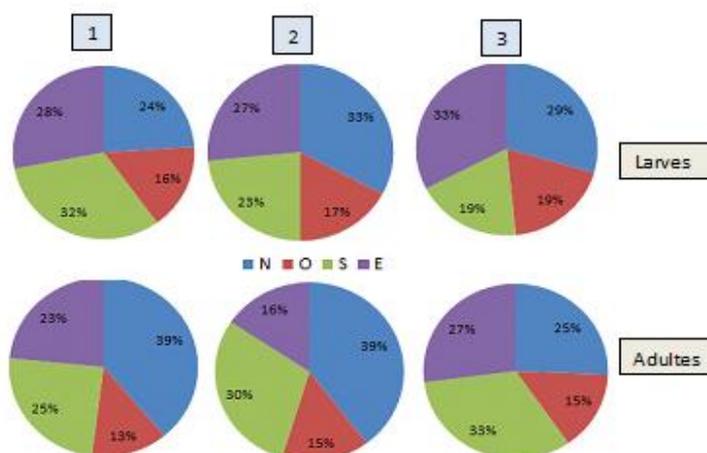


Figure 3.8. Pourcentages respectifs de la répartition saisonnière des larves et des adultes de l'aleurode floconneux selon l'exposition (1. Été, 2. Automne, 3. Printemps).

Les répartitions des abondances larvaires et adultes de l'aleurode floconneux selon les différentes expositions ont été analysées par une analyse de variance, de manière à mettre en évidence les effets stricts de la période de suivi, de la saison et de l'exposition (figures 3.9 et 3.10 et tableaux 3.1 et 3.2).

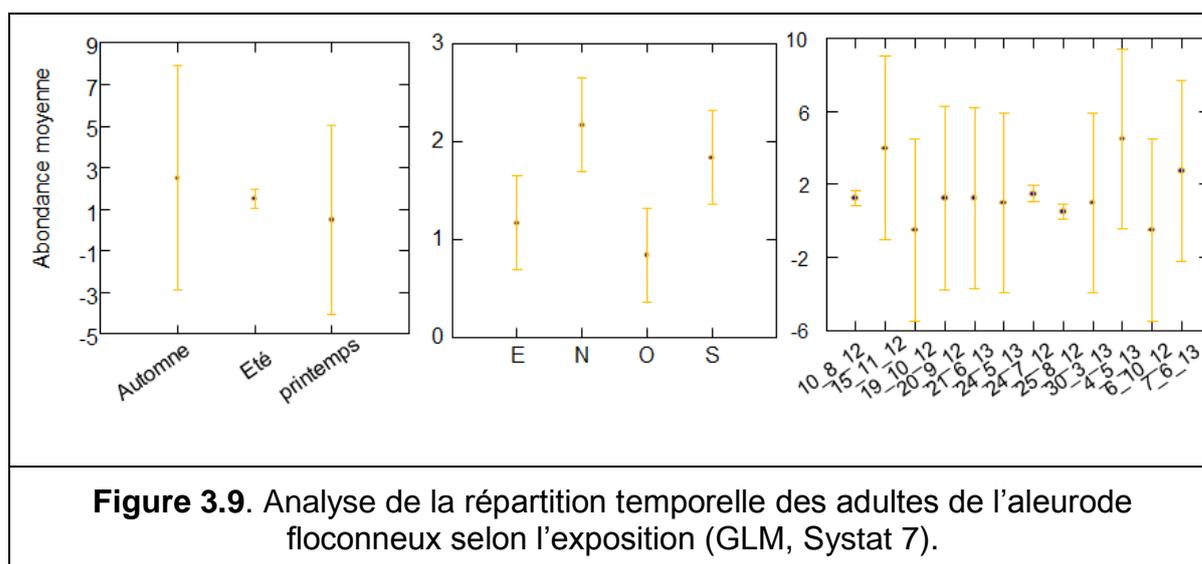


Figure 3.9. Analyse de la répartition temporelle des adultes de l'aleurode floconneux selon l'exposition (GLM, Systat 7).

Tableau 3.1. Comparaison des moyennes d'abondance des adultes d'*A. floccosus* en relation avec l'exposition sur l'oranger (F ratio et probabilités associées, GLM).

Source	somme des carrés	ddl	carrés moyens	F-ratio	P
SAISON	0.030	1	0.030	0.041	0.842ns
TEMPS	95.879	10	9.588	12.827	0.000***
Exposition	13.333	3	4.444	5.946	0.002**
Erreur	24.667	33	0.747		

L'exposition nord de la canopée influe significativement la répartition des adultes sur le feuillage par rapport aux autres expositions ($p < 1\%$). De même, la répartition des adultes d'A, floccosus semble influencée par la période de suivi ($p < 1\%$) mais pas par la saison ($p > 5\%$) (Tableau 3.1). Cependant, les répartitions des populations larvaires ne sont pas différentes significativement ($p > 5\%$) (Figure 3.10 et Tableau 3.2), quelque soit le facteur étudié.

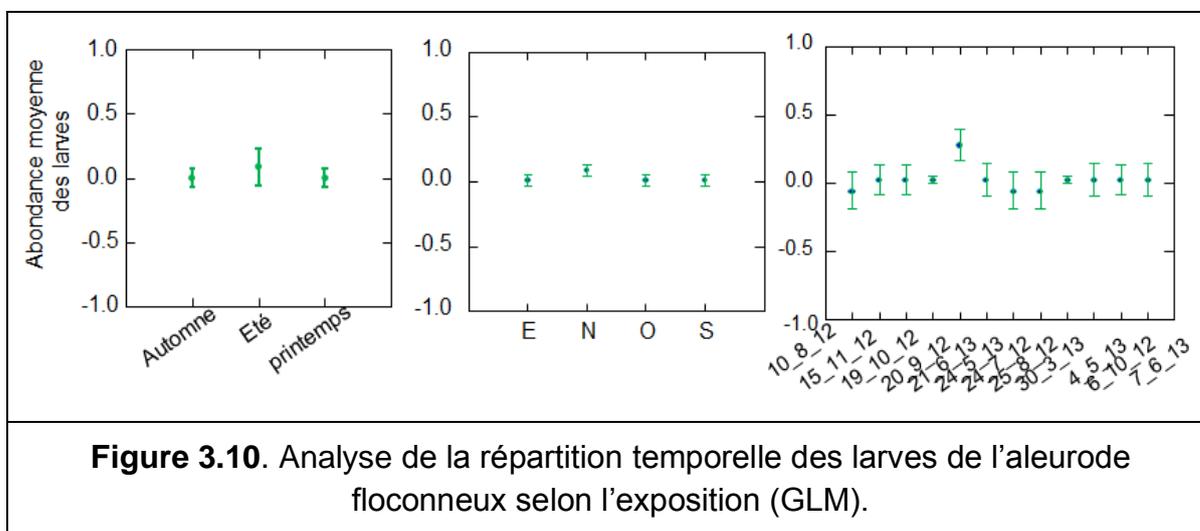


Tableau 3.2. Comparaison des moyennes d'abondance des larves d'A. floccosus en relation avec l'exposition sur l'oranger (F ratio et probabilités associées, GLM).

Source	somme des carrés	ddl	carrés moyens	F-ratio	P
SAISON	0.004	2	0.002	0.100	0.905ns
TEMPS	0.200	9	0.022	1.067	0.412ns
Exposition	0.063	3	0.021	1.000	0.405ns
Erreur	0.687	33	0.021		

3.1.2. Dynamique des populations de l'aleurode des citrus *Dialeurodes citri* sur Clémentinier

3.1.2.1. Evolution temporelle des adultes

D'après la figure 3.11, nous remarquons que les adultes de l'aleurode des agrumes *Dialeurodes citri* sont présents en deux périodes de l'année au niveau de la frondaison. L'évolution de la dynamique des ailés durant la période d'échantillonnage se traduit par une succession de 2 pics d'abondance séparés par des intervalles temporels où le nombre moyen des adultes est nul.

Le 1^{er} pic est observé en automne vers la fin d'Aout représenté par une moyenne de 12 individus par rameau, suivi par un 2^e pic plus élevé que le 1^{er} au printemps à la fin du mois de Mars représenté par l'abondance moyenne la plus élevée qui dépasse les 80 individus par rameaux porteurs de jeunes pousses (APPENDICE C).

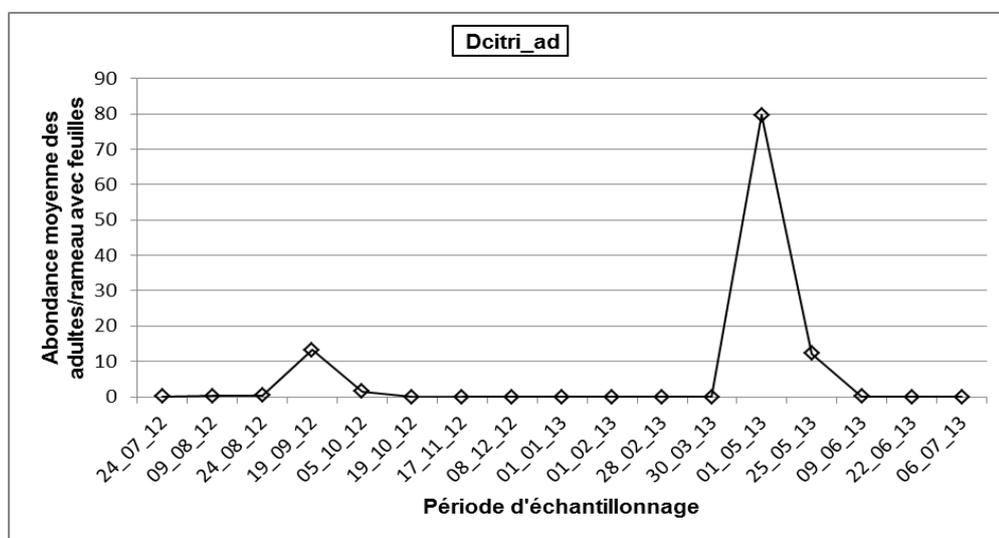


Figure 3.11. Fluctuations saisonnières des adultes de *Dialeurodes citri* sur Clémentinier.

3.1.2.2. Fluctuations des abondances

L'indice moyen d'abondance n'a jamais dépassé l'échelle 3 pour les larves, contrairement aux adultes qui a dépassé l'échelle 3 (figure 3.12).

Durant la période d'observation annuelle des populations larvaires de l'aleurode des *Citrus* sur Clémentinier en 2012-2013, cet indice se focalise entre 2,5 et 1.5 durant la période (début Juillet-début Octobre).

Il varie entre 2 et 2,8 vers le début de la période automnale et il reste élevé entre la mi-octobre et le fin de mars (> 1.5) (figure 3.12 a), au cours de la période fin-Mai début Juin. Il reste très faible (< à 0.5).

L'indice de présence moyen chez les adultes de *D.citri* reste proche de 2 de la mi-septembre et il est pratiquement nul durant les mois de juillet, Aout, Octobre, novembre, Décembre 2012 et Janvier, Février, Mars, Juin et Juillet 2013, puis il évolue vers l'échelle 4 au début de Mai , (figure 3.12b).

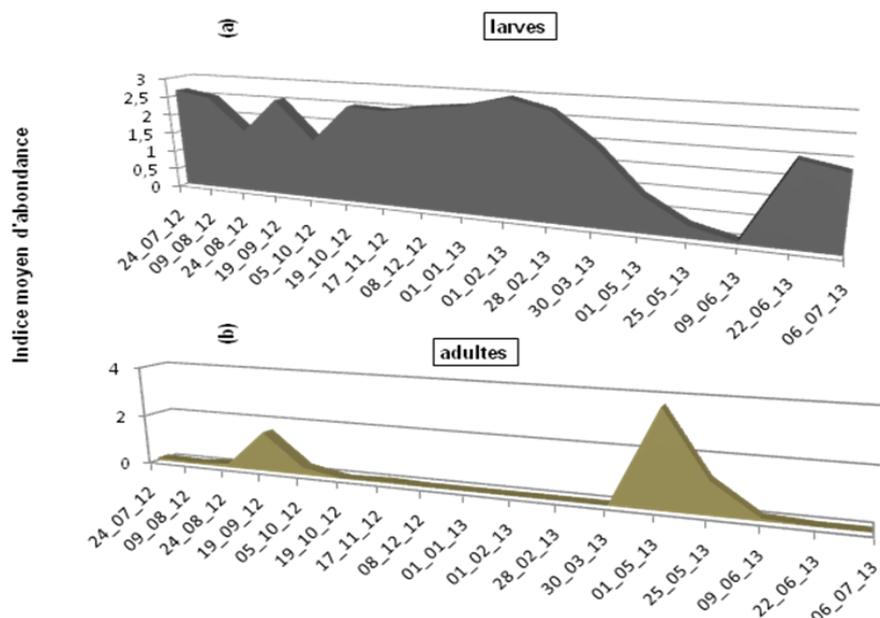


Figure 3.12. Variation temporelle de l'indice moyen d'abondance des populations larvaires (a) et imaginales (b) de *Dialeurodes citri* sur Clémentinier.

3.1.2.3. Variabilité des infestations

Nous avons estimé le pourcentage de rameaux avec pousses où les populations de d'aleurode de *Citrus* sont présentes quelque soit leur indice d'abondance. On remarque que ce taux atteint un maximum en fin de Septembre (84%), à la fin- Avril (77%) d'après nos observations (figure 3.13 a). Pour les autres périodes du 40 à 60% de rameaux sont occupés par des *D.citri*. On estime moins de 15% au Juin 2013.

Le taux de rameaux avec présence des larves se maintient à un niveau très élevé jusqu'au début de février quoique cette augmentation 70% a 92%, reste marquée par une période de diminution très marquée vers le début de Juin 2013 (figure 3.13b), cette diminution du taux est probablement est due à l'émergence des adultes, elle peut aussi due aux conditions climatiques.

En revanche, les pourcentages de rameaux avec présence des populations adultes sont marqués par deux périodes où le taux varie entre 70 à 100% au cours des deux périodes du fin Septembre 2012 (70%), et du début Mai 2013 (100%). Puis, ces taux se maintiennent à des valeurs très faibles voire nul (figure 3.13b).

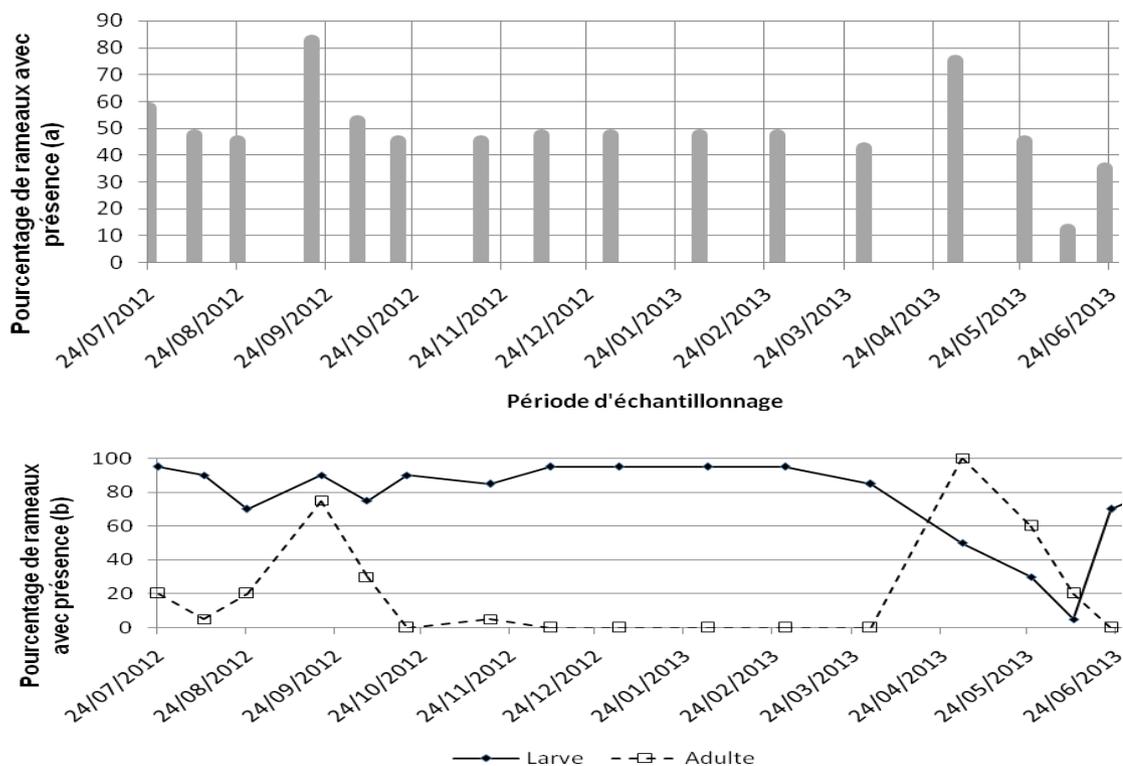


Figure 3.13. Pourcentage des rameaux avec feuilles avec présence de *Dialeurodes citri* : en (a) population totale, en (b) populations larvaires et adultes.

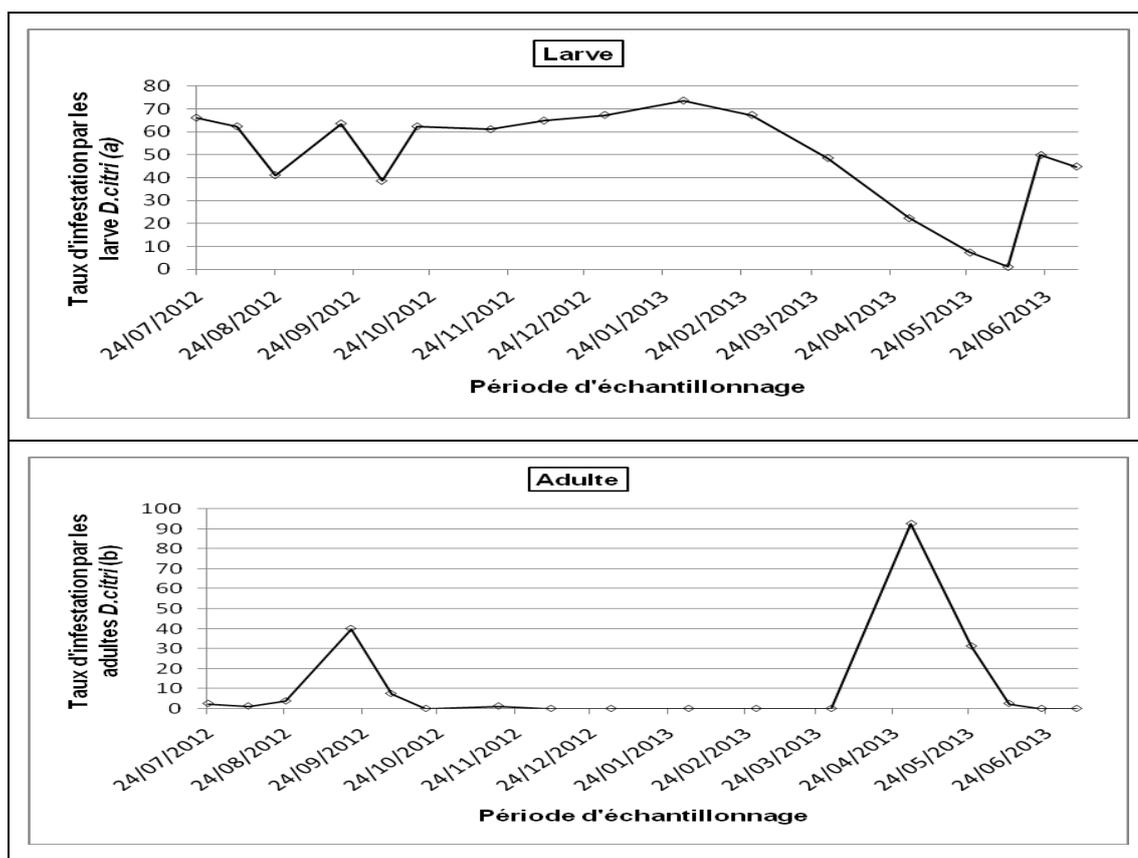


Figure 3.14. L'évolution temporelle des taux d'infestation des larves (a) et des adultes (b) de *Dialeurodes citri*.

Comme pour l'aleurode floconneux, nous avons calculé les taux d'infestations par les populations globales des larves et des adultes de la mouche blanche des agrumes à travers la formule de Townsend et Heuberger (chapitre 2).

Nous constatons que les variations des taux d'infestation respectifs n'ont pas la même tendance évolutive caractérisée par des taux d'infestation très marquées pour les larves que pour les adultes de *D.citri*.

La première phase d'infestation par les larves est enregistrée du fin juillet au début octobre où les taux varient entre 40% à 60%. Une seconde infestation a eu lieu en fin d'octobre jusqu'à fin avril, on assiste à une chute progressive des taux d'infestation (1%) vers la mi-juin, le pic de cette 2^{em} infestation est de 72%. Une troisième infestation (50%) est enregistrée au début juillet sur le rameaux (figure 3.14a). La colonisation de rameaux par les adultes se traduit par deux périodes d'infestation distinctes. En effet, la première infestation est enregistrée la fin aout avec un pic de 40%, qui diminue par la suite à partir de la fin de septembre jusqu'à la fin octobre où on assiste à la fin de cette infestation. A partir de cette date aucun adulte n'a été repéré sur les rameaux.

La 2^{eme} infestation débute à la fin mars est atteint un pic de 92%, on peut voir que l'infestation des adultes de la mouche blanche des agrumes chute progressivement vers le 0% à la mi-juin.

3.1.2.4. Résultats des dénombrements des stades biologiques au niveau du feuillage et des pièges englués.

Comme pour l'aleurode floconneux, les densités larvaires et nymphales ainsi que l'abondance moyenne des ailés de *D.citri* ont été estimées à partir des observations sur le feuillage et des pièges englués respectivement (figures 3.15 et 3.16). Les densités de pupariums de *D.citri* sont en général inférieures à celle des larves de la période fin juillet au début mai, les densités de larves atteignent une valeur maximale de plus de 22 individus/cm² à la mi-novembre. En effet, à partir de la mi-mai, les densités des puparium évoluent avec une valeur maximale de 7 individus/cm² jusqu'à la fin Juin, on assiste à une diminution de la densités des puparium. La densité larvaire a été très faible durant la période du début-mai jusqu'à mi-juin, puis on assiste à une évolution des densités larvaires qui atteint plus de 12 individus/cm² (figures 3.15).

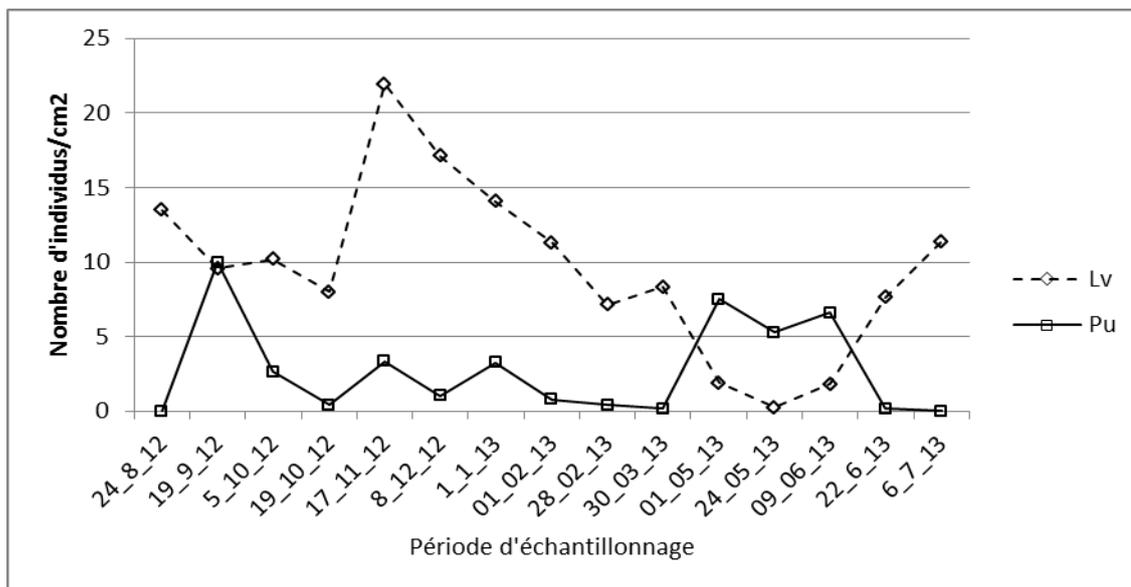


Figure 3.15 : Evolution des densités des stades larvaires et nymphaux de *D.citri* durant la période d'échantillonnage.

L'abondance des adultes de *D.citri* capturés par les pièges jaunes englués se traduit par des fluctuations qui avoisinent les 100 individus par piège et par quinzaine, durant la période mi-octobre. On enregistre une abondance plus élevée des adultes qui avoisine 800 individus/pièges/quinzaine vers la fin mai.

Durant les autres périodes d'échantillonnage, on assiste à de faibles abondances d'individus ailés de *D. citri*, parfois une absence totale durant la période début décembre à la fin mars (figure 3.16).

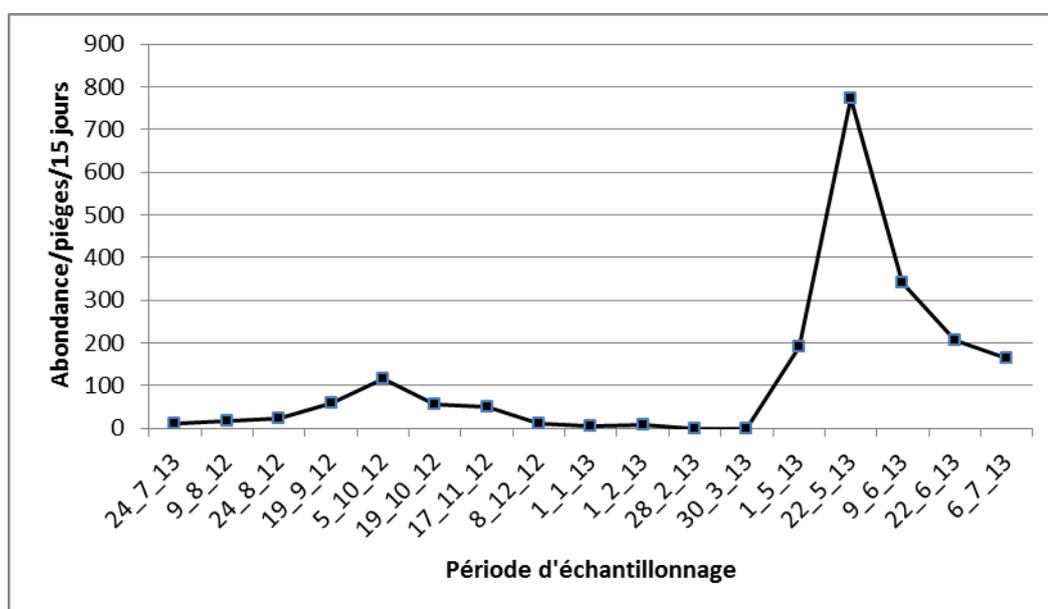


Figure 3.16. Evolution des captures des adultes de *D.citri* à travers les pièges jaunes englués durant la période d'échantillonnage sur Clémentinier.

3.1.2.5. Répartition des populations de la mouche blanche des agrumes en relation avec l'orientation

Les répartitions temporelles des abondances des larves et des adultes de *D. citri* ainsi que les différents pourcentages comparés de répartition larvaire et adulte selon l'exposition en relation avec la saison ont été considérées durant toute la période de suivi (figure 3.17 a et b, figure 3.18).

En général, durant toute la période d'échantillonnage, les larves ont été observées sur les 4 expositions, contrairement en juin ou seule la partie Est de la canopée a été occupée. Durant la saison estivale et automnale, on peut remarquer que le feuillage exposé à l'Est est particulièrement recherché par les larves avec des pourcentages de 29% et 30% respectivement (figure 3.17a, et figure 3.18).

Concernant la répartition des populations adultes de *D. citri*, l'exposition nord est la plus préférée avec 38%, 34% et 32% durant les périodes automnales, estivales et printanières respectivement, elle est suivi par l'exposition sud en période estivale (figure 3.17 b, 3.18).

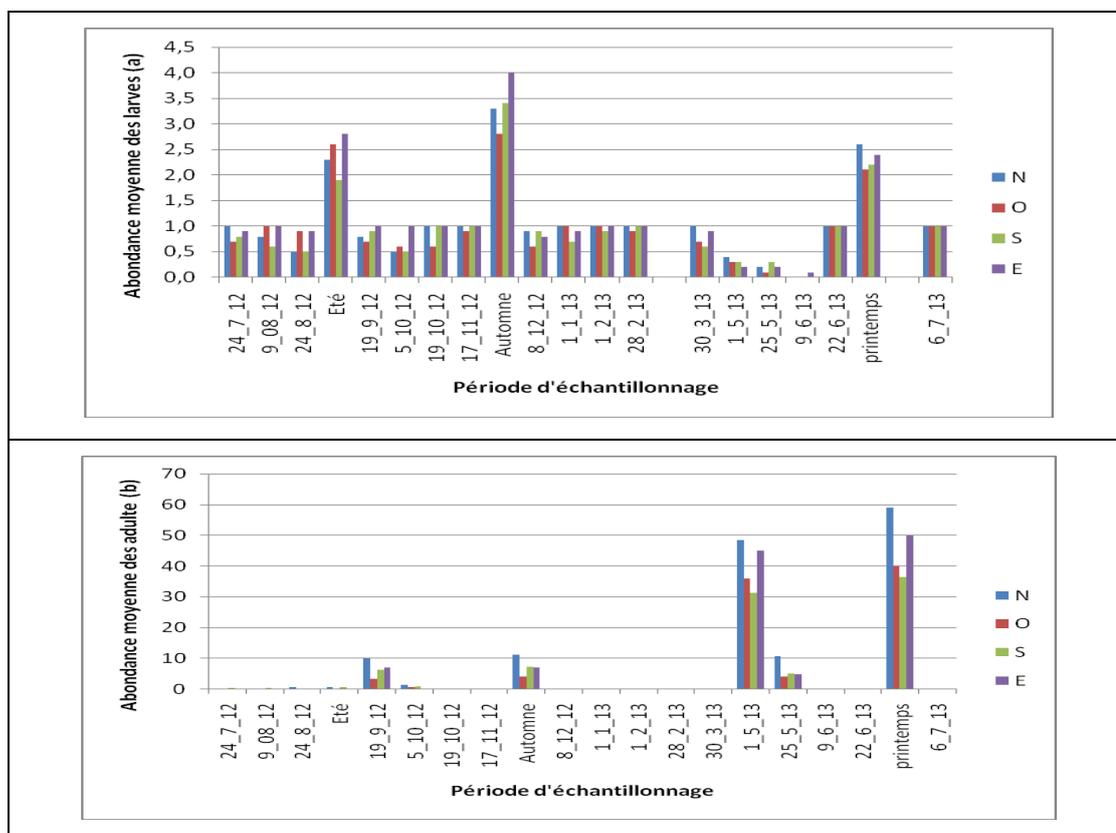
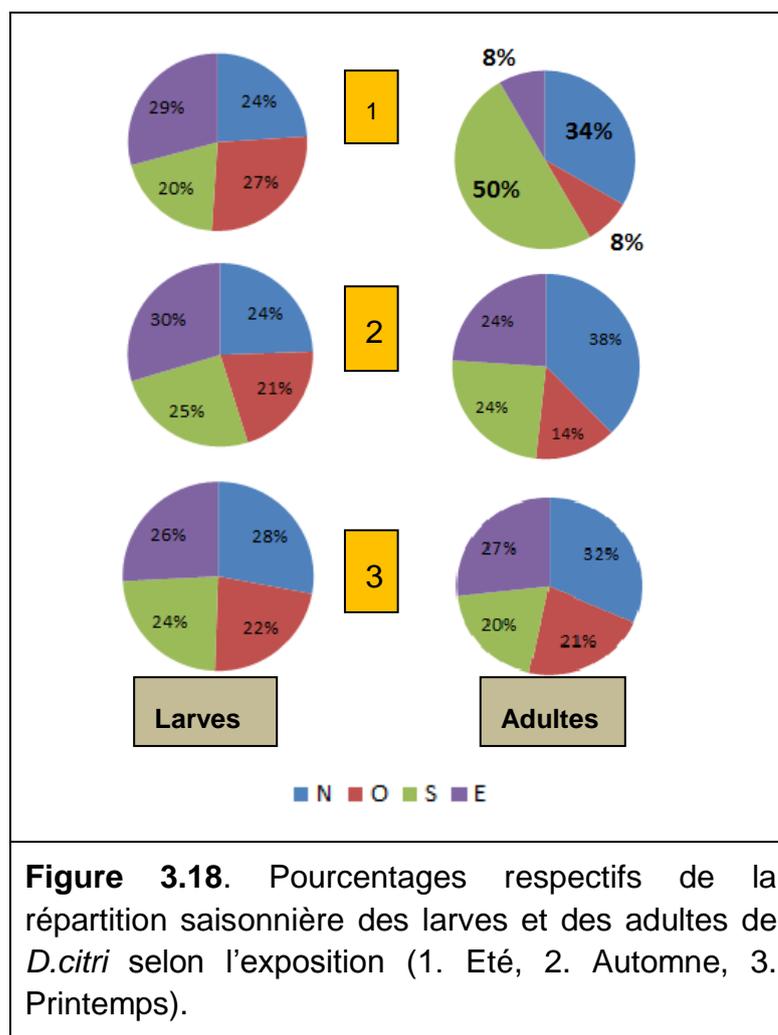


Figure 3.17. Répartition des populations larvaires (a) et adultes (b) de *D. citri* sur clémentinier selon l'exposition.



Les répartitions des abondances larvaires et adultes de l'aleurode des *citrus* selon les différentes expositions ont été analysées par une analyse de variance, de manière à mettre en évidence les effets stricts de la période de suivi, de la saison et de l'exposition (figures 3.19 et 3.20 et tableaux 3.3 et 3.4).

La répartition des adultes de *Dialeurodes citri* n'est pas influencée par la direction ($p > 5\%$), mais elle est influencée par la période de suivi ($p < 1\%$), et la saison ($p < 1\%$) (Figure 3.19 et Tableau 3.3).

Cependant, les répartitions des populations larvaires ne sont pas différentes significativement pour la direction et la saison ($p > 5\%$), contrairement à la période ou la répartition des populations larvaires sont différentes significativement ($p < 1\%$) (Figure 3.20 et Tableau 3.4).

Tableau 3.3. Comparaison des moyennes d'abondance des adultes de *D. citri* en relation avec l'exposition sur le clémentinier.

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
Saison	85.962	2	42.981	7.445	0.002
Temps	4849.450	9	538.828	93.330	0.000
Direction	38.729	3	12.910	2.236	0.102
Erreur	190.52	33	5.77		

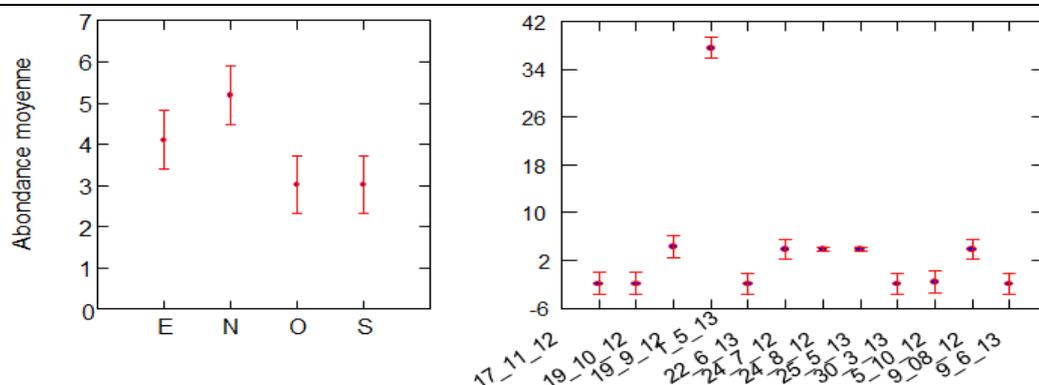


Figure 3.19. Analyse de la répartition temporelle des adultes de *D.citri* selon l'exposition (GLM).

Tableau 3.4. Comparaison des moyennes d'abondance des larves de *D. citri* en relation avec l'exposition sur le clémentinier.

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
Saison	0.758	1	0.758	5.357	0.027
Temps	4.640	10	0.464	3.281	0.005
Direction	0.833	3	0.278	1.964	0.139
Erreur	4.66	33	0.14		

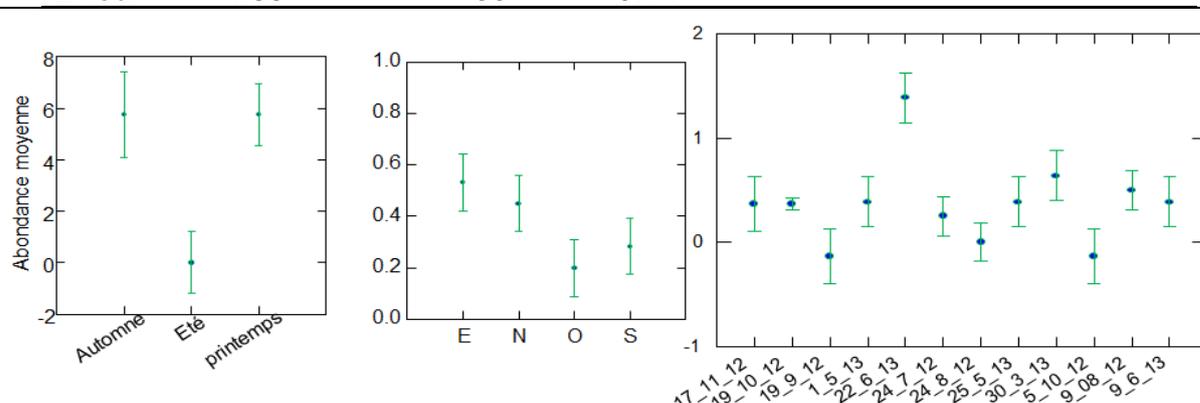


Figure 3.20. Analyse de la répartition temporelle des larves de *D.citri* selon l'exposition (GLM).

3.2. Influence des paramètres climatiques et de la phénologie de la plante hôte sur la dynamique des populations des aleurodes des agrumes.

3.2.1. Etude de l'influence des variations pluviothermiques journalières et périodiques durant la période de suivi.

Durant toute la période de suivi, nous avons considéré les variations pluviothermiques sous deux formes : la première est une variation journalière des températures moyennes minimales et maximales, la seconde concerne la variation de moyennes de températures (minimale et maximale) ainsi que le cumul des pluies aux dates d'échantillonnage, (figure 3.21).

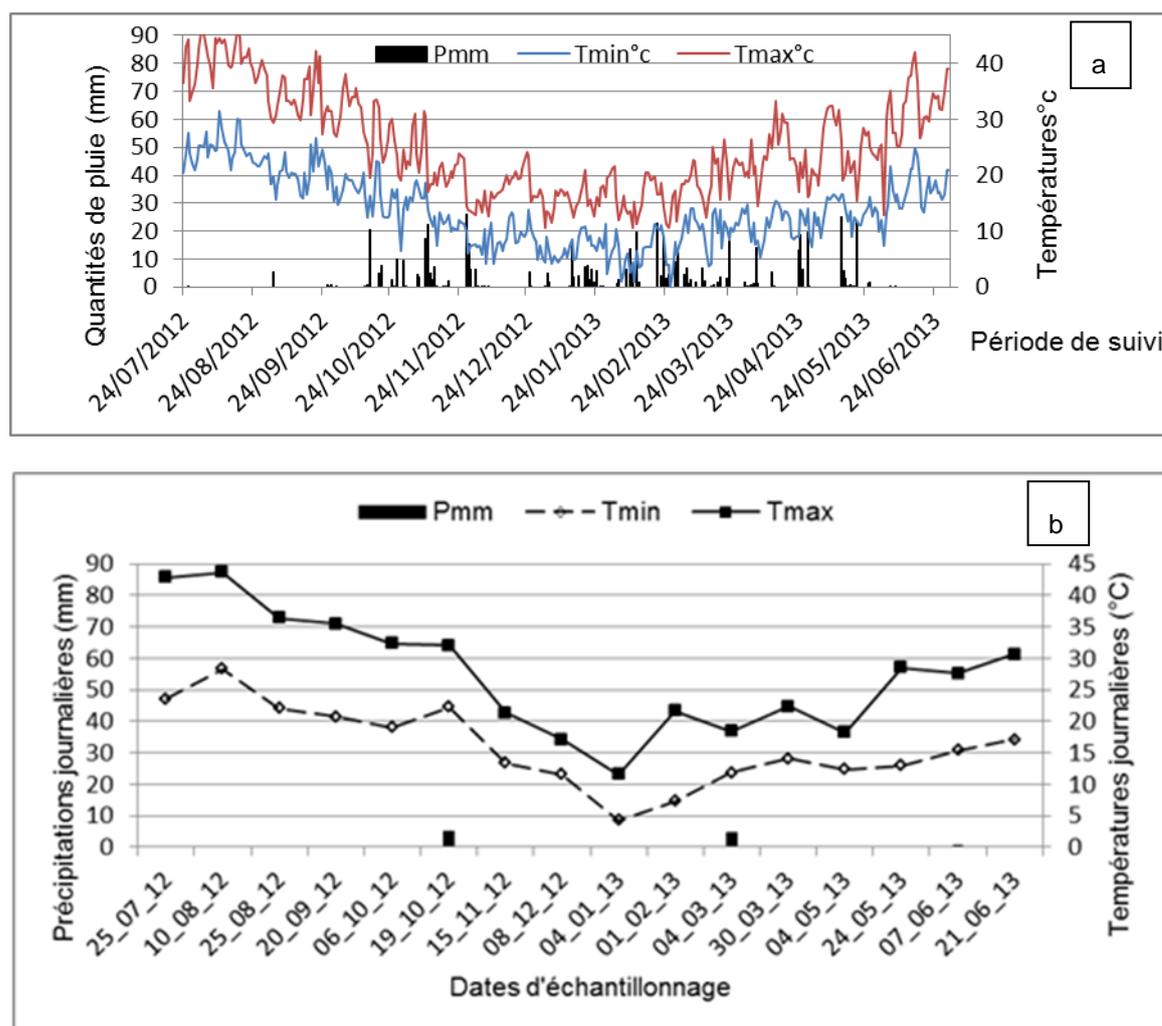


Figure 3.21. Variation temporelle des températures et des quantités des pluies durant la période de suivi dans la région de Chlef.

A chaque date d'observation sur les clémentiniers et les orangers, nous avons noté les différents indices se rapportant à l'échelle des stades phénologiques établie par Agusti et *al.*, [120] pour les citrus (Tableau 3.5)

Tableau 3.5 : Evolution de la phénologie de la plante hôte dans les deux vergers étudiés (Echelle adaptée d'après Agusti et *al.*, modifié. (APPENDICE B) [120]

Date Clémentinier	Stade phénologique	échelle	Date Oranger	Stade phénologique	échelle
24/7/12	Grossissement du fruit	7	25/7/12	Grossissement du fruit	7
9/8/12	Grossissement du fruit	7	10/8/12	Grossissement du fruit	7
24/8/12	Grossissement du fruit	7	25/8/12	Grossissement du fruit	7
19/9/12	Grossissement du fruit	7	20/9/12	Fin de grossissement du fruit	7
5/10/12	Fin de grossissement du fruit	7	6/10/12	maturation des fruits	8
19/10/12	Fin de grossissement du fruit	7	19/10/12	maturation des fruits	8
17/11/12	maturation des fruits	8	15/11/12	maturation des fruits	8
8/12/12	maturation des fruits	8	8/12/12	maturation des fruits	8
1/1/13	sénescence, début de la dormance	9	4/1/12	maturation des fruits	8
1/2/13	sénescence, début de la dormance	9	1/2/13	sénescence, début de la dormance	9
28/2/13	développement des pousses	3	4/3/13	développement des pousses	1
30/3/13	apparition de l'inflorescence	5	30/3/13	Floraison	6
01/5/13	Floraison	6	4/5/13	Floraison	6
25/5/13	Début de grossissement du fruit	7	24/5/13	Début de grossissement du fruit	7
09/6/13	Début de grossissement du fruit	7	7/6/13	Début de grossissement du fruit	7
22/06/2013	Début de grossissement du fruit	7	21/6/13	Début de grossissement du fruit	7
06/07/2013	Début de grossissement du fruit	7	5/7/13	Début de grossissement du fruit	7

Chez les Clémentiniers, le développement de fruit nécessite plus de quatre mois pour atteindre son optimum, il est suivi par une courte durée qui caractérise la maturité du fruit, l'arbre entre dans la dormance en période hivernale puis

reprend son activité avec l'apparition des jeunes pousses qui est suivie par la floraison qui dure un mois. Les fleurs vont donner par la suite de petits fruits qui continuent le cycle pour être des fruits matures.

Chez les orangers, nous observons une phénologie différente de celle des Clémentiniers caractérisée par un décalage qui est dû à l'espèce elle-même, du fait que les Clémentiniers sont plus précoces que les orangers. Les fruits d'Oranger se caractérisent par une durée de maturité relativement longue par rapport aux fruits de Clémentinier. D'autres paramètres peuvent être pris en compte, en effet, une mauvaise conduite de l'arbre peut provoquer des perturbations au niveau du cycle végétatif de l'arbre tel que la floraison anarchique.

Durant la période de suivi, nous avons calculé des moyennes de températures minimales et maximales cumulées correspondantes aux durées des différents stades phénologiques du clémentinier et de l'oranger observées ainsi que les cumuls des pluies (figures 3.22 et 3.23). Nous avons par ailleurs calculé les moyennes des températures minimales et maximales ainsi que les cumuls des quantités de pluies enregistrées durant les différentes périodes phénologiques observées (Appendice D).

D'après la figure 3.22, la mouche blanche des agrumes présente trois pics d'abondance, le 1^{er} a eu lieu au moment du développement de fruits de clémentinier, où la moyenne des températures maximales a atteint près de 36.11°C avec 21.5°C pour les minimales, le nombre d'adultes de *D. citri* sur rameau a dépassé 30 individus. Au cours de cette période, nous avons enregistré la plus grande quantité de pluies pendant notre période d'échantillonnage avec 35 mm environ. Avec la baisse des températures au moment de la maturation des fruits, un 2^{ème} pic est enregistré avec moins de 25 individus par rameau, la moyenne des températures maximales et minimales a atteint 21.17° et 12.22 °C respectivement, alors que la pluviométrie totalise 152 mm au cours de cette période (figure 3.22). De la mi-novembre jusqu'à fin mars, on enregistre une baisse considérable de l'abondance des adultes de *D.citri* sur les rameaux de clémentinier (moins de 5 individus/rameau), à cause de la baisse de températures entre 7°C et 17°C, avec une quantité cumulée de 70mm de précipitations.

À partir du début avril, les températures augmentent avec l'apparition du développement des jeunes pousses, période caractérisée par un cumul maximal

de pluies d'une quantité de 178 mm. La moyenne des températures maximales et minimales a atteint à la mi mai 27°C et 15°C respectivement, favorisant l'apparition du 3^{ème} pic le plus important avec plus 89 individus par rameau en présence de jeunes feuilles. À partir de cette période, les températures augmentent de plus en plus et l'abondance globale des adultes de *D.citri* diminue considérablement jusqu'à la fin de notre échantillonnage.

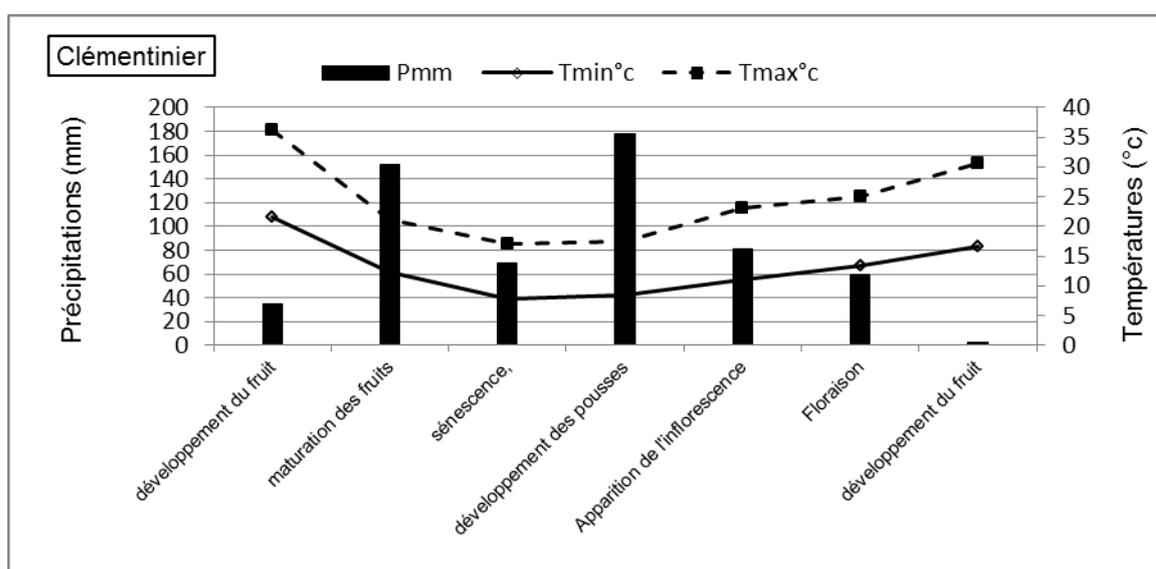
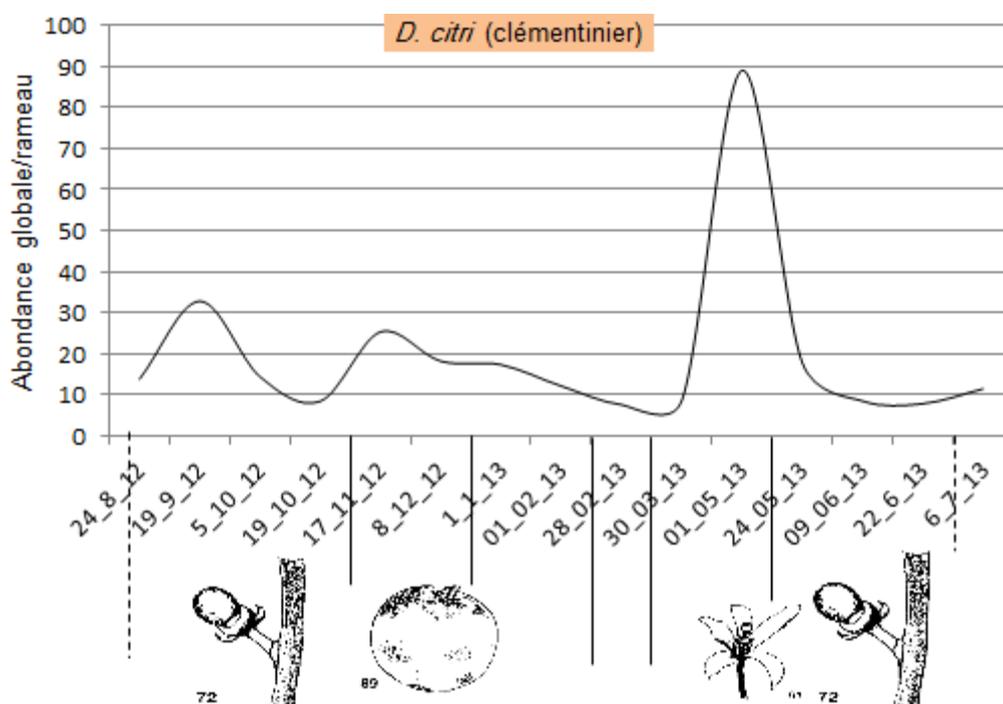


Figure 3.22. Evolution temporelle globale de *D. citri* en relation avec les paramètres pluviothermiques le développement phénologique du clémentinier durant la période de suivi.

Chez les orangers, nous constatons au début de notre échantillonnage, la diminution de l'abondance globale des adultes de *d'A. floccosus* avec la baisse des températures où la moyenne des maximales et minimales a atteint 25°C et 16°C respectivement avec moins de 5 individus par rameau à la fin de la période de développement de fruits en présence de faibles précipitations.

Au cours de la période du début novembre qui correspond à la maturation des fruits d'Oranger et même en présence des pluviométries cumulées importantes (190 mm) et des températures relativement basses (22°C-15°C), les adultes de l'aleurode floconneux ont pullulés où le nombre d'individus ailés par rameau a dépassé 25.

Au cours de la période d'hivernation de l'Oranger et en présence des températures basses et des quantités de pluies cumulées dépassant 160 mm, le nombre d'individus a considérablement chuté avec moins de 5 individus/rameau (figure 3.23).

À partir du début Avril, la moyenne des températures maximales et minimales augmente, ainsi que le nombre d'individus par rameau qui atteint un pic de 15 adultes même en présence des précipitations.

Après un petit déclin de l'abondance global *d'A.floccosus* pour une courte durée, on assiste au troisième pic, avec présence de plus de 20 adultes sur les rameaux d'Oranger.

À la fin du mois de juin, la moyennes des températures maximales et minimales augmente en présence de faibles précipitations, le nombre d'ailés de l'aleurode floconneux diminue jusqu'à la fin de notre échantillonnage, (figure 3.23).

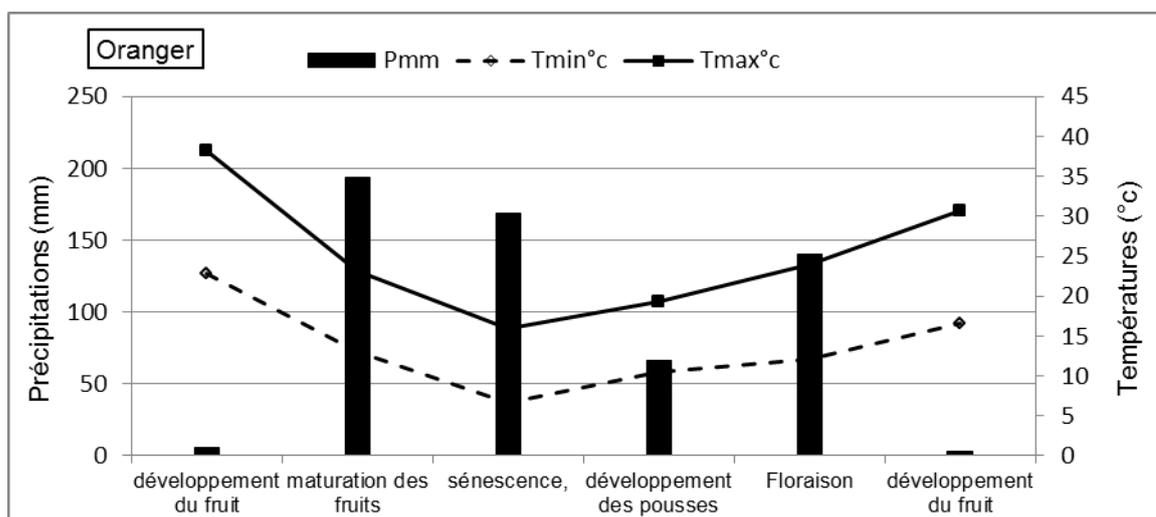
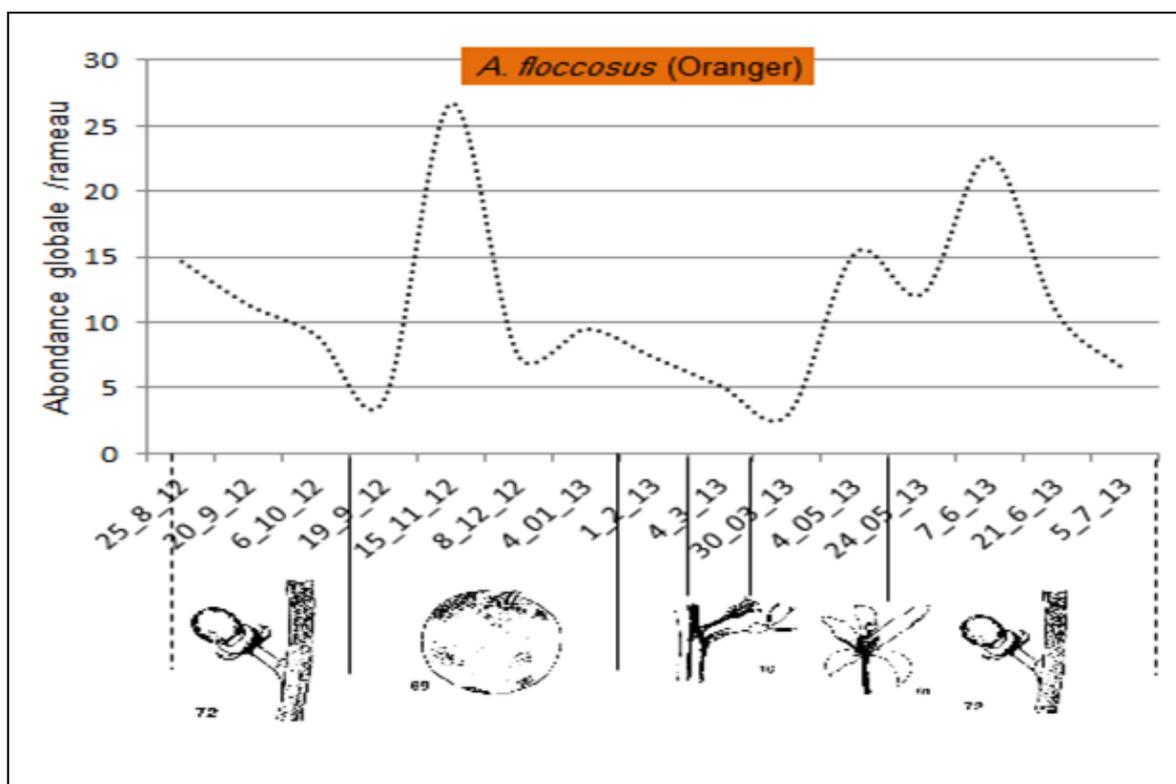


Figure 3.23. Evolution temporelle globale d'*A. floccosus* en relation avec les paramètres pluviothermiques et le développement phénologique du clémentinier durant la période de suivi.

3.2.2. Influence éventuelle des vents sur l'activité des ailés

D'après la figure 3.24, nous constatons que les deux aleurodes présentent deux cycles de vie différents en présence de conditions climatiques relativement identiques. En effet, au cours de la période de la fin juillet jusqu'à fin novembre, on assiste à une faible activité de vents, sa vitesse a légèrement dépassée 3 m/s, le

nombre d'individus ailés capturés est relativement identiques pour les deux espèces (100 individus/pièges pour chaque pic), avec seule différence pour l'aleurode floconneux qui présente 3 pic au lieu d'un seul pour la mouche blanche des agrumes. Au cours de la période hivernale on assiste au premier souffle de vents relativement rapide que les premiers (3.7m/s), le nombre d'adultes capturés diminue considérablement pour *A.floccosus* avec moins de 15 individus/pièges en absence de captures pour les adultes de *D.citri*. À la fin du mois de mars, on assiste à des vents qui dépassent leurs vitesses 4,5 m/s, les adultes de *D.citri* restent toujours absents, et ceux de l'aleurode floconneux avec un faible nombre qui ne dépassent 25 individus/pièges).

À partir du de la mi-avril, nous constatons une stabilité de vitesse de vents qui ne dépasse pas 3,5 m/s, en parallèle, on enregistre une augmentation de nombre d'adultes ailés capturés par les pièges englués pour les deux espèces d'aleurodes avec un seul pic pour *D.citri* et deux pics pour *A.floccosus*.

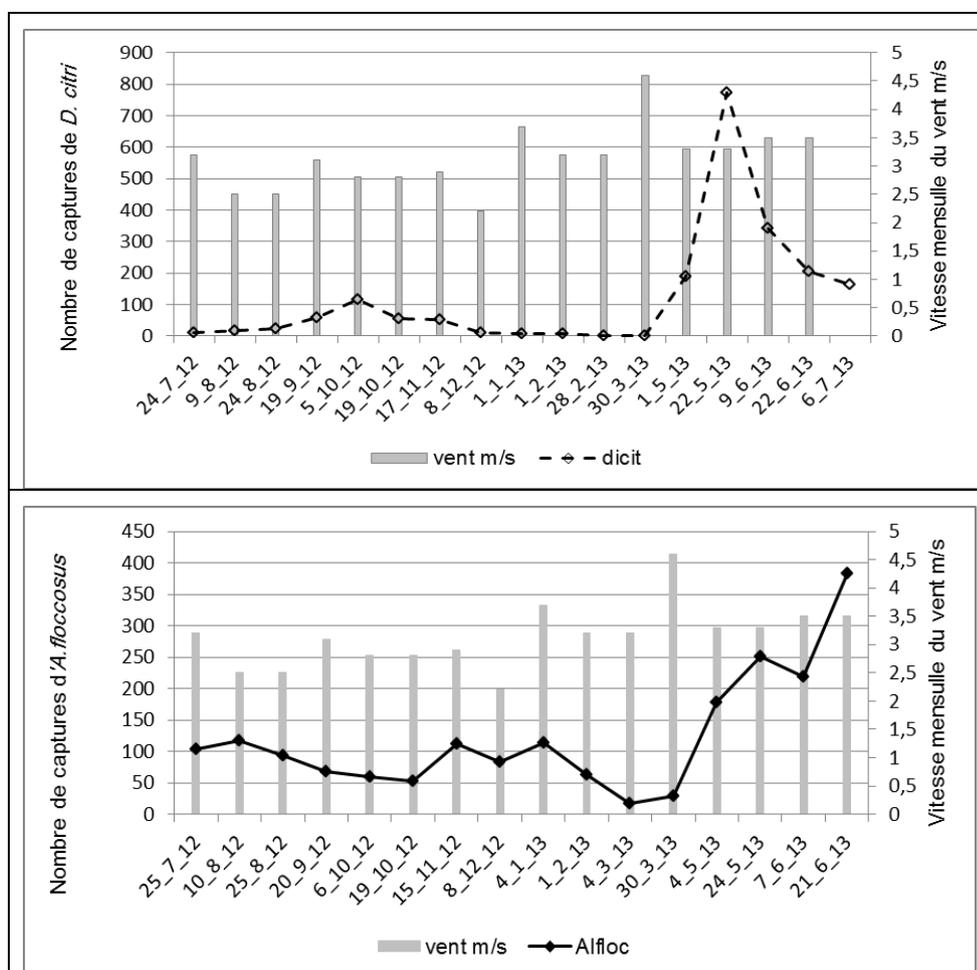


Figure 3.24. Evolution des captures des deux espèces d'aleurodes en relation avec les variations mensuelles des vitesses du vent (m/s).

3.3. Régulation naturelle des populations d'aleurodes dans les deux vergers

3.3.1. Mortalité naturelle et taux de parasitisme sur le feuillage

La mortalité des populations de larves et de pupariums de *Dialeurodes citri* sur le feuillage du clémentinier est relativement importante à 3 périodes, d'une part. Des taux élevés (de 80 à 100%) ont été observés durant toute la période estivo-automnale jusqu'au début de décembre 2012, puis en février mars 2013 (entre 40 et 60 %) et durant tous les mois d'avril mai où la mortalité était quasi maximale (figure 3.25). D'autre part, l'action du parasitisme ne s'est manifesté qu'en février à un taux négligeable, à un taux qui a atteint près de 80% au courant de mai 2013 mais qui a chuté au-delà jusqu'à la fin du suivi (figure 3.25).

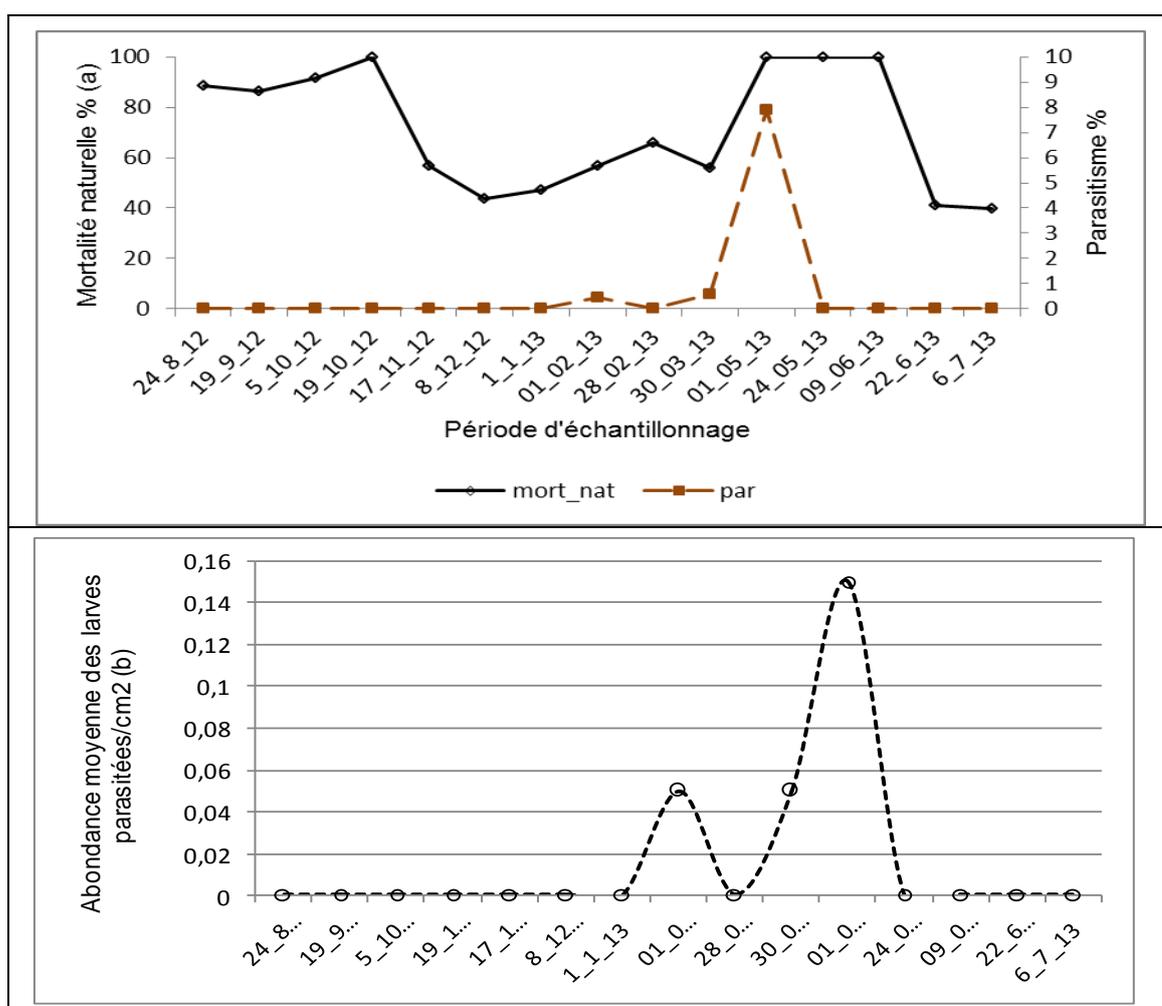


Figure 3.25. Comparaison de l'évolution temporelle de la mortalité et du parasitisme chez *D. citri*.

On peut remarquer que l'abondance moyenne par cm² foliaire des larves parasitées est très faible (figure 3.25).

D'après la figure 3.26, nous constatons que la mortalité des populations de larves et de pupariums de l'aleurode floconneux sur le feuillage de l'Oranger est relativement importante à 4 périodes. En effet, de la fin août à la mi-octobre les pourcentages sont très élevés (100%), ces pourcentages chutent progressivement jusqu'à la mi-novembre (0%), à partir de cette date, le pourcentage de la mortalité naturelle augmente pour arriver à plus de (40%).

Du début avril à la mi-mai, on enregistre un pourcentage élevé de mortalité (100%), encore une fois le pourcentage de la mortalité chute vers le 0%, puis à partir du début juin ces pourcentages progressent pour atteindre 100% de larves mortes naturellement. L'activité parasitaire est très marquée au cours de la période allant de la fin mai au début de juillet de l'année 2013 (entre 20 et 78%) (Figure 3.26a).

Contrairement à la mouche blanche des agrumes, l'abondance moyenne par cm^2 foliaire des larves parasitées de l'aleurode floconneux est relativement importante, on enregistre plus de 2 larves parasitées/ cm^2 à la mi-novembre, contre 1 à 1,4 en période hivernale, à partir du début mai, on enregistre une augmentation du nombre de larves parasitées (2 larves/ cm^2), puis elle chute jusqu'à la fin de notre échantillonnage pour arriver à moins d'une seule larve parasitée par cm^2 (figure 3.26b).

3.3.2. Etude de la Coïncidence spatiotemporelle des populations d'aleurodes étudiées avec leurs auxiliaires rencontrés dans les deux vergers

3.3.2.1. Variation des abondances et des captures spatiotemporelles des auxiliaires dans les deux vergers

3.3.2.1.1. Variation des abondances moyennes spatiotemporelles des auxiliaires de *D. citri* sur le feuillage

3.3.2.1.1.1. Cas de *Clitostethus arcuatus*

Nous constatons que les adultes de la coccinelle aleurodiphage sont présents toute l'année au niveau de la frondaison. L'évolution de la dynamique des ailés durant la période d'échantillonnage se traduit par une succession de 3 pics d'abondance séparés par des intervalles temporels où le nombre moyen des adultes est très négligeables voire nul (figure 3.27a). En effet, le 1^{er} pic est enregistré en fin de août, suivi par un 2^{em} pic à la mi-novembre, le 3^{em} pic est observé en début juin (APPENDICE C).

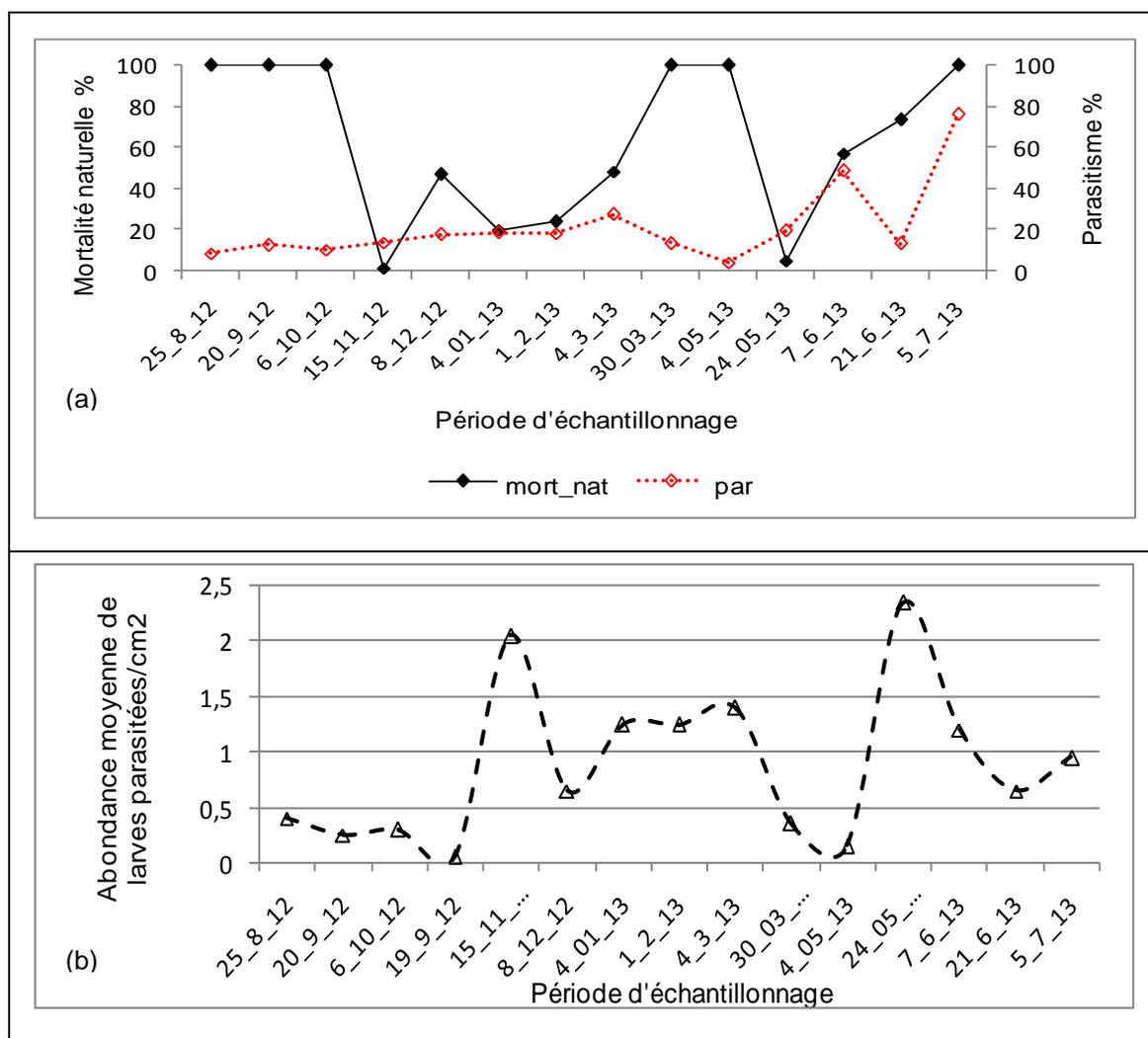


Figure 3.26. Comparaison de l'évolution temporelle de la mortalité et du parasitisme chez *A. floccosus*.

Les répartitions temporelles des abondances des adultes de *C. arcuatus* ont été considérées durant toute la période de suivi, pour les différentes directions cardinales (nord, ouest, sud et est) respectivement (figure 3.27 b). Nous avons mis en évidence les différents pourcentages comparés de répartition adulte selon l'exposition en relation avec la saison estivale, automnale et printanière.

A propos de la répartition des populations adultes de la coccinelle *C. arcuatus* au printemps, l'exposition Est particulièrement pas convoitée (figure 3.27b).

En effet, au cours de la période printanière et estivale la direction Est marquée par la présence des adultes avec des pourcentages de (39%) et (33%) respectivement, la partie ouest en période printanière est très convoitée par les adultes de *C. arcuatus* avec un pourcentage de (44%) (Figure 3.27c).

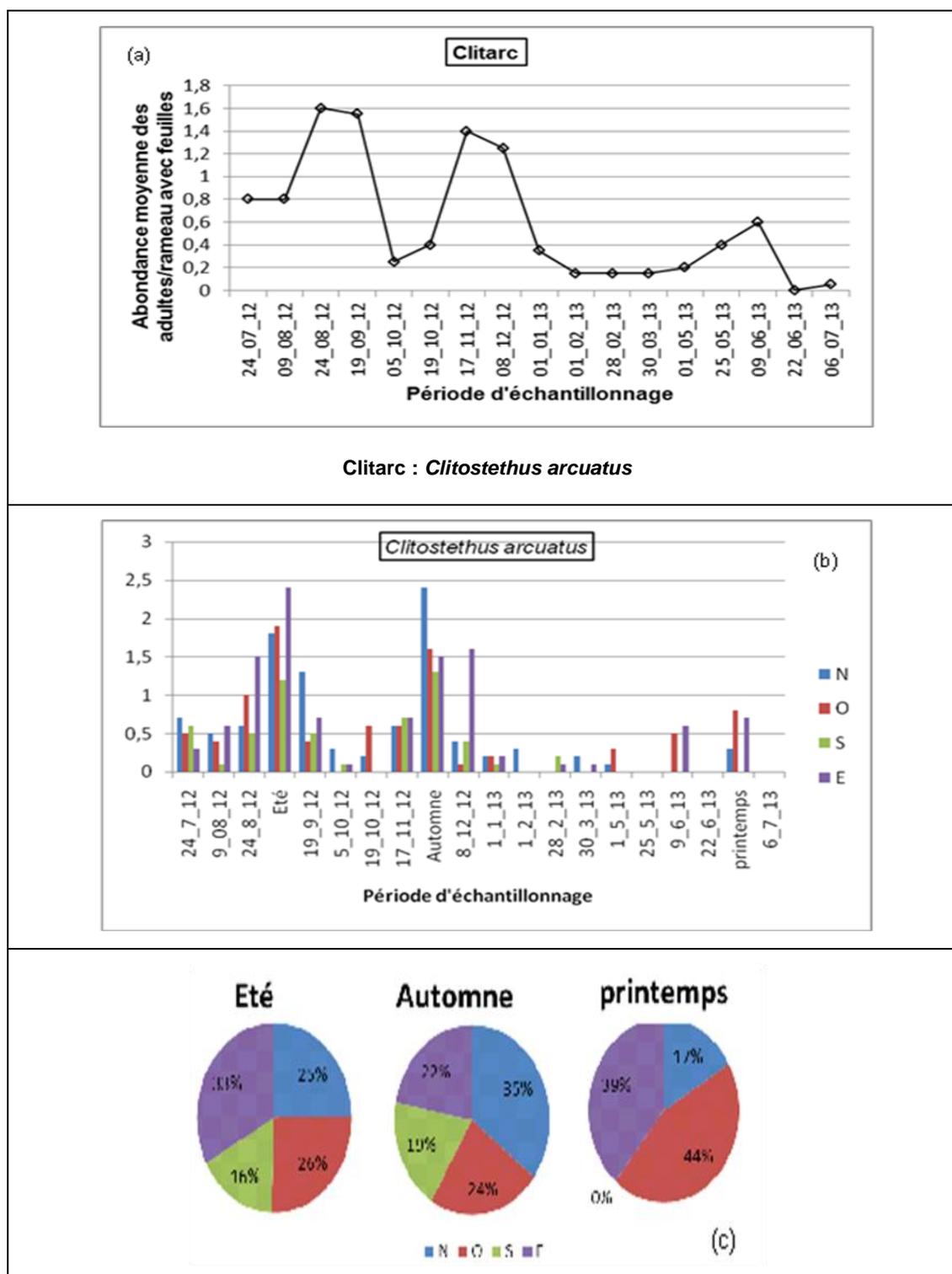


Figure 3.27 : Tendence évolutive du prédateur *C. arcuatus* sur le feuillage du clémentinier infesté par *D. citri*.

Les répartitions des abondances adultes de *C. arcuatus* selon les différentes expositions ont été analysées par une analyse de variance, de manière à mettre en évidence les effets stricts de la période de suivi, de la saison et de l'exposition (figures 3.28 et tableau 3.6). La répartition des populations adultes de *C. arcuatus*

ne sont pas différentes significativement pour la direction, la saison et la période ($p > 5\%$).

Tableau 3.6. Modèle GLM de l'ANOVA appliqué à la comparaison des moyennes d'abondances spatiotemporelle de *C. arcuatus* selon l'exposition.

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
Saison	0.037	2	0.019	0.367	0.696
Temps	0.854	9	0.095	1.856	0.095
Direction	0.063	3	0.021	0.407	0.749
Erreur	1.687	33	0.051		

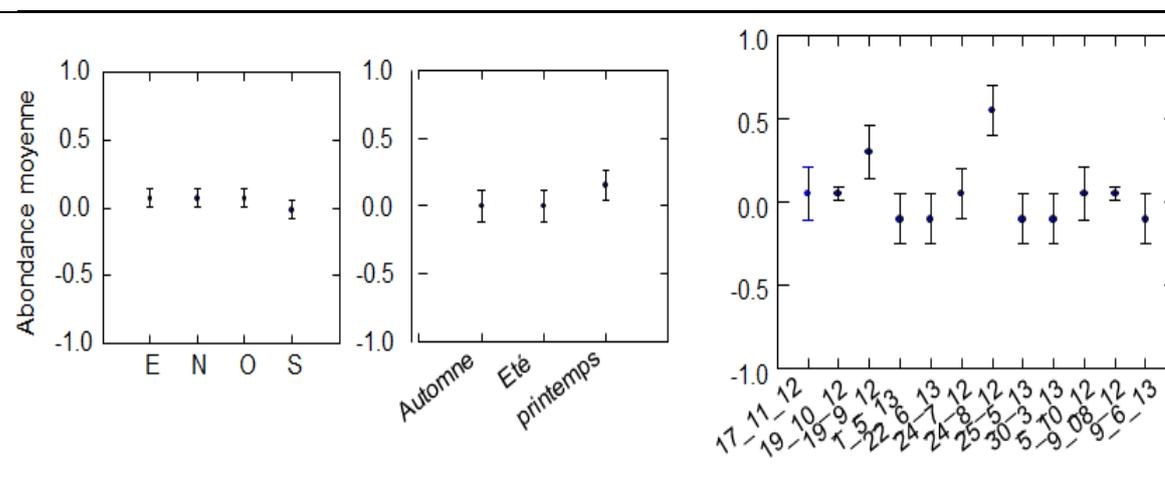


Figure 3.28. Analyse de la répartition spatiotemporelle de *C. arctuatus* selon l'exposition.

3.3.2.1.1.2. Cas de *Chrysoperla carnea*

D'après la figure 3.29a, nous remarquons que l'évolution de la dynamique des chrysopes durant la période d'échantillonnage se traduit par une succession de 2 pics d'abondance séparés par des intervalles temporels où le nombre moyen des adultes est nul. Le 1^{er} pic est enregistré au début d'octobre, suivi par un 2^{em} pic plus important au cours du mois de juin. (APPENDICE C)

Concernant la répartition des populations d'adultes selon l'exposition, nous constatons une présence très marquée en période printanière, où l'exposition sud

et nord ont été les plus convoitées respectivement. Durant les autres périodes aucune présence n'a été signalée (figure 3.29b).

À propos de la répartition des populations de chrysope, l'exposition sud est la plus convoitée (figure 3.29b) avec un pourcentage de 39% au printemps.

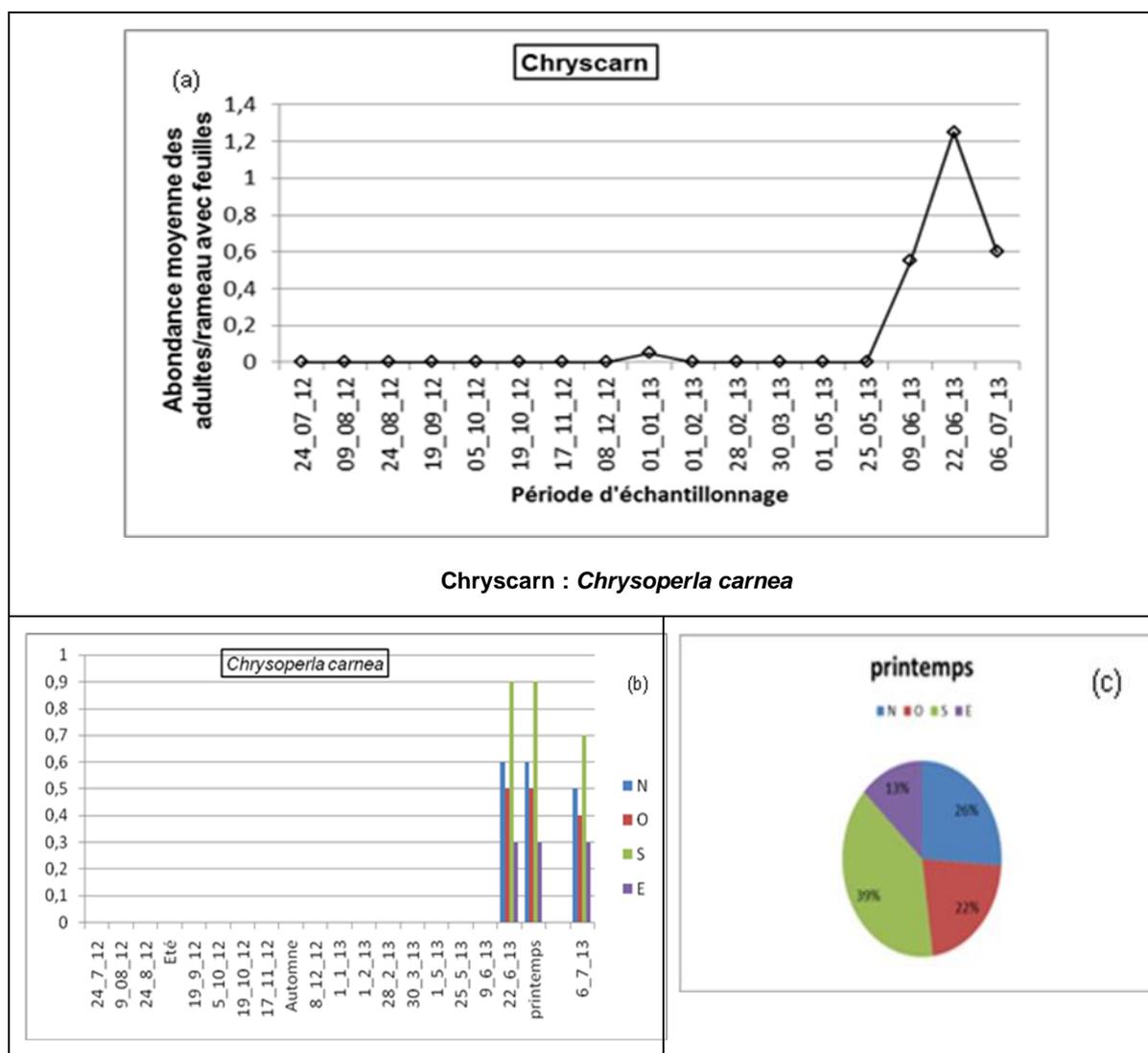


Figure 3.29 : Tendence évolutive du prédateur *C. carnea* sur le feuillage du clémentinier infesté par *D. citri*.

3.3.2.1.2. Variation des captures spatiotemporelles des auxiliaires de *D. citri* à travers les pièges englués

L'abondance moyenne des adultes de *D.citri*, *C.arcuatus* et *C.carnea*, capturés par les pièges jaunes installés au niveau du verger de Clémentinier se traduit par des fluctuations qui dépassent 750 individus/pièges/quinzaine pour *D.citri* est près de 300 individus pour *C.arcuatus* durant la période de la fin mai 2013.

Cependant l'abondance moyenne des chrysopes est faible et ne dépasse pas 20 individus/pièges/quinzaine durant toute la période d'échantillonnage (figure 3.30).

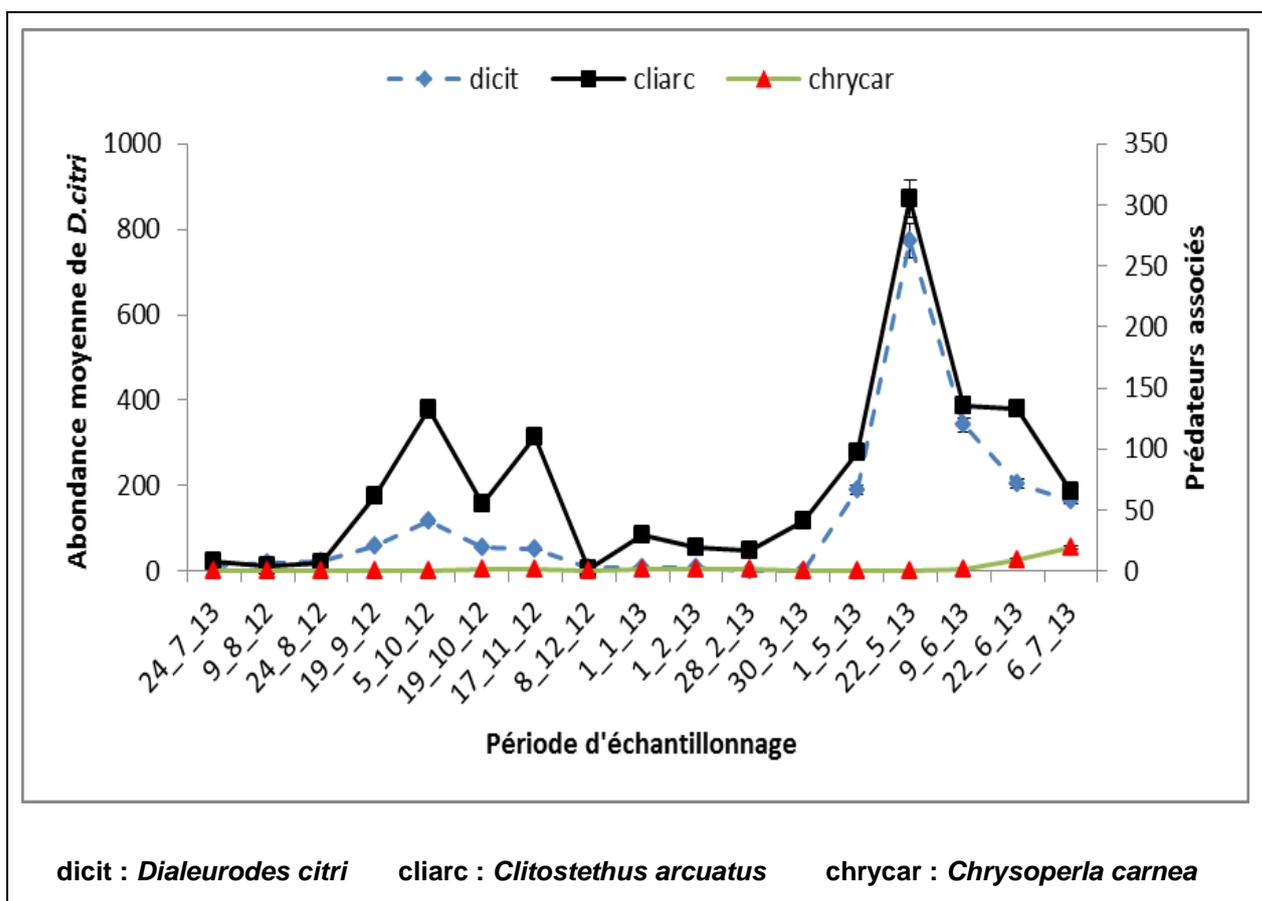


Figure 3.30. Evolution temporelle de *Dialeurodes citri* et de ses prédateurs associés par piégeage.

L'évolution de l'abondance moyenne des adultes de *D. citri* est caractérisée par deux pics, le 1^{er} à la mi-octobre 2012 avec plus de 50 individus/pièges/quinzaine, un autre qui lui succède en fin de mai avec plus de 750 individus/pièges/quinzaine (figure 3.30).

Concernant *C. arcuatus*, l'évolution de l'abondance moyenne des adultes est caractérisée par 3pics, le 1^{er} au début d'octobre, un 2^{em} à la mi-novembre, et le 3eme le plus important avec plus de 300 individus par pièges par quinzaine.

Au cours de la période du début décembre au début mai, les abondances moyennes sont stables avec moins de 20 individus par pièges par quinzaine (figure 3.30).

3.3.2.1.3. Variation des abondances moyennes spatiotemporelles des auxiliaires d'*A. floccosus* sur le feuillage

3.3.2.1.3.1. Cas de *Cales noacki*

L'évolution de la dynamique de l'hyménoptère parasitoïde de l'aleurode floconneux sur l'oranger est caractérisée par une période de présence avec un seul pic enregistré à la mi-juin (figure 3.31). Cependant, d'après nos observations, l'abondance des populations d'adultes de *Cales noacki* est nul du fin juillet 2012 jusqu'à début mai, puis dès la mi-juin 2013 jusqu'à la fin de notre échantillonnage (APPENDICE C).

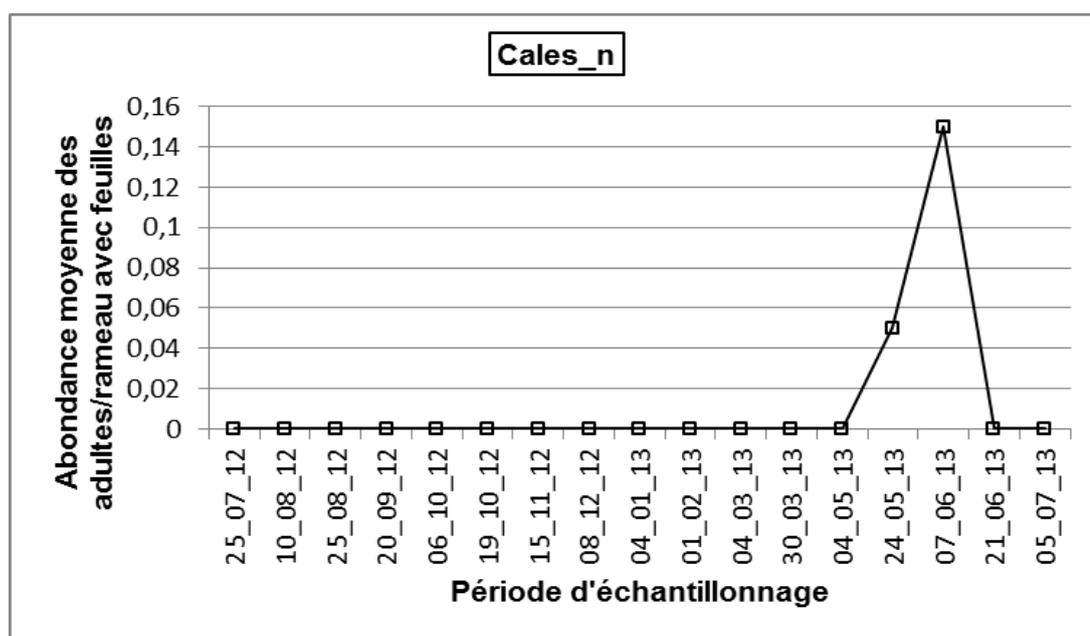


Figure 3.31. Evolution temporelle de *Cales noacki* sur le feuillage infesté par *A. floccosus* durant la période de suivi.

3.3.2.1.3.2. Cas de *Chrysoperla carnea*

Nous constatons que les adultes de chrysope sont présents à des périodes bien déterminées au niveau de la frondaison. L'évolution de la dynamique des ailés durant la période d'échantillonnage se traduit par une succession de 4 pics d'abondance séparés par des intervalles temporels où le nombre moyen des adultes est très négligeable parfois nul (figure 3.32 a). Le 1^{er} pic est observé vers la mi-octobre, suivi par un 2^e pic au début de janvier représenté par l'abondance moyenne la plus élevée. À la fin mars le 3^e pic a eu lieu, il est suivi par le dernier pic au début de mai (APPENDICE C).

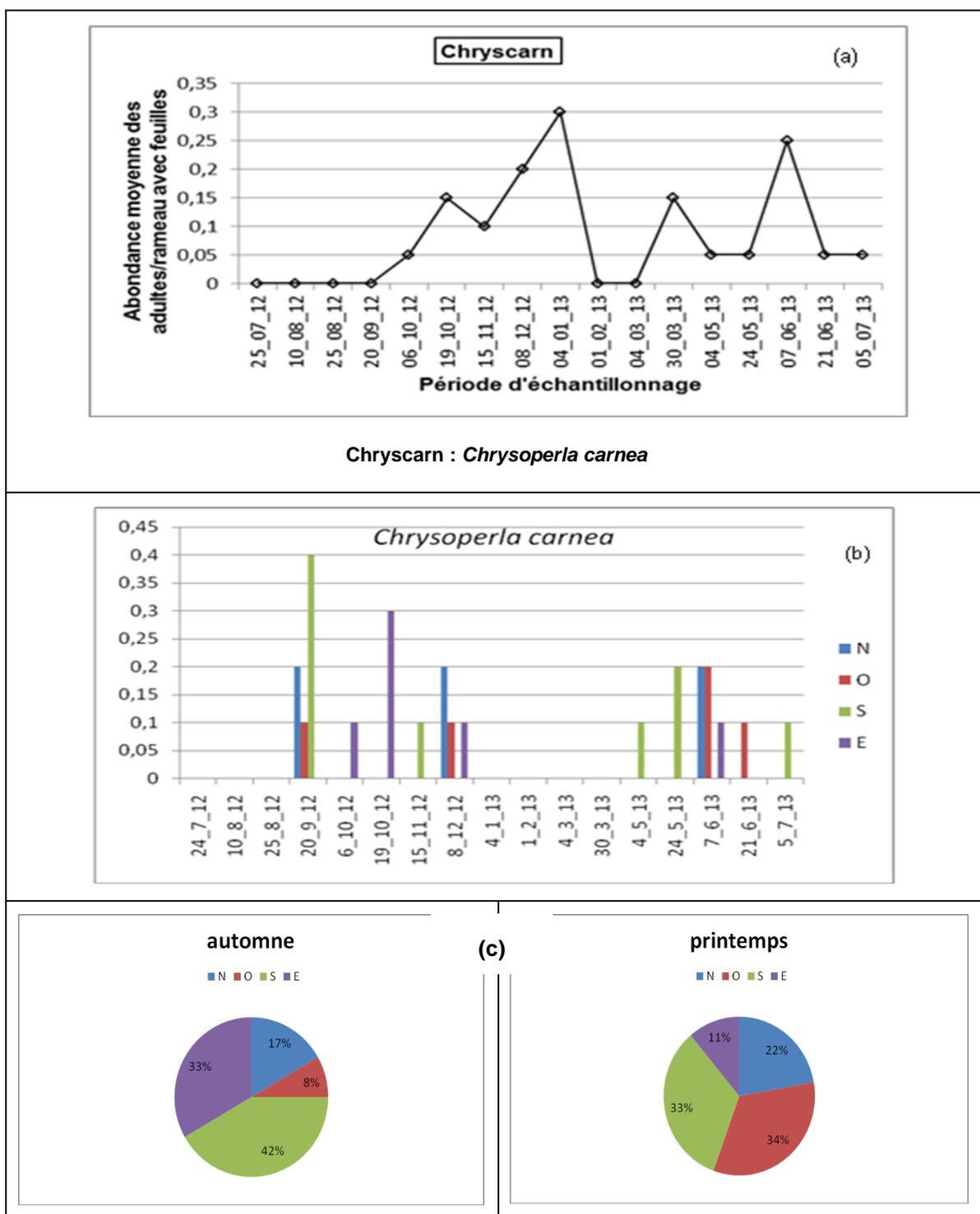


Figure 3.32 : Tendance évolutive du prédateur *C. carnea* sur le feuillage de l'Oranger infesté par *Aleurothrixus floccosus*.

En général, les adultes de *C. carnea* sont absents pendant la période estivale (figure 3.32b), Durant la saison automnale, on peut remarquer que le feuillage exposé au Sud et à l'Est est particulièrement recherché par les chrysopes adultes avec des pourcentages de 42% et 33% respectivement (figure 3.32c). Cependant,

pendant la période printanière, les adultes de *C.carnea* sont présents en force à l'Ouest et au sud avec des pourcentages de 34% et 33% respectivement.

3.3.2.1.4. Variation des captures spatiotemporelles des auxiliaires d'*A. floccosus* à travers les pièges englués

L'abondance des adultes d'*A.floccosus* et son parasitoïde *Cales noacki* ainsi que son prédateur *C. arcuatus* capturés par les pièges jaunes au niveau du verger d'Oranger est caractérisée par des fluctuations qui dépassent 350 individus par piège par quinzaine pour l'aleurode floconneux, qui présente plusieurs pics au cours de la période d'échantillonnage, le plus important date de la fin juin (figure 3.33 a).

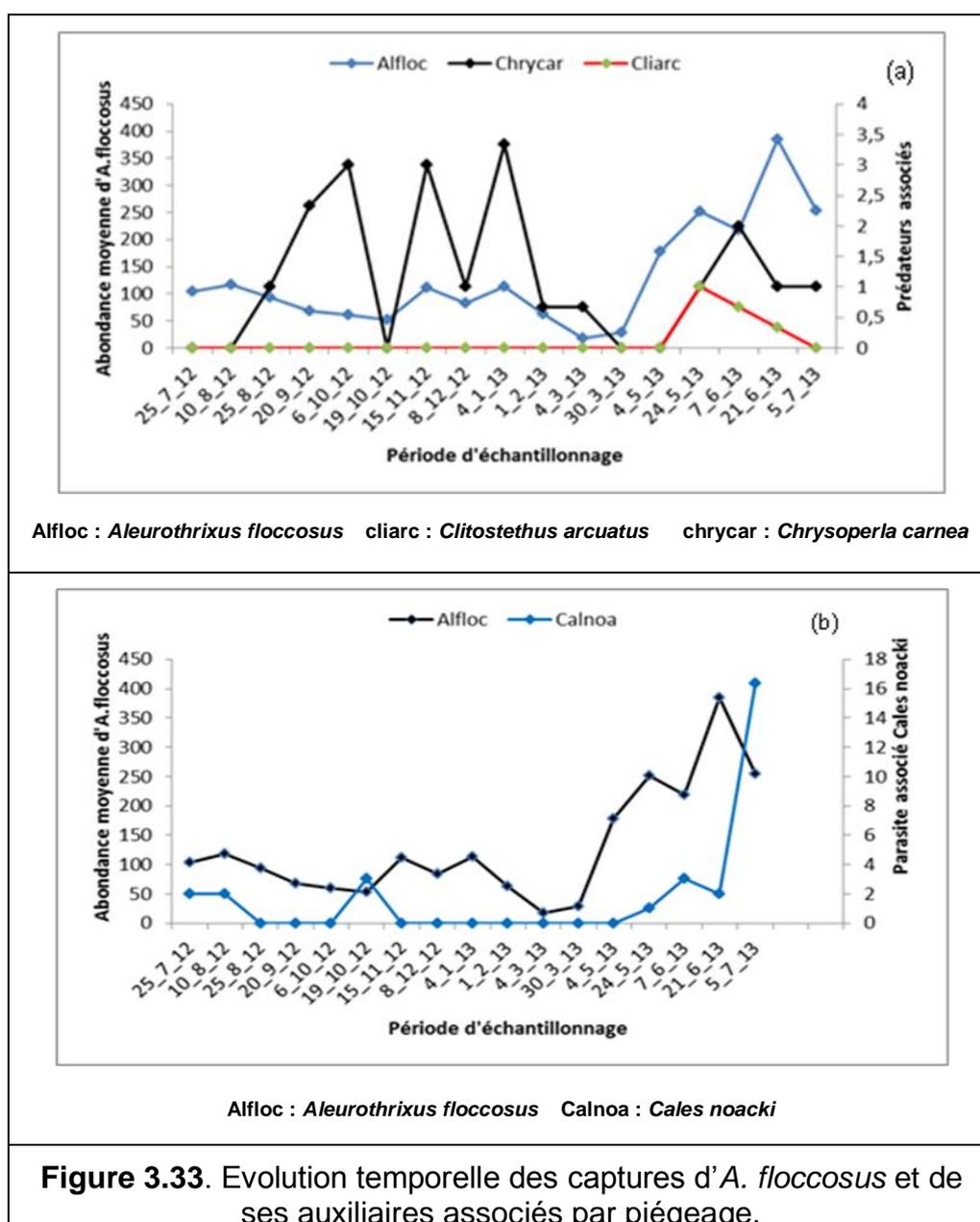


Figure 3.33. Evolution temporelle des captures d'*A. floccosus* et de ses auxiliaires associés par piégeage.

Cependant, l'évolution de l'abondance des adultes de la coccinelle aleurodiphage *C.arcuatus* présente un seul pic à la fin mai avec plus d'un seul individu par pièges par quinzaine (figure 3.33 a).

La figure 3.33 b nous montre l'évolution de l'abondance moyenne du parasitoïde de l'aleurode floconneux, qui présente deux pics, le 1^{er} à la mi-octobre, et un 2^e plus important à la fin de notre échantillonnage au début de juillet avec plus de 16 individus/pièges/quinzaine.

3.3.2.2. Analyse de la structure spatiotemporelle des populations des deux aleurodes et de leurs auxiliaires dans les deux vergers

Nous avons analysé les abondances temporelles des populations des deux aleurodes avec celles de leurs auxiliaires pour une mise en évidence d'une éventuelle coïncidence d'activité, à l'aide des AFC et des CAH établies à partir des matrices de données d'abondance dans les logiciels Excel et Past (figures 3.34 a et b et 3.35 a et b).

La tendance globale de la distribution des populations de la mouche blanche des agrumes et de ses auxiliaires spécifiques au niveau du verger de clémentinier, reflète trois assemblages périodiques différents (figure 3.34 a).

D'après les calculs des distances entre les variables mesurées avec comme mesure de similitude (Bray Curtis) la valeur -1,5, les populations de la mouche blanche avec ses auxiliaires et les dates d'échantillonnage se structurent en 3 groupes de statut différent.

On retrouve dans un premier pool l'espèce prédatrice *Chrysoperla carnea* pendant le mois de juin 2013 (22/6/13 et 9/6/13). Le second pool est caractérisé par la présence de *Dialeurodes citri* pendant la période estivo-automnale (du 24/7/12, 9/8/12 au 19/9/12) et du 1/2/13, 1/5/13 30/3/13 au 6/7/13.

Le dernier pool ou assemblage est caractérisé par les abondances temporelles de la coccinelle aleurodiphage *Clitostethus arcuatus* durant les dates d'échantillonnage suivantes 17/11/12, 8/12/12, 24/8/12, 19/10/12, 25/5/13, 1/1/13, 28/2/13 et 5/10/12 (figures 3.34 b).

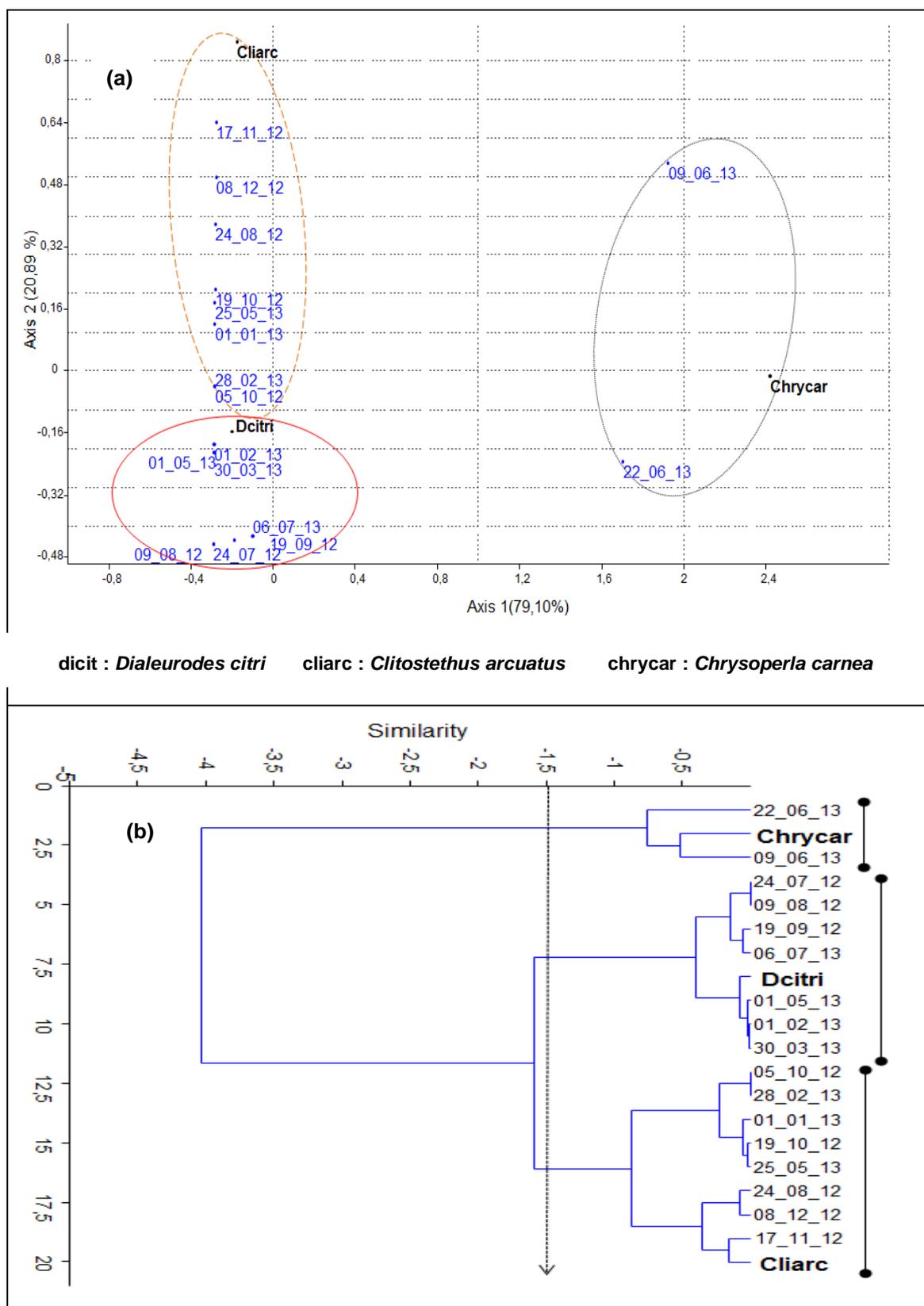


Figure 3.34. Projection des variables d'abondance sur le plan F1 X F2 de l'ACF et Classification hiérarchique des assemblages des populations de *D. citri* et leurs prédateurs associés dans le temps.

Le plan F1-F2 de l'AFC est retenu avec une contribution maximale (99.99%) des informations (figure 3.35a).

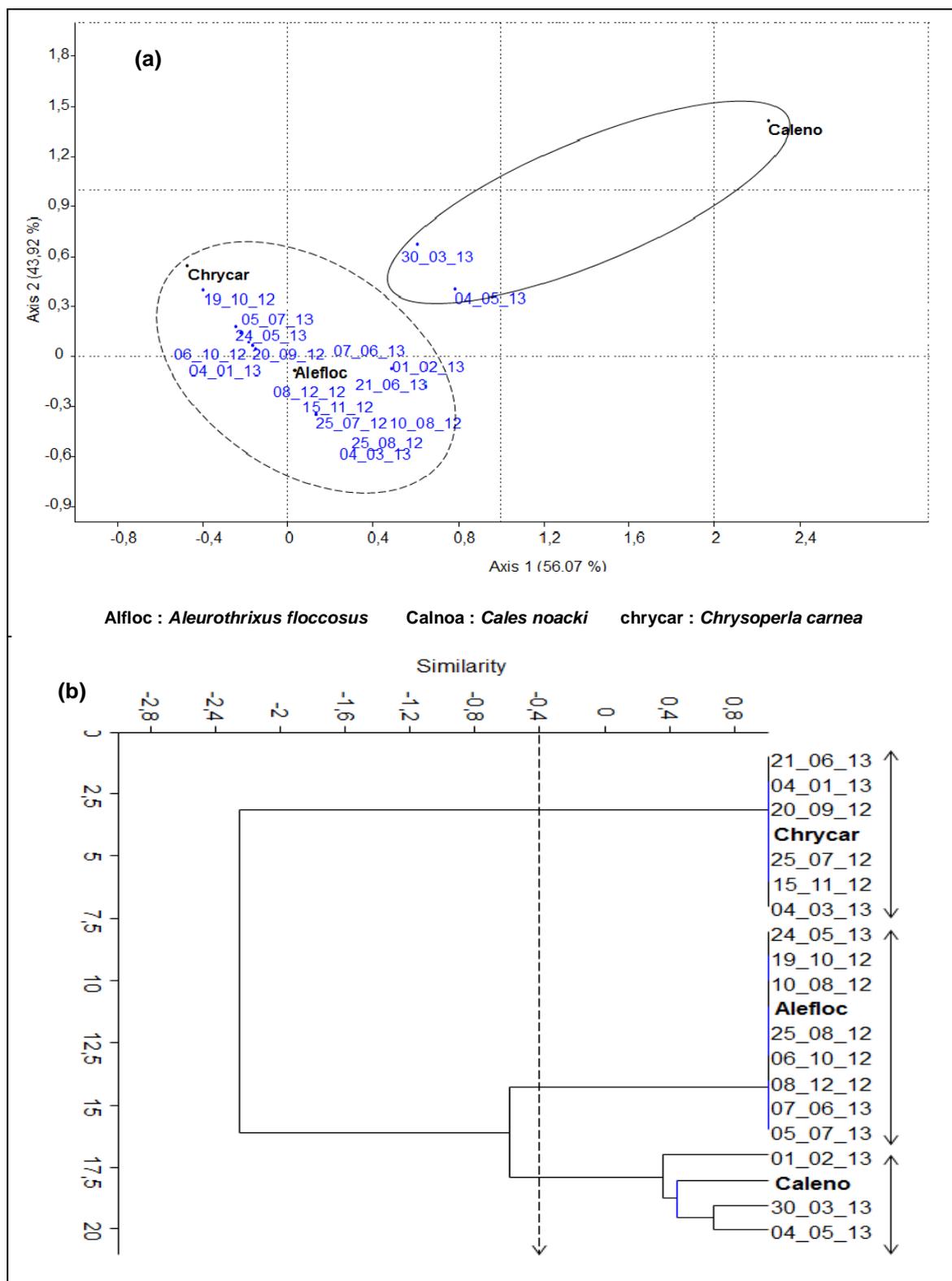


Figure 3.35. Projection des variables d'abondance sur le plan F1 X F2 de l'AFC et Classification hiérarchique des assemblages des populations de *A. floccosus* et leurs auxiliaires associés dans le temps.

Deux enveloppes sont mises en évidence : la première rassemble les populations de l'aleurode floconneux et celles de leur prédateur généraliste *Chrysoperla carnea* durant toute la période de suivi, la seconde montre la présence du parasitoïde spécifique d'*A floccosus* au début de février et à la fin du mois de mars 2013, seulement (figure 3.35 a et b).

Au niveau de la CAH, trois groupes sont structurés. Le premier groupe concerne la présence des chrysopes à des abondances faibles voire nulle (début janvier, début mars, fin juin 2013 et fin septembre et mi-novembre 2012). Le second regroupe des aleurodes floconneux avec des chrysopes mieux représentés alors que le troisième groupe semble très disparate par rapport aux deux précédents car il témoigne d'une très faible activité de *C. noacki* (figure 3.35b).

3.3.2.3. Impact des traitements phytosanitaires sur les populations des deux aleurodes et leurs auxiliaires dans les deux vergers

Nous avons confronté les courbes d'évolution des abondances des deux espèces d'aleurodes avec celles de leurs auxiliaires rencontrés sur le feuillage durant la période de suivi, tout en prenant en considération les périodes d'application des insecticides utilisés (figures 3.36 et 3.37).

3.3.2.3.1. Cas du clémentinier

Au cours de notre période d'étude au niveau du verger de clémentinier, nous avons recensé un seul traitement insecticide à large gamme contre les aleurodes et d'autres ravageurs, ce traitement a été fait avec une méthode traditionnelle, la dose n'est pas respectée ainsi que la pression de traitement et la vitesse du matériel de traitement (figures 3.36).

En effet, le traitement a eu lieu au mois d'août 2012. Il semble avoir été efficace contre les aleurodes puisqu'on a enregistré une chute du nombre d'individus sur les rameaux du clémentinier de 20 à 10 adultes.

L'abondance globale de la coccinelle aleurodiphage *Clitostethus arcuatus* sur les rameaux n'a manifesté aucune perturbation après le traitement, au contraire le nombre d'individus par rameau a considérablement augmenté il arrive à son pic. En période estivo-automnale, Le prédateur *Chrysoperla carnea* est absent avant et après le traitement ce qui peut signifier que le traitement par Movento n'a exercé aucun effet sur les adultes de chrysopes.

3.3.2.3.2. Cas de l'oranger

Au cours de notre échantillonnage au niveau de l'Oranger nous avons recensé trois traitements, qui ont été effectués pour lutter contre les aleurodes ainsi que la cératite. Le premier et le deuxième traitement datent du début et la fin du mois d'août 2012.

On constate une baisse progressive de l'abondance des adultes de l'aleurode floconneux après ces traitements, ce qui signifie probablement l'effet du Décis expert sur les ailés d'*A.floccosus* (figures 3.37).

À cette période, nous constatons l'absence d'adultes de *Chrysoperla carnea* et *Cales noacki* sur les rameaux.

À la mi-juin 2013, un troisième traitement (Imidagold 20 SL) a été effectué au niveau de l'Oranger, au cours de cette période l'abondance de l'aleurode floconneux et son prédateur ainsi que son parasitoïde présentait un pic important, en effet, et après le traitement nous constatons une chute considérable de l'abondance de ces insectes qui est probablement due à l'effet non sélectif de l'insecticide qui a pu réduire la population de l'aleurode floconneux ainsi que celle de ses auxiliaires.

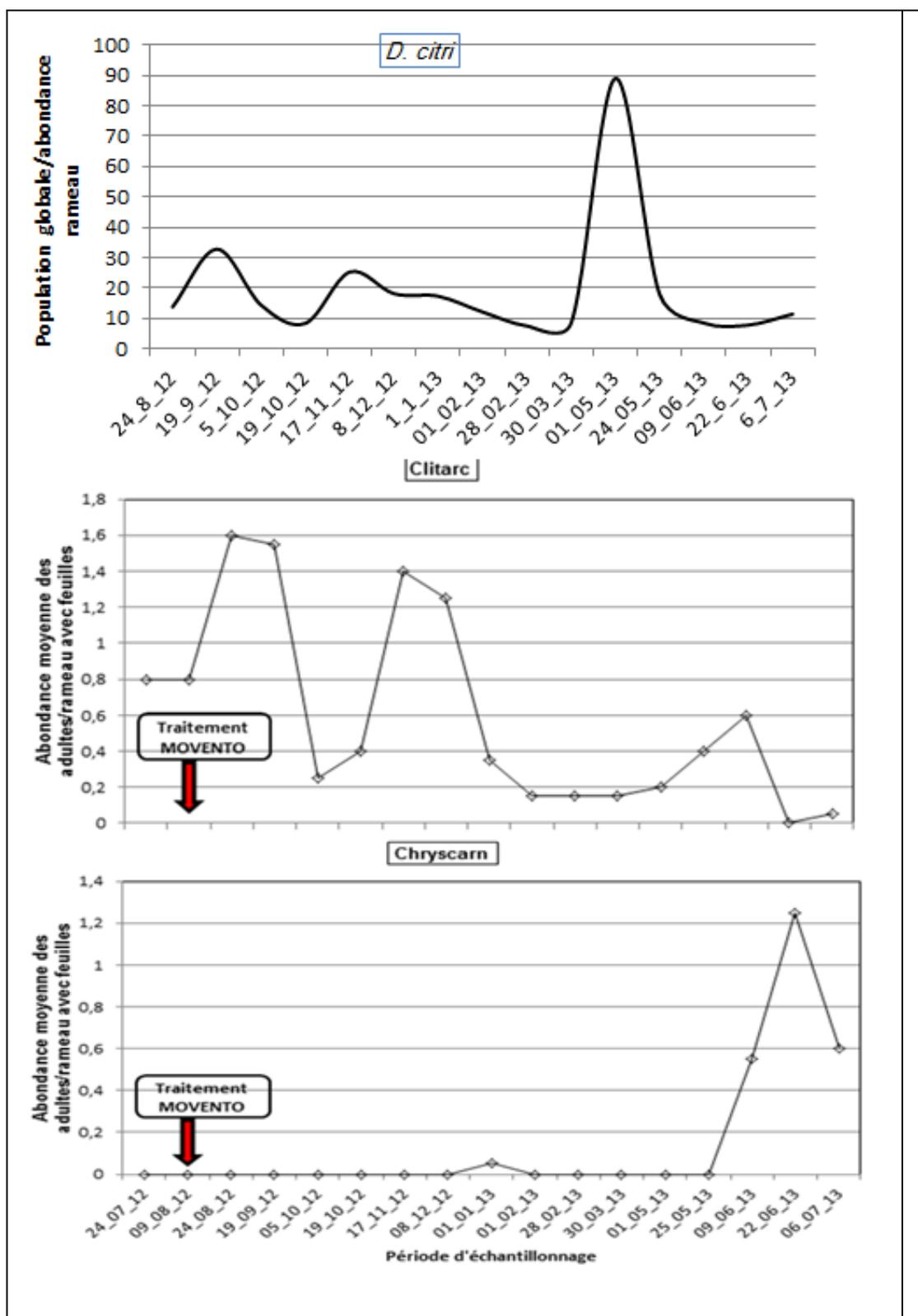


Figure 3.36. Impact probable des traitements insecticides réalisés dans le verger de clémentinier sur les populations de *D. citri* et de leurs auxiliaires spécifiques.

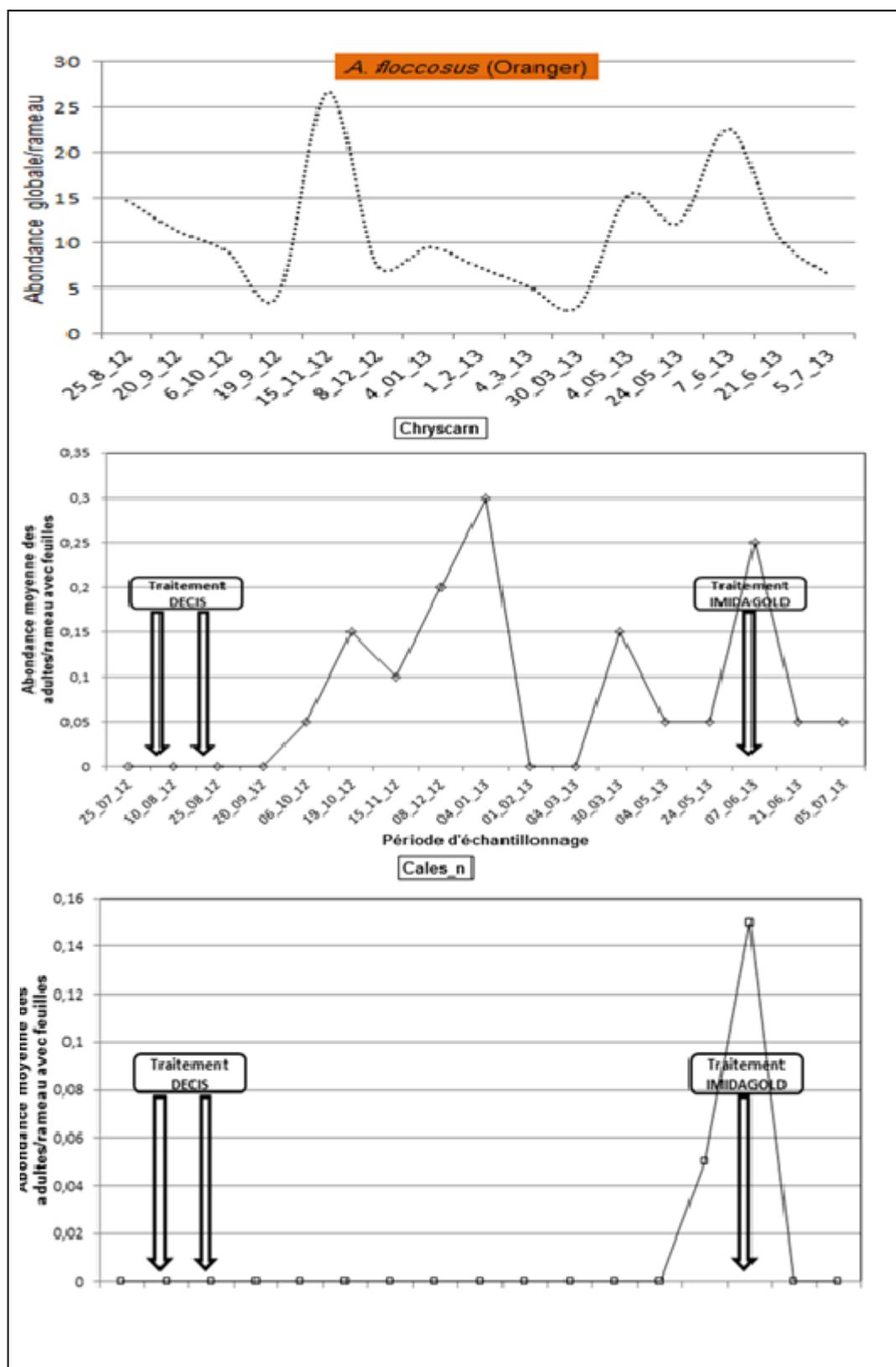


Figure 3.37. Impact probable des traitements insecticides réalisés dans le verger d'oranger sur les populations d'*A. floccosus* et de leurs auxiliaires spécifiques.

3.3.3. Analyse de la diversité du complexe des populations auxiliaires associés à la mouche blanche des agrumes *D. citri* sur clémentinier.

3.3.3.1. Diagrammes rang-fréquence

Nous avons tracé un diagramme rang-fréquence à partir des valeurs logarithmiques des abondances moyennes des différents taxons pour expliquer la structure et la diversité de chaque communauté saisonnière des auxiliaires (figure 3.38). Nous avons considéré explicitement les abondances respectives de la période estivale au début et à la fin de notre période de suivi, durant la période automnale en 2012 (du 19-9 au 17-11) et au courant de la période printanière en 2013 (du 30-3 au 25-5). Chaque courbe de progression des abondances des communautés saisonnières spécifiques (fin Été 2012, automne 2012, printemps 2013 et début Été 2013) a été affectée d'une courbe de tendance linéaire d'équation de la forme $y = ax + b$ (où a représente la pente de la droite) qui est le modèle de Motomura (figure 3.38).

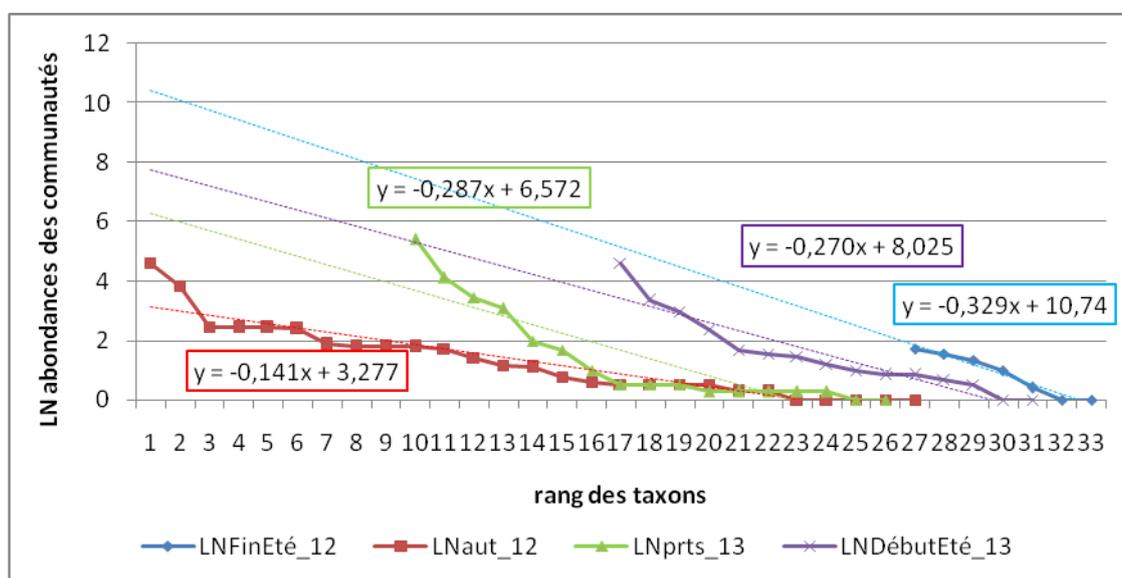


Figure 3.38. Diagramme rang-fréquence de la succession saisonnière des communautés d'auxiliaires (fin été 2012, automne 2012, printemps 2013 et début été 2013) capturées dans le verger de clémentinier.

De manière globale, les fluctuations des abondances saisonnières des communautés auxiliaires se rapprochent du modèle de Motomura. Les points qui s'en éloignent expliquent que les taxons correspondants sont plus dominants en abondance que d'autres dans la même communauté. Le tableau 3.9 comporte les probabilités (P) du rapprochement des fluctuations

des assemblages entomofauniques au modèle de Motomura (1932) et les probabilités (P) associées aux pentes (a) des ajustements des séries géométriques entre les groupes entomofauniques pris deux à deux. L'ajustement à la série géométrique du modèle de Motomura calculé par les coefficients de Pearson est statistiquement très hautement significatif pour les 4 assemblages (P (fin été12)= 6,19E-08, P (automne 12) = 2,92E-22, P (printemps 13) = 1,08E-10, P (début été 13= 3,15E-10).

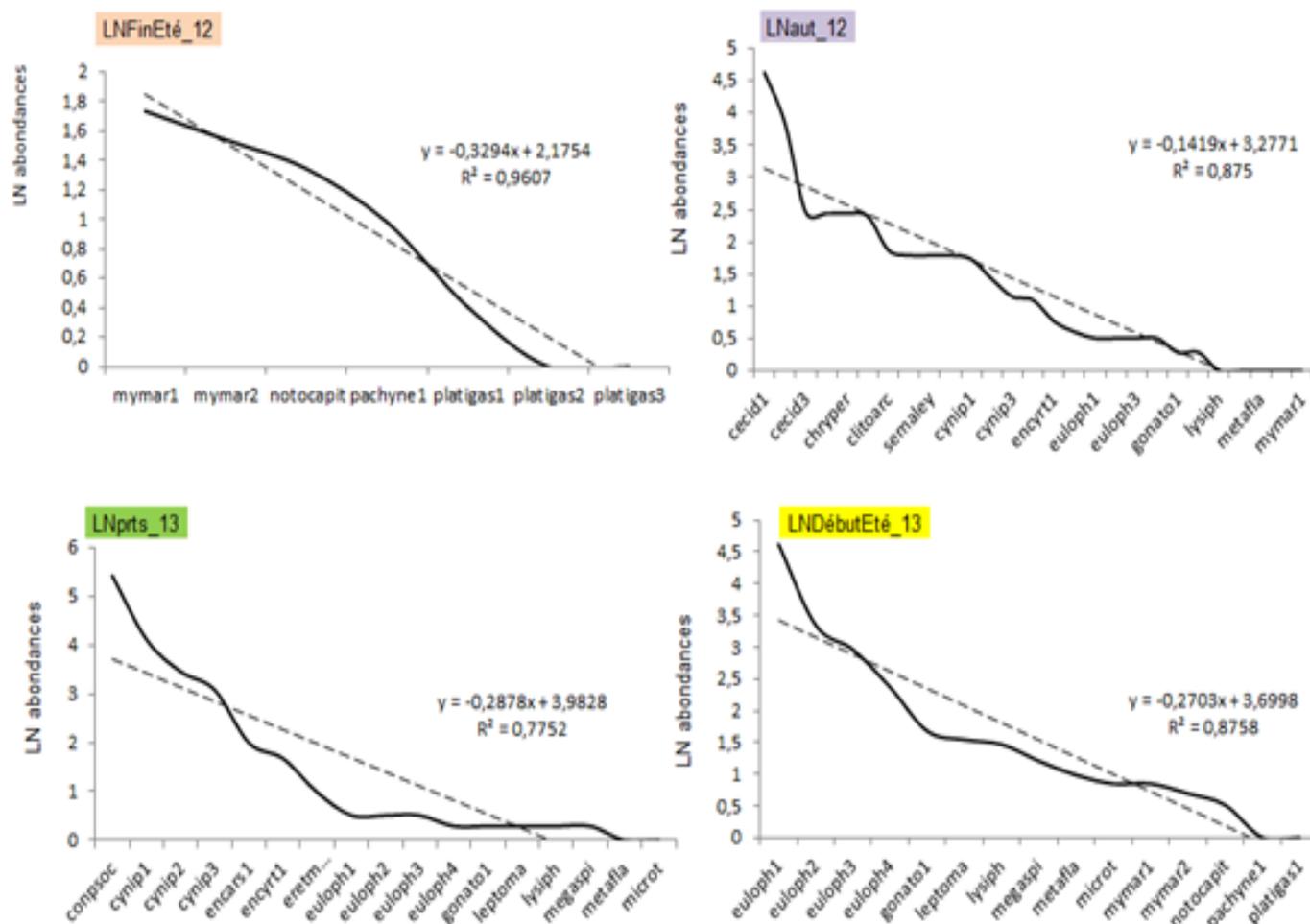
La comparaison des pentes a révélé la présence d'une probabilité hautement significative entre les communautés d'auxiliaires de l'automne 2012, celles de la fin de l'été 2012 ($p= 1,55 \times 10^{-10}$, $p < 1\%$), celles de printemps 2013 ($p= 8,78 \times 10^{-9}$, $p < 1\%$), et celles de début été 2013 ($p= 1,01 \times 10^{-6}$, $p < 1\%$). Les diversités des communautés estivales de 2012 et de 2013 sont également significativement différentes ($p= 0.07$, différence marginale). Cependant, les différences en diversités des groupes printaniers et ceux rencontrés au début de la saison estivale en 2013 ne sont pas significatifs ($p= 0,51$).

Tableau 3.9. Probabilités associées à la comparaison des diversités entre les communautés saisonnières des auxiliaires dans le verger de clémentinier.

	LNFinEté_12	LNaut_12	LNprts_13	LNDébutEté_13
penne	-0,3294	-0,1419	-0,2878	-0,2703
P (Motomura)	6,19E-08	2,92E-22	1,08E-10	3,15E-10
LNFinEté_12	-			
LNaut_12	1,55E-10	-		
LNprts_13	0,1958	8,78E-09	-	
LNDébutEté_13	0,07	1,01E-06	0,5196	-

Chaque Diagramme relatif à une communauté spécifique nous renseigne sur une installation différente des populations dans le verger (figure 3.39). Les taxons fortement représentés en abondance sont ceux qui arrivent les premiers au niveau des parcelles. Les communautés les plus riches en espèces et les plus diversifiées sont rencontrées durant la période automnale en 2012 et au printemps et au début de l'été de 2013 (figure 3.39).

En 2012, au début de notre période de suivi au début du mois d'août, les Hyménoptères parasitoïdes de la famille des Mymaridae et la famille des Pteromalidae avec le genre *Pachyneuron* apparaissent les premiers tandis



que les Platigastridae suivent avec des abondances plus faibles. Ces parasitoïdes constituent un pool avec le Chrysopidae *Notochrysa capitata*.

Figure 3.39. Composition taxonomique et hiérarchisation saisonnière des communautés d'auxiliaires capturées dans le verger de clémentinier.

En période automnale (entre septembre et novembre), coexistent un ensemble de prédateurs de la famille des cécidomyidae, la coccinellidae aleurodiphage *Clitostethus arcuatus*, le Chrysopidae *Chrysoperla carnea* et des Coniptérygidae également prédateurs des aleurodes, en l'occurrence *Semidalis aleyrodiformis*, avec des hyperparasitoïdes de la famille des Cynipidae ainsi que deux représentants parasitoïdes de la famille des Eulophidae, un Braconidae

Lysiphlebus sp , l'Encyrtidae *Metaphycus flavus* parasitoïde de cochenilles, tous représentés par de très faibles abondances. Durant la période printanière en 2013 (de mars à fin mai), on peut observer précocément le Coniopterygidae *Conwentia psociformis* surtout, des Cynipidae hyparparasitoïdes et quelques représentants Aphelinidae (*Encarsia*, *Eretmocerus*) et Encyrtidae, les autres taxons s'installent plus tardivement comme certains autres représentants appartenant à la famille des Eulophidae, Mymaridae, Encyrtidae et Megaspilidae (figure 3.39). L'assemblage observé de la période début été (juin-début juillet) traduit des abondances plus élevées des taxons qui se sont manifesté tardivement dans la parcelle de clémentinier pendant la période printanière. Ces taxons sont essentiellement représentés par des Eulophidae, des Encyrtidae et des Mymaridae (figure 3.39).

3.3.3.2. Composition comparée des communautés saisonnières d'auxiliaires

Nous avons testé la similarité globale entre deux assemblages par une ANOSIM (Analysis Of SIMilitudes, past, vers. 1.9), qui est un test non paramétrique de la significativité des différences basée sur une mesure de distance. L'indice de Bray Curtis a été utilisé comme mesure de similitude et la probabilité associée calculée à partir de 10000 permutations. La significativité des différences d'abondances entomofauniques entre deux communautés d'auxiliaires a été testée en utilisant la méthode des Bootsrap.

L'analyse de similarité à un seul facteur montre dans presque la totalité des cas des différences hautement significatives entre deux communautés ($p < 0,007$). Ces différences peuvent être dues à quelques variations dans l'abondance relative des différents taxons ou dans la composition spécifique des communautés. La contribution de chaque taxon aux différences de composition d'une communauté donné a été calculée à l'aide du programme SIMPER (SIMilarity PERcentage) selon la suite des programmes réalisés dans le logiciel (Past, 2001) (tableau 3.8).

En comparant les communautés d'auxiliaires parasitoïdes et prédateurs entre elles, on peut constater des différences de composition en taxons et des différences d'abondances d'un même taxon d'une communauté à une autre (tableau 3.8). Nous avons considéré les pourcentages de contribution dans les différences de composition entre communautés des plus élevés jusqu'aux très faibles (1%). La similitude qui existe dans la plus forte contribution dans ces différences, concernent notamment des prédateurs de la mouche blanche

Dialeurodes citri, tels que *Clitosthetus arcuatus*, *Semidalis aleurodyformis*, le prédateur généraliste *Chrysoperla carnea*. Ce dernier montre cependant un pourcentage moins évident. Les autres taxons font partie de parasitoïdes ou prédateurs d'un autre complexe de bioagresseurs, plus particulièrement l'Hyménoptère Eulophidae *Citrostichus phyllicnistoïdes* parasitoïde de la mineuse des agrumes, associés à des Braconidae pouvant être des parasitoïdes d'aphides. Parmi les Platigastridae, on devrait rechercher la présence d'*Amitus spiniferus* dans des larves parasitées de la mouche blanche (APPENDICE E)

Tableau 3.8 : Pourcentages de contribution des taxons aux différences d'abondances entre les communautés saisonnières d'auxiliaires durant la période de suivi. (Contr.% : pourcentage de contribution, F.Eté : communauté présente à la fin de l'été 2012, Aut 12 : communauté d'automne 2012, D. Eté 13 : communauté du début été 2013, Prts 13 : communauté de printemps 2013 ; les codes des différents taxons sont indiqués en annexe D).

Taxon	Contrib %.	F.Eté 12	Aut 12	Taxon	Contrib %.	F. Eté 12	D. Eté 13	Taxon	Contrib %.	Prts 13	D.Eté 13
semaley	15,9	0	25,5	clitoarc	37,32	2,33	33,8	clitoarc	22,67	56,2	33,8
clitoarc	12,24	2,33	11,5	braco2	11,59	0	9,44	cecid1	9,898	15,3	1,78
citrophy	6,358	0	2,87	semaley	10,87	0	6,44	semaley	5,712	7,92	6,44
ceraph	5,148	2,83	0,25	braco3	5,454	0	3,56	braco2	5,638	5,42	9,44
scymsub	4,214	1,33	2,88	ceraph	4,076	2,83	0	braco3	2,139	1,83	3,56
notocapit	4,158	0	2,75	platigas1	2,563	1,92	0	chryper	1,147	0	1,56
euloph3	4,025	0	1,5	chryper	2,562	0	1,56	euloph2	1,073	0	1,44
braco3	3,837	0	1,42	euloph2	2,413	0	1,44	conpsoc	0,8405	1,33	0
euloph1	3,223	0,5	1,5	cecid1	1,981	0	1,78	cynip1	0,5291	0,167	0,889
chryper	3,146	0	1,5	scymsub	1,811	1,33	1,11	metafla	0,4758	0,167	0,778
platigas1	3,103	1,92	1,63	metafla	1,172	0	0,778	rodalcar	0,4632	0,0833	0,778
conpsoc	2,334	0	2,92	stetpunc	1,03	0,75	0	scymsu b	0,4611	0,417	1,11
aphyt2	1,699	0	0,75	rodalcar	1,018	0	0,778	megaspi	0,4193	0,417	0,667
aphyt1	1,223	0	0,792	cynip1	0,8366	0	0,889	lysiph	0,3685	0,667	0
stetpunc	1,148	0,75	0,25	caleno	0,7341	0,5	0,111	coccoli	0,3185	0,167	0,556
platigas2	1,143	0,167	0,417	euloph1	0,6865	0,5	0,333	stetpunc	0,2609	0,333	0

caleno	1,04	0,5	0,417	coccoli	0,6549	0	0,556	encars1	0,2254	0,417	0
cynip1	0,9664	0	0,417	megaspi	0,6526	0,167	0,667	cecid3	0,2241	0,333	0
cynip3	0,8943	0	0,333	pterom1	0,4892	0	0,333	euloph3	0,219	0,25	0,111
cecid1	0,8704	0	0,458	gonato1	0,4381	0,333	0	cecid2	0,2188	0,333	0,222
encars1	0,799	0,167	1,04	pachyne1	0,3726	0,25	0	pterom1	0,2142	0,0833	0,333
rodalcar	0,7865	0	0,333	cynip3	0,3629	0	0,222	aphemal	0,2117	0,333	0
pachyne1	0,6181	0,25	0,25	cecid2	0,3411	0	0,222	encyrt1	0,2071	0,333	0
anagat	0,6143	0	0,542	mymar1	0,2232	0,167	0,111	cynip3	0,1458	0,0833	0,222
gonato1	0,5957	0,333	0	leptoma	0,2191	0,167	0	aphyt1	0,143	0,0833	0,222
mymar1	0,5314	0,167	0,417	euloph4	0,2191	0,167	0	citrophy	0,1233	0,25	0
pterom1	0,4908	0	0,167	encars1	0,2191	0,167	0	pachyne1	0,122	0,167	0
cecid3	0,4472	0	0,167	platigas2	0,2191	0,167	0	platigas1	0,1143	0,167	0
lysiph	0,378	0	0,25	aphyt1	0,2092	0	0,222	euloph1	0,1021	0,167	0,333
pnigal	0,378	0	0,25	platigas3	0,1923	0	0,111	braco1	0,09739	0,167	0
trichog1	0,3409	0	0,208	mymar2	0,1923	0	0,111	mymar2	0,09521	0,0833	0,111
megaspi	0,3236	0,167	0,125	euloph3	0,1706	0	0,111	platigas3	0,08394	0	0,111
leptoma	0,3059	0,167	0,0833	notocapit	0,1706	0	0,111	mymar1	0,08217	0,0833	0,111
euloph4	0,2979	0,167	0	cynip2	0,1046	0	0,111	notocapit	0,07931	0	0,111

CHAPITRE IV

DISCUSSION

Tous les écosystèmes naturels sont structurés spatialement et l'hétérogénéité inhérente qui en résulte affecte les dynamiques des systèmes écologiques. L'approche à une recherche biocénotique de type intégrative est d'obtenir précisément des indications sur les densités des populations composant la biocœnose en tenant compte de la diversité des espèces présentes dans un milieu considéré et de la distribution dans l'espace des individus de chaque espèce [10]. Il est en outre nécessaire de comprendre les influences environnementales sur les effectifs des populations pour prévoir leurs accroissements ou leurs diminutions des populations.

Le problème posé par les aleurodes voit son origine dans l'évolution quasi permanente des techniques de production, de sélection et de protection phytosanitaire. Les résultats obtenus à travers ce travail ont concerné l'étude de la dynamique des populations des plus importantes espèces d'aleurodes rencontrées dans les vergers agrumicoles à savoir l'aleurode floconneux et la mouche blanche. En Algérie, une troisième espèce *Parabemisia myricae* a été signalée dans la littérature comme étant un ravageur des agrumes [121]. Nous avons essayé de mettre l'accent plus particulièrement sur les communautés d'auxiliaires associées à ces aleurodes dans les vergers, les évolutions des abondances en relation avec des facteurs environnementaux d'une part caractérisant du point de vue climatique la région de Chlef et les facteurs de régulation biotique d'autre part.

4.1. Dynamique d'activité des populations d'aleurodes dans les vergers de clémentinier et d'oranger.

Il existe de nombreuses études réalisées sur la dynamique des populations d'*Aleurothrixus floccosus* [122];[123];[124];[125];[126]. En Algérie, peu d'études sur cette espèce d'aleurode ont été réalisées. Il semble qu'il y ait 3 générations d'adultes durant notre période de suivi de Juillet 2012 à juin 2013. Dans nos vergers d'agrumes, l'aleurode floconneux évoluerait en 4 à 5 générations par an,

qui se suivent presque sans interruption tout au long de l'année avec un simple ralentissement noté pendant les mois les plus froids [4].

Cette espèce passe l'hiver à l'état de larves de 3^{ème} ou de 4^{ème} stade et, parfois, à l'état d'œuf, pondus en novembre. En février-mars, on enregistre le début du premier vol, qui annonce la 1^{ère} ponte de l'année ; un autre vol remarquable a lieu en général dans le courant d'Août. En automne, les faces inférieures des feuilles sont encroûtées par des larves et des exuvies, recouvertes de miellat. Selon les conditions climatiques, il peut y avoir ou non un autre vol en octobre.

La première génération estivale débute au mois de Juin, une deuxième automnale débute en Octobre, et une autre printanière en Avril. La période de Janvier à Mars, correspond à la période d'hivernation de l'aleurode floconneux où il y avait parfois absence totale des adultes, seules les larves sont présentes sur le feuillage qui en présence de conditions météorologiques idéales assurent l'émergence des adultes.

Les captures d'adultes par les pièges jaunes ont révélé les périodes de vol de l'aleurode floconneux, les pics de vols correspondent aux générations des adultes. On constate qu'en période estivale, le nombre d'adultes capturés peut atteindre plus de 120 individus par piège par quinzaine, ce qui explique le taux d'infestation élevé de ce ravageur en période de poussée de sève estivale, où les adultes préfèrent les jeunes pousses pour s'y alimenter et pondre.

D'après les observations sur le terrain, il a été remarqué que les adultes pondent sur les feuilles jeunes de nouvelles pousses, ces remarques concordent avec ceux obtenus par Abbassi, [127].

L'étude de l'influence de l'exposition des feuilles sur l'évolution des individus vivants de l'aleurode (adulte, larve) s'avère intéressante à examiner, pour savoir si l'évolution des contaminations est synchrone, ou bien une orientation donnée est plus colonisée par rapport à l'autre.

L'analyse des résultats montre que les individus vivants sont présents durant toute l'année d'étude sur la face inférieure des feuilles. Dès leur émergence, les adultes d'*Aleurothrixus floccosus*, colonisent l'ensemble des directions de l'arbre. D'après nos résultats, l'exposition a un effet sur la répartition globale des adultes de l'aleurode floconneux. Nous avons constaté que les pontes se font donc généralement au Nord et au Sud, c'est d'ailleurs là que le plus grand nombre

d'adultes a été observé sur le terrain en période printanière et automnale. Les larves préfèrent l'exposition Nord et Est, qui sont moins ensoleillées que le Sud.

Concernant l'aleurode des Citrus *Dialeurodes citri* sur Clémentinier, le suivi de la dynamique des populations a révélé la présence de deux périodes de vols correspondant à deux générations observées durant la période de suivi.

Les 1^{ère} adultes apparaissent au début Septembre à la fin d'Octobre, la 2^{ème} génération peut intervenir à la fin de Mars ou au début d'Avril. Nos résultats coïncident avec ceux de Lloréns, [128], qui a trouvé en Espagne (Alicante) deux à trois générations par an de *D.citri* par rapport à deux générations en France Onillon, [128].

Au niveau du bassin méditerranéen, *D.citri* présente 2 à 3 générations par année Priore, 1969 in [8];[130];[131];[132];[133]. L'étude comparée de la dynamique des populations de *D.citri* en Corse sur Citronnier et dans les Alpes maritimes sur Bigaradier montre que 2 générations annuelles peuvent être différenciées avec hibernations au niveau du dernier stade larvaire.

Cependant, Boukhalfa, [134] ; Benmessaoud-Boukhalfa, [19]; Hamiche et Lounaci, [21], ont recensés trois générations en Mitidja et Tizi ousou. *D.citri* serait une espèce présentant 3 générations annuelles [13]; [15]; [135].

Les adultes *D.citri* ont deux périodes de pontes qui conduisent à la mise au point de deux générations relativement homogènes et clairement séparées les unes des autres par une période d'hivernation plus au moins étalée qui dure de 4 à 5 mois. Ces résultats concordent avec ceux du Boukhalfa, [10]; Benmessaoud-Boukhalfa, [19] ; Onillon, [8], qui estiment que l'hivernation de *D.citri* se fait donc au 3^{ème} stade larvaire et dure 4 à 5 mois en Algérie, contrairement à ce qui se passe en France où l'hivernation concerne le 4^{ème} stade et s'étale sur 7 mois.

En effet, la génération de printemps est plus abondante que celle d'automne, cela peut être expliqué par les conditions météorologiques favorables au développement des populations de l'espèce.

Les adultes de la génération printanière apparaissent à la fin Mars, et atteignent un maximum apparent de 80 adultes/arbre au début Mai. Les 1^{ère} sorties d'adultes en France sont observées pendant tout le mois de Mai [8].

Selon Boukhalfa, [18] les 1^{ère} pontes de la génération printanière sont notées sur les feuilles âgées à partir de mi Avril et atteignant un maximum de 0,6 œufs/cm²ce qui correspond à 95% de la population vivante à la mi Mai.

D'après nos observations sur le clémentinier, il a été remarqué que les adultes préféraient les feuilles jeunes en cours de croissance par rapport aux feuilles âgées ce qui est tout à fait conforme aux constatations établies avec *Aleurothrixus floccosus* [127]. Par rapport à ce qui a été observé en Corse, en 1975 (Onillon, [8]) la période de ponte en Algérie est avancée actuellement de 2 semaines environ.

La courbe d'évolution des adultes et des larves vivantes in situ, a révélé l'apparition des adultes suivie par une diminution du nombre de larves vivantes. Cette diminution est très marquée pour la génération printanière vue le nombre important d'adultes émergés, cela peut s'expliquer par le développement des larves du 4^{ème} stade qui donnent naissance aux jeunes adultes, ainsi que le développement foliaire qui est plus important au printemps et en automne respectivement.

L'étude de la dynamique des populations de *D.citri* nous a permis de conclure que les densités des populations sont les plus élevées sur la poussée de sève automnale et plus faible sur la poussée estivale. Ces résultats concordent avec ceux de Hamiche et Lounaci, [21].

Pour l'effet de l'exposition sur l'évolution des adultes et larves de *D.citri*, l'orientation n'agit pas de façon significative sur la distribution de cet aleurode au niveau de l'arbre. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par Onillon et Brun, [84] et Hamiche et Lounaci, [21].

Par contre, si on considère la répartition des individus vivants de *D.citri* selon les saisons, on remarque que l'exposition agit sur la distribution des individus durant la saison estivale.

4.2. Impacts probables des facteurs de régulations des populations d'aleurodes durant la période d'étude

Le succès des productions végétales résulte de la gestion des stress biotiques causés par les interactions entre les cultures hôtes et les bioagresseurs, dont la plupart sont fonction de variables climatiques. La synchronisation entre le climat et la phénologie annuelle est un facteur très important qui régit la répartition des végétaux dans les systèmes naturels et les relations entre les cultures et les bioagresseurs [136]; [137]; [138]; [139].

La prédiction de la phénologie de la culture est importante entre autres pour les applications des stratégies de lutte phytosanitaire [140].

Lorsque les climats sont stables, la phénologie des plantes annuelles est étroitement liée au calendrier ou est fonction de repères biologiques, ce qui n'est pas toujours le cas sous des climats variables et la phénologie reposera alors sur les relations fondées sur la température [141].

Outre cela, l'équilibre hôte parasitoïde peut être perturbé par une altération de la synchronisation entre l'hôte et le parasitoïde, par une divergence de leurs températures de développement.

Le climat possède une action directe sur la mortalité des larves d'aleurode, il agit ainsi comme l'un des principaux facteurs de régulation des fluctuations saisonnières des populations.

Au courant de la période de suivi, le taux de mortalité de l'aleurode floconneux sur Oranger était presque identique à celui de *D.citri* sur le clémentinier avec des pics de 100% de mortalité enregistrée, probablement due à l'effet des précipitations et températures. La mortalité avoisine les 50% durant l'hivernation.

Les taux de mortalité des aleurodes d'agrumes ainsi que le développement de leurs cycles de vie sont très élevés. La mortalité élevée chez les nymphes a été attribuée à plusieurs caractéristiques de la plante et des facteurs nutritionnels. Les facteurs climatiques tels la température, le vent, la pluie et l'humidité peuvent également être pertinents. Dans les populations à forte densité de population, la compétitivité intraspécifique entre les stades larvaires peut aussi être importante [122];[142]. La mortalité naturelle d'*Aleurothrixus floccosus* Mask, touche indifféremment l'ensemble des trois derniers stades ou essentiellement le 4^e stade et pouvant aller jusqu'à 75% de la population totale [134]. La mortalité dépend directement de l'abondance des œufs sur les feuilles pour *D.citri*, mais pas pour *A.floccosus* [32]. Les faibles taux enregistrés pour les nymphes peuvent être expliqués par la faible adhérence de celles-ci au support végétal, ce qui entraîne leur chute.

L'analyse de la mortalité naturelle chez *Dialeurodes citri* révèle que le pourcentage de mortalité naturelle des larves a atteint le maximum de 100% après des précipitations et augmentation des températures. Durant la période hivernale, le taux de mortalité se stabilise entre les 40% à 60%, en raison de l'hivernation des larves.

Nous supposons que le fort taux de mortalité des larves de deux espèces d'aleurodes serait dû aux écarts de températures entre le jour et la nuit, il a été

noté des écarts de 16,7°C (de 19,6°C la nuit à 35,8°C le jour au début de mois d'Octobre 2012).

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que le parasitisme été très marqué sur les larves d'*Aleurothrixus floccosus*, à cause de la présence d'un hyménoptère parasitoïde actif et spécifique *Cales noacki*, permettant la réduction des populations.

L'évolution de la courbe des larves parasitées par *C.noacki* montre que l'activité parasitaire est très intense en période automnale et printanière, elle connaît une baisse remarquable en période hivernale qui peut être due aux traitements phytosanitaires appliqués au niveau du verger d'Oranger. Il est fort possible que ces produits aient eu un effet négatif sur le parasite tout comme ceux qui ont été appliqués contre l'aleurode floconneux et la cératite au début et à la fin du mois d'Août 2012 et Août 2013.

La chute du taux de parasitisme observée entre la Mi-novembre et le début de Mai peut aussi expliquer par l'influence des vents (3,7-4,7 m/s) qui ont pu décoller les larves endoparasitées car elles sont fixées mois solidement sur le végétal que celles qui sont saines.

C.noacki parasite les 3 derniers stades larvaires et est le principal facteur de régulation d'*A.floccosus*. Tout accroissement de la population de l'aleurode floconneux entraîne une réponse similaire de son parasitoïde [20]. Plusieurs auteurs ont constaté l'effet parasitaire de *C.noacki* sur les populations de l'aleurode floconneux [79]; [143]; [144]; [145].

En Algérie, plusieurs lâchers ont été effectués en 1985 et 1986, par Doumandji et Doumandji-Mitiche, [11] en Mitidja. C'est surtout huit mois après les seconds lâchers en 1986 que le parasitoïde a pu s'installer en Mitidja et a limité les pullulations d'*A.floccosus* sur environ 500 km². Le taux de parasitisme le plus élevé a été obtenu au point de lâcher atteignant 90% sur Clémentinier et 75,3% sur Oranger. L'existence et l'activité de *C. noacki* dans les vergers étudiés dans la région de Chlef s'expliquent par la dispersion du parasitoïde et son acclimatation probablement par le biais du transport des plants d'agrumes depuis la Mitidja.

Il serait faux de signaler l'inexistence de parasites dans le verger de Aichouba, car ces derniers peuvent exister, mais à l'état larvaire et passer inaperçus lors de nos comptages. L'activité du parasitisme contre *D.citri* était faible, quelques larves ont été parasitées, sans pour autant trouver les espèces en rapport. En effet,

plusieurs hyménoptères peuvent être utiles contre cet aleurode dont le genre *Encarsia* et spécialement *Encarsia lahorensis* Howard, parasite de *D.citri* quia été identifié dans le Nord de l'Inde en tant que *Prospaltella lahorensis* Howard. Le taux de parasitisme par cette espèce pour le contrôle de *D. citri* peut atteindre des taux élevés [146]; [147]; [148]; [149]; [150]; [151].

L'utilisation dans Le cadre d'une Lutte intégrée de *Prospaltella (Encarsia) lahorensis* nécessite la définition d'un seuil de nuisibilité de *D. citri* en relation avec l'influence des brises vents, l'âge des feuilles, les liaisons existant entre La densité du ravageur et la dépréciation qualitative de La récolte, et la période d'échantillonnage.

L'utilisation de parasites doit à l'instar d'un traitement chimique, avoir une action de choc, en libérant un nombre élevé de parasites d'aleurodes de manière à obtenir le contrôle biologique du ravageur avant la récolte. Le parasite *Encarsia* se prête efficacement à cette technique, en raison de son potentiel biotique et sa facilité d'emploi. La quantité d'*Encarsia* à libérer pour contrôler les aleurodes sera fonction de la nature de la plante hôte à protéger, des conditions climatiques observées et de la durée d'occupation de la culture [152].

L'équilibre établi entre *Aleurothrixus floccosus* et *Cales noacki*(Hym. Aphelinidae) pouvant être rompu certaines années à température estivale élevée, des essais d'acclimatation d'*Amitus spiniferus* Brèthes (Hym. Platigastridae) ont été entrepris et se sont révélés très efficaces pour la suppression des populations d'*A. floccosus* dans différents pays [53].

L'activité des coccinelles prédatrices dans les vergers d'agrumes a été étudiée par différents auteurs (Saharaoui et Gourreau, [153] sur tout le territoire algérien ; Zoubiri, [154] dans la région de Rouiba en 1999 ; Akili, [155] à TiziOuzou en 2003, Bourayou, [156] dans différentes stations agrumicoles de la Mitidja en 2005).

Concernant *Clitosthetus arcuatus*, les Anglais la nomment Coccinelle fer à cheval en raison du dessin caractéristique qui orne ses élytres. C'est une espèces de petite taille de la tribu des Scymnini, multivoltine et se reproduisant en été [157] ; [158] ; [159]. Cette espèce est notamment employée en lutte biologique contre L'Aleurode des citrus *Dialeurodes citri*. Elle semble favorisée par la présence du lierre (*Hedera helix*) qui lui sert de refuge pour l'hivernage [160]; [161]; [162].

Le nombre de générations, la nutrition, la reproduction, et les possibilités de dispersion constituent les caractéristiques écologiques les plus intéressantes de ces prédateurs.

Malgré l'abondance de ce prédateur sur agrumes [12], cette coccinelle ne peut réguler les fortes pullulations de la mouche blanche en raison d'une part de sa petite taille de la coccinelle et de l'absence du cortège des espèces accompagnant la coccinelle, notamment le parasite *Cales noacki*, d'autre part. Au début du printemps, et suite à l'élévation du seuil thermique, les premiers adultes de la coccinelle s'installent d'abord sur des anciennes feuilles de citronnier infestées, puis ils gagnent les autres variétés de *Citrus* [12].

En 2003, l'activité larvaire de la coccinelle a débuté vers la deuxième décade du mois de mai et s'est étalée jusqu'à la fin juillet avec une moyenne maximale de 7,2 individus par arbre relevée en juin. En 2004, les premières larves ont été observées vers la fin du mois d'avril, après l'installation plus précoce de la première génération de sa proie sur la poussée de sève printanière. Des pics respectivement de 2,5 et 3,2 larves par arbre ont été enregistrés en mai pour la génération printanière, et à la fin juin pour la génération estivale. L'activité des adultes s'est poursuivie jusqu'à la fin juillet, marquant la fin de la poussée estivale de sève sur les citronniers étudiés. Durant la période hiverno-estivale, les températures ont marqué des moyennes variant entre 18,4 °C et 27,8 °C en 2003, et 16,4 et 24,8 °C en 2004. Les adultes hiverneraient sur des feuilles âgées de citronnier portant des infestations anciennes [12]

L'évolution de populations d'*A.floccosus* et ses prédateurs associées révèle la présence de *Chrysoperla carnea* à plusieurs reprises, ce prédateur permet la réduction de la population d'aleurode conjointement avec *C.noacki*. Nos résultats concordent avec ceux de différents auteurs mentionnant que les Chrysopes à leurs tours, jouent un rôle non négligeable dans la régulation des populations d'aleurodes [163]; [164]; [165].

Malgré l'abondance des ennemis naturels prédateurs spécifiques à *D.citri*, cités dans la bibliographie, seule la petite coccinelle *Clitostethus arcuatus* et le chrysope *Chrysoperla carnea* ont été recensés durant notre période d'échantillonnage au niveau du verger de Aichouba contre *D.citri*. Benmessaoud-Boukhalfa, [19] signale le rôle de *Clitostethus arcuatus* de la famille des Coccinellidae, dans la Mitidja pour la réduction de la population d'aleurode de

Citrus. *Clitostethus arcuatus*, absorbe 50 œufs en moyenne quotidiennement, il assure une bonne limitation de *D.citri* dès que l'on retrouve un adulte de *C.arcuatus* par pousse de *Citrus* [8].

Plusieurs auteurs ont signalés le pouvoir de régulation de *Clitostethus arcuatus* contre l'aleurode des *Citrus* *Dialeurodes citri*, [166] ; [167] ; [168] ; [169] ; [170] ; [171] ; [12] ; [172] ; [72] ; [173] ; [70] ; [174] ; [175] ; [176] ; [148].

Les prédateurs peuvent répondre à l'abondance des proies en augmentant leurs effectifs, soit par immigration soit par croissance des populations. Les populations de la plupart des prédateurs s'accroissent lentement surtout lorsque le potentiel reproducteur du prédateur est très inférieur à celui de la proie et que son espérance de vie est plus longue. Il existe une relation étroite entre la biologie du prédateur et celle des proies, par conséquent lorsque les œufs de l'aleurode deviennent rares *Clitostethus arcuatus* peut prendre une alimentation de remplacement telle que les œufs d'acariens et des cochenilles diaspines.

Le développement de programmes de contrôle biologiques efficaces dans lesquels les prédateurs sont intégrés avec d'autres ennemis naturels comme les parasitoïdes et les entomopathogènes exige une compréhension de leurs interactions. Par exemple, dans une étude visant dans quelle mesure le prédateur omnivore *Dicyphus hesperus*, un agent de contrôle biologique efficace contre l'aleurode des serres, accepte une proie parasitée par le parasitoïde spécialiste de la mouche blanche, *Encarsia formosa* ou infectée par le champignon généraliste, *Beauveria bassiana*, les auteurs ont démontré que l'incidence de prédation par *Dicyphus hesperus* était semblable pour les mouches blanches parasitées et non parasitées, indépendamment de l'âge du parasitoïde. Cependant, les prédateurs ont tendance à éviter de se nourrir des mouches blanches infectées, particulièrement quand les infections étaient caractérisées par la production d'oosporine ou d'hyphes à la surface de la proie [177].

4.3. Impact de la régie phytosanitaire sur les populations

L'emploi arbitraire et abusif de produits phytosanitaires s'avère engendrer à long terme des modifications profondes de l'équilibre biologique de l'agrosystème. Les auxiliaires, coccinelles, Chrysopes et parasitoïdes plus sensibles à ces produits que les insectes visés, sont tués en premier. Dès lors, les ravageurs, débarrassés de leurs ennemis naturels, qui limitent normalement leur prolifération, se multiplieront plus rapidement. Outre à cela, l'utilisation des pesticides est aussi

à l'origine de lignées ou biotypes de ravageurs résistants auxquelles il faut administrer des doses de plus en plus élevées de produits sans pouvoir autant les détruire. Ces lignées résistantes sont morphologiquement identiques, uniquement distinguables par leurs caractéristiques biologiques et génétiques (comportement, taux de croissance,) et par leur résistance aux insecticides. On peut donc se poser la question si les résurgences des aleurodes après des applications chimiques à outrance ne seraient pas à l'origine de biotypes particuliers.

Pour le cas de l'aleurode floconneux, la lutte chimique vise essentiellement les états embryonnaires et larvaires, les adultes n'étant pas utiles à combattre puisque lorsqu'ils pullulent les pontes sont déjà importantes. Cependant, les larves d'*Aleurothrixus floccosus*, grâce aux sécrétions cireuses qui les recouvrent et les protègent surtout au niveau des deux derniers stades, présentent une certaine résistance aux pesticides. Seules les L1 et les L2 sont les plus vulnérables.

Les produits chimiques utilisés au niveau du verger d'Oranger ont considérablement influé non seulement sur l'aleurode floconneux mais également sur ses auxiliaires (*Chrysoperla* et *Cales noacki*), contrairement au verger de clémentinier où le Movento a contribué à la réduction des populations de *D.citri*, il n'a exercé aucun effet sur *Clitostethus arcuatus* et *Chrysoperla carnea*.

Cependant, au niveau de l'Orangerie en présence de l'aleurode floconneux l'utilisation du Décis expert et Imadagold dont la matière active est la Deltaméthrine et l'Imidachlopride respectivement semblent avoir influencé sur la faune axillaire en provoquant des mortalités non négligeables au niveau des populations de *Chrysoperla carnea* et *Cales noacki*, ce qui nous pousse à dire que ces produits ne sont pas sélectifs aux aleurodes et à la cécidomyie, et leur utilisation influe directement sur l'activité parasitaire des auxiliaires de l'aleurode floconneux.

Des études similaires sur l'effet des insecticides sur la faune auxiliaires ont révélé que les coccinelles représentent un groupe d'entomophages particulièrement sensibles aux insecticides à tous les stades de leur vie [178]. Cette particularité est d'autant plus importante dans le cas de *Clitostethus arcuatus* que cet insecte se reproduit à des moments où la lutte chimique est appliquée.

Dans notre étude, la coccinelle aleurodiphage *Clitostethus arcuatus* n'a manifesté aucune sensibilité vis-à-vis du Movento, cela peut être dû à la sélectivité de ce produit contre les aleurodes.

4.4. Approche fonctionnelle de la diversité des communautés d'auxiliaires dans le verger de clémentinier.

Les composantes de la biodiversité sont distinguées selon une logique taxinomique ou fonctionnelle. Dans les approches taxinomiques, on peut préciser le nombre d'espèces présentes, leur abondance relative et leur identité, ainsi que leur distribution spatiale ou leur position dans le réseau trophique.

Dans les approches fonctionnelles, les taxons sont appréhendés par leurs caractéristiques ou traits fonctionnels, tels est le cas des auxiliaires bénéfiques. Leur richesse spécifique dépend de deux grands types de facteurs [179]; [180] : le pool d'espèces disponibles susceptibles d'arriver sur un site spécifique et les interactions écologiques, qui trient les espèces capables de coexister dans la communauté à partir de ce pool. Les conditions abiotiques ainsi que les pratiques agricoles mises en œuvre au niveau de la parcelle sont des facteurs du milieu pouvant agir comme des filtres qui vont déterminer la composition des communautés locales à partir du pool d'espèces disponibles à un niveau régional [181] ; [180]. Chaque filtre spécifique opère sur des traits particuliers des espèces appelés traits de réponse [182].

Les conditions d'habitat et le niveau de ressources conditionnent par ailleurs la présence et le développement des espèces animales, [183].

Dans le verger de clémentinier, tout au long de la période de suivi de fin août 2012 à début juillet 2013, une entomofaune très diversifiée a été observée à travers les captures par plaques jaunes engluées (Appendice E). Trois groupes fonctionnels sont essentiellement rencontrés totalisant une richesse de 46 taxons répartis en 15 familles. Le groupe des prédateurs (Coleoptera Cucujoïdea et Neuroptera) englobe des coccinellidae, des chrysopidae et des conioptérygidae, le groupe des hymenoptera parasitoïdes est le plus important et représenté par 34 taxons appartenant aux Aphelinidae, Mymaridae et Eulophidae (dont *Pnigalio sp* et *Citrostichus phyllicnistoïdes*) [184] ; [185] surtout, ainsi que des Platygastriidae, Pteromalidae, Ichneumonoïdea Braconidae formant un complexe de parasitoïdes et d'hyperparasitoïdes. Nous avons présenté une analyse systématique et trophique des groupes entomofauniques dans l'appendice D. Le 3^e groupe fonctionnel est attribué à une catégorie d'hyménoptères gallicoles qui n'a pas d'intérêt dans les régulations des populations de bioagresseurs dans le verger (Appendice F).

Concernant les parasitoïdes, chez les Aphelinidae plus particulièrement, contrairement aux genres *Aphytis*, *Coccophagus* qui se développent aux dépens des cochenilles, les genres *Encarsia*, *Eretmocerus* attaquent les aleurodes. L'espèce *cales noacki* est présente car elle parvient de vergers d'agrumes avoisinants infestés par l'aleurode floconneux, or nous avons indiqué qu'elle ne présentait qu'un très faible pourcentage de contribution aux différences de composition entre les groupes saisonniers d'auxiliaires recensés dans le verger de clémentinier. Les *Encarsia* présentent le même cas de figure ce qui pourrait impliquer leur faible activité parasitaire sur les populations de la mouche blanche sur le clémentinier. Nous avons analysé l'ordre de recrutement des parasitoïdes dans le verger en relation avec les périodes d'infestation de la plante hôte par *Dialeurodes citri*. Il a été remarqué que les *Encarsia* s'installent tardivement par rapport aux Platigastridae qui sont les premiers à arriver dans le verger, probablement à cause de l'influence de températures limitantes ou des traitements chimiques ou encore de la capacité de recherche de la proie hôte des parasitoïdes.

Dans les cultures pérennes, les études sur l'impact de substances actives des diverses catégories de pesticides sur des arthropodes auxiliaires épigés sont innombrables. Elles montrent en très grande majorité des effets délétères sur les espèces, notamment des insecticides, avec parfois une baisse significative à l'échelle de la parcelle de l'intensité du service écologique de contrôle des ravageurs par les auxiliaires, [186]. Les effets des produits phytosanitaires sur les arthropodes auxiliaires des cultures, dépendent des traits de vie, des paramètres démographiques et du stade de développement au moment de l'application [187];[188]. Des études ont montré que les populations d'auxiliaires (microhyménoptères, coccinelles, Hétéroptères, Névroptères) recouvrent plus ou moins rapidement les niveaux de population d'avant traitement même si des effets létaux et sublétaux, avec baisse d'efficacité du contrôle des ravageurs, sont observés pour certaines substances actives sur ces populations.

Concernant les prédateurs, les espèces *Clitosthetus arcuatus*, *Semidalis aleyrodiformis* ainsi que *Chrysoperla carnea* sont celles qui contribuent le plus aux différences de compositions entre les assemblages saisonniers des auxiliaires. Les abondances saisonnières de la mouche blanche semblent avoir induit une augmentation du potentiel biotique de son prédateur spécifique. Durant la période

de suivi, *C. arcuatus* présente une importante activité durant la période printanière jusqu'au début de la période estivale en juin. Cette activité diminue sensiblement à la fin de l'été tandis qu'elle reprend en automne mais plus faiblement qu'à la période printanière. En revanche, l'espèce *Semidalis aleyrodiformis* recherche activement sa proie durant la période automnale.

Les prédateurs sont souvent impliqués dans des cascades trophiques importantes. Les interactions directes ou indirectes au sein de la guildes peuvent entraîner des changements importants à l'échelle de l'écosystème, soit en les renforçant, soit en les contrebalançant [189].

Une des caractéristiques de la prédation à prendre en considération est la prédation intragilde (ou IGP), réseau trophique qui a été détectée chez de nombreux prédateurs de ravageurs agricoles et qui est responsable de la baisse de l'efficacité des programmes de lutte biologique. Les parasitoïdes ont été identifiés comme prédateurs intragildes lorsqu'ils occupent un même hôte multi-parasité. En effet, ils peuvent consommer les œufs ou les larves des autres parasitoïdes présents dans l'hôte. Par voie de conséquence, l'IGP amène un prédateur intragilde à avoir un effet négatif sur une autre population de sa propre guildes, une proie intragilde, en limitant sa croissance par une diminution de sa densité et de ses ressources. Indirectement, ce prédateur intragilde aura un effet positif sur les ressources qui sont moins consommées, [190].

Il est nécessaire de connaître les préférences des prédateurs généralistes afin de prévenir d'une prédation plus conséquente des proies non ciblées que des ravageurs. Ces préférences, en effet pourraient pénaliser le taux de croissance du prédateur voire complètement exclure les ravageurs de son régime alimentaire. La distraction du prédateur exprimée par ses différentes préférences pour ses proies peut alors se traduire finalement par des résultats antagonistes.

La densité, l'aspect spatial de la répartition de différentes espèces de proies jouent également un rôle important dans la distraction du prédateur. Le prédateur s'agrège sur les habitats les plus profitables pour lui, tempérant sa pression de prédation sur les proies présentes sur les autres habitats.

Les chrysopidae essentiellement l'espèce *Chrysoperla carnea* ont été fréquemment observés dans les canopées, sous forme d'œufs, d'adultes et de cocons sur le feuillage. L'activité de *C. carnea* s'est surtout manifestée au début de la saison estivale et durant la période printanière mais pas au printemps. A

l'inverse des autres espèces prédatrices de la mouche blanche, cette espèce contribue moins à la différence en composition des communautés bénéfiques automnales et estivales.

Outre l'impact des facteurs abiotiques, les parasites ont une action limitative très importante des populations de chrysopes. Les parasites attaquent tous les stades de chrysopes: les œufs, les larves, les nymphes dans les cocons et même les imagos, mais les parasites larvaires n'en éclosent qu'après que celles-ci aient tissé leurs cocons. Les plus importantes espèces sont représentées par des parasites embryonnaires Proctotrupeoidea, Scelionidae (*Telenomus acrobates* Giard), et des parasites éclosant des cocons notamment des Chalcidoidea, Tetrastichidae (*Tetrastichus principiae* Dom) et des Encyrtidae: *Isodromus puncticeps* (How) D'autres moins représentées appartiennent à l'espèce *Pachyneuron concolor* Förster (Chalcidoidea, Pteromalidae). Les Parasites éclosant des imagos sont surtout des Ichneumonoidea, Braconidae dont l'espèce *Chrysopophthorus hungaricus* (Zilahi-Kiss), [191].

Les larves de chrysopes ont été très peu observées. Celles-ci peuvent réduire moins efficacement les taux de croissance d'une proie en présence d'une autre proie que lorsque seule une proie est présente dans le verger, plus particulièrement en relation avec un taux de croissance plus élevé ou un habitat de la plante plus exposé, ce qui résulte en un taux plus élevé de rencontre entre les larves de chrysopes et leur plus abondante proie [189].

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les aleurodes homoptères invasifs représentent pour les vergers agrumicoles un danger potentiel qui nécessite une étude particulière concernant les diverses méthodes de lutte à adopter. En raison de l'intensification des échanges internationaux et du réchauffement du climat, leur pullulation est maintenant régulièrement observée. L'hypothèse est avancée que le changement de statut de ces insectes piqueurs-suceurs est la conséquence d'une rupture de l'équilibre établi initialement entre eux, leur environnement végétal ainsi que le cortège fourni et diversifié de leurs ennemis naturels.

Le présent travail est un apport récent mais complémentaire aux études effectuées sur les aleurodes des agrumes en Algérie dont la plupart concerne la région Mitidjéenne. En effet, la filiale agrumicole fait face à une invasion potentielle et quasi continue des aleurodes dont les infestations conduisent très souvent à des dépréciations des rendements. Le monitoring initié au niveau des vergers agrumicole de Chlef nous a permis d'entreprendre une nouvelle approche relative à la dynamique spatiotemporelle des aleurodes des agrumes et de leurs auxiliaires associés durant une période annuelle en 2012-2013.

Dans les conditions climatiques des vergers et de la région de Chlef en particulier, nous avons confirmé l'existence des deux espèces d'Aleyrodidae : l'aleurode floconneux *Aleurothrixus floccosus* sur les orangers de variété Thomson à Oued sly et la mouche blanche des agrumes *Dialeurodes citri* sur les clémentiniers appartenant à la variété Clémentine simple à Chlef.

L'étude de la dynamique des populations des deux en relation avec l'évolution phénologique de la plante hôte, le climat et la protection phytosanitaire des vergers nous a conduit à des résultats pratiques. L'analyse de l'évolution de la population globale des ailés de l'aleurode floconneux sur les rameaux de l'Oranger, nous a révélé 4 principales périodes de vol. La 1^{ère} en automne vers la fin de septembre suivie par une 2^{ème} à la mi-novembre avec l'abondance moyenne la plus élevée (10 individus par rameau), la 3^{ème} et 4^{ème} période de vol apparaissent à la mi-mai et mi-juin respectivement.

Pour la mouche blanche des agrumes, nous avons recensé 2 périodes de vol, le premier vol en automne, et le deuxième plus important au printemps avec plus de 80 individus par rameau.

La mortalité naturelle diffère pour les deux espèces d'aleurodes, nous avons constaté des taux de mortalité trop élevées allant jusqu'à 100% des larves. D'une part, le facteur climat symbolisé par la température et l'hygrométrie ainsi que la pluviométrie, semble avoir un impact important sur les populations des larvaires des deux aleurodes, et jouent un rôle déterminant dans l'abondance et la distribution de ces mouches blanches, du fait que la mortalité la plus élevée est enregistrée à la saison estivale, période des grandes chaleurs où les températures maximales peuvent dépasser les 40°C. La synthèse climatique réalisée de 1995 à 2004 a permis de classer en effet la région de Chlef dans l'étage bioclimatique semi aride à hiver doux. D'autre part, la phénologie de la plante hôte durant la période de l'étude semble affecter les populations larvaires notamment. Nous avons mis en évidence que les abondances densitaires sont différentes durant les périodes d'évolution phénologique des clémentiniers et des orangers pour lesquelles nous avons confronté les moyennes des températures minimales et maximales ainsi que les quantités des pluies cumulées entre le stade d'apparition des pousses et la maturité des fruits.

La compréhension des mécanismes de développement des infestations est fondamentale pour une meilleure prévention des risques, une juste prédiction des dégâts et une aide à la décision efficace. Les stratégies de prévention et de lutte doivent en effet prendre en compte ces différents aspects.

(i) Etant donné que nous ne disposons d'informations régulières dans les vergers répartis au niveau de la région agrumicole de Chlef, l'analyse spatio-temporelle des populations des différentes espèces d'aleurodes rencontrées à court terme dans les vergers serait nécessaire, dans le double but de valider des plans d'échantillonnage adaptés et d'élaborer une base de validation pour les modèles de dynamique des populations.

Quant à l'incidence des ennemis naturels sur les aleurodes, malgré leur abondance, nous pouvons dire que leur impact reste faible en raison des fortes fluctuations des aleurodes, en effet, au niveau du verger de Clémentinier, la coccinelle aleurodiphage *Clitostethus arcuatus* a joué un rôle important dans la

régulation des populations d'aleurodes, en absence de parasitisme intense dû au nombre de parasitoïde limité au niveau du verger.

Plusieurs ennemis naturels sont associés à l'aleurode floconneux. Nous avons pu dénombrer deux ennemis naturels, un parasitoïde qui est *Cales noacki* et un prédateur qui est *Chrysoperla carnea*, et avec plus d'importance *Clitostethus arcuatus* et *Semidalis aleyrodiformis*. Le pourcentage de parasitisme chez l'aleurode floconneux est relativement important par rapport au *D.citri*, cela peut se justifier par la présence d'un nombre important de larves parasitées et d'adultes de *Cales noacki*.

(ii) La caractérisation des traits de vie et l'analyse expérimentale des interactions ravageur-auxiliaires de lutte en conditions contrôlées mériterait d'être prise en considération pour évaluer les ennemis les plus importants pour leur utilisation sous forme de lâchers sur le terrain.

Bien que le complexe parasites-prédateurs semble être important dans les vergers, l'impact de ces auxiliaires demeure insuffisant pour contrôler les populations de ces ravageurs. L'efficacité des parasites est reconnue de nos jours comme le moyen le plus rentable et le plus utilisé en lutte biologique contre les aleurodes, mais ce groupe s'avère très sensible aux traitements chimiques.

Les aleurodes des agrumes sont contrôlés fréquemment avec des insecticides. Le nombre élevé de générations par an a conduit à intensifier le traitement, causant de graves dommages au complexe des ennemis naturels ce qui semble avoir influé négativement sur la faune axillaire en provoquant des mortalités chez *Cales noacki* et *Chrysoperla carnea* au niveau du verger d'Oranger, contrairement au verger de Clémentinier où les traitements n'ont provoqué aucun effet néfaste sur les populations de la faune auxiliaire, d'après nos observations.

Dans ce sens, et en raison des informations issues de multiples enquêtes de terrain, les principales sources de pollution liées à la culture des agrumes semblent être dues à l'emploi de pesticides de synthèse dans la lutte contre les ravageurs et les adventices qui se développent toute l'année. Afin de diminuer les risques de pollution due à ces pratiques, il est nécessaire de développer des stratégies de gestion de l'enherbement telles que l'utilisation de plantes de couverture comme les légumineuses ou la sélection d'un enherbement naturel offrant plus d'interactions bénéfiques avec la création de refuges pour la faune auxiliaire, que de compétition avec les agrumes.

Il est par ailleurs important d'envisager les stratégies de lutte de manière à tenir compte de tout l'agro-écosystème constitué par les plantations de *Citrus*. Pour améliorer la durabilité des vergers en milieu agrumicole, il serait judicieux de concevoir puis de promouvoir des pratiques culturales plus respectueuses de l'environnement, au sein de systèmes de culture où la diversité de la faune auxiliaire retrouvée du verger en est le pilier.

L'enjeu d'un tel travail est l'étude de la dynamique des relations entre les différents niveaux trophiques afin d'en dériver des outils de fonctionnement, de simulation et de prévision. Comme il serait intéressant d'envisager un inventaire exhaustif des aleurodes et du complexe parasitoïdes-prédateurs qui leur est associée, nécessaire pour la mise en place d'une stratégie de lutte intégrée en agrumiculture.

Citrus Agusti et al., 1995

Phenological growth stages and BBCH-identification keys of citrus

(*Citrus* spp. L.),

Code	Description
------	-------------

Principal growth stage 0: Sprouting/Bud development

00	Dormancy: leaf and inflorescence buds undifferentiated, closed and covered by green scales
01	Beginning of bud swelling
03	End of bud swelling: green scales slightly separated
07	Beginning of bud burst
09	Green leaf tips visible

Principal growth stage 1: Leaf development

10	First leaves separating: green scales slightly open, leaves emerging
11	First leaves visible ¹
15	More leaves visible, not yet at full size
19	First leaves fully expanded

Principal growth stage 3: Shoot development

31	Beginning of shoot growth: axes of developing shoots visible
32	Shoots about 20% of final length
39	Shoots about 90% of final length

Principal growth stage 5: Inflorescence emergence

51	Inflorescence buds swelling: buds closed, light green scales visible
53	Bud burst: scales separated, floral tips visible
55	Flowers visible, still closed (green bud), borne on single or multiflowered leafy or leafless inflorescences
56	Flower petals elongating; sepals covering half corolla (white bud)
57	Sepals open: petal tips visible; flowers with white or purplish petals, still closed
59	Most flowers with petals forming a hollow ball

Citrus Agusti et al., 1995

Phenological growth stages and BBCH-identification keys of citrus

Code	Description
------	-------------

Principal growth stage 6: Flowering

60	First flowers open
61	Beginning of flowering: about 10% of flowers open
65	Full flowering: 50% of flowers open; first petals falling
67	Flowers fading: majority of petals fallen
69	End of flowering: all petals fallen

Principal growth stage 7: Development of fruit

71	Fruit set; beginning of ovary growth; beginning of fruitlets abscission
72	Green fruit surrounded by sepal crown
73	Some fruits slightly yellow: beginning of physiological fruit drop
74	Fruits about 40% of final size.
	Dark green fruit: end of physiological fruit drop
79	Fruits about 90% of final size

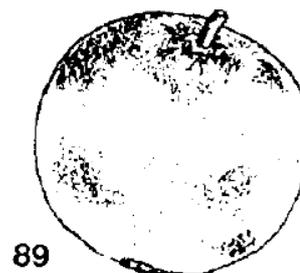
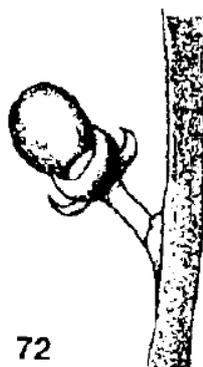
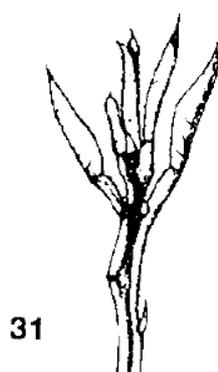
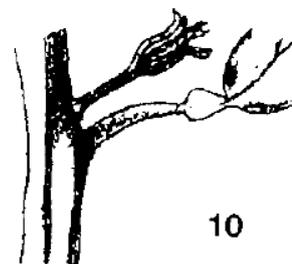
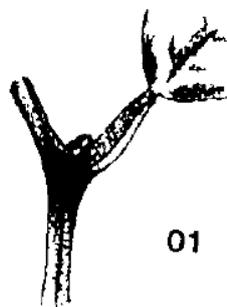
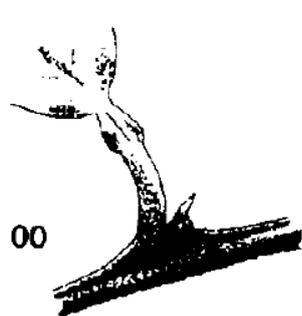
Principal growth stage 8: Maturity of fruit

81	Beginning of fruit colouring (colour-break)
83	Fruit ripe for picking; fruit has not yet developed variety-specific colour
85	Advanced ripening; increase in intensity of variety-specific colour
89	Fruit ripe for consumption; fruit has typical taste and firmness; beginning of senescence and fruit abscission

Principal growth stage 9: Senescence, beginning of dormancy

91	Shoot growth complete; foliage fully green
93	Beginning of senescence and abscission of old leaves
97	Winter dormancy period

Citrus



APPENDICE C : Photos des aleurodes et leurs auxiliaires dans les deux vergers



Adultes, Œufs et larve de *Dialeurodes citri* sur Clémentinier (Aichouba)



Adulte et larve de *Chrysoperla carnea* sur Clémentinier (Aichouba)



Adulte de *Clitostethus arcuatus* sur piège jaune englué (Aichouba)



Colonie d'adultes et de larves d'*Aleurothrixus floccosus* sur feuillage d'Oranger (Hadjouti)



Adulte de Chrysope sur feuilles d'Oranger a coté d'une colonie d'*A.floccosus* (Hadjouti)



Adultes de *Cales noacki* sur Oranger (Hadjouti)

APPENDICE D : moyennes des températures minimales et maximales ainsi que les cumuls des quantités de pluies enregistrées durant les différentes périodes phénologiques du Clémentinier et l'Oranger

clémentiniers			
	Tmin°C	Tmax°C	Pmm
développement du fruit	21,49	36,12	34,9
maturation des fruits	12,22	21,17	152
sénescence	7,72	17,14	69,2
développement des pousses	8,40	17,49	178
Apparition de l'inflorescence	11,14	23,04	81,3
Floraison	13,38	25,06	59,1
développement du fruit	16,53	30,62	2,86

Orangers			
	Tmin°C	Tmax°C	Pmm
développement du fruit	22,82	38,28	5,9
maturation des fruits	13,04	23,18	193,7
sénescence,	6,58	15,99	168,6
développement des pousses	10,50	19,37	65,9
Floraison	12,10	23,94	140,4
développement du fruit	16,53	30,62	2,86

APPENDICE E : codes des espèces avec leurs noms scientifiques

anagat	<i>Anagrus atomus</i>
aphyt1	<i>Aphytis sp 1</i>
aphyt2	<i>Aphytis sp2</i>
aphemal	<i>Aphelinus mali</i>
braco1	Braconidae1
braco2	Braconidae2
braco3	Braconidae3
caleno	<i>Cales noacki</i>
cecid1	cecidomyidae1
cecid2	cecidomyidae2
cecid3	cecidomyidae3
ceraph	Ceraphronidae
chryper	<i>Chrysoperla carnea</i>
citrophy	<i>Citrostichus phyllicnistoides</i>
semaley	Semidalis
conpsoc	<i>Conwentia psociformis</i>
cynip1	Cynipidae (pz)
cynip2	Cynipidae 3 (nantpatc)
cynip3	Cynipidae (gz)
encars1	Encarsia sp2 (nantcmas)
encyrt1	Encyrtidae noir
eretmo1	Eretmocerus sp(caiffr)
euloph1	Eulophidae1
euloph2	Eulophidae 2 (antpointe)
euloph3	Eulophidae 3 (nantc)
euloph4	Eulophidae 4 (npatja)
gonato1	<i>Gonatocerus sp</i>
leptoma	Leptomastidea
lysiph	<i>Lysiphlebus sp</i>
megaspi	Megaspilidae

metafla	Metaphycus
microt	Microterys
mymar1	Mymaridae1
mymar2	Mymaridae 2 (pabdn)
notocapit	<i>Notochrysa capitata</i>
pachyne1	<i>Pachyneuron sp1</i>
platigas1	Platigastridae (pantn)
platigas2	Platigastridae (nantc)
platigas3	Platigastridae (péticylin)
pnigal	<i>Pnigalio sp</i>

clitoarc	<i>Clitostethus arcuatus</i>
coccoli	<i>Coccophagus sp</i>

Taxon	Nom scientifique	Taxon
semaley	Semidalis aleyrodiformis	braco2
clitoarc	Clitostethus arcuatus	euloph2
citrophy	Citrostichus phyllicnistoides	metafla
ceraph	Ceraphronidae	coccoli
scymsub	Scymnus subvillosus	megaspi
notocapit	Notochryssa capitata	
euloph3	Eulophidae 3	
braco3	Braconidae 3	
euloph1	Eulophidae 1	
chryper	Chrysoperla carnea	
platigas1	Platigastridae 1	
conpsoc	Conwentia psociformis	
aphyt2	Aphytis 2	
aphyt1	Aphytis 1	
stetpunc	Stethorus punctillum	
platigas2	Platigastridae 2	
caleno	Cales noacki	
cynip1	Cynipidae 1	
cynip3	Cynipidae 3	pterom1
cecid1	Cecidomyidae 1	gonato1
encars1	Encarsia 1	pachyne1
rodalcar	Rodolia cardinalis	cynip3
pachyne1	Pachyneuron 1	cecid2
anagat	Anagrus atomus	mymar1
gonato1	Gonatocerus 1	leptoma
mymar1	Mymaridae 1	euloph4

APPENDICE F : Richesse entomofaunique des groupes fonctionnels dans le verger de clémentinier durant la période de suivi (Fin août 2012-début juillet 2013)

Chalcidoidea, Mymaridae (Haliday, 1833)	<i>Gonatocerus</i> sp (Nees ab Esenbeck, 1834)	parasitoïde d'œufs de cicadellides
	<i>Anagrus atomus</i> (Linnaeus, 1767)	parasitoïde d'œufs de cicadellides
	Mymaridae1	
	Mymaridae2	
Chalcidoidea, Aphelinidae (Thomson, 1876)	<i>Aphytis</i> sp1 (Howard, 1881)	Parasitoïdes de cochenilles
	<i>Aphytis</i> sp2 (Howard, 1881)	
	<i>Cales noacki</i> (Howard, 1907)	parasitoïde d' <i>A. floccosus</i>
	<i>Coccophagus</i> sp (Westwood, 1833)	Parasitoïdes de cochenilles
	<i>Encarsia</i> sp (Foerster, 1878)	Parasitoïde d'aleurodes
	<i>Aphelinus mali</i> (Haldeman, 1850)	Parasitoïde du puceron du pommier
Chalcidoidea, Pteromalidae (Dalman, 1820)	Pteromalidae1	
	Pteromalidae2	
	Pachyneuron sp1	Hyperparasitoïde de pucerons
Chalcidoidea, Eulophidae (Westwood, 1829)	<i>Pnigalio</i> sp (Schrank, 1802)	Parasitoïde de la mineuse des agrumes
	<i>Citrostichus phyllicnistoides</i> (Narayanan)	Parasitoïde de la mineuse des agrumes
Ceraphronoidea, Megaspilidae (Ashmead, 1893)	Megaspilidae1	Hyperparasitoïde de pucerons
Cucujoidea, Coccinellidae	<i>Clitostethus arcuatus</i> Weise, 1885	aleurodiphage
	<i>Scymnus subvillosus</i> (Goeze, 1777)	aphidiphage
	<i>Stethorus punctillum</i> (Weise 1891)	acariphage
	<i>Rodalia cardinalis</i> (Mulsant, 1850)	Prédateur d' <i>I.purchasi</i>
	<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens, 1836	prédateur polyphage
Coniptyrigidae (Burmeister, 1839)	<i>Semidalis aleyrodiformis</i> Stephens, 1836	Prédateurs d' Aphididae, Aleyrodidae, Coccidae et autres
	<i>Conwentia psociformis</i> Curtis, 1834	

LISTE DES SYMBOLES

L1	: Larve du 1 ^{er} stade
L2	: Larve du 2 ^{eme} stade
L3	: Larve du 3 ^{eme} stade
L4	: Larve du 4 ^{eme} stade
g/l	: Gramme/litre
ml/hl	: Millilitre/hectolitre
ha	: Hectare
qx	: Quintaux
T° C	: Température en degré Celsius
p (mm)	: Pluviométrie en millimètre
H (%)	: Humidité relative en pourcentage
V (m/s)	: Vitesse de vents en metre par seconde
In (h)	: Insolation
N-P-K	: Formulation d'engrais N (azote), P (phosphore) et K (potasse).
Alefloc_ad	: Adulte d' <i>Aleurothrixus floccosus</i>
Dcitri_ad	: Adulte de <i>Dialeurodes citri</i>
Lv	: Larve
Pu	: puparium
Tmin	: Température minimale
Tmax	: Température maximale
ech 1	: échantillon 1
dicit	: <i>Dialeurodes citri</i>
Alfloc	: <i>Aleurothrixus floccosus</i>
mort_nat	: mortalité naturelle
par	: parasitisme
Clitarc	: <i>Clitostethus arcuatus</i>
Chryscar	: <i>Chrysoperla carnea</i>
Calnoa	: <i>Cales noacki</i>

REFERENCES

1. Loussert, R., " Les agrumes 1". Arboriculture. Ed., Lavoisier, Paris, (1989), 113 p.
2. Aubert, b. et Vullin, G., " Citrus nurseries and planting techniques", Ed. Cirad (1998), 183 p.
3. Anonyme., "Les statistiques du Ministère de l'Agriculture" (2006), 45 p
4. Biche, M., "Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels", Guide pratique. (Janvier 2012), 4-5.
5. Anonyme., "Instruction relative à la sanction par le F.N.D.A. au développement de l'Agriculture", Ministère de l'agriculture et de la pêche, (1998), 2 p.
6. Sahraoui, N., "Filière agrumicole en Algérie : développement et Encadrement, Green Algérie, Agriculture et Environnement : Destin commun", n°31, (2010), 20-23.
7. Benassay, C., " Une tache ardue pour les chercheurs de l'INRA : acclimater sur la Cote d'Azur des parasites ennemis des ravageurs. (1983), 40 - 47.
8. Onillon, J.C., "Sur quelques aspects de la lutte biologique contre les Aleurodes des agrumes". *Ann. Inst. nati. agro. El Harrach, Vol. 5 (6) :* (1975), 219- 229.
9. Fraval, A., "Les aleurodes", insectes 27 n ° 155, (2009), p 4 .
10. Boukhalfa, H., "Bioécologie de l'aleurode des citrus, *Dialeurodes citri* Ashmead (Homoptera, Aleyrodidae) dans un verger d'orange hamlin en Mitidja". Thèse Ing. Inst. nati. agro., El-Harrach, (1977), 53 p.
11. Doumandji, S. et Doumandji-Mitiche B., "Introduction de *Cales noaki* (Hym., Aphelinidae) en Mitidja pour lutter contre *Aleurothrixus floccosus* (Hom., Aleyrodidae)". *Ann. Inst. nat. agro., EL Harrach, Vol. 10 (2) :* (1986), 44 – 46.
12. Saharaoui L et Hemptinne J-L. "Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la region de Rouiba (Mitidja orientale) Algerie". *Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.), 2009, 45 (2) :* 245-259.
13. Marchal, P., " Les sciences biologiques appliqués à l'agriculture et la lute contre les ennemis des plantes aux états unis. *Ann. Epiphyties, (1916), 113 – 117.*
14. Deportes, L. et Targe. A., "L'aleurode des agrumes: *Dialeurodes citri* Ash. Dans les Alpes-maritimes". *Phytoma, 44: (1953), 9-15.*

15. Pussard, M. R., "A propos de la présence en France de *D.citri* (Hemi. Aleurodidae)". C. R. Acad. Agric. Fr., 39: (1953), 199-202.
16. Butani, D., " Les ravageurs et les maladies des Citrus en Inde. Fruits, 28, n°12 (1973), 1-12.
17. Uygun, N., B. Ohnesorge and R. Ulyusoy, "Two species of whitefly on citrus Eastern Mediterranean *Parabemisia Myricae* and *Dialeurodes Citri*. Morphology, Biology, host plants and control in south Turkey". Journal of Applied Entomology 110: (1990) 471-482.
18. Boukhalfa H. et Bonafonte, "Dynamique des populations de *Dialeurodes citri* ASH. dans un verger d'orange Hamlin en mitidja". Fruits, (1979), 5p.
19. Benmessaoud-Boukhalfa H, "Bio écologie de l'Aleurode des agrumes *Dialeurodes citri* Ashmead (Homoptera-Aleyrodidae) dans un verger de clémentiniers en Mitidja". Thèse Magister, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, El Harrach. (1987).
20. Berkani. "Possibilités de régulation des populations *d'Aleurothrixus floccosus* Mask. (Homopt., Aleurodidae) sur agrumes par *Cales noacki* How. (Hymenopt., Aphelinidae) en Algérie". (1989).
21. Hamiche A, Louanaci Z, "Dynamique des populations de la mouche blanche des agrumes, *Dialeurodes citri* Ashmead (Homoptera, Aleyrodidae), Dans un verger d'Oranger de la region de Tizi-Ouzou". Mémoire de fin d'étude. univ de Tizi ouzou. (1996). 41-62.
22. Programme Natura / Nectar, "Adaptation du module lutte biologique. Une formation continue destinée aux professionnels des institutions de recherche et de développement". UAC, (1996), 235 pp.
23. Suty L., "La lutte biologique: Vers de nouveaux équilibres écologiques" . Editions Quae, (1 janv. 2010) - 323 pages.
24. Bellabas, A., "Etude de base sur les Agrumes en Algérie", (2011), p 45.
25. Grasse, P.P., "Traité de zoologie : Anatomie, systématique, biologie". (1951), 3-951.
26. Martin, J.H. et Mound, Laurence A, "An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae)". *Zoot-axa*, 1492, (2007)1-84.
27. Mound, A. et Halseys, H., "whitefly of the catalogue of the Aleyrodidae (Hmoptera) with host plant and natural enemy data in British Meseum (Naturel History)", (1978), 340 p.

28. Nguyen, R. U., Sailer R. I., et Hamon. A. B., "Catalog of Aleyrodidae on citrus and their natural enemies (Homoptera-Aleyrodidae). Ocasional Papers of the Florida State Collection of Arthropods", Florida, Vol. 8. (1993),
29. Barbagallo, S., Longo S. et Rapisarda, C., "White-flies and psyllids injurious to citrus", Rotterdam, Netherlands (1986), 89-98.
30. Onillon, J.C., "the use of natural enemies for the biological control of Whiteflies", Wimborne, UK, (1990), 287-313.
31. Katsoyannos, P., "Integrated Insect Pest Management for citrus in Northern Mediterranean Countries". Benaki Phytopathological Institute, Athens, Greece. (1996).
32. Soto, A., Ohlenschläger F., et García-Marí, F., "dinamica poblacional y control biologico de las moscas blancas *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri* y *Parabemisia myricae* (homoptera: aleyrodidae) en los citricos valencianos bol". san. veg. plagas, 27: (2001), 3-20.
33. Boileau C. et Giordano L., "La culture des agrumes". Ed. Tacussel, Paris, (1980), 174 p.
34. Cohic, F. Contribution à L'étude Des Aleurodes Africains. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Biol., N° 6, (Juin 1968) 4-50.
35. Byrne, D. N. Bellows. Et Jr., "Whitefly biology. Ann. Rev. Entomol., 36: (1991), 431-457.
36. Hicks, C. B. y A. D. Oliver. "Citrus Whitefly preference among four ornamental host plants". Hort Science, 22: (1987), 59-60.
37. Bachelor, D.L. et Weber, H.J., "The citrus industry. Prees ed. Berkeley & Losangelos", (1948), 731- 732.
38. Onillon, J. C., "A propos de la présence en France d'une nouvelle espèce d'aleurode nuisible aux citrus, *Aleurothrixus floccosus* Maskell (Homopt. Aleurodidae)". C. R. Acad. Agri. France, 55: (1969), 937-941.
39. Jeppson, L. R., "Biology of the Citrus Insects, Mites, and Mollusks, *En the Citrus Industry*", University of California, Oakland, California. (1989), 1-49
40. Mound L. A., "Thrips and Whitefly,. *En* Giggs, A. J. (ed), Viruses and invertebrates". Amsterdam and London. (1973), 229-242
41. Yothers, W. W., "Spraying for Whiteflies in Florida". U.S.Department of Agriculture, Circular 168: (1913) p8.
42. Ebeling, W., "Subtropical Entomology.Lithotype PProcessSan fransisco", (1950), 351-355, 397-398, 538-561.

43. Byrne, D. N., Bellows, Jr. Et Parrella, M. P. "Whiteflies in Agricultural systems,. *En* D. Gerling (ed.), *Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management*". Intercept Ltd, Wimborne, UK. (1990), 227-261.
44. Abbasi, M., "recherche sur deux homoptères fixes sur *Citrus Aonidiella urantii* MASK et *Aleurothrixus floccosus* MASK. Thèse, Marseille, (1977),
45. Hodges, G. and G.A. Evans, "An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the southeastern United States". *Florida Entomologist*. 88 (4): (2005) 518-534.
46. DeBach, P., "La mouche blanche, *Aleurothrixus floccosus* et ses parasites dans L'hémisphère occidental". *Al Awamia*, 37: (1970), 101-104.
47. Garrido, A., "La mosca blanca de los agrios. Obliga a actuar contra las plagas, de forma diferente a la tradicional". *Levante Agrícola*, 17: (1978), 35-38.
48. Onillon, J. C. et Abbassi, M., "Notes bio-ecologiques sur l'aleurode floconneux des agrumes *Aleurothrixus floccosus* Mask. (Homop., Aleurodidae) et moyens de lutte". *Al- Awamia*, 49: (1973), 99-116.
49. Genduso, P. et Liotta, G., "Presenza di *Aleurothrixus floccosus* (Mask.) (Hom. Aleyrodidae) sugli agrumi della Sicilia". *Boll. Ent. Agr. Oss. Fitopat. Palermo*, 10: (1980), 205- 211.
50. Ortu S., et Ibba. I, "*Aleurothrixus floccosus* (Mash.) in Sardegna,. *En* the proceedings of the Atti XIV Congr". *Naz. Ital. Ent., Palermo-Erice-Bagheria*, (28 mayo-1 junio 1985), 607-614.
51. Abbassi, M., "Présence au Maroc d'une nouvelle espèce d'aleurode *Aleurothrixus floccosus* Maskell. (homoptera, aleurodidae)". *Fruits*, 30: (1975), 173-176.
52. Magalhaes, S., "Note on the introduction of *Aleurothrixus floccosus* (Mask). (Homoptera, Aleurodidae) in south Portugal and its control by *Cales noacki* How. (Hymenoptera, Aphelinidae)". *IOBC/ wprs Bulletin*, (Oct 1979), 572-573.
53. Chermiti, B. et Onillon. J. C., "A propos de la présence en Tunisie de deux nouvelles espèces d'aleurodes nuisibles aux agrumes, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) et *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homopt., Aleurodidae)". *Fruits*, 47: (1992) 405-411.
54. Doumandji-Mitiche, B. et Doumandji, S.E., " Note sur l'installation en Metidja de *Cales noacki* HOW.(HYM.Aphelinidae ennemi naturel de l'aleurode floconneux (*Aleurothrixus floccosus* MASK (HOM.Aleurodidae)", *INA*, Vol 12, (1988), 66-88.
55. Malausa, J.C., " Chercheurs contre « mouche blanches ». une lutte sans merci contre les enemis des agrumes. *INRA*, (1983), 86 p.
56. Anonyme, "Un espoir de lutte biologique contre la mouche blanche floconneuse des agrumes", *Phytoma*, n°247, (1973), p 41.
57. Chaboussou F, "Les facteurs culturaux dans la résistance des agrumes vis à vis de leurs ravageurs". *Sémi. sur les insectes et acariens des Agrumes*. 24- 28 mars 1975, *Inst. nati. agro. El Harrach*, (1975), 39 p.
58. Rebour H, "Les agrumes". Ed. J.B. Baillièrre et Fils, Paris, (1966) 278 p.
59. Praloran J.C., "Les agrumes". Ed G.P. Maisonneuve et Larose, Paris, (1971). 565 p.

60. Longo, S., I. Patti y C. Rapisarda, "Il controllo dell'*Aleurothrixus floccosus* (Maskell) negli agrumeti della Sicilia orientale". (1984) pp. 337-346. *En* Proceedings, Giornate Fitopatologiche, 26-29 Marzo 1984. Sorrento, Italia.
61. Garrido, A, "Mosca blanca de los cítricos (*Aleurothrixus floccosus* Mask). El campo". *Boletín de información agrária*, 113: (1989) 42-46.
62. Mound, L.A et Halsey, S.H, "Whitefly of the World. British Museum (Natural History) And. Wiley and Sons", (1978) 340 pp.
63. Fransen, J. J, "Natural enemies of whiteflies: Fungi,. *En* D. Gerling (ed.), *Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management*". Intercept Ltd. Wimborne, UK. (1990) pp. 187-210
64. Umeh V.C. et Adeyemi A, "Dynamique des populations de l'aleurode *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) sur des variétés d'orangers du Nigéria et colonisation de cet aleurode par des champignons entomopathogènes *Aschersonia spp*". *Fruits / Volume 66 / Issue 06*, (2011) pp 385-392
65. Berger E.W, "Naturel enemies of Scale Insectes and white flies in Florida".*Qrtly.bull.Florida State Pl.Bd.*, Gainesville, 5, 3, (1921). pp 141-154
66. Gao, R.X., Ou', Y.Z., Gao, Z.X., Zheng, J.X., "A preliminary report on *Aschersonia aleyrod*is to control citrus whitefly". *J. Fujian Agricul. Coll.* 14, (1985),127–133.
67. Meekes, E.T.M., Fransen, J.J., van Lenterenb, J.C., "Pathogenicity of *Aschersonia spp.* against whiteflies *Bemisia argentifolii* and *Trialeurodes vaporariorum*". *J. Invertebr. Pathol.* 81,(2002) 1–11.
68. Qiu, B.L., Ren, S.X., Xiao, Y., Mandour, N.S, "Effectiveness of *Eretmocerus sp.* and *Aschersonia aleyrod*is in controlling *Bemisia tabaci* populations (in Chinese)". *J.Appl. Ecol.* 14, (2003)2251–2254.
69. Ragusa Ch., S., H. Tsolakis y A. Sinacori.. "Osservazioni sullo sviluppo postembrionale ed ovideposizione di tre specie di fitoseidi in presenza di *Parabemisia myricae* (Kuwana). Convegno su Attività del Gruppo di Ricerca "Lotta biologica", Proturretto finalizzato M.A.F. "Lotta biologica e integrata per la Difesa delle Colture agrarie e delle Piante forestali", Acireale Novembre, (1991)151-155.
70. Heinz, K. M., J. R. Brazzle, C. H. Picket, E. T. Natwick, J. M. Nelson y M. P. Parrella, "Predatory beetle may suppress silverleaf whitefly. *California Agriculture*", 48: (1994) 35-40.
71. Hoelmer, K. A., L. S. Osborne y R. K. Yokomi, "Interactions of the whitefly predator *Delphastus pusillus* (Coleoptera:Coccinellidae) with parasitized

- sweetpotatoe whitefly (Homoptera:Aleyrodidae). Environmental Entomology”, 23: (1994)136-139.
72. Malausa, J. C., E. Franco y P. Brun, “Aclimatation sur la Côte D'Azur et en Corse de *Serangium parcesetosum* (Col.:Coccinellidae) prédateur de l'aleurode des citrus, *Dialeurodes citri* (Hom.:Aleyrodidae)”. Entomophaga, 33: (1988) 517-519.
 73. Galazzi, D. y N. Giorgio, “*Chrysoperla carnea*. Informatore Fitopatologico”, 3: (1992) 25-30.
 74. Caldumbide C., Faessel L., Travers M., Thierry D. et Ratmoris E., “Les chrysopes communes, auxiliaires polyvalents”. Phytoma – Défense des cultures n° 540 : (2001) 14-19.
 75. Yasnosh, V. A, “Entomófagos de las moscas blancas”. Phytoma Espana, 42: (1992) 15-18.
 76. Gerling, D, “Natural enemies of whiteflies: predators and parasitoids,. En D. Gerling (ed.), Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management”. Intercept Ltd. Wimborne, UK. (1990) pp. 147-186
 77. Rose, M. y J. B. Woolley, “Previously imported parasite may control invading whitefly”. California Agriculture, March-april: (1984) 24-25.
 78. Canard M., Thierry D. et Cloupeau R, “Les Chrysopes vertes communes prédateurs dans les cultures : mais quelles chrysopes In : Deuxième conférence internationale sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles aux végétaux” – Lille 2002, 572 578.
 79. Onillon, J. C. et Onillon, J., “Contribution a l'étude de la dynamique des populations d'homoptères inféodés aux agrumes. III. Introduction, dans les Alpes- Maritimes de *Cales noacki* How (Hyménopt., Aphelinidae), parasite d'*Aleurothrixus floccosus* Mask. (Homopt., Aleurodidae)”. Académie d'Agriculture de France, (Mars 1972)365-370
 80. Onillon J.C, “Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homopteres infeodés aux agrumes. III. 3. La dissemination naturelle de *Cales noacki* HOW. (Hymenoptere., Aphelinidae), parasite d'*Aleurothrixus floccosus* MASK. (Homopt., Aleurodidae) dans le Sud-Est de la France”. C.R.Acad.Agric. France (sous presse) (1974).
 81. Viggiani, G. P. Mazzone, “Contributi alla conoscenza morfo-biologica delle specie del complesso *Encarsia Foerster-Prospatella* Ashmead (Hym. Aphelinidae)”. Boll. Lab. Ent. Agr. Filippo Silvestri, 36: (1979) 42-50.
 82. DeBach, P. y S. C. Warner, “Research on biological control of whiteflies. Citrograph”, 54: (1969) 301-302.
 83. Bellows Jr, y K. Y. Arakawa., “Citrus Whitefly, capítulo 21. En Nechols, J.R., L. A. Andres, J. W. Beardsley, R. D. Goeden y C. G. Jackson (eds.), Biological control in the Western United States”. University of California, Oakland, California. (1995)
 84. Onillon J.C et Brun P., “Integrated control against Citrus pests. Progress report 1979–1981 of the C.E.C.programme on integrated and biological control”, (1983)75–78.

85. Malausa JC, Franco E et Onillon JC, "Distribution on the Côte d'Azur of *Encarsia lahorensis* (How.), a parasite introduced against the Citrus white-fly, *Dialeurodes citri* (Ashm.). In *Integrated pest control in Citrus groves*", (1986) pp. 365–367. Cavalloro & Di Martino eds., Balkema, Rotterdam.
86. ABH – Chlef Zahrez., "Cadastre Hydraulique du bassin hydrographie du Cheliff-Aval du barrage de Boughzoul – Première partie : Haut et moyen Cheliff", (2004) 52- 62 p.
87. ANB., "Bulletin annuel de l'Agence Nationale des Barrages", (2001).
88. Maatou, M et Pierre Atim K., "Caractérisation des données hydrochimiques des nappes du moyen Cheliff occidental", (2000).
89. Khelifi, I., "Méthode d'estimation des crues : cas du bassin versant de Oued sly". (1998).
90. Saidi, D., "Etude agropédologique MINA : évaluation des propriétés physique des sols", (1985), 84-85.
91. Yacono, X., "La colonisation des plaines du Cheliff tome I", IMBER, (1955), p 439.
92. Ammour, R. et Aouchiche, N., "Etude de comportement de quatre variétés d'agrumes (Genres : Citrus) dans la région de Oued-Aïssi (Tizi-Ouzou)". Mémoire Ing. agro., Inst. agro., Univ. Tizi-Ouzou, (2000), 98 p.
93. DSA Chlef, "Direction des services agricole de la wilaya de Chlef, Situation des agrumes à Chlef", (2013), 1-2.
94. Hadj Sahraoui, M., "L'agrumiculture en Algérie. Rev. Agronomique de l'agriculture et l'agro-industrie n°01. (2007), 20-22.
95. Scet-Agri, "Rapport de synthèse, étude du réaménagement et de l'extension du périmètre du moyen Cheliff. pub. Ministère de l'hydraulique." (1985), 75 p.
96. ONM., Office national de météorologie "Données climatique de Chlef", (2013).
97. Ramade, F., "Eléments d'écologie – écologie fondamentale". Ed. Mc Graw-Hill, Paris, (1984), 397 p.
98. Dajoz, R., "Précis d'écologie". Ed. Dunod, Paris, (1996), 551p.
99. ANRH, 2012, "Annuaire Hydrogéologique de la nappe alluviale du haut et moyen Cheliff", (2012), 17 p.

100. Dreux, P., "Précis d'écologie". Ed. Presses universitaires de France, Paris, (1980), 231p.
101. Faurie, C. Ferra, C. et Medori, P., "Ecologie". Ed. J.B Bailliere, (1980), 168p
102. ONM., Office national de météorologie "Données climatique de Chlef", (2010).
103. Seltzer, P., "Climat de l'Algérie". Trav. Inst. Météophy., Globe de l'Algérie, Alger, (1946), 219p.
104. Hannachi, M.A., "Régime alimentaire de la genette *Genetta genetta* Linné, 1758 (Mammalia, Viverridae) à Tala Guilef (Parc National du Djurdjura)". Thèse Magister agro., Inst. nati. agro., El Harrach, (1998), 126 p.
105. ONM., Office national de météorologie "Données climatique de Chlef", (2005).
106. Faurie C., Ferra C. et Medori P., "Écologie".Ed. Baillière J.-B, Paris, (1984), 147 p.
107. Stewart, P., "Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique". Quelques réflexions. Bull. Docum. Inst. Nat. Agro. France : (1969), 24-25.
108. Ekbom, B. S. et Xu, R. M., "Sampling ang Spatial Patterns of Whiteflies.,. En D. Gerling (ed.), *Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management*. Intercept Ltd, Wimborne, UK. (1990), 107-121.
109. Ekbom, B. S., "Traps for the discovery of whitefly infestations and something about the color preference of *Encarsia formosa*". *Växtskyddsnotiser*, 44: (1980), 115-120.
110. Dowell, R. V. et Cherry, R. H., "Survey traps for parasitoids, and coccinellid predators of the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi*". *Entomol. exp. y Appl.*, 29: (1981), 356-362.
111. Katsoyannos, P., Ifantis, K., et Kontodimas, D. C., "Phenology, population trend and natural enemies of *Aleurothrixus floccosus* (Hom.: Aleyrodidae) at a newly invaded area in Athens, Greece". *Entomophaga*, 42: (1997) 619-628.
112. Jenkins, M. J. et. Roques A., "Attractiveness of Color Traps to *Strobilomyia spp.* (Diptera: Anthomyiidae)". *Environmental. Entomology.*,

- 22: (1993), 297-304.
113. Heinz, K. M., Parrella M. P et Newman. J. P., "Time-Efficient Use of Yellow Sticky Traps in Monitoring Insect Populations". J. Econ. Entomol., 85: (1992), 2263 - 2269.
 114. Meyerdirk, D. E. et Moreno, D. S., "Flight Behaviour and Color-trap Preference of *Parabemisia myricae* (Kuwana)(Homoptera:Aleyrodidae) in a Citrus orchard". Environmental Entomology, 13: (1984), 167-170.
 115. Pintureau B, "Les Hyménoptères parasitoïdes oophages d'Europe. Collection" Guide pratique, EdsQuae, (2010) 84p.
 116. Gauld, I.d.et Bolton, B, "The Hymenoptera. British Museum (Natural History)." – Oxford University Press, Oxford. (1988)
 117. Borror D. J. et White R. E, "A field guide to insects of North America » Peterson field guides series", ed. Houghton Mifflin Company. (1970)
 118. Noyes, J.S, "Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication" <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>. (2003)
 119. Townsend G.R. et Heuberger J.V, "Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments"- Plant Disease Report, vol. 24, (1943) 343-343.
 120. Agusti, M., S. Zaragoza, H. Bleiholder, L. Buhr, H. Hack, R. Klose y R. Stauss, "Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios (Gén. Citrus)". Levante Agrícola 3, (1995)189-199.
 121. Berkani, A. y B. Dridi, "Présence en Algérie de *Parabemisia myricae* Kuwana (Homoptera:Aleurodidae), espèce nuisible aux citrus". Fruits, 47: (1992) 539-540.
 122. Benassy, C., J. C. Onillon et A. Panis, "Etat des recherches sur les cochenilles et aleurodes des agrumes". Fruits, 28: (1973) 115-125.
 123. Onillon, J. C., E. Franco et P, Brun, "Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'homoptères aux agrumes. Estimation de la surface des feuilles des principales espèces d'agrumes cultivées en Corse". Fruit, 28:(1973) 37-38.
 124. Garrido, A., J. Tarancón, T. Busto et M. C. Martínez, "Repartición y estudio poblacional de *Aleurothrixus floccosus* Mask. a nivel del árbol y equilibrio con su parásito el *Cales noacki* How". An. INIA, Serv. Prot.

- Veg., 6: (1976) 89-121.
125. Carrero, J. M. et J. Tarancón, "Contribución al estudio de la biología de la mosca blanca de los agrios, *Aleurothrixus floccosus* Mask., en la región valenciana. II. Datos biológicos de campo". An. INIA. Ser. Prot. Veg., 9: (1979).93-105.
 126. Burgio, G. et G. Liota, "Introduction, Mass breeding and diffusion of indigenous and exotic natural enemies of *Aleurothrixus floccosus* (Mask). (Hom., Aletrodidae)". 1.- Statistical estimation of the leaf area of citrus lemon cv. Femminello comune. Redia, 66: (1983) 593-602.
 127. Abbassi, M, "Études relatives a *Aleurothrixus floccosus* Maskell et a son parasite spécifique *Cales noacki* Howard". Cah. Rech. Agron., 35: (1980) 77-157.
 128. Llorens J. M, "Introducción, Biología y Control de la Mosca Blanca de los Cítricos *Dialeurodes citri* (Homoptera, Aleyrodidae) en la provincia de Alicante". Tesis Doctoral, Univ. Politec. Valencia. España. (1994).
 129. Onillon J. C, "Les aleurodes. Biologie et méthodes de lutte". D'ef. Vég., 180: (1976) 189-199
 130. Barbagallo, S., S. Longo et C. Rapisarda, "White-flies and psyllids injurious to citrus",. En R. Cavalloro y E. D. Martino (eds.), Integrated Pest Control in citrus-groves. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands. (1986) 89-98
 131. Uygun, N., B. Ohnesorge, R. Ulusoy, " Two species of whiteflies on citrus in Eastern Mediteranean: *Parabemisia Myricae* (Kuwana) and *Dialeurodes citri* (Ashmead)". J. Appl. Ent., 110: (1990) 471-482.
 132. Alma A., A. Arzone y L. Travella. 1991. Biocenosi di *Dialeurodes citri* (Ashm.) in Piemonte (Rhynchota: Aleyrodidae), pp. 323-328. En proceedings of the Atti XVI Congr.Naz. Ital. Entomologia.
 133. Lloréns, J. M. y M. A, "Capilla. Evolución de la mosca blanca de los cítricos (*Dialeurodes citri* Ashmead), en la provincia de Alicante". Bol. San. Veg. Plagas, 20: (1994) 79-88.
 134. Boukhalfa, H. et Bonafonte, P., " Observations des populations de l'aleurode des Citrus, *Dialeurodes citri* ASHMEAD (Hom.Aleurodidae) dans la plaine de la Mitidja (Algérie), pendant la période hivernale et post-hivernale", Fruits, vol 34, n°1, (1979),43-52.
 135. Stapley J.H et Gayner F.C.A, Word crop protection pest and diseases.Illife books L.T.D. Ed.London T.I. (1965). p 180.

136. Mora-Morin, J, "Interrelation between Valencia Orange phenophases and citrus whitefly *Dialeurodes Citri* Population, CienciaTecnica en la Agriculrura". 10 (2): (1987). 27-36.
137. Chuine I. et Beaubien E.G., "Phenology is a major determinant of tree species range". Ecology letters 4: (2001) 500-510.
138. Bourgeois G. et Benoît D.L., "Modelling of early stages of six important weed species". Affiche présentée au 59th Annual CWSS Meeting, (2005) 27-30.
139. Khalaf M. Z., Hamd B. Sh Hassan., B.H., Salman A.H., Naher F.H. et Obaid R.H., "Host preference of jasmine whitefly *Aleuroclavajasmim*(Homoptera: Aleyrodidae) on citrus in south Baghdad orchards". Agric. Biol. J. N. Am., 1(4): (2010) 649-653.
140. Van Vliet A.J.H. et De Groot., "The European Phenology Network". International Journal of Biometeorology 47: (2003), 202-212.
141. Hance T., Van Baaren J., Vernoon P. et Boivin G., "Impact of temperature extremes on parasitoids in a climate change perspective". Annu. Rev. Entoml. 52: (2007) 107-126
142. Lenteren, J. C. Van et L. P. J. J. Noldus, "Whitefly-plant relationships: Behavioural and ecological aspects",. En D. Gerling (ed.), Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management. Intercept Ltd, Wimborne, UK. (1990). pp. 47-90
143. DeBach, P. y M. Rose, "Biological control of Woolly Whitefly". California Agriculture, (1976) 30: 4-7.
144. Chermiti, B., M. Dali, H. Messelmani y J. C. Onillon, "First observations on Population dynamics of *Parabemisia myricae* (Homopt.:Aleyrodidae) on citrus in Tunesia". Proc. Int. Soc. Citriculture, 3: (1992) 1247-1250.
145. Ulusoy, M. R.. Vatansever, G Erkılıç, L. Uygun N. "Studies on *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Homoptera, Aleyrodidae) and itsparasitoid, *Cales noacki* Howard (Hymenoptera, Aphelinidae) in the East MediterraneanRegion of Turkey".Journal of pest science., Volume 76, Issue 6, (December 2003) 163-169.
146. Liotta, G. "Introduzione in Sicilia della *Prospaltella lahorensis* How. (Hym.

- Aphelinidae) parassita specifico del *Dialeurodes citri* (Ashm.) (Hom. Aleyrodidae)". Atti Giornate Fitopat., 1: (1978) 231-236.
147. Brun P, "mouches blanches des agrumes et techniques de lutte utilisées en Corse CLAM" (1992), 1-6.
148. Ortu, S. "Osservazioni sul controllo biologico del *Dialeurodes citri* (Ashm.) in alcune aree della Sardegna". Estratto da "Studi Sassaresi" Sez. III - Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Sassari, 35: (1993). 173-182.
149. Yoldas, Z.; Öncüer, C. "An investigation on the colonization of *Encarsia lahorensis* (How.) an introduced parasitoid of the citrus whitefly, *Dialeurodescitri* (Ashm.)" in Izmir. Proceedings of the Second Turkish National Congress of Entomology. (1992)79-87.,
150. Argov, Y, Rössler, Y, Rosen, D, Voet, H, "Stability in the host-parasitoid relationship of *Dialeurodes citri* and *Encarsia lahorensis* in the citrus orchard. *BioControl*, 48, (2003) 637-657.
151. Orlinski A. D.; Bassova T. V. "Biological control of citrus whitefly *Dialeurodes citri* Ashmead [Hom.: Aleyrodidae] using *Encarsia lahorensis* Howard [Hym.: Aphelinidae] in countries of the former USSR. *Entomophaga*, , vol. 41, n° 3-4 (224 p.) (17 ref.), (1996) 493-503.
152. Onillon, - BTI, INRA Station de zoologie et de lutte biologique d'Antibes, pp : (1978) 332-333.
153. Saharaoui L., Gourreau J. M, "Les coccinelles d'Algérie: Inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptères, Coccinellidae)". *Bulletin de la Societe entomologique de France* 103 (3): (1998) 213-224.
154. Zoubiri N. E. H, "Inventaire et etude de quelques aspects ecologiques des coccinelles predatrices sur deux varietes de Citrus (oranger et citronnier) dans la region de Rouiba". Mémoire Ingénieur, Institut National Agronomique., El-Harrach, (1999) 57 p.
155. Akili A, "Inventaire des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) et étude de quelques paramètres bioécologiques des principales espèces recensées dans un verger d'orangers à Tizi-Ouzou". Mémoire d'ingénieur. Université Mouloud Mammeri, TiziOuzou, (2003) 121 p.
156. Bourayou S, "Coccinelles predatrices dans différentes stations agrumicoles en Mitidja". Mémoire d'ingénieur, Institut National

- Agronomique, El-Harrach, (2005) 116 p.
157. Baudry O, "Reconnaître les auxiliaires en vergers et vignes". Ed. Ctifl, Itv.(2011)
 158. Chinery M, "Insectes de France et d'Europe occidentale". Ed. Arthaudl. (1998).
 159. Perti G., "Les coccinelles de France". Phytoma (Avril 1986). p14-
 160. Gourreau J.-M., "Systématique de la tribu des *scymnini(coccinellidae)*". *Annales de zoologie, écologie animale*, numéro hors-série, I.N.R.A, Paris. (1974) 273 p.
 161. Coutanceau J.-P., "Liste taxonomique actualisée des Coléoptères Coccinellidae de France continentale et de Corse". *Harmonia*, **2** : (2009) 19-30.
 162. Didier B, "Le jardin naturel et ses habitants insectes **17** n°163 - (4), (2011) 17p.
 163. Galazzi, D. y N. Giorgio, "*Chrysoperla carnea*. Informatore Fitopatologico", 3: (1992) 25-30.
 164. Çaldumbide C, Faessel L, Le mann M., Travers M., Rat- Morris E., "Utilisation des boîtes d'hivernage pour la survie hivernale des *Chrysoperla affinis* en Maine et Loire". Mise au point d'un élevage *Chrysoperla affinis*". (2002).
 165. Canard, M. Mazel R. et Thierry, D, "Répartition des Chrysopes en France". Bull. de la Société entomologique de France, 111 (3) : (2006) 353-366.
 166. Priore, R., "*Dialeurodes citri* (Ashmead) (Homoptera: Aleyrodidae) in Campania". Boll. Lab. Entomol. Agrar. Filippo Silvestri. (1969) 27–316.
 167. Agekyan NG. "*Clitostethus arcuatus* Rossi (Coleoptera, Coccinellidae) A predator of citrus whitefly in Adzharia". *Entomologicheskoe-Obozrenie* 56(1): 1977) (31-33)
 168. Bathon, V.H., Pietrzik, J., "On the food consumption of *Clitostethus arcuatus* (Rossi) (Col.: Coccinellidae), a predator of *Aleurodes proletella* L. (Hom.: Aleyrodidae)". J. Appl. Entomol. 102, (1986) 321–326.
 169. Bellows, T. S., Paine JR. T. D. et Gerling. D, "Development, Survival, Longevity, and Fecundity of *Clitostethus arcuatus* (Coleoptera: Coccinellidae) on *Siphoninus phillyreae* (Homoptera: Aleyrodidae) in

- the Laboratory". *Environmental Entomology*, 21: (1992) 659-663.
170. Gerling, D., "Natural enemies of whiteflies: Predators and parasitoids. In: Gerling, D. (Ed.), *Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management*". Intercept, Hants, United Kingdom, pp. (1990) 147–185.
171. Basiri GH, Allahyari M, Fasihi MT. "Parasitoids and predators of citrus aleyrodids in south of Iran"., *Proceeding of the 16th Iranian Plant Protection Congress 28 August-1 September, Tabriz, Iran.*(2004) p 44
172. Loi, G. "Osservazioni eco-etologiche sul coleottero coccinellidae scimmino *Clitostethus arcuatus* (Rossi) predador di *Dialeurodes citri* (Ashm.) in Toscana". *Frustula Entomologica*, 1: (1978), 123-145
173. Gold, C. y Altieri, M. "The effects of intercropping and mixed varieties of predators and parasitoids of cassava whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) in Colombia". *Bull. Ent. Res.*, 79: (1989)115-121.
174. Hoelmer, K. A., L. S. Osborne y R. K. Yokomi, "Interactions of the whitefly predator *Delphastus pusillus* (Coleoptera:Coccinellidae) with parasitized sweetpotatoo whitefly (Homoptera:Aleyrodidae)". *Environmental Entomology*, 23: (1994) 136-139.
175. Liotta, G. "Osservazioni bio-etologiche su *Clitostethus arcuatus* (Rossi) (Col. Coccinellidae) in Sicilia". *Redia*, 64: (1981) 173-185.
176. Vacante, V. "La lotta guidata in agrumicoltura". *Informatore Fitopatologico*, 10: (1988) 17-32.
177. Rochefort S. Lalancette R., Labbé R. et Brodeur J., "Recherche et développement de biopesticides et pesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement" – Rapport final – Volet Entomologie, Projet PARDE # 3333.52.02.01, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP), (2006) 80p.
178. Iperiti G, Les coocinelles de France.*Phytoma*. Def. des cult.n° 377, (1986) 14-22.
179. belyea L. R.et Lancaster J. Assembly rules within a contingent ecology.*Oikos*, vol. 86, n°3, (1999), 402-416.
180. Leps, J., De Bello, F., Lavorel, S., et Berman, S, "Quantifying and

- interpreting functional diversity of natural communities: practical considerations matter". *Preslia*, 78, (2006-) 481-501.
181. Keddy P., Weiher E., 1999. *Ecological Assembly Rules: Perspectives, advances, retreats*. Eds, (Cambridge University Press, Cambridge).
182. Lavorel, S. et Garnier, E, "Predicting the effects of environmental changes on plant community composition and ecosystem functioning: revisiting the Holy Grail". *Functional Ecology*, 16, (2002) 545-556.
183. Simon S., Sauphanor B., Defrance H., Lauri P.E, "Manipulations des habitats du verger biologique et de son environnement pour le contrôle des bio-agresseurs. Des éléments pour la modulation des relations arbre-ravageurs-auxiliaires". *Innovations Agronomiques* (2009) 4, 125-134.
184. Doumandji-Mitiche B., Saharaoui L. et Zouaoui H, "Complexe parasitaire de la mineuse des agrumes *Phyllocnistiscitrella* Stainton dans le Sahel algérois (Lepidoptera : Gracillariidae)". CIFE Conférence Internationale Francophone d'Entomologie N°4, Saint-Malo, France, vol. 35, (1999) 379-383.
185. Boualem M., Villemant C. et Berkani A, "Présence en Algérie de trois nouveaux parasitoïdes (Hymenoptera, Eulophidae) de la Mineuse des agrumes, *Phyllocnistiscitrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae)". *Bulletin de la Société entomologique de France*, vol. 112, n°3, (2007) 381-386.
186. Monetti, L.N. et Fernandez, N.A, "Seasonal population dynamic of the European red mites (*Panonychus ulmi*) and its predator *Neoseiulus californicus* in a sprayed apple orchard in Argentina (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Acarologia*, 36,(1995) 325–331.
187. Stark C.H.E., Condron L.M., Stewart A., Di H.J. et O'Callaghan M, "Influence of organic and mineral amendments on soil microbial properties and processes". *Applied Soil Ecology*, 35: (2007) 79-93.
188. Cross, J.V. et Berrie A.M, "Effects of repeated foliar sprays of insecticides or fungicides on organophosphate-resistant strains of the orchard predatory mite *Typhlodromus pyri* on apple". *Crop Prot.*13 (1): (1994) 39-44.
189. Teixeira Alves M, "Des interactions indirectes entre les proies : modelisation et influence du comportement du predateur commun". Thèse de Doctorat, l'Université de Nice-Sophia Antipolis. (2013).

190. Snyder, W., et Ives A, Interactions between specialist and generalist natural enemies: parasitoids, predators, and pea aphid biocontrol. *Ecology* 84: (2003) 91–107.
191. Alrouechdi K, "Les Chrysopides (Neuroptera) en Oliveraie. Progress in World's Neuropterology" Gepp J-, H. Aspöck & H. Hölzle, (1984) 265 p.