

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie

THÈSE DE DOCTORAT
En Sciences Agronomiques

Spécialité : Biopesticides et Gestion Phytosanitaire

BIODIVERSITÉ ENTOMOLOGIQUE ET DYNAMIQUE DES GROUPES
FONCTIONNELS DANS QUELQUES VERGERS D'AGRUMES EN
ALGÉRIE

Par

Mr. Omar KHALADI

Devant le jury composé de :

L. ALLAL-BENFEKIH	Professeur, U.S.D. Blida 1	Président
A. GUENDOZ-BENRIMA	Professeur, U. S.D. Blida 1	Directrice de thèse
F. MARNICHE	Professeur, E.N.S.V. Alger	Examinatrice
K. MAHDI	Maître de conférences, U. Bouira	Examinatrice
D. BENDJOUDI	Maître de conférences, U. S.D. Blida1	Examineur
F.Z. BISSAAD	Professeur, U. Boumerdès	Examinatrice

Blida, 2020

RESUMÉ

Les vergers agrumicoles en Algérie, qui sont concentrés sur quinze wilayas, sont attaqués par plusieurs ravageurs qui peuvent les détruire complètement s'ils ne sont pas contrôlés. Pour les maîtriser, une connaissance de leurs dynamiques de populations ainsi que de leurs ennemis naturels est nécessaire.

L'objectif de notre travail est d'étudier la biodiversité des ravageurs des agrumes dans deux régions différentes, l'une située dans la plaine de Mitidja ; il s'agit de la région d'Oued El-Alleug à Blida, et l'autre à l'Est algérien dans la région d'El-Fedjoudj à Guelma. Nous sommes intéressés également par la recherche des ennemis naturels de ces ravageurs dans la région de Guelma qui n'a pas connu une étude pareille auparavant.

Nous avons réalisé un échantillonnage des feuilles, et placé des pièges d'attractions dans des vergers d'orangers (variété Thomson Navel) dans les deux régions. Le suivi temporel et spatial, avec la méthode d'échantillonnage des feuilles, a montré la présence de 18 ravageurs dans la région de Blida dont 9 espèces sont des cochenilles, deux espèces d'aleurodes, 4 espèces de pucerons, la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* et deux espèces d'acariens, alors que dans la région de Guelma, nous avons trouvé 15 ravageurs, dont 8 sont des cochenilles, deux espèces d'aleurodes, deux espèces de pucerons, la mineuse *Phyllocnistis citrella* et deux espèces d'acariens. Nous avons remarqué aussi que 12 ravageurs sont communs entre les deux régions d'étude. Dans la région d'Oued El-Alleug, la cochenille noire *Parlatoria ziziphi* était la plus abondante suivie par la cochenille *Aonidiella aurantii*, alors que dans la région d'El-Fedjoudj, c'est l'aleurode floconneux qui était le plus abondant suivi par la cochenille *Aonidiella aurantii*.

Les pièges d'attractions qui ont été placés dans la région de Guelma ont aidé à capturer d'autres ravageurs supplémentaires, qui sont : la cératite, des thrips, des cicadelles et des psylles.

La recherche aux auxiliaires dans la région de Guelma a montré la présence d'une gamme importante des ennemis naturels dont des parasitoïdes représentés par 58 genres avec 24 espèces identifiées appartenant aux 16 familles de l'ordre des hyménoptères et un groupe des prédateurs représenté principalement par des syrphes, des coccinelles, des névroptères et des punaises.

Mots clés: Orange; inventaire ; ravageurs; parasitoïdes; prédateurs; Blida; Guelma.

ABSTRACT

Citrus orchards in Algeria, which are concentrated in fifteen provinces, are attacked by several pests that can destroy them completely if they are not controlled. To master them, an understanding of their population dynamics as well as their natural enemies is necessary.

The objective of our work is to study the biodiversity of citrus pests in two different regions, one located at the Mitidja plain; it is the region of Oued El-Alleug in Blida, and the other in eastern Algeria in the region of El-Fedjoudj in Guelma. We are also interested in finding the natural enemies of these pests in the region of Guelma that did not have a similar study before.

We sampled the leaves, and placed attraction traps in orange orchards (Thomson variety) in both regions. The temporal and spatial monitoring, with the sampling method of the leaves, showed the presence of 18 pests in the region of Blida which are 9 species of scales, two species of whiteflies, 4 species of aphids, the leafminer *Phyllocnistis citrella* and two species of mites, while in the Guelma area, we found 15 pests, of which 8 are scale insects, two species of whiteflies, two species of aphids, the leafminer *Phyllocnistis citrella* and two mite species. We also noted that 12 pests are common between the two study areas. In the region of Oued El-Alleug, the black scale *Parlatoria ziziphi* was the most abundant, followed by the scale *Aonidiella aurantii*, while in the region of El-Fedjoudj, the woolly whitefly was the most abundant, followed by the scale *Aonidiella aurantii*.

The attraction traps that have been used in the Guelma area have helped to capture additional pests, which are: ceratitis, thrips, leafhoppers and psyllids.

Auxiliary research in the Guelma area has shown the presence of a large range of natural enemies including parasitoids which are represented by 58 genera with 24 confirmed species belonging to 16 families of the order Hymenoptera and a group of predators represented mainly by hover flies, ladybugs, neuropteran and bugs.

Keywords: Orange; inventory; pests; parasitoids; predators; Blida; Guelma.

ملخص

تتعرض بساتين الحمضيات في الجزائر، والتي تتركز في خمس عشرة ولاية، للهجوم من قبل العديد من الآفات التي يمكن أن تدمرها بالكامل إذا لم يتم السيطرة عليها. فلذلك من الضروري فهم ديناميكية عشائرها وكذلك أعدائها الطبيعيين.

الهدف من عملنا هذا هو دراسة التنوع البيولوجي لآفات الحمضيات في منطقتين مختلفتين، واحدة تقع في سهل المتيجة وهي منطقة وادي العليق في البلدية، والأخرى في شرق الجزائر في منطقة الفجوج في قالمة. نحن مهتمون أيضاً بإيجاد أعداء طبيعيين لهذه الآفات في منطقة قالمة و التي لم تعرف من قبل دراسة من هذا النوع.

أخذنا عينات من الأوراق، ووضعنا مصائد جذب في بساتين للبرتقال (صنف طومسون) في كلتا المنطقتين. أظهر الرصد الزمني والمكاني، بطريقة أخذ عينات من الأوراق، وجود 18 نوعاً من الآفات في منطقة البلدية من بينها 9 أنواع من الحشرات القشرية، نوعان من الذباب الأبيض، 4 أنواع من المن، وحفارة الأوراق *Phyllocnistis citrella* ونوعان من الحلم، بينما وجدنا في منطقة قالمة 15 نوعاً من الآفات، منها 8 حشرات قشرية، ونوعان من الذباب الأبيض، ونوعان من المن، وحفارة الأوراق *Phyllocnistis citrella* ونوعان من الحلم. لاحظنا أيضاً أن 12 من الآفات مشتركة بين منطقتي الدراسة. في منطقة وادي العليق، كانت الحشرة القشرية السوداء *Parlatoria ziziphi* الأكثر وفرة تليها الحشرة القشرية *Aonidiella aurantii*، بينما في منطقة الفجوج، كانت الذبابة البيضاء الزغبية الأكثر وفرة تليها الحشرة القشرية *Aonidiella aurantii*.

وقد ساعدت مصائد الجذب التي استخدمت في منطقة قالمة على التقاط آفات إضافية، وهي: ذبابة ثمار "فاكهة البحر الأبيض المتوسط، الترييس، نطاط أو قافز الأوراق، و البسيلا.

أظهرت الأبحاث حول الحشرات المساعدة في منطقة قالمة وجود مجموعة كبيرة من الأعداء الطبيعيين بما في ذلك أشباه الطفيليات الممثلة بـ 58 جنساً مع 24 نوعاً مؤكداً ينتمون إلى 16 عائلة من ترتيب Hymenoptera (الحشرات غشائية الأجنحة) ومجموعة من المفترسات الممثلة أساساً في ذباب السرفيد، الدعسوقات، الحشرات شبكيات الأجنحة والبق.

كلمات مفتاحية : البرتقال؛ جرد؛ الآفات؛ أشباه الطفيليات؛ المفترسات؛ البلدية؛ قالمة.

REMERCIEMENTS

Mes premiers remerciements s'adressent au DIEU de m'avoir donné la foi, la force, la patience, et le courage pour réaliser ce travail.

Mes reconnaissances vont s'adresser à ma promotrice le Professeur Guendouz-Benrima Atika, pour la qualité de son encadrement et ses orientations.

Mes vifs remerciements vont au Professeur Allal-Benfekih Leila qui me fait l'honneur de présider le jury de ma thèse. Je tiens également à remercier les Professeurs Marniche F., et Bissaad F.Z, et les Docteurs Mahdi K., et Bendjoudi D., qui ont accepté de participer à ce jury.

Je tiens à remercier aussi Docteur Boudalia S. et Docteur Ouchtati N., enseignants chercheurs à l'université de 8 mai 1945 de Guelma, pour les précieuses corrections apportées à ce manuscrit.

Je souhaite également exprimer ma gratitude au personnel du laboratoire d'entomologie à l'institut National de Recherche Agronomique de Tunis (INRAT) et surtout Professeur Boukhris-Bouhachem S. et les ingénieurs du laboratoire Souissi Rabha et Gayes Awatef pour leurs aides dans l'identification des parasitoïdes.

Je remercie aussi monsieur Imad Fareh, responsable de la protection des végétaux à la direction des services agricoles (DSA) de la wilaya de Guelma, pour son aide et sa disponibilité dans le choix des vergers et les contacts avec les agriculteurs.

Je remercie mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi. Je remercie mes sœurs et mes frères pour leurs encouragements. Je remercie aussi mon amour amira pour son soutien et encouragement.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance à monsieur Mahdjoubi Djillali pour son aide et sa disponibilité pour l'aboutissement de ce modeste travail. Enfin, je remercie aussi mes amis Hamid et Mahmoud.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	
INTRODUCTION	14
CHAPITRE 1 : APERÇU SUR LES AGRUMES	17
1.1. Généralités	17
1.2. Situation économique des agrumes	17
1.2.1. Dans le monde	17
1.2.2. En Algérie	19
1.3. Croissance végétative chez agrumes	19
1.4. Stades phénologiques	20
CHAPITRE 2 : APERÇU SUR QUELQUES RAVAGEURS DES AGRUMES	22
2.1. Insectes	22
2.1.1. Cochenilles	22
2.1.2. Aleurodes	28
2.1.3. Pucerons	29
2.1.4. Thrips	32
2.1.5. La mineuse des feuilles <i>Phyllocnistis citrella</i> (Stainton, 1856)	32
2.1.6. La mouche méditerranéenne des fruits (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann, 1824)	33
2.2. Acariens	33
2.3. Méthodes de suivi des populations des ravageurs et d'auxiliaires	34
CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES	37
3.1. Caractéristiques des régions d'étude	37
3.1.1. Situation géographique	37
3.1.1.1. Description de la Mitidja	37
3.1.1.1.1. Caractéristiques climatiques de la région de Mitidja	38
3.1.1.2. Description de la région de Guelma	39
3.1.1.2.1. Caractéristiques climatiques de la région de Guelma	40
3.2. Présentation des stations d'études	41
3.2.1. Oued El Alleug (BLIDA)	41
3.2.2. El Fedjoudj (GUELMA)	42
3.3. Méthodologie d'étude sur le terrain	44
3.3.1. Calendrier des sorties et plan d'échantillonnage	44
3.4. Identification des insectes au laboratoire	45
3.5. Traitement des données et exploitation des résultats	47

3.5.1. Indices écologiques	47
3.6. Analyses statistiques	49
3.6.1. Analyse de la variance	49
3.6.2. Corrélation de Spearman	49
3.6.3. Méthode statistique multivariée	50
CHAPITRE 4 : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS	51
4.1. Espèces d'insectes et d'acariens ravageurs trouvés dans la région d'Oued El Alleug à la wilaya de Blida (Avril 2013-Avril 2014)	51
4.1.1.1. Abondance relative et évolution temporelle des ravageurs trouvés	52
4.1.1.2. Cas des insectes	52
4.1.1.3. Cas des acariens	57
4.1.2. Répartition spatiale des espèces trouvées	58
4.1.2.1. Cas des insectes	58
4.1.2.2. Cas des acariens	62
4.1.3. Indices de diversités	63
4.1.3.1. La richesse spécifique	63
4.1.3.1.1. Évolution temporelle de la richesse spécifique	63
4.1.3.1.2. Évolution spatiale de la richesse spécifique en fonction des directions cardinales	63
4.1.3.2. L'indice de Shannon et de l'équitabilité	65
4.1.3.2.1. Évolution temporelle des deux indices dans les deux vergers	65
4.1.3.2.2. Évolution spatiale des deux indices en fonction des directions cardinales dans les deux vergers	67
4.1.4. Relation entre le pourcentage d'occupation des feuilles et le nombre moyen des ravageurs par feuille	67
4.2. Espèces d'insectes et d'acariens ravageurs trouvés dans la région d'El Fedjoudj à la wilaya de Guelma (janvier 2016-juin 2017)	69
4.2.1. Abondance relative des ordres des ravageurs trouvés	70
4.2.2. Abondance relative et évolution temporelle des espèces trouvées	71
4.2.2.1. Cas des insectes	71
4.2.2.2. Cas des acariens	74
4.2.3. Répartition spatiale des espèces trouvées	76
4.2.3.1. Cas des insectes	76
4.2.3.2. Cas des acariens	77
4.2.4. Indices de diversités	79
4.2.4.1. La richesse spécifique	79
4.2.4.1.1. Évolution temporelle de la richesse spécifique	79
4.2.4.1.2. Évolution spatiale de la richesse spécifique en fonction des directions cardinales	80
4.2.4.2. L'indice de Shannon et de l'équitabilité	82
4.2.4.2.1. Évolution temporelle des deux indices	82

4.2.4.2.2. Évolution spatiale des deux indices en fonction des directions cardinales	83
4.2.5. Relation entre le stade phénologique et l'apparition des espèces	84
4.2.5.1. Évaluation de la diversité en fonction des stades phénologiques	87
4.2.5.1.1. Richesse spécifique	87
4.2.5.1.2. L'indice de Shannon et de l'équitabilité	87
4.2.6. Relation entre le pourcentage d'occupation des feuilles par les ravageurs et leur nombre moyen par feuille	89
4.3. Résultats des pièges jaunes englués installés dans la région d'EL Fedjoudj (Guelma)	92
4.3.1. Composition taxonomique	92
4.3.2. Comparaison entre les abondances des espèces ravageuses	93
4.3.3. Relation entre l'apparition des espèces ravageuses capturées par piège et les stades phénologiques du verger d'agrume	94
4.3.4. Inventaire des parasitoïdes et prédateurs	96
4.3.4.1. Résultats par familles	96
4.3.4.1.1. Évolution temporelle des différentes familles d'hyménoptères et de prédateurs trouvés	97
4.3.4.2. Prédateurs et parasitoïdes identifiés :	99
CHAPITRE 5 : DISCUSSION GÉNÉRALE	105
5.1. Diversité et évolution spatio-temporelle des ravageurs dans les deux régions d'études	105
5.2. Parasitoïdes et prédateurs trouvés dans la région de Guelma	119
CONCLUSION	126
APPENDICE (A ₁)	129
APPENDICE (A ₂)	130
APPENDICE B	131
APPENDICE C	132
RÉFÉRENCES	133

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 2.1	Photographie de <i>Parlatoria ziziphi</i>	23
Figure 2.2	<i>Parlatoria pergandii</i> sur fruit	24
Figure 2.3	Photographie d' <i>Aonidiella aurantii</i>	25
Figure 2.4	<i>Coccus viridis</i> sur feuilles et rameaux	26
Figure 2.5	Quelques espèces de cochenilles des agrumes	27
Figure 2.6	Adultes d' <i>Aleurothrixus floccosus</i> (à gauche) et leurs larves avec du miellat (à droite)	28
Figure 2.7	Adultes de <i>Dialeurodes citri</i> (à gauche) et leurs larves (à droite)	29
Figure 2.8	Photographie d' <i>Aphis gossypii</i>	30
Figure 2.9	Photographie d'individus aptères et ailés d' <i>Aphis spiraecola</i>	31
Figure 2.10	<i>Myzus persicae</i> sur feuille	32
Figure 2.11	Piège d'interception ou le pot Barber	35
Figure 2.12	Piège attractif ou plateau coloré, au sol et à 1 m	36
Figure 3.1	Limites géographiques de la Mitidja	37
Figure 3.2	Limites géographiques de la région de Guelma	40
Figure 3.3	Situation géographique des deux vergers d'étude à Oued El Alleug (Blida)	42
Figure 3.4	Situation géographique du verger d'étude à la commune d'El Fedjoudj (Guelma)	43
Figure 3.5	Exemple de quelques caractères alaires d'identification de certains parasitoïdes des pucerons (Aphidiinae)	46
Figure 4.1	Évolution temporelle globale des différentes cochenilles, aleurodes et la mineuse des agrumes dans les deux vergers d'Oued El Alleug (Moyenne \pm Erreur standard)	54
Figure 4.2	Évolution temporelle globale des différentes espèces de pucerons trouvées dans les deux vergers d'Oued El Alleug (Moyenne \pm Erreur standard)	55

Figure 4.3	Évolution temporelle de la cochenille <i>Parlatoria ziziphi</i> dans les deux vergers d'Oued El Alleug (Moyenne \pm Erreur standard)	56
Figure 4.4	Évolution temporelle des effectifs d'acariens trouvés dans les deux vergers d'Oued El Alleug	57
Figure 4.5	Répartition spatiale globale des effectifs totaux des insectes trouvés en fonction des directions cardinales dans la région d'Oued El Alleug	58
Figure 4.6	Analyse factorielle des correspondances des effectifs totaux des espèces d'insectes en fonction des directions cardinales dans les deux vergers d'Oued El Alleug	60
Figure 4.7	Classification ascendante hiérarchique (CAH) des effectifs totaux des espèces d'insectes en fonction des directions cardinales dans les deux vergers d'Oued El Alleug	61
Figure 4.8	Répartition spatiale des deux acariens trouvés en fonction des directions cardinales dans les deux vergers d'Oued El Alleug	62
Figure 4.9	Évolution temporelle du nombre d'espèces dans les deux vergers d'Oued El Alleug	63
Figure 4.10	Relation temporelle entre le pourcentage des feuilles occupées par <i>Parlatoria ziziphi</i> et son nombre moyen par feuille dans les deux vergers d'Oued El Alleug	68
Figure 4.11	Évolution temporelle des différentes cochenilles, pucerons et la mineuse des feuilles des agrumes dans la région d'El Fedjoudj (Moyenne \pm Erreur standard)	72
Figure 4.12	Évolution temporelle des deux espèces d'aleurodes trouvées dans la région d'El Fedjoudj (Moyenne \pm Erreur standard)	73
Figure 4.13	Évolution temporelle de l'acarien jaune <i>T. urticae</i> et ses œufs dans la région d'El Fedjoudj (Moyenne \pm Erreur standard)	75
Figure 4.14	Évolution temporelle de l'acarien rouge <i>P. citri</i> et ses œufs dans la région d'El Fedjoudj (Moyenne \pm Erreur standard)	75
Figure 4.15	Répartition globale des effectifs totaux des espèces d'insectes trouvés dans les différentes directions cardinales dans la région d'El Fedjoudj	76
Figure 4.16	Analyse factorielle des correspondances des effectifs totaux des espèces d'insectes trouvés en fonction des directions cardinales dans la région d'El Fedjoudj	77

Figure 4.17	Répartition globale des effectifs totaux des espèces d'acariens trouvés en fonction des directions cardinales dans la région d'El Fedjoudj	78
Figure 4.18	Analyse factorielle des correspondances des effectifs totaux des acariens trouvés en fonction des directions cardinales dans la région d'El Fedjoudj	79
Figure 4.19	Analyse factorielle des correspondances des effectifs totaux des espèces en fonction de la période d'apparition et le stade phénologique du verger d'oranger dans la région d'El Fedjoudj	85
Figure 4.20	Classification ascendante hiérarchique (CAH) des effectifs totaux des espèces trouvées en fonction de la période d'apparition et le stade phénologique du verger d'oranger dans la région d'El Fedjoudj	86
Figure 4.21	Relation temporelle entre le pourcentage des feuilles occupées par <i>Aonidiella aurantii</i> et son nombre moyen par feuille dans la région d'El Fedjoudj	90
Figure 4.22	Relation temporelle entre le pourcentage des feuilles occupées par les larves d' <i>Aleurothrixus floccosus</i> et son nombre moyen par feuille dans la région d'El Fedjoudj	90
Figure 4.23	Relation temporelle entre le pourcentage des feuilles occupées par <i>Panonychus citri</i> et son nombre moyen par feuille dans la région d'El Fedjoudj	91
Figure 4.24	Relation temporelle entre le pourcentage des feuilles occupées par <i>Tetranychus urticae</i> et son nombre moyen par feuille dans la région d'El Fedjoudj	91
Figure 4.25	Abondance spécifique au niveau du verger d'étude dans la région d'El Fedjoudj	92
Figure 4.26	Évolution temporelle de l'abondance globale des espèces au niveau du verger d'étude dans la région d'El Fedjoudj	93
Figure 4.27 :	Comparaison entre les abondances des thrips, aleurodes, cicadelle verte et les pucerons trouvés dans le verger d'étude d'El Fedjoudj	94
Figure 4.28	Développement annuel et fluctuations des populations capturées durant l'année 2016 et 2017 dans la région d'El Fedjoudj (a : effectifs > 80 ; b : effectifs < 80)	95
Figure 4.29	Évolution temporelle des effectifs totaux des différentes familles d'hyménoptères capturées dans la région d'El Fedjoudj	98

Figure 4.30	Évolution temporelle des effectifs totaux des différents groupes de prédateurs capturés dans la région d'El Fedjoudj	98
Tableau 1.1	Production mondiale d'orange	18
Tableau 1.2	Clé d'identification des stades phénologiques des agrumes	20
Tableau 4.1	Liste des espèces d'insectes et d'acariens ravageurs rencontrées dans la région d'Oued El Alleug	51
Tableau 4.2	Abondances relatives des insectes dans les deux vergers d'Oued El-Alleug	52
Tableau 4.3	Richesse spécifique détaillée par direction dans le premier verger d'Oued El Alleug	64
Tableau 4.4	Richesse spécifique détaillée par direction dans le deuxième verger d'Oued El Alleug	64
Tableau 4.5	Indice de similarité de Jaccard entre les directions cardinales du premier verger de la région d'Oued El Alleug	65
Tableau 4.6	Indice de similarité de Jaccard entre les directions cardinales du deuxième verger de la région d'Oued El Alleug	65
Tableau 4.7	Variation temporelle des indices de diversité de Shannon et de l'équitabilité dans les deux vergers d'Oued El Alleug	66
Tableau 4.8	Indices de Shannon et d'équitabilité dans les deux vergers d'Oued El Alleug en fonction des directions cardinales	67
Tableau 4.9	Liste des ravageurs identifiés dans la région d'El Fedjoudj	69
Tableau 4.10	Abondances relatives des différents ordres trouvés dans la région d'El Fedjoudj	70
Tableau 4.11	Abondances des insectes trouvés dans la région d'El Fedjoudj	71
Tableau 4.12	Abondances relatives et effectifs totaux des acariens trouvés dans la région d'El Fedjoudj	74
Tableau 4.13	Richesse spécifique temporelle dans la région d'El Fedjoudj	80
Tableau 4.14	Richesse spécifique détaillée par direction dans la région d'El Fedjoudj	81
Tableau 4.15	Indice de similarité de Jaccard entre directions cardinales dans la région d'El Fedjoudj	81

Tableau 4.16	Évaluation de la biodiversité temporelle dans la région d'El Fedjoudj	82
Tableau 4.17	Évaluation de la diversité spatiale dans la canopée des arbres dans la région d'El Fedjoudj	83
Tableau 4.18	Les différents stades phénologiques notés au cours du temps	84
Tableau 4.19	Effectifs totaux de l'acarien rouge <i>P. citri</i> en fonction des différents stades phénologiques	86
Tableau 4.20	La richesse spécifique en fonction des stades phénologiques	87
Tableau 4.21	Évaluation de l'indice de Shannon et de l'équitabilité en fonction :	88
Tableau 4.22	Abondances relatives des différentes familles des parasitoïdes hyménoptères capturées par pièges jaunes dans la région d'El Fedjoudj	96
Tableau 4.23	Abondance relatives des différents groupes de prédateurs capturés par pièges jaunes dans la région d'El Fedjoudj	97
Tableau 4.24	Liste des espèces parasitoïdes capturées par pièges jaunes	100
Tableau 4.25	Liste des prédateurs capturés par pièges jaunes	104
Tableau 4.26	Punaises capturées par pièges jaunes	104

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Il y a plus de six millions d'espèces d'insectes identifiées dans le monde, et environ dix millions n'ont pas encore été décrites. Parmi ceux-ci, probablement pas plus d'environ 0,5% interagissent directement ou indirectement avec l'homme. Environ 3000 espèces constituent des organismes nuisibles qui, conjointement avec d'autres organismes, causent des dommages importants aux produits et biens agricoles. Historiquement, les agriculteurs ont dû faire concurrence aux insectes nuisibles pour les produits de culture destinés à l'alimentation humaine et aussi à l'alimentation des animaux [1].

Selon Crowder et Jabbour [2], l'intensification de l'agriculture, tout en produisant plus de cultures, a généralement des effets néfastes sur la biodiversité. Cependant, les systèmes agricoles intensifiés ont souvent moins de parasites que les systèmes plus «écologiques», ce qui serait principalement dû à l'utilisation non raisonnée de pesticides dans les exploitations intensives.

D'après Overmars *et al.* [3] et Patarkalashvili [4], la biodiversité est une propriété vitale des systèmes écologiques. Il est généralement expliqué comme une variété de toutes les formes de vie dans les écosystèmes.

Dans un agro-écosystème, la connaissance de la biodiversité est importante, elle aide les agriculteurs à adapter leurs systèmes de culture aux micro-niches écologiques locales, afin de répondre aux besoins alimentaires et de les protéger contre les parasites. Les informations géographiques sur la biodiversité sont utiles et cruciales aussi pour comprendre les services fournis par la nature et leurs changements potentiels [5].

En général, le groupe d'insectes représenté par les papillons de nuit (Noctuelles) est le plus dommageable pour les cultures dans le monde, suivi par les coléoptères, vient ensuite le groupe d'insectes porteurs (vecteurs) d'agents pathogènes (virus, mycoplasmes, bactéries et champignons); parmi lesquels les insectes suceurs de sève [1].

Les plantes fruitières constituent un élément essentiel de toute société agro-économique [6]. Parmi ces plantes, les agrumes; tels que le citronnier, le mandarinier, l'oranger, le tangerinier, le pamplemoussier et le citronnier vert qui sont couramment cultivés dans le monde entier, et qui présentent de nombreux avantages pour la santé humaine et servent également de matières premières dans plusieurs agro-industries [7].

En 2010, la production d'agrumes dans le monde était estimée à 122,5 millions de tonnes, soit 8,7 millions d'acres cultivés, et les oranges représentaient 50 à 60% de la production totale et de la superficie totale récoltée [8]. Durant la campagne 2016/2017, la production mondiale a baissé jusqu'à 86,7 millions de tonnes, où la chine était le premier producteur dans le monde avec une part de 34% et un volume de 29,5 millions de tonnes, suivie par le Brésil puis l'Union Européenne [9].

Dans le bassin méditerranéen, les agrumes sont cultivés depuis des siècles [10], ils sont attaqués par plusieurs bioagresseurs qui réduisent leurs productions annuelles. Selon Tena et Garcia-Marí [11] les ravageurs et les maladies des agrumes sont similaires dans les différents pays producteurs du bassin méditerranéen, cependant, leur importance relative varie selon les pays et évolue au fil des années. Parmi les ravageurs, on trouve des acariens, des thrips, la mouche méditerranéenne des fruits, la mineuse des feuilles et des espèces d'hémiptères [12-16]. Les espèces de ce dernier groupe sont nombreuses, à titre d'exemple, nous trouvons des mouches blanches [17, 18], des pucerons [19, 20], des cochenilles [21, 22] et des cicadelles [23].

En Algérie, les terres utilisées pour la culture des agrumes sont parmi les plus riches du pays. Les zones de l'ouest sont rassemblées dans des périmètres irrigués. Au centre un bon pourcentage est concentré hors des périmètres irrigués, alors que pour l'Est, une occupation appréciable dans les périmètres irrigués de Skikda, Annaba et Guelma [24]. Ces vergers sont cibles d'attaques de plusieurs ravageurs qui peuvent détruire complètement les arbres contaminés, s'ils ne sont pas contrôlés. Selon Kindlmann et Dixon [25], la connaissance de la dynamique des populations de ces bioagresseurs est essentielle pour protéger cette culture. Dans ce contexte, plusieurs études ont été réalisées sur ces ravageurs à l'ouest algérien [26] et à la plaine de Mitidja [27-31]. Alors qu'à l'Est algérien, et à notre connaissance, peu

d'études sur ces ravageurs ont été réalisées, à l'exception de celle de Lebbal et Laamari à Skikda [19].

C'est dans cet optique que s'intègre l'objet de notre thèse de doctorat qui s'intéresse à amener d'autres données sur les ravageurs dans deux régions distinctes en Algérie : *i)* La région de la Mitidja, plus exactement dans Oued EL-Alleug à Blida, et *ii)* La région d'El-Fedjoudj à Guelma, qui se situe à l'Est algérien et qui n'a pas connu une étude de ce genre auparavant. Pour cela, un suivi spatio-temporel a été réalisé dans des vergers d'orangers (variété Thomson) dans ces deux régions.

Pour limiter les dommages causés par ces ravageurs, la recherche aux ennemis naturels, tels que les prédateurs, les parasitoïdes est utile et cruciale. Dans cette étude, nous allons nous intéresser aussi à la recherche de ces auxiliaires dans la région de Guelma qui reste toujours une région vierge et méconnue dans ce domaine.

Cette thèse est scindée en 5 parties. Les deux premiers chapitres traiteront de généralités bibliographiques sur les agrumes et leurs principaux ravageurs.

Dans le troisième chapitre, une caractérisation des régions d'études et une présentation de la méthodologie utilisée (échantillonnage, identification au laboratoire des différents ravageurs trouvés et aussi leurs auxiliaires, analyses statistiques) ont été décrites. Le quatrième chapitre traitera les résultats de l'inventaire des ravageurs dans les deux régions et les auxiliaires de la région de Guelma, ainsi que leurs abondances spatio-temporelles. Dans le cinquième chapitre, une discussion des résultats obtenus, suivie d'une conclusion et perspectives viennent clôturer le manuscrit.

CHAPITRE 1
APERÇU SUR LES AGRUMES

CHAPITRE 1 : APERÇU SUR LES AGRUMES

1.1. Généralités

D'après Tanaka [32] et Loussert [33], la principale aire d'origine des agrumes se situe sous une ligne allant du Nord-est de l'Inde au Nord de la Birmanie et au Sud de l'île de Hainan. Ils sont divisés en trois genres botaniques : *Citrus* (citronnier, oranger, pamplemoussier, clémentinier, etc....), *Poncirus* (citronnier épineux) et *Fortunella* (kumquat), ils appartiennent à la famille des Rutaceae, à la sous-famille des Aurantioidae, à la Tribu des Citrea et à la sous-tribu des Citrinae [34].

Selon Bachès et Bénédicte [35], les citrons et les bigarades (oranges amères) furent vraisemblablement introduits par les Arabes, qui les répandirent à partir du VIII^e siècle jusqu'en Afrique du nord et en Espagne, d'où ils gagnèrent tout le pourtour méditerranéen, grâce au gré des conquêtes et des échanges commerciaux et grâce à leurs grandes facultés d'adaptation.

1.2. Situation économique des agrumes

1.2.1. Dans le monde

Les productions d'agrumes proviennent essentiellement des régions méditerranéennes et tropicales. En 1988, la superficie totale plantée en agrumes a été évaluée à plus de 3 millions d'hectares réparties sur une aire très large et située approximativement entre les 40° de latitudes Nord et Sud tout autour du Monde [36]. Les agrumes sont donc de nos jours implantés dans toutes les zones du monde où leur production est possible. Les pays producteurs forment une ceinture terrestre entre le 40^{ème} parallèle Nord et Sud.

La Chine est le premier producteur d'agrumes dans le monde avec une part de 34% et un volume de 29,5 millions de tonnes durant la campagne 2016/2017, elle est suivie par le Brésil avec une part de 22%. L'Union Européenne arrive au 3^{ème} rang suivie par le Mexique et les États-Unis. Le Maroc occupe le septième rang, suivi par la Turquie avec une part de 1,6% [9].

Pour la production des oranges, le Brésil est le premier producteur dans le monde avec plus de 20 millions de tonnes selon les statistiques d'USDA (Unites States Department of Agriculture). La Chine se classe en deuxième position suivie par

l'Union Européenne en troisième position avec 7 millions et plus de 6 millions respectivement, le reste du classement est mentionné dans le tableau 1.1 [9].

Tableau 1.1 : Production mondiale d'orange [9]

Pays	Production (x 1000 tons 2016/2017)
Brésil	20890
Chine	7000
Union européenne	6778
Mexique	4640
États Unis	4616
Egypte	3000
Turquie	1850
Afrique du SUD	1363
Maroc	1037
Viêtnam	635
Australie	480
Argentine	700
Costa Rica	322
Guatemala	175
Israël	81
Autres	161

1.2.2. En Algérie

L'Algérie est l'un des pays producteurs d'agrumes du bassin Méditerranéen. Sa superficie agrumicole globale atteint 56 640 ha, et est répartie de façon hétérogène sur l'ensemble du pays [37]. Selon Biche [38], la région centre, considérée comme la plus importante et représentée par la plaine de la Mitidja (44%), suivie par Haba (Mascara) (25%), puis le périmètre Bouna moussa et la plaine de Saf Saf (Skikda) (16%) et enfin le périmètre de la Mina et bas Chéllif (14%).

Les agrumes d'origine algérienne ont été dans le passé, les fruits les plus demandés à l'échelle du bassin méditerranéen. Le vieillissement des vergers, les remontées de sel dans certaines régions et la faible pluviométrie ont été les causes les plus importantes des baisses de rendements. Après une période d'absence sur le marché international, une politique nationale favorisant la mise en valeur du système agricole sous forme du programme national de développement agricole a permis de redonner à cette culture un nouveau souffle par l'augmentation des superficies de plusieurs variétés. Ceci a permis aux agrumiculteurs d'augmenter la production et d'améliorer la qualité des fruits par l'acquisition de nouvelles techniques [39].

1.3. Croissance végétative chez agrumes

Elle se manifeste sur les jeunes ramifications (rameaux) dites poussées de sève au cours des trois périodes suivantes :

- La première poussée de sève de printemps ; (de la fin février au début mai), les ramifications s'allongent et développent de jeunes feuilles de coloration vert clair, très distinctes des autres feuilles plus âgées colorées en vert sombre. Sur ces nouvelles ramifications apparaissent, en Avril- Mai, les pousses fructifères (boutons floraux, puis fleurs) [33].
- La deuxième poussée de sève d'été ; (courant Juillet-Août) plus ou moins vigoureuse suivant les températures, les irrigations et la vigueur des arbres. Cette poussée de sève est en général moins importante que les pousses de printemps et d'automne [33].
- La troisième poussée de sève d'automne ; (d'octobre à la fin novembre), elle assure en partie le renouvellement du feuillage [33].

1.4. Stades phénologiques

Les agrumes sont des espèces fruitières à feuilles persistantes, le cycle de vie de cet arbre débute par une phase de dormance suivie par une phase de débourrement où il y'a le gonflement des bourgeons et le développement des feuilles suivies par une phase de floraison (début, pleine et fin). Le tableau 1.2 récapitule les différents stades phénologiques selon l'échelle BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt et Chemische industrie) établie par Agusti *et al.* [40].

Tableau 1.2 : Clé d'identification des stades phénologiques des agrumes [40]

Stade de croissance	Code	Interprétation
0 : Dormance	00	Début de dormance.
	01	Début du gonflement des bourgeons.
	09	Début du débourrement (les extrémités des feuilles visibles).
1: Développement des feuilles	10	Séparation des premières feuilles.
	11	Les premières feuilles sont visibles.
	15	D'autres feuilles sont visibles mais n'ont pas encore atteint leur taille finale.
	19	Les premières feuilles complètement développées.
3: Développement des pousses	31	Début de la croissance des pousses.
	32	Les pousses ont atteint d'environ 20% de la longueur finale.
	39	Les pousses ont atteint environ 90% de leur taille finale.
5 : Apparition de l'inflorescence	51	Gonflement des bourgeons de l'inflorescence.
	55	Les fleurs sont visibles mais encore fermées.
	57	Les sépales sont ouverts: la pointe des pétales, toujours fermés et visible.
	59	La plupart des fleurs avec des pétales formant une boule creuse
6 : Floraison	60	Les premières fleurs sont ouvertes.
	61	Début floraison : environ 10% des fleurs sont ouvertes.
	65	Pleine floraison: environ 50% des fleurs sont ouvertes.
	69	Fin floraison (tous les pétales sont tombés).
7 : Apparition de l'inflorescence	71	Nouaison du fruit : début du grossissement de l'ovaire, début de la chute de jeunes fruits.
	73	Quelques fruits jaunissent : début de la chute physiologique des fruits.
	79	Le fruit a atteint environ 90% de sa taille finale.
8 : Maturation du fruit et de la graine	81	Début de la coloration du fruit (changement de couleur).
	83	Le fruit est assez mûr pour être cueilli, bien qu'il

		n'a pas encore atteint la couleur spécifique à la variété.
	89	Le fruit a atteint la maturité demandée pour la consommation avec son goût et sa consistance caractéristique.
9 : Sénescence, début de la dormance	91	Fin de la croissance des tiges; le feuillage est entièrement vert.
	93	Les vieilles feuilles débutent leur sénescence et commencent à chuter
	97	Période de dormance hivernal

CHAPITRE 2

APERÇU SUR QUELQUES RAVAGEURS DES
AGRUMES

CHAPITRE 2 : APERÇU SUR QUELQUES RAVAGEURS DES AGRUMES

La très grande diffusion des agrumes dans le monde, de l'Est à l'Ouest, du Nord au Sud, sous des climats extrêmement différents, chauds et humides, sous les tropiques chaud et sec en Californie, ou au Proche-Orient, ou encore tempérés en Espagne, fait que le nombre d'espèces animales se développant, se nourrissant au détriment des agrumes est extrêmement important et varié [34].

Selon Biche [38], la culture d'agrumes est très sensible aux maladies cryptogamiques, et aussi à beaucoup de ravageurs, qui causent des dégâts énormes et influent sur la rentabilité des vergers d'agrumes algériens surtout au niveau des zones où les productions arboricoles sont importantes.

En Algérie, les principaux ravageurs des agrumes sont les cochenilles, la mouche des fruits, les acariens, les aleurodes et les pucerons. Certains entre eux entraînent des déformations des feuilles et des fruits, d'autres secrètent des substances qui peuvent attirer des fourmis et provoquent la formation et l'installation de la fumagine [38].

2.1. Insectes

2.1.1. Cochenilles

La faune des cochenilles nuisibles aux agrumes est représentée par un ensemble d'espèces communes, toujours présentes, à laquelle s'ajoute selon les pays, quelques espèces où habituellement, l'une d'entre elles prédomine à l'échelle plus ou moins locale.

On peut classer les cochenilles en trois catégories : les cochenilles farineuses (famille des Pseudococcidae), les cochenilles à bouclier (famille des Diaspididae) et les cochenilles à carapace (famille des Coccidae), ce sont des grandes familles de la superfamille des Coccoidea, à l'ordre des hémiptères et au sous-ordre des Sternorrhyncha [41]. Ces deux dernières, sont souvent regroupées sous le terme de cochenille à coque.

La famille des Margarodidae fait partie également de la superfamille des Coccoidea mais elle est moins connue car un seul de ces représentants y est présent [41].

Elles constituent un groupe de ravageurs particulièrement dangereux pour les agrumes, tant par les dépréciations qu'elles causent aux fruits, que par les affaiblissements qu'elles entraînent sur les arbres où elles pullulent [33]. On cite parmi ces cochenilles:

- Le pou noir de l'oranger (*Parlatoria ziziphi*. Lucas, 1853)

P. ziziphi ou pou noir de l'oranger ne vit que sur les *citrus*. Le bouclier de la femelle est noir brillant, sub-rectangulaire et mesure 1,3 à 1,4 mm. Il est prolongé par une membrane blanchâtre débordante [42]. Le pou noir colonise les feuilles, les branches et les fruits (Figure 2.1).

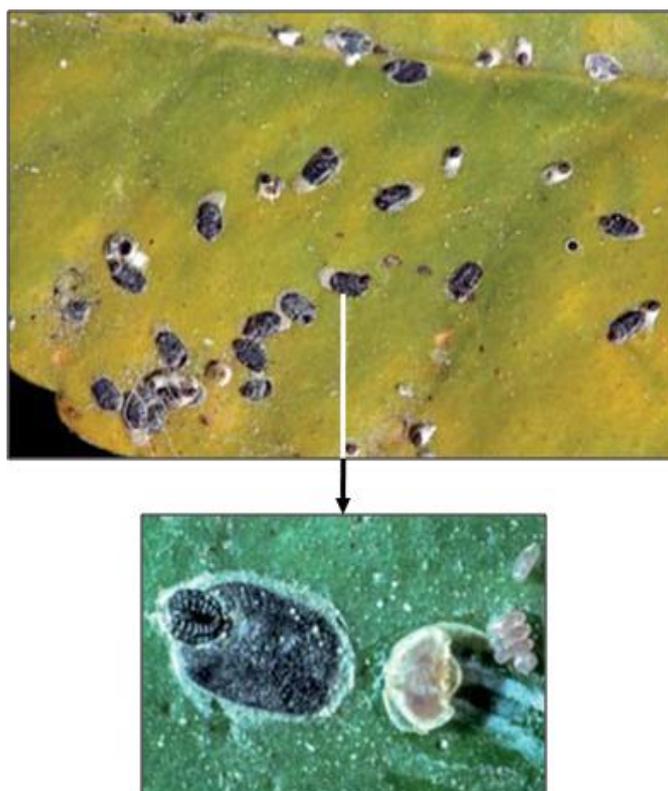


Figure 2.1: Photographie de *Parlatoria ziziphi* [43]

P. ziziphi est une espèce, à générations chevauchantes, où les individus à tous stades de développement peuvent être observés durant toute l'année [44].

La durée d'évolution d'une génération s'allonge sous l'action de basses températures, provoquant une diapause¹ hivernale, soit des hautes températures provoquant une quiescence² [46].

➤ Le pou gris de l'oranger (*Parlatoria pergandii* Comstock, 1881)

Ce ravageur présent dans la majeure partie des pays agrumicoles de la région méditerranéenne, se rencontre principalement dans les orangeries mal entretenues. Il se développe sur toutes les parties de l'arbre, allant jusqu'à créer de véritables encroûtements sur les branches où il se confond avec la couleur de l'écorce.

Cette cochenille très polyphage, peut lors de graves infestations, endommager les fruits sur lesquelles elle marque son passage par des taches claires qui tranchent sur la couleur orangée de l'épiderme. Elle développe 3 générations par an sur les citrus (Figure 2.2) [43].



Figure 2.2: *Parlatoria pergandii* sur fruit [43]

¹ **Diapause**, Phénomène se caractérise par un arrêt de développement obligatoire survenant alors que les conditions écologiques sont encore favorables. Il ne reprendra que si l'organisme a été exposé à une intensité suffisante au facteur défavorable auquel la diapause permet de résister. (45. Ramade, F., 2008. Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Paris: DUNOD; 726.)

² **Quiescence**, État d'arrêt temporaire du développement d'un invertébré provoqué par la venue de conditions écologiques défavorables. L'activité d'un organisme en quiescence reprend immédiatement quand les paramètres abiotiques redeviennent favorables (45. Ibid.)

➤ Le pou rouge de Californie (*Aonidiella aurantii* Maskell, 1879)

Le pou de Californie, *Aonidiella aurantii*, est considéré comme le ravageur clé des agrumes au niveau mondial [47]. Bien que sa répartition ne soit pas généralisée en régions méditerranéennes, il cause de graves dommages et déprécie fortement en quantité et en qualité les productions des arbres dans les pays où il est présent [48]. De plus, c'est un ravageur particulièrement difficile à combattre, par ce qu'il est très polyphage et il se localise sur toutes les parties de l'arbre (Figure 2.3) [49]. S'il n'est pas combattu efficacement, il est capable d'entraîner le dessèchement complet des arbres contaminés de deux à trois années [48].



Figure 2.3: Photographie d'*Aonidiella aurantii* [43]

➤ *Coccus viridis* (Green, 1889)

Cette cochenille se trouve souvent le long de la nervure principale de la feuille et près des extrémités des pousses vertes (Figure 2.4). Elle se nourrit du phloème de la plante hôte. Les dommages dus à l'alimentation individuelle sont faibles. Cependant, lorsque des populations importantes sont présentes, la défoliation, la réduction de la nouaison et la perte de vigueur de la plante sont causées par le jaunissement. Ce ravageur est particulièrement dommageable pour les jeunes arbres dans les deux premières années après la transplantation [50].

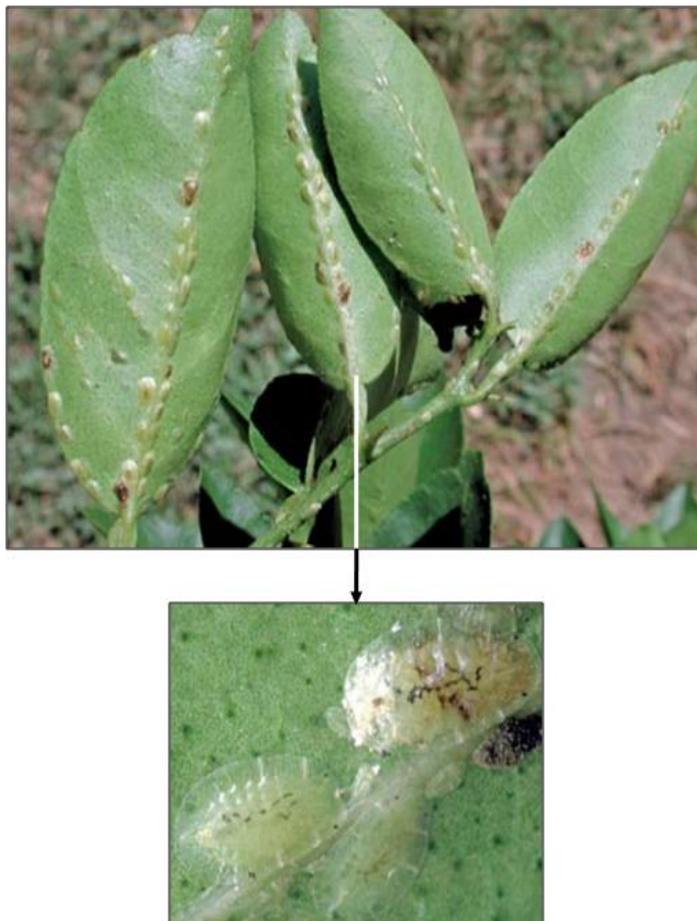


Figure 2.4: *Coccus viridis* sur feuilles et rameaux [43]

D'après Garcia-Mari [43], on trouve aussi d'autres espèces de cochenilles comme :

- Cochenille virgule (*Lepidosaphes bekii* Newman, 1869);
- Cochenille serpette (*Lepidosaphes gloverii* Packard, 1869) ;
- *Coccus pseudomagnoliarum* (Kuwana, 1914) ;
- *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan, 1889) ;
- *Saissetia olea* (Olivier, 1791) ;
- *Ceroplastes floridensis* (Comstock, 1881) ;
- *Icerya purchasi* (Maskell, 1879) ;
- *Coccus hesperidum* (Linnaeus, 1758) ;
- *Parasaissetia nigra* (Nietner, 1861) ;
- *Chrysomphalus aonidum* (LINNAEUS, 1758) ;...etc.

La figure 2.5 montre quelques photos de quelques espèces des cochenilles



Figure 2.5: Quelques espèces de cochenilles des agrumes [43]

a : *Lepidosaphes bekii* ; **b :** *Lepidosaphes gloverii* ; **c :** *Coccus pseudomagnoliarum* ;
d : *Chrysomphalus dictyospermi* ; **e :** *Saissetia olea* ; **f :** *Parasaissetia nigra* ; **g :**
Ceroplastes floridensis ; **h :** *Icerya purchasi* .

2.1.2. Aleurodes

Environ, 65 espèces d'Aleurodes sur les agrumes ont été recensées par Mound et Halsey en 1978 [51]. Parmi ces mouches blanches, plusieurs espèces sévissent sur le pourtour méditerranéen et en l'occurrence en Algérie.

D'après Tena et Garcia-Marí [11], on trouve dans les vergers algériens les espèces d'aleurodes suivantes : *Aleurothrixus floccosus* (Maskell, 1896), *Dialeurodes citri* (Ashmead, 1885), *Parabemisia myricae* (Kuwana, 1927), et *Paraleyrodes minei* (Laccarino, 1990). Dans le paragraphe suivant, nous allons présenter les deux premières espèces :

➤ *Aleurothrixus floccosus*

A. floccosus est petit dont le corps (1.5 mm de long) est jaunâtre, enfariné de cire blanche ; les ailes étroites laissent entrevoir l'abdomen. Les œufs sont pondus en cercle, plus ou moins complet. La larve, presque transparente, est couverte d'un feutrage composé de fils cireux, de forme légèrement ovale. Le miellat, produit en grosses gouttes, reste adhérent au corps de l'aleurode (Figure 2.6). Les feuilles des arbres infestés sont encroûtées, à leur face inférieure, par les exuvies incluses dans le miellat, le tout noirci par la fumagine [17]



Figure 2.6: Adultes d'*Aleurothrixus floccosus* (à gauche) et leurs larves avec du miellat (à droite) [43]

➤ *Dialeurodes citri*

Cet aleurode est natif du Sud-ouest asiatique. C'est un déprédateur important des agrumes en Floride au États-Unis. Il est petit, ne dépassant pas 1,5 mm. L'adulte est jaune pâle, la larve jaunâtre et plate (Figure 2.7). Elle a 2 à 4 générations par an [34]. Cette espèce est rencontrée sur plusieurs arbres fruitiers, et les agrumes sont l'hôte préférentiel. Les dégâts considérables : affaiblissement et souillure par la fumagine (les fruits sont déclassés) [34].



Figure 2.7: Adultes de *Dialeurodes citri* (à gauche) et leurs larves (à droite)
[43]

2.1.3. Pucerons

Ce sont des insectes qui se caractérisent par leur apparition massive, sous forme de colonies denses et serrées. Ils s'installent pratiquement sur tous les organes végétatifs, mais nous les observons le plus souvent sur le feuillage et les jeunes pousses.

D'après Tena et Garcia-Marí [11], on trouve généralement dans les vergers d'agrumes algériens les espèces suivantes : *Aphis craccivora* (Kock, 1854), *Aphis gossypii* (Glover, 1877), *Aphis spiraecola* (Patch, 1914.), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), *Toxoptera aurantii* (Boyer de

Fonscolombe, 1841), *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907). Dans cette partie, une attention particulière sera portée à quelques espèces :

➤ *Aphis gossypii*

Aphis gossypii aussi appelée le puceron du melon. Cette espèce est caractérisée par une couleur jaunâtre à vert sombre, d'une longueur de 1,2 à 2,2 mm, les antennes sont jaune pâle, le prothorax porte des tubercules latéraux très développés, des cornicules très foncées que le corps, et une cauda plus pale (Figure 2.8) [52]. Il cause l'avortement des fleurs et la déformation des très jeunes feuilles [53].



Figure 2.8: Photographie d' *Aphis gossypii* [43]

➤ Le puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola*

Ce puceron de petite taille est de couleur verte clair à jaune vert. Les pucerons ailés sont généralement plus foncés, bruns le plus souvent sauf l'abdomen qui est verdâtre (figure 2.9).

Le puceron développe plusieurs générations au cours de l'année. Les femelles aptères sont présentes au début de la saison et pendant l'hiver. Elles sont appelées les fondatrices de plusieurs colonies larvaires au printemps. Par contre, les femelles ailées sont observées pendant les saisons chaudes de l'année [54].

Cette espèce est très polyphage pouvant coloniser de très nombreuses plantes appartenant à plus de 20 familles botaniques. C'est l'un des ravageurs les plus redoutés des vergers d'agrumes [54]

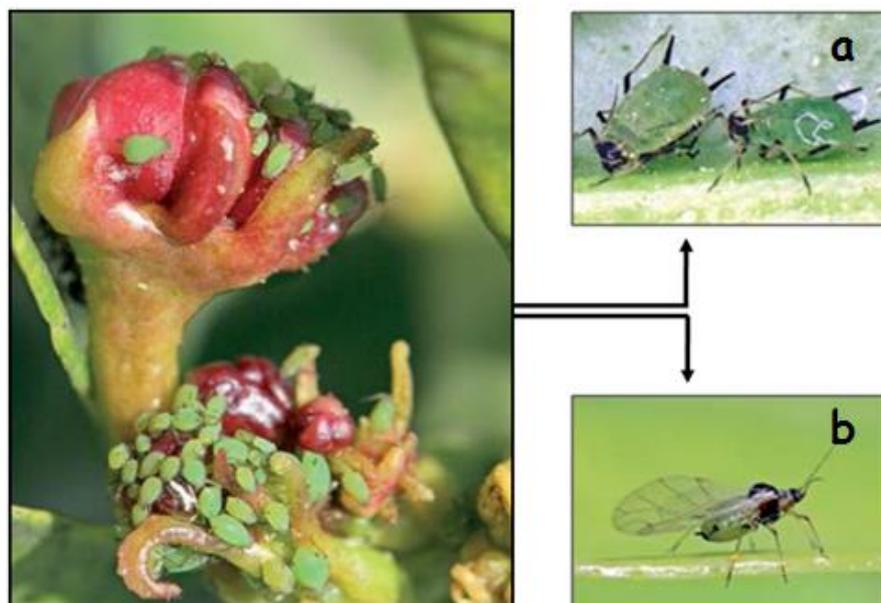


Figure 2.9: Photographie d'individus aptères (a) et ailé (b) d'*Aphis spiraecola* [43]

➤ Le puceron vert de Pêcher *Myzus persicae*

C'est l'un des pucerons les plus répandus et les plus polyphages, on le trouve sur pêcher mais cette espèce attaque un grand nombre de végétaux.

Sur les agrumes, on le rencontre régulièrement mais ces colonies sont peu denses. *Myzus persicae* s'attaque surtout aux feuilles et aux bourgeons floraux, les jeunes pousses sont les plus touchées et l'attaque est souvent dispersée sur l'ensemble de l'arbre (Figure 2.10).

Les dégâts sont assez caractéristiques, les feuilles fortement enroulées, boursouflées et cloquées protègent les pucerons. Une inhibition de développement des pousses peut se produire et l'espèce secrète d'abondants miellats qui favorisent l'installation de la fumagine [49].



Figure 2.10: *Myzus persicae* sur feuille [43]

2.1.4. Thrips

Les agrumes sont attaqués par plusieurs espèces de thrips. Selon les espèces, les thrips se nourrissent de fleurs, de fruits et de feuilles d'agrumes. Les dommages les plus fréquents sont les cicatrices de couleur grise ou d'argent sur la peau des fruits, ce qui donne un fruit de qualité et de valeur inférieure à celles du marché [55].

Dans les pays méditerranéens, on trouve plusieurs espèces de thrips parmi elles, *Heliethrips haemorrhoidalis* (Bouché, 1833), *Pezothrips kellyanus* (Bagnall, 1916), *Thrips tabaci* (Lindemann, 1888), *Thrips major* (Uzel, 1895), *Scirtothrips inermis* (Priesner, 1933), ...etc, [43, 56].

2.1.5. La mineuse des feuilles *Phyllocnistis citrella* (Stainton, 1856)

Selon Biche [38], ce lépidoptère est l'une des principales contraintes de la production des agrumes. Originnaire du sud-est asiatique, elle a été décrite pour la première fois à Calcutta en Inde. *P. citrella* a été observé pour la première fois en Algérie, dans les régions Ouest notamment à Misserghin et à Mohammadia (Wilaya de Mascara). Depuis ses premières observations, le déprédateur s'est rapidement propagé à l'ensemble des zones agrumicoles du pays. La durée du cycle biologique est sous la dépendance des facteurs climatiques, elle est en totale de 13 à 15 jours, à des températures variant entre 26 et 28°C. En Algérie, la durée du cycle biologique sur le citronnier et l'oranger est de 20 jours à une température moyenne de 21°C, et une humidité relative de 50%.

2.1.6. La mouche méditerranéenne des fruits (*Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824)

Communément appelée «Mouche méditerranéenne des fruits», est considérée comme étant l'insecte le plus redoutable sur les agrumes. C'est un diptère qui appartient au groupe des *Schizophora*, à la famille des Tephritidae et à la tribu des *Ceratitidini* [57].

Ceratitis capitata est une mouche de 4,5 à 6 mm de long. Elle est caractérisée par un mésonotum noir luisant, avec quatre bandes grises, une tête d'un blanc jaunâtre avec une bande brune claire entre les deux yeux qui sont pourpres à reflets dorés. L'abdomen est brun jaunâtre avec des bandes transversales grises. Les ailes sont larges et présentent trois bandes orangées [57, 58].

Le mâle et la femelle sont facilement distinguables grâce à deux caractéristiques morphologiques; le mâle est muni de soies céphaliques orbitales noires et aplaties en lamelle à l'apex dont le rôle est inconnu. La femelle possède, par ailleurs, une tarière de ponte bien visible (oviscapte) [59].

2.2. Acariens

Minuscules animaux visibles à la loupe, également piqueurs-suceurs. On trouve les attaques sur les feuilles et puis sur les fruits. Elles donnent au feuillage un aspect jaune-grisâtre « plombé », sorte de décoloration qui entraîne la déformation, voire la chute des feuilles, l'arrêt de la végétation et parfois des déformations ou la dépigmentation des fruits. Parmi les acariens qu'on trouve sur les agrumes, nous avons :

➤ *Panonychus citri* (McGregor, 1916)

L'acarien rouge des agrumes se nourrit préférentiellement sur la face supérieure des jeunes feuilles plutôt que sur les tiges vertes ou les fruits. Les feuilles sont ponctuées de petites taches gris argent ou jaunâtres. Les fruits présentent le même genre de symptômes, qui leur donnent une apparence pâle. S'ils sont attaqués prématurément, ils présenteront à la maturité un aspect normal ; si par contre ils sont attaqués une fois mûre, les taches persistent [60].

➤ *Tetranychus urticae* (Koch, 1836)

Tetranychus urticae est une espèce d'acarien de la famille des *Tetranychidae* à répartition cosmopolite. Cet acarien, parasite de nombreuses espèces végétales (plus de 900 espèces), est un important ravageur des cultures qui montre un développement optimal à des températures variant entre 30 et 32°C. *T.urticae* est plus polyphage par rapport aux autres acariens des agrumes, les symptômes se manifestent par des taches chlorotiques sur les feuilles et les fruits et une défoliation en cas de forte infestation. *T. urticae* peut se déplacer activement pour chercher son hôte ou passivement par le vent ou moyennant les outils de travail et les ouvriers [61].

2.3. Méthodes de suivi des populations des ravageurs et d'auxiliaires

La protection des plantes est fondée sur une connaissance de la dynamique et les déterminants de cette dynamique d'une part et les conséquences que cette dynamique peut avoir sur le peuplement cultivé. Dans une très large mesure, c'est sur le premier de ces deux points que le raisonnement de protection des cultures est aujourd'hui fondé [62].

Pour une connaissance détaillée sur la dynamique des bioagresseurs, des méthodes d'échantillonnage convenables doivent être utilisés. Les individus peuvent être capturés ou simplement observés, tués (méthodes dites destructrices) ou laissés vivants (non invasives), capturés de manière attractive (couleur, abris, phéromone...) ou non. L'information fournie par ces méthodes diffère selon le niveau d'identification qu'elles permettent et la sélectivité qu'elles exercent [63]. A partir de la littérature, voici quelques méthodes utilisées dans le suivi des ravageurs des cultures et de leurs auxiliaires:

➤ Les pièges Barber ou pots Barber

Le pot Barber est un piège d'interception, enterré dans le sol, et destructif permettant de capturer au hasard les arthropodes rampants au cours de leurs déplacements (Figure 2.11). L'efficacité de cette méthode a été démontrée par de nombreux auteurs [64, 65]. Elle permet de connaître le peuplement très complexe et d'obtenir une image de la variation numérique des insectes. Ces pièges, plus ou moins

complexes, vont du simple pot enterré au ras du sol qui mesure quelques centimètres de diamètre, au piège équipé de divers accessoires. Ils ont été utilisés pour réaliser des inventaires d'espèces entomologiques et des estimations de l'abondance des populations.



Figure 2.11: Piège d'interception ou le pot Barber [67].

➤ Pièges colorés

Ce type de piégeage permet d'attirer et capturer certains insectes. La fonction attractive est exercée par la couleur (jaune, bleue, rouge, ...etc.) à laquelle certains groupes d'arthropodes sont sensibles. Cette méthode est couramment utilisée pour le contrôle des vols des insectes ravageurs et aussi des auxiliaires comme les syrphes et les hyménoptères parasitoïdes [63, 66]. Ces pièges font intervenir trois types d'attraction : le chromatotropisme, l'hydrotropisme (s'il s'agit d'un piège à eau), et la polarisation horizontale de la lumière [67]. On peut utiliser des pièges colorés avec la glu ou des pièges qu'avec de l'eau et un détergent (Figure 2.12).



Figure 2.12: Piège attractif ou plateau coloré, au sol et à 1 m [67]

➤ Observation visuelle

L'observation visuelle est une méthode de suivi qui permet d'observer directement dans la culture, les auxiliaires et les ravageurs sur un nombre répété de plantes. Le nombre de plantes observées est variable selon la culture étudiée.

L'information est à la fois qualitative et quantitative. Les résultats étant variables selon l'observateur, il est préférable que la même personne réalise l'ensemble des suivis. Les données des observations sont également extrêmement dépendantes des conditions météorologiques [67].

CHAPITRE 3
MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES

3.1. Caractéristiques des régions d'étude

3.1.1. Situation géographique

Pour cette étude, deux régions agrumicoles ont été choisies, la première se situe au niveau de la plaine de la Mitidja Centrale à Oued El Alleug dans la wilaya de Blida et la deuxième dans la région de Guelma plus précisément dans la commune d'El Fedjoudj.

3.1.1.1. Description de la Mitidja

La Mitidja est la plus vaste plaine Sub-littorale d'Algérie. Elle s'étend sur 140 000 hectares, s'étirant sur une centaine de kilomètres de long, et 5 à 20 kilomètres de large. Elle est isolée de la mer par la ride du Sahel, prenant appui sur le vieux massif de Chenoua. Elle est située à l'Est d'Alger entre l'Oued Reghaia et Oued Boudouaou. Elle est bornée par tout un ensemble de montagnes. Au Nord-ouest et à l'Ouest, elle est limitée par le Djebel Chenoua et la retombée de la chaîne de Boumaad, avec le Djebel Zaccar. Au Sud, l'Atlas Tellien constitue une barrière continue. À l'Est, le relais est pris par les premières chaînes du massif Kabyle (Djebel Bouzegza). Enfin, à l'Est, ce sont les hauteurs et les collines de Basse Kabylie qui ferment la plaine (Figure 3.1) [68]

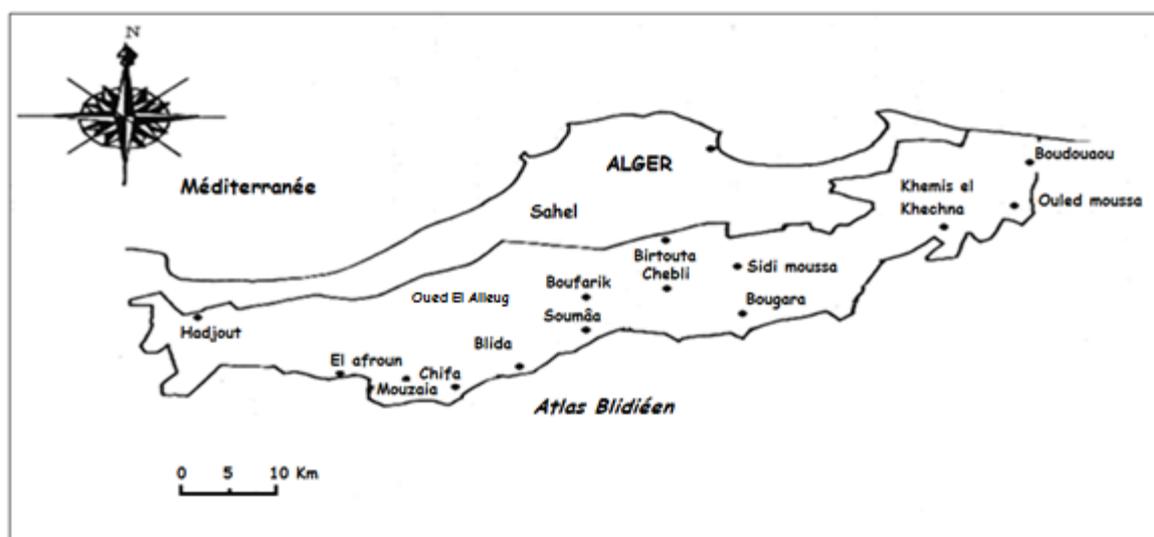


Figure 3.1: Limites géographiques de la Mitidja [68]

La plaine ne s'ouvre directement sur la mer que sur quelques kilomètres séparant l'Oued Reghaia et l'Oued Boudouaou bordée de collines et de montagnes. Elle constitue une vaste carène dissymétrique sur fond incliné. Cette inclinaison est particulièrement nette dans la partie centrale. Sur la lisière méridionale, les altitudes dépassent toujours les 160 mètres, atteignant les 260 mètres à Blida, pour s'abaisser vers le nord. Ainsi, dans la basse plaine, le point le plus bas est à 16 mètres. Par contre, aux deux extrémités, les altitudes se relèvent jusqu'à 60 à 70 mètres [69].

3.1.1.1.1. Caractéristiques climatiques de la région de Mitidja

D'après plusieurs auteurs, le climat a un effet important sur la disponibilité et répartition des insectes et leurs plantes hôtes sur le globe terrestre, par les fluctuations saisonnières, les précipitations, la température, l'humidité relative de l'air, que par la gelée et les vents [70-72]. Il est important donc de donner un aperçu sur les données climatiques de notre région d'étude.

Les données climatiques d'avril 2013 à avril 2014 recueillies auprès de l'office national de la météorologie (ONM), ont fait l'objet d'une synthèse climatique (Appendice A1).

Les données thermiques nous ont montrés que les basses températures sont enregistrées aux mois de décembre 2013 et janvier, février 2014, alors que les hautes températures sont enregistrées aux mois de juin, juillet, août, septembre et octobre 2013 avec des températures qui dépassent 28°C. Les moyennes des minima du mois le plus froid sont enregistrées au mois de décembre avec 7.41°C, alors que les moyennes des maxima du mois le plus chaud sont au mois d'août, avec 34.6°C.

Les données pluviométriques moyennes mensuelles et annuelles montrent que les mois les plus pluvieux sont avril, mai et novembre 2013 avec respectivement 103,5 mm, 145,60 mm et 164,70 mm, alors que les mois les plus secs sont juin, juillet, août et octobre 2013 avec 0,50 mm, 0,00 mm, 3,30 mm et 1 mm respectivement, et le mois d'avril 2014 avec 1,50 mm.

Le diagramme ombrothermique réalisé sur nos données climatiques d'avril 2013 à avril 2014, fait ressortir les informations suivantes : une période sèche au cours de l'année 2013 s'étend du mois de juin jusqu'au mois d'octobre 2013, et une autre

avec le début du mois d'avril 2014, alors que la période humide a été enregistrée durant tous les mois qui restent c'est-à-dire le mois d'avril et mai 2013 et du mois de novembre 2013 au mois de mars 2014.

Toutes ces données nous ont aidés à classer notre région d'étude de Blida (Oued El Alleug), durant la période s'étalent du mois d'avril 2013 au mois d'avril 2014, dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud avec des précipitations moyennes annuelles de 714.11 mm.

Les vents les plus redoutés pour les vergers de la Mitidja sont ceux qui soufflent en hiver de l'Ouest et du Nord-ouest, ils frappent, parfois, fortement à la fin de l'automne (novembre) et en hiver, or les vents desséchants (sirocco) du Sud provoquent des dommages aux vergers lorsqu'ils sont insuffisamment protégés [68].

Concernant la gelée, qui est l'abaissement de température au-dessous de 0°C transformant l'eau en glace, est fréquente en hiver et au printemps et absente en été et en automne. Elle cause de graves dommages sur les feuilles, les jeunes rameaux et les pousses donnant un aspect de brûlures.

L'hygrométrie est assez élevée en hiver, peut atteindre 100%. Alors qu'elle est moyenne ou nulle en été.

3.1.1.2. Description de la région de Guelma

La wilaya de Guelma est située au Nord-est de l'Algérie à 60 km environ de la Méditerranée. Elle est limitée au Nord par la wilaya d'Annaba, au Nord-est par la wilaya d'El Tarf, au sud-est par la wilaya de Souk Ahras et Oum-El Bouaghi, à l'Ouest par la wilaya de Constantine et au Nord-ouest par la wilaya de Skikda, Elle s'étend sur une superficie de 3686,84 Km² (Figure 3.2) [73].

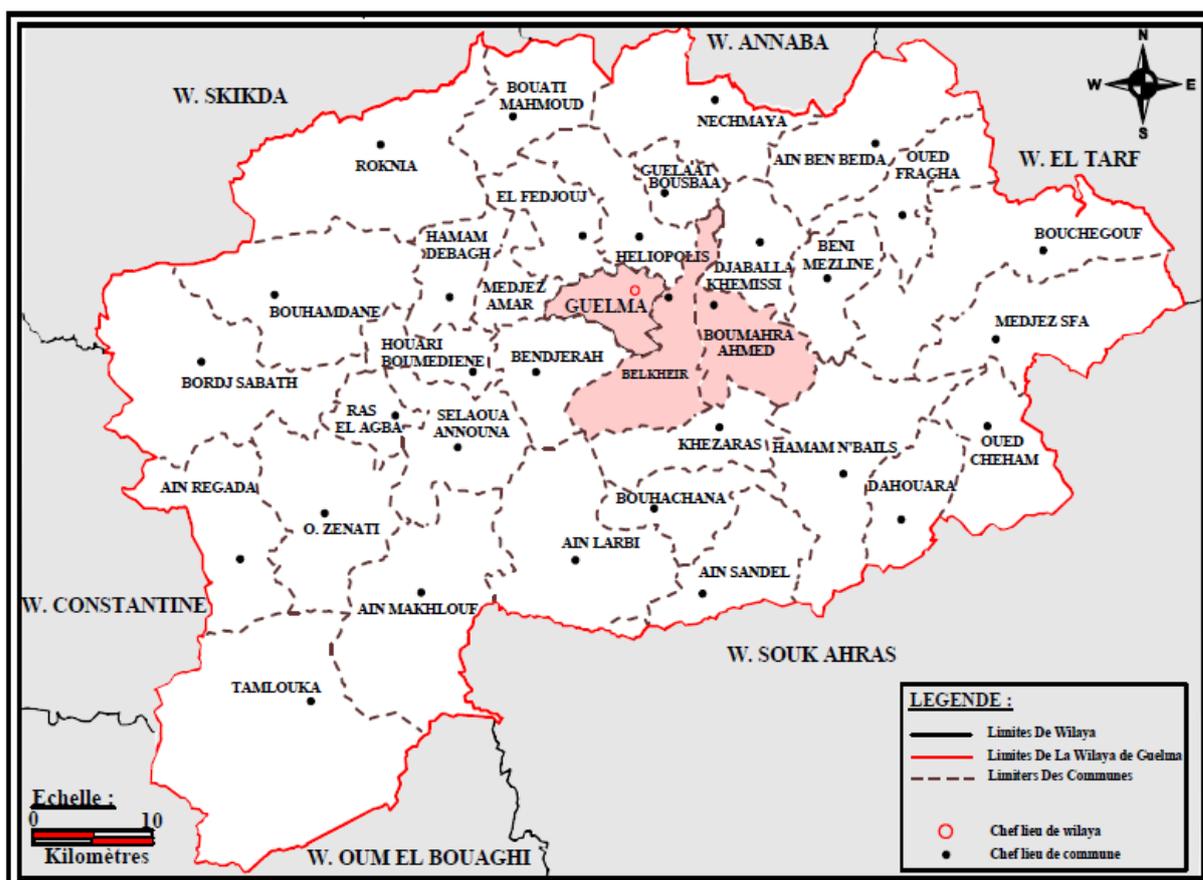


Figure 3.2: Limites géographiques de la région de Guelma [73]

3.1.1.2.1. Caractéristiques climatiques de la région de Guelma

Le territoire de la wilaya se caractérise par un climat subhumide au centre et au Nord et semi-aride vers le sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été. La température qui varie de 4°C en hiver à 35.4°C en été, est en moyenne de 17,3°C [74].

Les données climatiques du janvier 2016 au juin 2017 recueillies auprès de la station météorologique de Guelma, ont fait l'objet d'une synthèse climatique (Appendice A2).

Les basses températures sont enregistrées durant le mois de janvier, février et mars de l'année 2016 et 2017 avec des températures comprises entre 4°C et 6°C, alors que les hautes températures au mois de juin, juillet, août et septembre de l'année 2016, et mai et juin de l'année 2017 avec des températures qui dépassaient les 30°C.

Ces données thermiques nous ont montrés aussi que le mois le plus froid était le mois de janvier durant les deux campagnes 2016 et 2017 avec respectivement 5.5°C et 4.3°C, alors que le mois le plus chaud était le mois de juillet en 2016 et juin 2017 avec respectivement 36.42°C et 35.2°C.

La précipitation est parmi les principales composantes du climat. Elle joue un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes. Le climat méditerranéen se caractérise par des précipitations généralement faibles et mal réparties dans le temps [75]. Elle est aussi essentielle pour déterminer les mois secs et humides au cours de l'année. Les relèves pluviométriques de la période qui s'étalent du janvier 2016 au juin 2017 montrent que le mois de janvier était le plus pluvieux avec 88.9 mm en 2016 et 133 mm en 2017, alors que les mois les plus secs en 2016 et en 2017 étaient le mois d'août avec 4 mm et le mois de mars sans précipitation (0.00 mm) respectivement.

Le diagramme ombrothermique réalisé sur ces données climatiques a fait ressortir les informations suivantes : une période sèche au cours de l'année 2016 caractérise les mois de février, mai, juin, juillet, août et octobre, alors qu'une période humide caractérise le reste de cette année. Concernant l'année 2017, une période sèche caractérise le mois de mars, avril, mai, et juin, alors que la période humide était durant le mois de janvier et février.

Le calcul du coefficient pluviométrique Q2 durant la campagne 2016, nous montre que l'étage bioclimatique de la région de Guelma était semi-aride à hiver tempéré avec des précipitations moyennes annuelles de 437.4 mm. Alors que la même région était dans l'étage subhumide durant la campagne 2003-2015, selon les données recueillies de la station météorologique de Guelma.

3.2. Présentation des stations d'études

3.2.1. Oued El Alleug (BLIDA)

La réalisation de la partie expérimentale durant la campagne avril 2013 à avril 2014 s'est déroulée au Nord-ouest de la commune d'Oued El Alleug (Wilaya de Blida) dans deux vergers d'orangers ; variété Thomson, âgés de 7 ans pour le premier verger et 8 ans pour le deuxième. Ils sont espacés de 2.5 km l'un de l'autre et loin de la ville d'Oued El Alleug d'environ 4 km. Les coordonnées géographiques de ces

vergers sont $36^{\circ}33'3.47''\text{N}$ et $2^{\circ}44'45.48''\text{E}$ pour le premier et $36^{\circ}31'42.32''\text{N}$ et $2^{\circ}44'56.71''\text{E}$ pour le deuxième, avec une élévation de 40 m et 50 m respectivement, par rapport au niveau de la mer (Figure 3.3).



Figure 3.3: Situation géographique des deux vergers d'étude à Oued El Alleug (Blida) (Photo satellite)

Des traitements phytosanitaires ont été effectués dans les deux vergers durant la période automnale suivie par une taille d'entretien en fin d'hiver. Durant la période printanière de l'année 2013, des fertilisations à base de sulfate et d'azote et un désherbage mécanique ont été réalisés.

3.2.2. El Fedjoudj (GUELMA)

L'échantillonnage dans la wilaya de Guelma a été réalisé dans la commune d'El Fedjoudj qui se situe à 2 kilomètres au nord-ouest du chef-lieu.

Nous avons choisi pour notre étude, un verger d'oranger variété Thomson qui se situe dans cette commune. Ce verger est exploité par SARL BOUKHMIS pendant 15 ans. Il occupe une superficie de plus de 10 hectares et se trouve à l'entrée de la ville d'El Fedjoudj.

Les coordonnées géographiques de ce verger sont $36^{\circ}30'11.68''\text{N}$ et $7^{\circ}24'21.16''\text{E}$, avec une élévation de 230 m par rapport au niveau de la mer (Figure 3.4).



Figure 3.4: Situation géographique du verger d'étude à la commune d'El Fedjoudj (Guelma) (Photo satellite)

3.3. Méthodologie d'étude sur le terrain

3.3.1. Calendrier des sorties et plan d'échantillonnage

Concernant les vergers de Blida, et durant la période s'étalant du mois d'avril 2013 au mois d'avril 2014, 2 sorties par mois ont été effectuées (24 sorties), alors que pour le verger du Guelma, et durant la période qui s'étale du mois de janvier 2016 au mois de juin 2017, une sortie par mois a été réalisée (18 sorties).

Le suivi des ravageurs a été réalisé par deux techniques : *i*). La première correspond à des prélèvements des feuilles pour l'évaluation de la disponibilité des ravageurs dans la frondaison ; *ii*). La deuxième consiste à l'installation des pièges jaunes englués (Dimension: 10 x 23, distribués par AEDES PROTECTA³), pour le suivi des auxiliaires et la période du vol de certains ravageurs.

Pour la première méthode, nous avons choisi aléatoirement 12 arbres par hectare dans chaque verger, sur les lesquelles sont prélevés cinq rameaux avec cinq feuilles pour chacun (soit 25 feuilles au total), et ce pour chaque exposition cardinale, à raison de deux directions par arbre. On change les directions à chaque fois qu'on change l'arbre. Nous avons pris en considération aussi le centre de l'arbre comme cinquième direction. Au total, 4 répétitions pour chaque direction. Les prélèvements se sont réalisés à hauteur d'Homme [76].

Les échantillons prélevés sont placés différemment dans des sachets en plastique, sur lesquels sont mentionnées les coordonnées suivantes (date de la sortie, direction). Ensuite, les sachets sont acheminés au laboratoire pour les observations et l'identification.

Au cours de l'échantillonnage, nous avons noté aussi le stade phénologique de nos vergers en utilisant l'échelle BBCH (*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie*) établie par Agusti *et al.* [40].

Pour la méthode des pièges jaunes englués, cette technique a été utilisée que dans la région de Guelma où les études par cette méthode sont préliminaires surtout quand il s'agit des ravageurs des agrumes et leurs auxiliaires.

³ AEDES PROTECTA – F 84 250 LE THOR, Tel : 04 90 02 16 20 – contact@an-protecta.eu – www.protectanature.fr

Nous avons délimité une surface d'un hectare où nous avons placé deux pièges jaunes avec une distance de séparation d'une dizaine de mètres. La récupération et le renouvellement des pièges sont effectués après 15 jours de leur dépôt du mois de février jusqu'au mois d'avril 2016. Pour des raisons techniques, et à partir du mois de Juin 2016, les pièges jaunes sont installés une seule fois par mois. Ils sont installés dans l'orientation Est et Sud-est de la canopée des arbres à hauteur d'homme [77]. Chaque piège est entouré après sa récupération par un film plastique transparent et sur lequel on note les coordonnées suivantes (date de l'installation, date de récupération).

3.4. Identification des insectes au laboratoire

Au laboratoire nous avons déterminé et dénombré les différents ravageurs trouvés sur feuilles et capturés par les pièges jaunes.

L'identification des ravageurs sur feuilles a été faite à l'aide d'un guide simplifié édité par monsieur Garcia-Mari [43].

Concernant l'identification des auxiliaires, nous avons eu recours aux plusieurs guides et clés d'identifications, par exemple pour les familles d'hyménoptère, nous avons utilisé un livre édité par Delvare et Aberlenc [78], et un autre livre édité par Goulet et Huber [79] et pour les parasitoïdes des pucerons, nous avons utilisé un guide de Kavallieratos *et al* [80] (Figure 3.5). D'autres plus détaillés comme celui Boucek et Rasplus [81] a été utilisé pour déterminer les genres de la famille des *Pteromalidae*. Cette partie d'identification des auxiliaires a été réalisée au laboratoire d'entomologie à l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunis (INRAT).

Nous avons utilisé l'huile essentielle de térébenthine pour détacher les spécimens de la glue, puis observés à l'aide d'une loupe binoculaire (model Leica EZ4) aux grossissements ($\times 2$, $\times 4$) pour des besoins de reconnaissance de certains caractères d'identification. Certains taxons ont été identifiés jusqu'à l'espèce, en utilisant un microscope de type Leica DM2500 avec camera au grossissement ($\times 10$), d'autres ont été déterminés par type de ravageur à raison de la difficulté de l'identification et la non-disponibilité d'une clé détaillée.

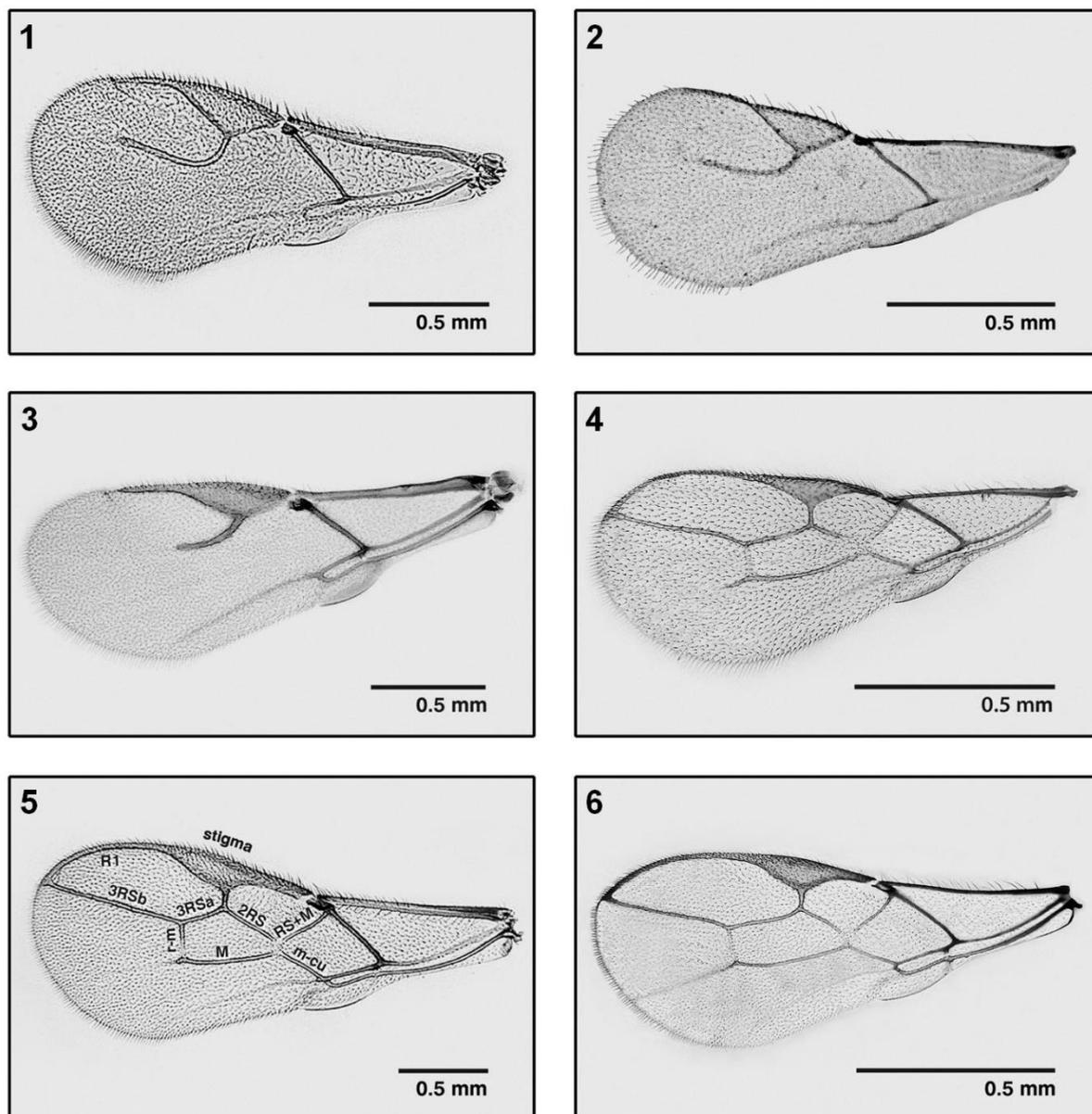


Figure 3.5: Exemple de quelques caractères alaires d'identification de certains parasitoïdes des pucerons (Aphidiinae) [80]

1: *Binodoxys angelicae* (Haliday); 2: *Binodoxys heraclei* (Haliday); 3: *Diaeretiella rapae* (M'Intosh); 4: *Ephedrus laevicolis* (Thomson); 5: *Ephedrus persicae* Froggatt; 6: *Ephedrus plagiator* (Nees).

3.5. Traitement des données et exploitation des résultats

3.5.1. Indices écologiques

Nous avons utilisé des indices écologiques pour évaluer la diversité de nos vergers d'étude ; principalement la richesse spécifique, l'indice de Shannon l'équitabilité et l'indice de Jaccard, et cela à l'aide du logiciel Past (version 3.10). Nous avons calculé aussi l'abondance relative de chaque espèce trouvée au cours de notre étude.

- **la richesse spécifique (S)** ; est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré effectivement présent sur un site d'étude et d'un moment donné [82].
- **Indice H' de Shannon**; cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Il varie de 0,5 à 4,5. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce [83]. La formule de l'indice de Shannon est comme suite :

$$H' = - \sum_{i=1}^s [p_i * \ln p_i]$$

Où : **P_i** représente le nombre d'individus de l'espèce **i** par rapport au nombre total d'individus recensés (**N**).

H' est minimal quand il est égal à zéro, c'est-à-dire quand l'échantillon contient une seule espèce. Il est maximal (théoriquement infini) lorsque tous les individus appartiennent à des espèces différentes, dans ce cas **H'** est égale à **$\ln(S)$** .

- **Équitabilité de Pielou (J')** ; accompagne l'indice de Shannon, appelé également indice d'équi-répartition ou de régularité. Cet indice permet d'estimer la répartition des espèces au sein des relevés en évaluant la proportion des espèces dominantes et dominées. Il se calcule à partir de la valeur de **H'** et de la richesse spécifique **S** , il s'écrit: **$J' = H'/H \max$** avec **$H \max = \ln S$** ; c'est-à-dire **$J' = H'/\ln S$** [84] .

Elle se varie entre 0 et 1 ; elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce, traduisant ainsi une répartition inégale entre

les individus des différentes espèces prise en considération, et tend vers 1 lorsque les individus considérés sont équitablement répartis.

- **L'indice de similarité de Jaccard ;**

La similarité entre la richesse des différentes directions cardinales de la canopée a été testé par cet indice. Il est calculé par la formule suivante :

$$J = c / (a + b + c)$$

c : représente le nombre d'espèces communes entre deux habitats,

a : représente le nombre d'espèces uniques pour l'habitat 1 (i.e. total moins le nombre d'espèces communes *c*),

b : représente le nombre d'espèces uniques pour l'habitat 2 (i.e. total moins le nombre d'espèces communes *c*).

Cet indice varie de 0 à 1 et ne tient compte que des associations positives [85].

Si l'indice *J* est important (proche de 1), un nombre important d'espèces se rencontre dans les deux habitats (conditions environnementales similaires entre les habitats). Dans le cas contraire, si l'indice diminue (tend vers 0), on ne rencontrera qu'un faible nombre d'espèces présentes sur les deux habitats, ainsi, les espèces pour les deux habitats comparés sont totalement différentes [86].

- **Abondance ;** L'abondance se présente sous deux formes: l'abondance absolue (**Aa**) d'une espèce ou d'un groupe qui est le nombre d'individus de cette espèce ou de ce groupe d'espèces récoltées dans un peuplement, alors que l'abondance relative (**Ar**) donne le pourcentage d'individus récoltés dans le peuplement [87]. L'abondance relative est calculée selon la formule :

$$Ar = (Aa/N) \times 100$$

N : étant le nombre total d'individus récoltés.

3.6. Analyses statistiques

3.6.1. Analyse de la variance

La normalité des données, de la variation temporelle des espèces ainsi que les données de la répartition spatiale globale des espèces trouvées dans les directions cardinales, a été évaluée par le test de Shapiro-wilk avant de procéder aux tests de comparaisons à l'aide du logiciel SPSS (Version 20) [88]. Si les données ne suivent pas la loi normale, on utilise le test non paramétrique de Kruskal-Wallis suivi par un test de comparaison paire par paire de Mann-Whitney, sinon on applique le test paramétrique ANOVA (Analyse de la variance) avec une vérification de l'homogénéité des variances par le test de Levene suivi par un test POST de Student-Newman-Keuls.

Les données des ravageurs capturés par pièges jaunes, ont été transformées en $\text{Ln}(1+x)$; (x : Abondance de chaque espèce), en vue de normaliser la distribution.

3.6.2. Corrélation de Spearman

La relation entre le pourcentage des feuilles occupées par les ravageurs et le nombre moyen de ces derniers par feuille a été évaluée en calculant le coefficient de corrélation de Spearman, à l'aide du logiciel Past version 3.10 [89], qui est une mesure non paramétrique. Ce coefficient est désigné par r_s .

D'après Rakotomalala [90], son interprétation est similaire à celle de Pearson (mesures paramétriques). Nous pouvons décrire la force de la corrélation pour la valeur absolue du r_s qui se situe entre -1 et +1 comme suit:

Valeurs de r_s	Force
➤ 00-0.19	Très faible
➤ 0.20-0.39	Faible
➤ 0.40-0.59	Moyenne
➤ 0.60-0.79	Forte
➤ 0.80-1.0	Très forte

Nous avons vérifié aussi la signification de cette corrélation à l'aide du même logiciel.

3.6.3. Méthode statistique multivariée

Pour chaque zone d'étude (Blida et Guelma); la relation entre l'abondance des espèces et les variations temporelles des stades phénologiques du verger d'étude a été vérifié par une analyse factorielle des correspondances (AFC), suivie par une classification hiérarchique ascendante (CAH), calculée sur la base des coordonnées des 3 premiers axes de l'AFC. Cela aide à considérer les différences dans la composition et l'assemblage d'un échantillon [91]. L'analyse a été réalisée avec le logiciel PAST. Version 3.10 [89], sur une matrice basée sur l'abondance des espèces et les périodes d'échantillonnage ou les stades phénologiques dans la zone d'étude.

CHAPITRE 4
RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

CHAPITRE 4 : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

Dans ce chapitre, nous allons présenter les principaux résultats de notre inventaire réalisé dans la wilaya de Blida et la wilaya de Guelma.

4.1. Espèces d'insectes et d'acariens ravageurs trouvés dans la région d'Oued El Alleug à la wilaya de Blida (Avril 2013-Avril 2014)

Le tableau (4.1) englobe les taxons (insectes et acariens) identifiés jusqu'à l'espèce, recensés dans les deux vergers d'étude de Blida

Les résultats de l'inventaire montrent que les deux vergers présentent un nombre différent d'espèces malgré qu'ils se situent dans la même région.

Tableau 4.1 : Liste des espèces d'insectes et d'acariens ravageurs rencontrées dans la région d'Oued El Alleug

Ordre	Famille	Espèces du verger 1	Espèces du verger 2
Hemiptera	Diaspididae	<i>Aonidiella aurantii</i> (Maskell, 1879)	<i>Aonidiella aurantii</i> (Maskell, 1879)
		<i>Lepidosaphes beckii</i> (Newman, 1869)	<i>Lepidosaphes beckii</i> (Newman, 1869)
		<i>Parlatoria ziziphi</i> (Lucas, 1853)	<i>Parlatoria ziziphi</i> (Lucas, 1853)
		<i>Parlatoria pergandii</i> (Comstock, 1881)	Absence
		<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Morgan, 1889)	Absence
		<i>Chrysomphalus aonidum</i> (Linnaeus, 1758)	Absence
	Coccidae	<i>Parasaissetia nigra</i> (Nietner, 1861)	Absence
		<i>Coccus viridis</i> (Green, 1889)	Absence
		<i>Coccus pseudomagnoliarum</i> (Kuwana, 1914)	Absence
	Aleyrodidae	<i>Dialeurodes citri</i> (Ashmead, 1885)	Absence
		<i>Aleurothrixus floccosus</i> (Maskell, 1896)	<i>Aleurothrixus floccosus</i> (Maskell, 1896)
	Aphididae	<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)	<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)
		<i>Aphis spiraecola</i> (Patch, 1914)	<i>Aphis spiraecola</i> (Patch, 1914)
		<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)	<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)
		<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)
Lepidoptera	Gracillariidae	<i>Phyllocnistis citrella</i> (Stainton, 1856)	<i>Phyllocnistis citrella</i> (Stainton, 1856)
Trombidiformes	Tetranychidae	<i>Panonychus citri</i> (McGregor, 1916)	Absence
		Absence	<i>Tetranychus urticae</i> (Koch, 1836)

4.1.1.1. Abondance relative et évolution temporelle des ravageurs trouvés

4.1.1.2. Cas des insectes

Les abondances relatives des espèces ont été calculées en tenant compte l'effectif total de chaque espèce durant toute la période d'échantillonnage. Les résultats sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 4.2: Abondances relatives des insectes dans les deux vergers d'Oued El-Alleug

	Abondances relatives (%)	
	verger 1	verger 2
<i>Aonidiella aurantii</i>	1,19	4,02
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	0,74	0,58
<i>Dialeurodes citri</i>	0,02	/
<i>Phyllocnistis citrella</i>	0,45	0,56
<i>Parasaissetia nigra</i>	0,07	/
<i>Lepidosaphes beckii</i>	0,75	1,33
<i>Parlatoria pergandii</i>	0,01	/
<i>Parlatoria ziziphi</i>	93,01	86,13
<i>Chrysomphalus aonidum</i>	0,13	/
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	0,05	/
<i>Coccus viridis</i>	0,02	/
<i>Toxoptera aurantii</i>	0,23	0,09
<i>Coccus pseudomagnoliarum</i>	0,01	/
<i>Aphis spiraecola</i>	0,87	1,32
<i>Aphis gossypii</i>	1,70	2,91
<i>Myzus persicae</i>	0,72	2,92

Les données sur les abondances relatives montrent que seule l'espèce *Parlatoria ziziphi* est majoritaire dans le verger 1 et le verger 2 avec respectivement 93,01% et 86,13%. Concernant les autres espèces, leurs abondances relatives étaient faibles dans les deux vergers.

Le suivi temporel des espèces a montré qu'il existe une forte activité entre le mois d'avril 2013 et le mois de juillet 2013. L'activité était également prononcée durant le mois de novembre et décembre. Citant le pou rouge de Californie *A. aurantii* qui a présenté un pic durant la période automnale (Novembre – Décembre) et un autre durant la période printanière (Avril 2014), et ce, dans les deux vergers. Dans le

deuxième verger, une autre génération a été remarquée aussi pour ce ravageur durant le mois de janvier. La cochenille *Lepidosaphes beckii* a présenté la même tendance dans les deux vergers où nous avons remarqué sa présence durant la période qui s'étale du mois d'avril 2013 au début du mois de juillet 2013. Concernant l'aleurode floconneux, deux pics ont été observés entre le début du mois de mai 2013 et la fin du mois de juin 2013, et un autre au début du mois de novembre 2013 et cela dans le premier verger, alors que dans le deuxième verger, trois pics ont été enregistrés entre le mois de mai et juillet et un autre durant le mois de septembre 2013, et probablement une nouvelle génération qui est apparue le mois d'avril 2014 et ce, dans les deux vergers. La mineuse *Phyllocnistis citrella* était présente presque durant toute l'année 2013 avec un pic remarquable à la fin du mois d'avril 2013 dans le verger 1 (Figure 4.1).

Concernant les pucerons, leur activité a été importante durant la période printanière avec un pic important d'*Aphis gossypii* à la fin du mois d'avril 2013, alors qu'*Aphis spiraecola* a présenté un pic au début de mois d'avril 2014 dans le verger 1. Dans le verger 2, nous avons noté la présence d'un pic de génération pour *Myzus persicae* et *Aphis gossypii* vers la fin du mois d'avril 2013, alors qu'*Aphis spiraecola* a montré qu'un seul pic durant le mois de mars 2014. L'espèce *Toxoptera aurantii* était présente dans les deux vergers mais avec de faibles effectifs (Figure 4.2).

Signalons que l'espèce *Parlatoria ziziphi* était la plus abondante parmi toute les espèces capturées. Durant toute la période d'échantillonnage, cette espèce était active avec une variation de ses effectifs, mais d'une manière générale, cet insecte a montré presque la même tendance temporelle dans les deux vergers (Figure 4.3).

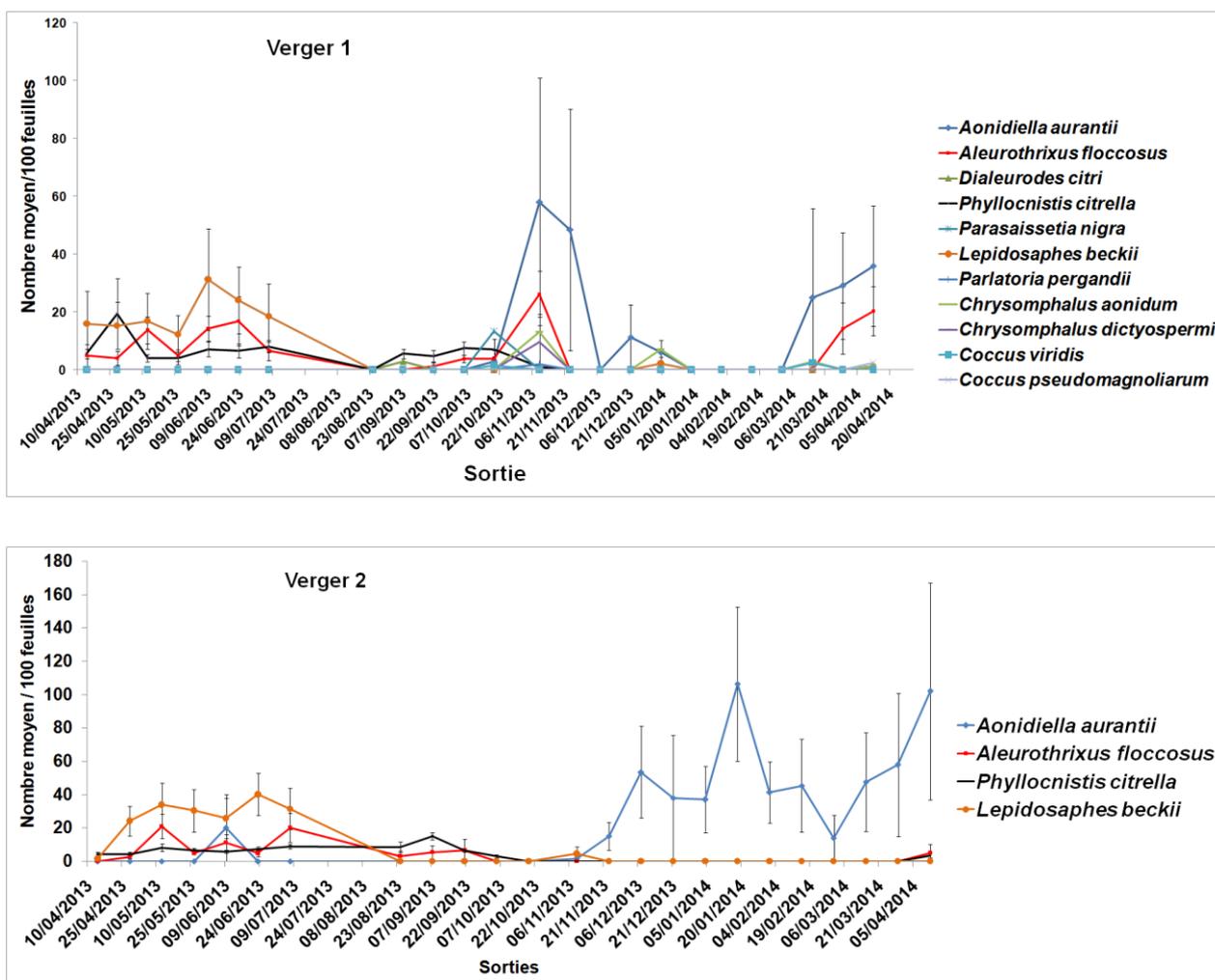


Figure 4.1: Évolution temporelle globale des différentes cochenilles, aleurodes et la mineuse des agrumes dans les deux vergers d'Oued El Alleug (Moyenne \pm Erreur standard)

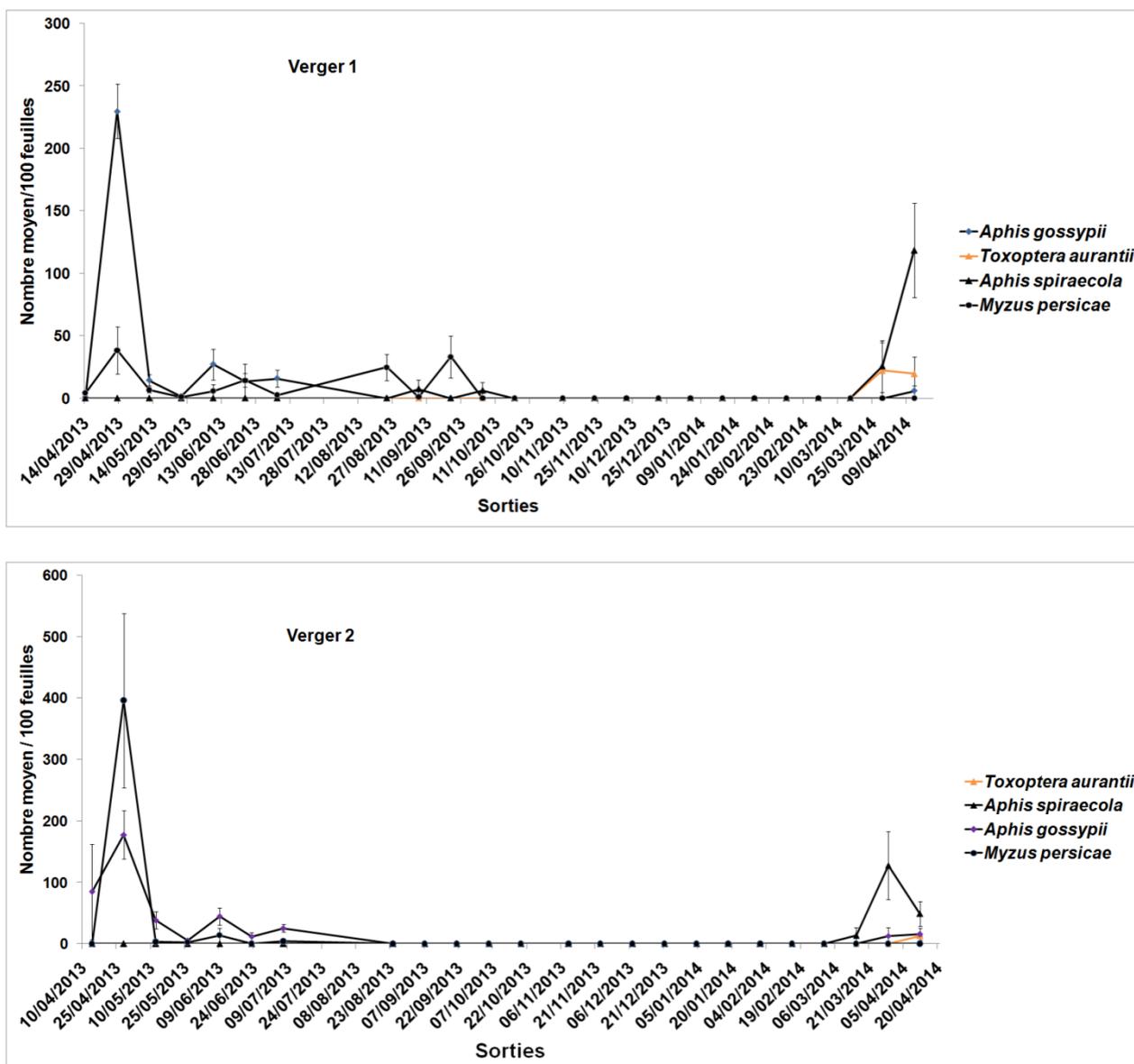


Figure 4.2: Évolution temporelle globale des différentes espèces de pucerons trouvées dans les deux vergers d'Oued El Alleug (Moyenne \pm Erreur standard)

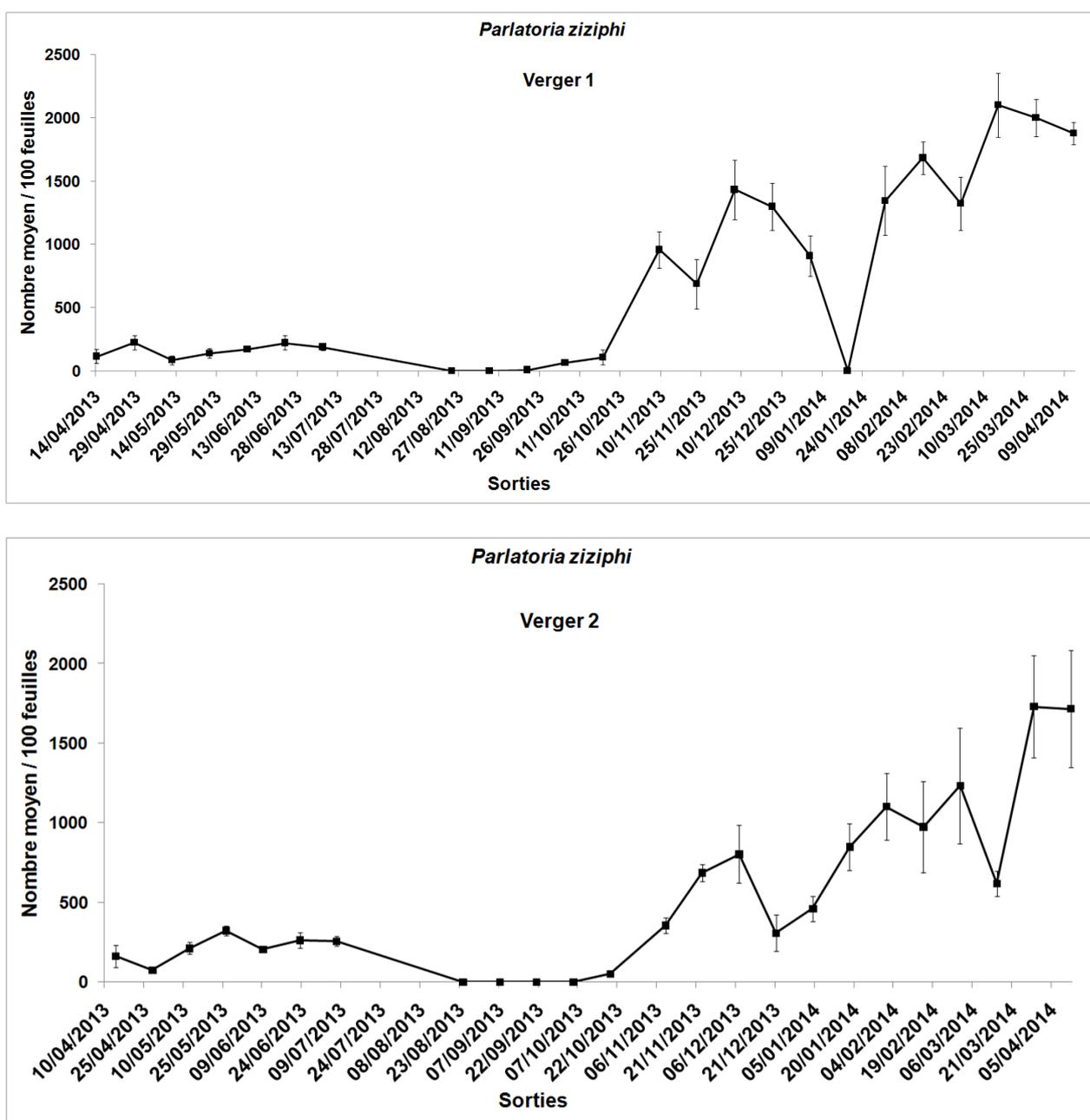


Figure 4.3: Évolution temporelle de la cochenille *Parlatoria ziziphi* dans les deux vergers d'Oued El Alleug (Moyenne \pm Erreur standard)

Afin de montrer la différence entre les effectifs d'espèces d'une sortie à l'autre, nous avons eu recours au test non paramétrique de Kruskal-Wallis, en utilisant la méthode décrite par le logiciel SPSS (version 20) [88]. Pour cela, une attention particulière a été portée dans le choix de l'espèce *Parlatoria ziziphi* vu que sa présence s'est manifestée presque durant toute la période d'étude. Ce test a révélé qu'il y a une différence hautement significative entre les effectifs de cette espèce d'une sortie à l'autre avec la valeur du test $H = 108,506$ dans le verger 1 et $H = 97,714$ dans le

verger 2, c'est-à-dire qu'il y a au moins une sortie qui est différente significativement de l'autre. Pour apporter d'avantage de détails sur cette question de différence, nous avons eu recours au test de comparaison paire par paire de Mann-Whitney en tenant compte des probabilités corrigées de Bonferroni. Ce test montre qu'il y a une différence entre la sortie du 07/12/2013, la sortie du 15/02/2014, la sortie 15/03/2014, la sortie 29/03/2014 et la sortie 12/04/2014 d'une part et les autres sorties d'une autre part, et ce, dans le premier verger, alors que dans le deuxième verger, ce test a montré que la différence est entre la sortie du 01/02/2014, la sortie 01/03/2014, la 29/03/2014 et la sortie 12/04/2014 d'une part et les autres sorties d'une autre part.

4.1.1.3. Cas des acariens

L'inventaire de la faune acarologique a révélé la présence de deux espèces d'acariens qui sont notamment : *Panonychus citri* et *Tetranychus urticae*. La première espèce a été récoltée dans le premier verger quant à la deuxième espèce dans le deuxième verger.

Les espèces ont présenté des effectifs très faibles durant presque toute la période d'échantillonnage voire même absentes dans certains prélèvements. L'espèce *P. citri* a été capturée dans le mois de septembre 2013 et avril 2014, alors que l'espèce *T. urticae* au cours du mois de septembre et octobre 2013 (Figure 4.4)

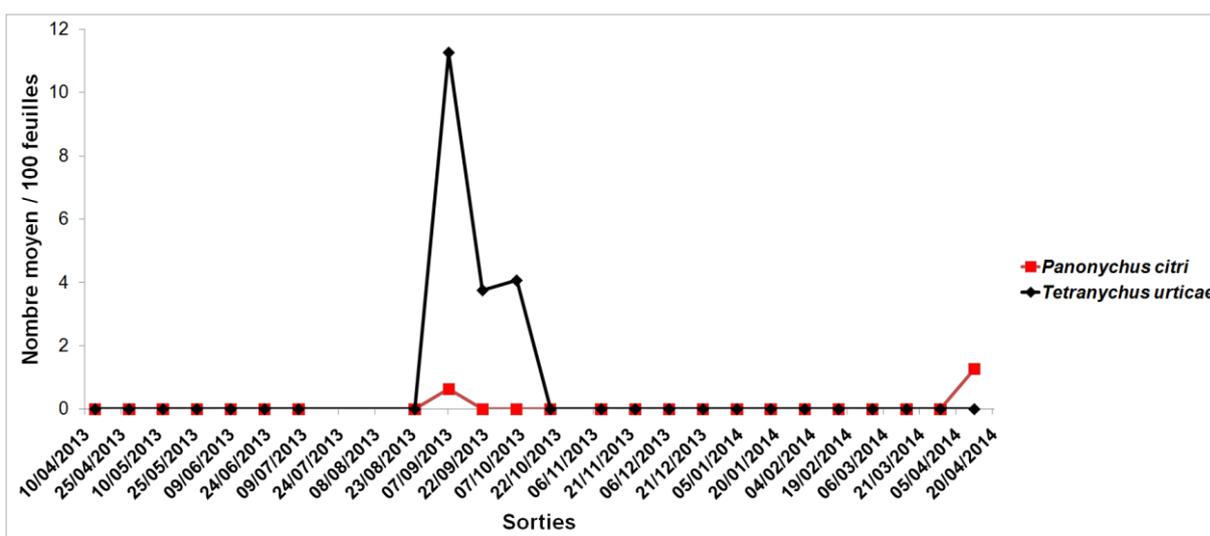


Figure 4.4: Évolution temporelle des effectifs d'acariens trouvés dans les deux vergers d'Oued El Alleug

4.1.2. Répartition spatiale des espèces trouvées

4.1.2.1. Cas des insectes

Les effectifs totaux des espèces d'insectes trouvées dans les deux vergers et en fonction des directions cardinales des arbres sont présentés dans la figure (4.5).

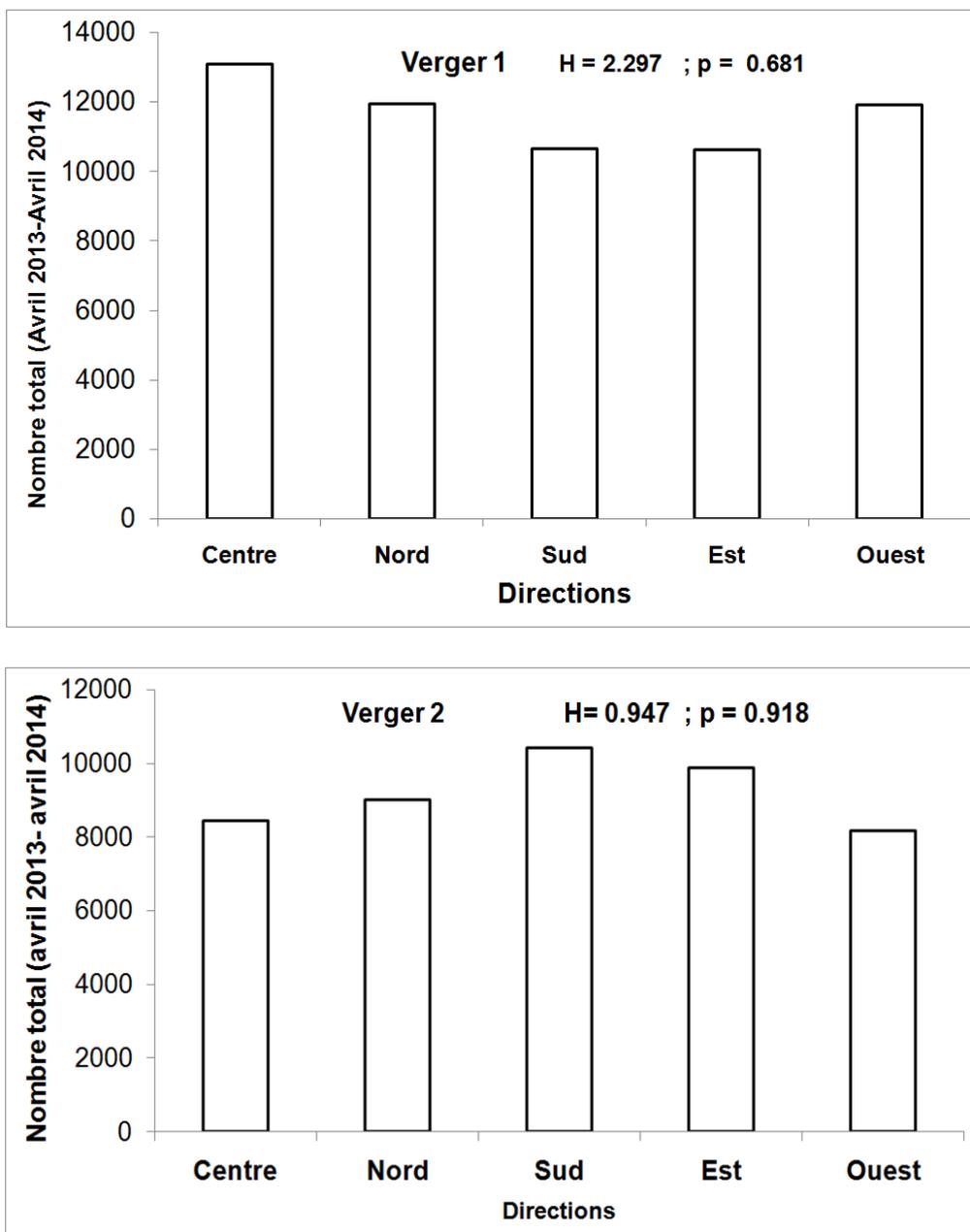


Figure 4.5: Répartition spatiale globale des effectifs totaux des insectes trouvés en fonction des directions cardinales dans la région d'Oued El Alleug

H: la valeur du test de Kruskal-Wallis, p: la probabilité du test de Kruskal-Wallis

D'après la figure (4.5), nous remarquons que la majorité des insectes du premier verger se concentrent dans les parties centre , nord , ouest et sud de l'arbre puis dans l'est de la canopée, alors que dans le deuxième verger, nous remarquons que les plus grands effectifs d'insectes ont été trouvées dans le sud de la canopée puis dans l'est, le nord, le centre puis dans l'ouest de l'arbre. Les le test de Kruskal-Wallis appliqué à nos résultats à révélé qu'il n'y avait pas de différence significative entre la répartition globale des espèces dans ces directions ($p > 0.05$), dans les deux vergers ($p = 0.681$, $p = 0.918$; respectivement) (Figure 4.5).

Afin d'apporter des détails sur la répartition spatiale des différentes espèces en fonction des directions cardinales dans les deux vergers, nous avons réalisé une analyse factorielle des correspondances (AFC) (Figure 4.6), ainsi qu'une classification ascendante (Figure 4.7) à l'aide du logiciel de traitement statistique Past (version 3.10) [89]. L'étude des corrélations a été réalisée sur le plan 1 et 2, du moment qu'ils présentent une forte contribution à l'identification du nuage de points avec les valeurs respectives 47,086% et 30,551% pour le premier verger et 74,268% et 13,739% pour le deuxième verger (Figure 4.6). Nous avons pris en considération les distances euclidiennes comme méthode de mesure de similarité, et sur la base d'une distance de 0,88, nous avons fait les constatations suivantes :

Malgré les effectifs faibles de certaines espèces dans les deux vergers, ces dernières présentaient certaines affinités vers certaines directions, comme le cas du puceron *Toxoptera aurantii* qui a été trouvé dans le centre de l'arbre dans les deux vergers. Les trois cochenilles *Chrysomphalus dictyspermi*, *Parassaisetia nigra* et *Parlatoria pergandii*, qui ont été trouvées dans le premier verger, montraient une tendance vers l'installation dans le Nord de la canopée. *Coccus pseudomagnoliarum* a été trouvée dans la direction sud alors que *Chrysomphalus aonidum* et *Coccus viridis* dans la direction Est de la canopée du premier verger. Concernant les autres espèces, et parmi elles la cochenille *Parlatiria ziziphi*, leurs installations étaient sans relation avec les directions de l'arbre, c'est-à-dire quelle que soit la direction, ces espèces étaient présentes, et ce dans les deux vergers.

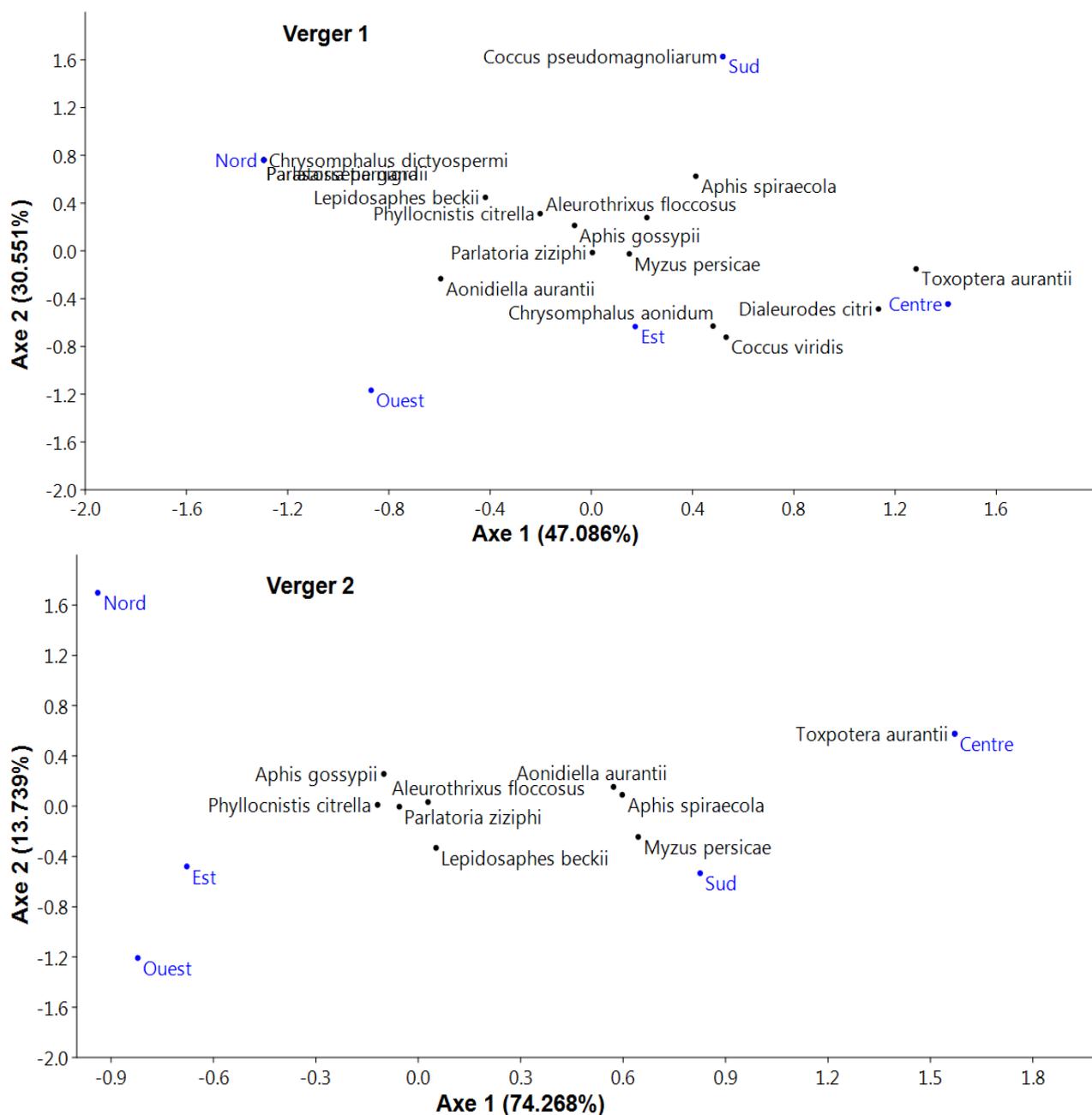


Figure 4.6: Analyse factorielle des correspondances des effectifs totaux des espèces d'insectes en fonction des directions cardinales dans les deux vergers d'Oued El Alleug

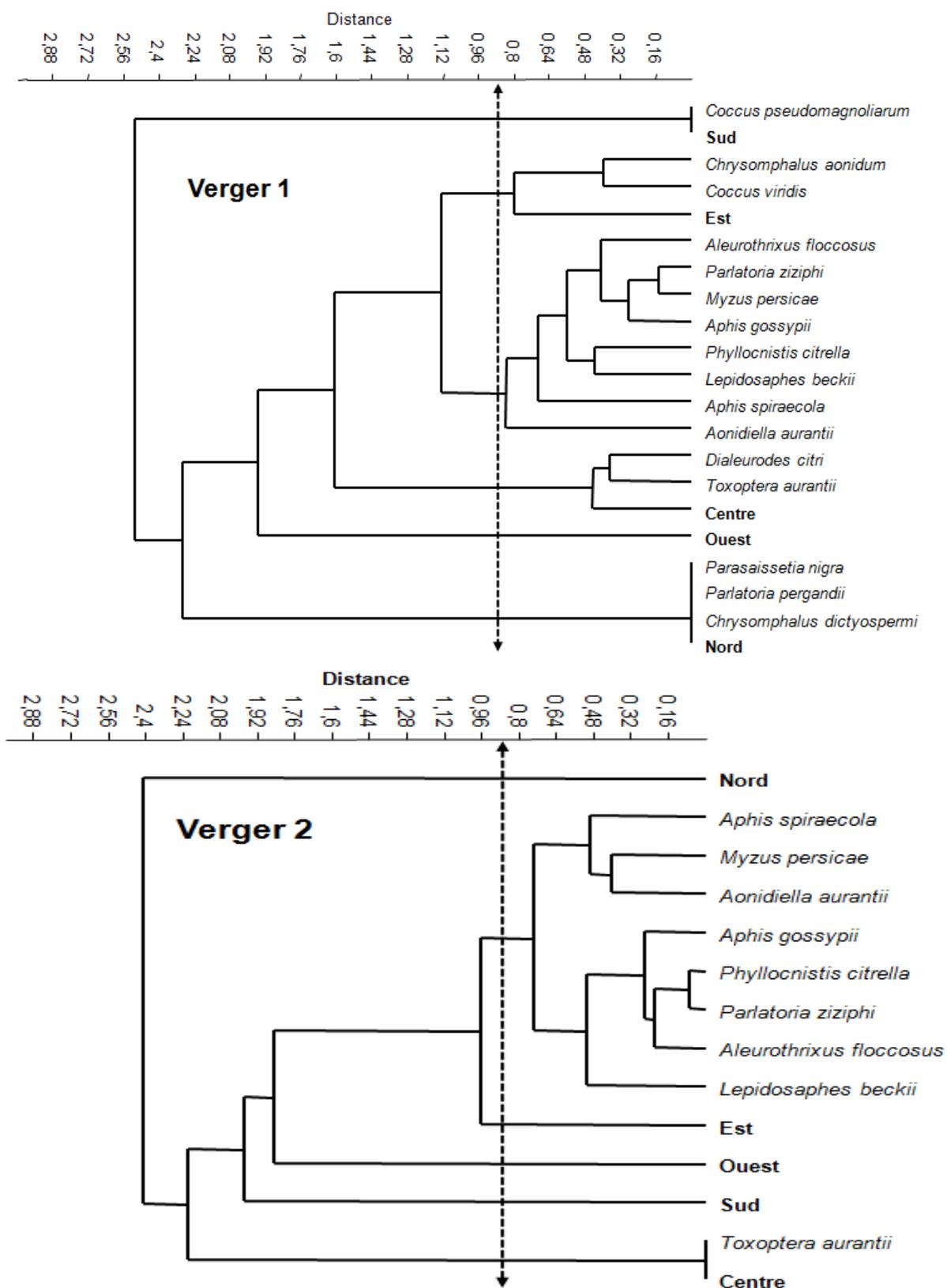


Figure 4.7: Classification ascendante hiérarchique (CAH) des effectifs totaux des espèces d'insectes en fonction des directions cardinales dans les deux vergers d'Oued El Alleug

4.1.2.2. Cas des acariens

Les données sur la répartition spatiale des acariens indiquent que l'acarien rouge *Panonychus citri* se rencontre dans le centre des arbres du premier verger alors que l'acarien jaune *Tetranychus urticae* a été trouvé dans toutes les directions du deuxième verger à l'exception du centre de la canopée. Les résultats des effectifs totaux de ces deux acariens sont mentionnés dans la figure (4.8).

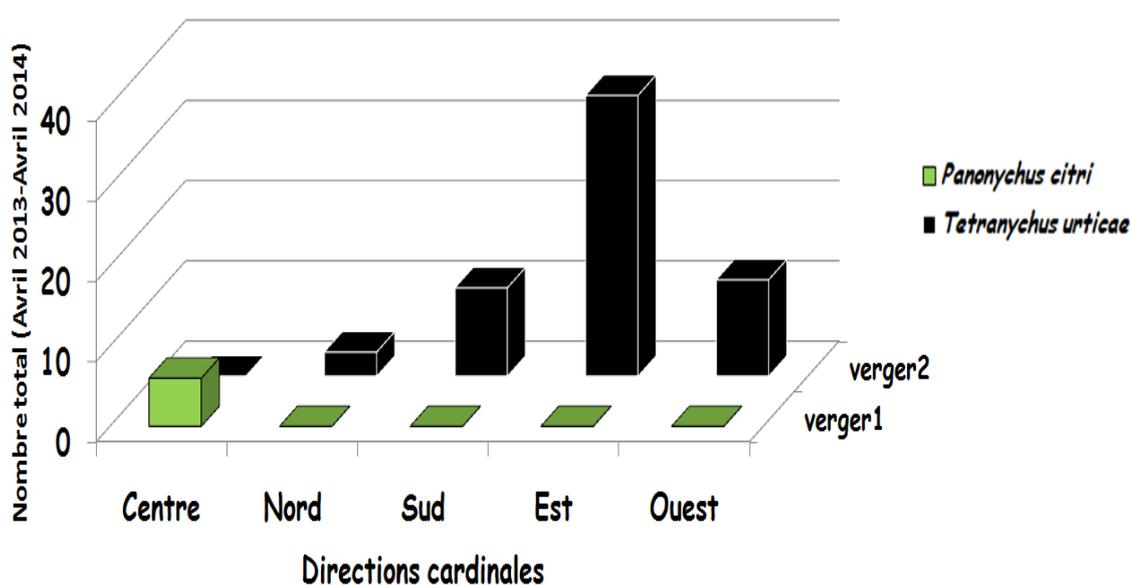


Figure 4.8: Répartition spatiale des deux acariens trouvés en fonction des directions cardinales dans les deux vergers d'Oued El Alleug

4.1.3. Indices de diversités

4.1.3.1. La richesse spécifique

Le nombre total d'espèces répertorié durant toute la période d'échantillonnage est de 18 espèces, soit 17 espèces dans le premier verger et 10 espèces dans le deuxième verger.

4.1.3.1.1. Évolution temporelle de la richesse spécifique

D'après la figure (4.9) qui représente l'évolution du nombre d'espèces au cours du temps, nous remarquons que le plus grand nombre d'espèces a été enregistré dans le mois d'avril 2014 dans les vergers 1 et 2, avec respectivement 11 et 7 espèces. Nous avons recensé aussi 7 espèces dans le deuxième verger durant le mois de juin 2013.

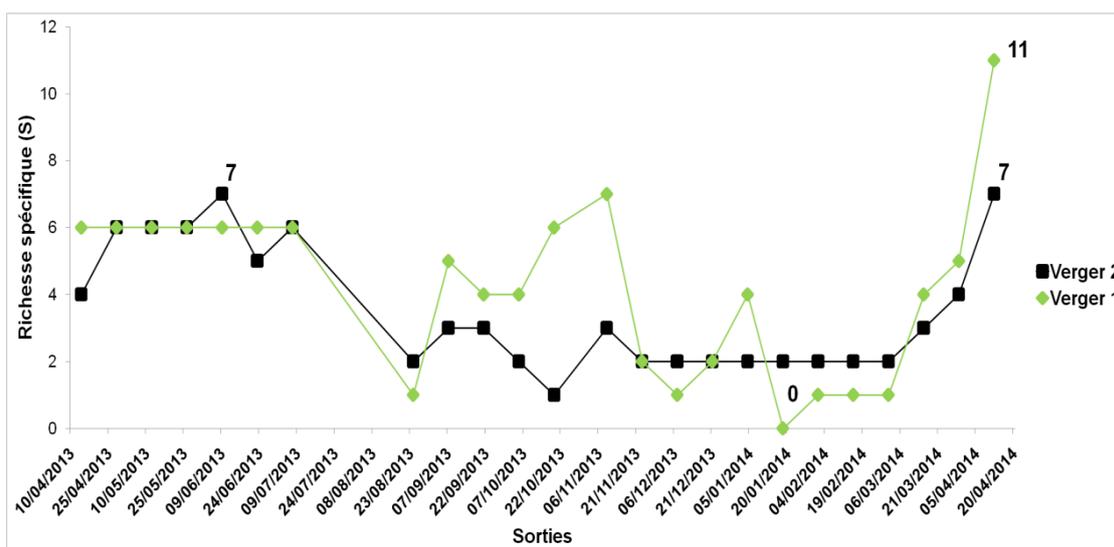


Figure 4.9: Évolution temporelle du nombre d'espèces dans les deux vergers d'Oued El Alleug

4.1.3.1.2. Évolution spatiale de la richesse spécifique en fonction des directions cardinales

Un comptage des espèces a été effectué au niveau des différents sites de la canopée. Les résultats indiquent la présence de treize espèces au niveau du centre des arbres du premier verger, onze dans la direction nord, 10 espèces au sud et à

l'est et 9 espèces à l'ouest. Dans le deuxième verger, nous avons enregistré dans chaque site 9 espèces (Tableaux 4.3 et 4.4).

Tableau 4.3: Richesse spécifique détaillée par direction dans le premier verger d'Oued El Alleug

	Centre	Nord	Sud	Est	Ouest
<i>Aonidiella aurantii</i>	1	1	1	1	1
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	1	1	1	1	1
<i>Dialeurodes citri</i>	1	0	0	1	0
<i>Panonychus citri</i>	1	0	0	0	0
<i>Phyllocnistis citrella</i>	1	1	1	1	1
<i>Parasaissetia nigra</i>	0	1	0	0	0
<i>Lepidosaphes beckii</i>	1	1	1	1	1
<i>Parlatoria pergandii</i>	0	1	0	0	0
<i>Parlatoria ziziphi</i>	1	1	1	1	1
<i>Chrysomphalus aonidum</i>	1	0	0	1	1
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	0	1	0	0	0
<i>Coccus viridis</i>	1	0	0	0	1
<i>Toxoptera aurantii</i>	1	0	1	0	0
<i>Coccus pseudomagnoliarum</i>	0	0	1	0	0
<i>Aphis spiraecola</i>	1	1	1	1	0
<i>Aphis gossypii</i>	1	1	1	1	1
<i>Myzus persicae</i>	1	1	1	1	1

0 : absence de l'espèce ; 1 : présence de l'espèce

Tableau 4.4: Richesse spécifique détaillée par direction dans le deuxième verger d'Oued El Alleug

	Centre	Nord	Sud	Est	Ouest
<i>Aonidiella aurantii</i>	1	1	1	1	1
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	1	1	1	1	1
<i>Tetranychus urticae</i>	0	1	1	1	1
<i>Phyllocnistis citrella</i>	1	1	1	1	1
<i>Lepidosaphes beckii</i>	1	1	1	1	1
<i>Parlatoria ziziphi</i>	1	1	1	1	1
<i>Toxoptera aurantii</i>	1	0	0	0	0
<i>Aphis spiraecola</i>	1	1	1	1	1
<i>Aphis gossypii</i>	1	1	1	1	1
<i>Myzus persicae</i>	1	1	1	1	1

Afin de comparer la richesse existante dans les directions cardinales et de connaître le degré de similarité entre elles dans chaque verger, nous avons calculé l'indice de similarité de Jaccard à l'aide du logiciel Past (version 3.10) [89]. Les résultats obtenus sont mentionnés dans les tableaux (4.5 et 4.6).

Tableau 4.5: Indice de similarité de Jaccard entre les directions cardinales du premier verger de la région d'Oued El Alleug

	Centre	Nord	Sud	Est	Ouest
Centre	-				
Nord	0,5	-			
Sud	0,64	0,62	-		
Est	0,77	0,62	0,67	-	
Ouest	0,69	0,54	0,58	0,73	-

Tableau 4.6: Indice de similarité de Jaccard entre les directions cardinales du deuxième verger de la région d'Oued El Alleug

	Centre	Nord	Sud	Est	Ouest
Centre	-				
Nord	0,8	-			
Sud	0,8	1	-		
Est	0,8	1	1	-	
Ouest	0,8	1	1	1	-

D'après les tableaux (4.5 et 4.6), nous remarquons que le degré de similarité est important entre les cinq sites de la canopée du deuxième verger; 80% de similarité entre le centre et les autres directions, et 100% de ressemblance entre les autres directions. Tandis que dans le premier verger, la similarité varie entre 50% et 77%. Par exemple, la similarité est de 50 % entre le centre et le nord des arbres et 77% entre le centre et l'est de la canopée.

4.1.3.2. L'indice de Shannon et de l'équitabilité

4.1.3.2.1. Évolution temporelle des deux indices dans les deux vergers

Nous avons appliqué ces deux indices sur nos résultats au cours du temps afin de bien visualiser l'évolution temporelle de la diversité dans nos vergers. Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau (4.7).

Tableau 4.7 : Variation temporelle des indices de diversité de Shannon et de l'équitabilité dans les deux vergers d'Oued El Alleug

Sortie	verger 1			verger 2		
	Indice de Shannon (H')	H max. de l'indice de Shannon	Equitabilité (J')	Indice de Shannon (H')	H max. de l'indice de Shannon	Equitabilité (J')
14/04/2013	0,81	1,79	0,45	0,7502	1,39	0,5411
28/04/2013	1,18	1,79	0,66	1,075	1,79	0,5997
12/05/2013	1,28	1,79	0,71	1,086	1,79	0,6062
26/05/2013	0,60	1,79	0,34	0,548	1,79	0,3059
09/06/2013	1,11	1,79	0,62	1,257	1,95	0,6461
23/06/2013	0,96	1,79	0,54	0,6979	1,61	0,4336
07/07/2013	0,83	1,79	0,46	0,9429	1,79	0,5262
24/08/2013	0	0	0	0,5835	0,69	0,8419
07/09/2013	1,30	1,61	0,81	1,021	1,10	0,9295
21/09/2013	0,84	1,39	0,60	1,069	1,10	0,9729
05/10/2013	0,74	1,39	0,54	0,6765	0,69	0,976
19/10/2013	0,81	1,79	0,45	0	0	0
09/11/2013	0,46	1,95	0,24	0,08851	1,10	0,08056
23/11/2013	0,24	0,69	0,35	0,1035	0,69	0,1494
07/12/2013	0	0	0	0,2337	0,69	0,3372
21/12/2013	0,05	0,69	0,07	0,3461	0,69	0,4993
04/01/2014	0,10	1,39	0,07	0,2643	0,69	0,3813
18/01/2014	0	0	0	0,3493	0,69	0,5039
01/02/2014	0	0	0	0,1554	0,69	0,2242
15/02/2014	0	0	0	0,182	0,69	0,2625
01/03/2014	0	0	0	0,06068	0,69	0,08755
15/03/2014	0,08	1,39	0,06	0,3493	1,10	0,3179
29/03/2014	0,24	1,61	0,15	0,4163	1,39	0,3003
12/04/2014	0,46	2,40	0,19	0,446	1,95	0,2292

Nous remarquons dans ce tableau que dans le premier verger, le début du mois de septembre était le plus équilibré de point de vue diversité quoiqu'il n'était pas le plus riche en espèce ($S = 5$), avec une valeur d'équitabilité proche de 1 ($J' = 0.81$) et la valeur de H' de Shannon = 1.30 qui est proche de sa valeur maximale $H.max = 1.61$. Les mêmes résultats ont été trouvés dans le deuxième verger dans le mois de septembre et le début d'octobre avec des valeurs d'équitabilité très proche de 1 et des valeurs de l'indice de Shannon très proche de leurs valeurs maximales.

Nous remarquons aussi que les valeurs obtenus au mois d'avril 2014 sont faibles par rapport aux autres sorties qui ont présentées moins d'espèces, et cela est dû au

nombre élevé rencontré de la cochenille *Parlatoria ziziphi* par rapport aux autres espèces

4.1.3.2.2. Évolution spatiale des deux indices en fonction des directions cardinales dans les deux vergers

Nous avons également calculé les deux indices de diversité sur les directions cardinales, afin d'estimer leurs diversités et de comprendre si les espèces dans chaque direction sont équitablement réparties. Les résultats sont mentionnés dans le tableau (4.8).

Tableau 4.8: Indices de Shannon et d'équitabilité dans les deux vergers d'Oued El Alleug en fonction des directions cardinales

Directions cardinales	verger 1			verger 2		
	Indice de Shannon (H')	H max. de l'indice de Shannon	Equitabilité (J')	Indice de Shannon (H')	H max. de l'indice de Shannon	Equitabilité (J')
Centre	0,36	2,56	0,14	0,9015	2,20	0,4103
Nord	0,46	2,40	0,19	0,4684	2,20	0,2132
Sud	0,47	2,30	0,20	0,7396	2,20	0,3366
Est	0,32	2,30	0,14	0,5155	2,20	0,2346
Ouest	0,33	2,20	0,15	0,5127	2,20	0,2333

D'après le tableau ci-dessus, nous remarquons que les valeurs de l'indice de Shannon dans les deux vergers, et quelle que soit la direction, sont loin de leurs valeurs maximales. Les valeurs de l'équitabilité sont aussi faibles et inférieures à 0.5, cela signifie qu'il y a une dominance d'une ou de plusieurs espèces.

4.1.4. Relation entre le pourcentage d'occupation des feuilles et le nombre moyen des ravageurs par feuille

Dans cette partie, nous avons accordé une attention particulière aux espèces qui étaient présentes presque tout au long de la période d'échantillonnage, afin de mettre en évidence la relation qui existe entre l'augmentation en nombre par feuille et le pourcentage d'occupation des feuilles par les espèces, c'est-à-dire la possibilité aux espèces de migrer vers d'autres sites non occupés. Pour cela, nous avons évalué cette relation à l'aide du test de corrélation non paramétrique de Spearman (r_s) en tenant compte de sa signification à l'aide du logiciel Past (version 3.10) [89].

Dans notre cas, l'espèce qui était présente en permanence est la cochenille *Parlatoria ziziphi*. Les résultats de cette relation sont indiqués dans la figure (4.10).

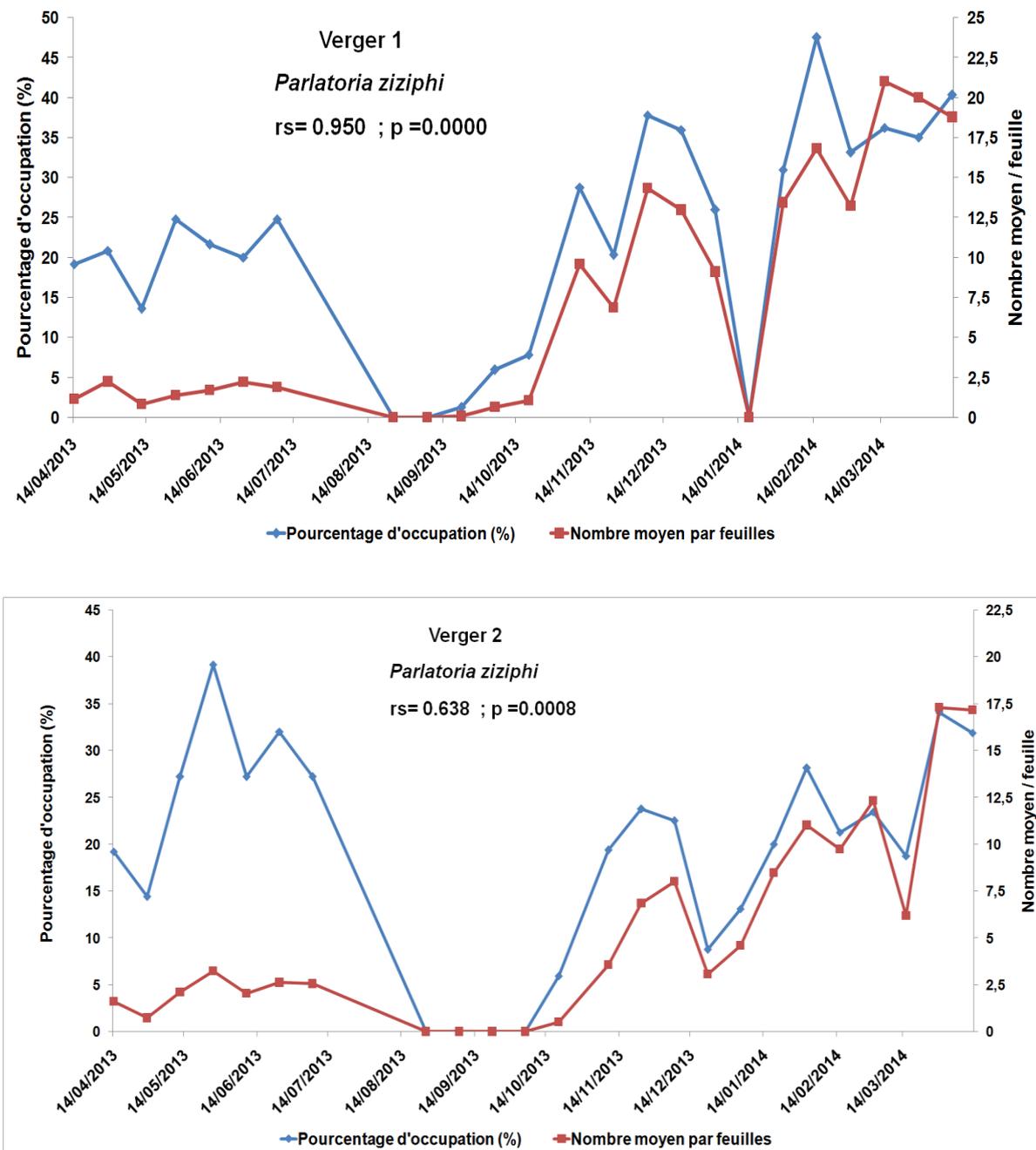


Figure 4.10: Relation temporelle entre le pourcentage des feuilles occupées par *Parlatoria ziziphi* et son nombre moyen par feuille dans les deux vergers d'Oued El Alleug

Le test de corrélation de Spearman (r_s) a montré qu'il y a une relation importante entre les deux variables avec une probabilité hautement significative ($p < 0.001$). Dans le premier verger, la valeur du test est 0,950, c'est-à-dire que la corrélation est très forte entre le pourcentage des feuilles occupées et le nombre moyen par feuille, et dans le deuxième verger la relation est forte avec $r_s = 0,638$ (entre 0,60 et 0,79).

4.2. Espèces d'insectes et d'acariens ravageurs trouvés dans la région d'El Fedjoudj à la wilaya de Guelma (janvier 2016-juin 2017)

La liste de l'ensemble des ravageurs identifiés dans le verger d'oranger de Guelma sont mentionnés dans le tableau (4.9). Taxonomiquement, ces bioagresseurs sont classés en trois ordres qui sont : *Hemiptera*, *Lepidoptera* et l'ordre Trombidiformes.

Tableau 4.9: Liste des ravageurs identifiés dans la région d'El Fedjoudj

Ordre	Famille	Espèces
Hemiptera	Diaspididae	<i>Aonidiella aurantii</i> (Maskell, 1879)
		<i>Lepidosaphes beckii</i> (Newman, 1869)
		<i>Parlatoria ziziphi</i> (Lucas, 1853)
		<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Morgan, 1889)
	Coccidae	<i>Saissetia oleae</i> (Olivier, 1791)
		<i>Coccus hesperidum</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Coccus pseudomagnoliarum</i> (Kuwana, 1914)
	Margarodidae	<i>Icerya purchasi</i> (Maskell, 1879)
	Aleyrodidae	<i>Aleurothrixus floccosus</i> (Maskell, 1896)
		<i>Dialeurodes citri</i> (Ashmead, 1885)
Aphididae	<i>Aphis spiraecola</i> (Patch, 1914)	
	<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)	
Lepidoptera	Gracillariidae	<i>Phyllocnistis citrella</i> (Stainton, 1856)
Trombidiformes	Tetranychidae	<i>Panonychus citri</i> (McGregor, 1916)
		<i>Tetranychus urticae</i> (Koch, 1836)

4.2.2. Abondance relative et évolution temporelle des espèces trouvées

4.2.2.1. Cas des insectes

Durant la période d'échantillonnage, nous avons pu recenser 13 espèces d'insectes ravageurs, dont huit sont des cochenilles, deux espèces d'aleurodes, deux espèces de pucerons et la mineuse des feuilles des agrumes (Tableau 4.11)

Tableau 4.11: Abondance des insectes trouvés dans la région d'El Fedjoudj

Espèces	Effectif total (Janvier 2016 - Juin 2017)	Abondance relative (%)
<i>Aonidiella aurantii</i>	887	17,12
<i>Lepidosaphes beckii</i>	1	0,02
<i>Parlatoria ziziphi</i>	2	0,04
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	63	1,22
<i>Saissetia oleae</i>	3	0,06
<i>Coccus hesperidum</i>	4	0,08
<i>Coccus pseudomagnoliarum</i>	2	0,04
<i>Icerya purchasi</i>	2	0,04
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	3999 larves 89 œufs	78,90
<i>Dialeurodes citri</i>	20	0,39
<i>Aphis spiraecola</i>	6	0,12
<i>Aphis gossypii</i>	1	0,02
<i>Phyllocnistis citrella</i>	102	1,97
Total	5181	100%

D'après le tableau (4.11), nous remarquons que l'aleurode floconneux représente 78,90% des espèces d'insectes trouvées dans le verger d'étude dont 2,71% de cette abondance sont des œufs. En deuxième position vient le pou rouge de Californie *Aonidiella aurantii* avec 17,12% puis la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* et *Chrysomphalus dictyospermi* avec respectivement 1,97% et 1,22%. Les autres

espèces ont été trouvées avec des valeurs très faibles qui n'ont pas dépassé au total les 0,8%.

L'évolution temporelle des espèces durant la période d'étude a montré que le puceron de Californie *A. aurantii* présentait un pic durant le mois de mars 2016 et un autre durant le mois de janvier 2017. Un autre pic est aussi enregistré le mois de juin 2017, c'est-à-dire dans la période de fructification. Concernant la cochenille *Chrysomphalus dictyospermi*, deux pics sont enregistrés, l'un en juin 2016 et l'autre en juin 2017. Pour la mineuse des agrumes, un pic d'évolution a été noté durant le mois de juillet 2016 (figure 4.11). Alors que les larves de l'aleurode floconneux, un pic important a été observé au cours du mois de février 2016 et deux autres avec des effectifs plus faibles durant le mois de juillet et novembre 2016 et un autre en juin 2017 (Figure 4.12).

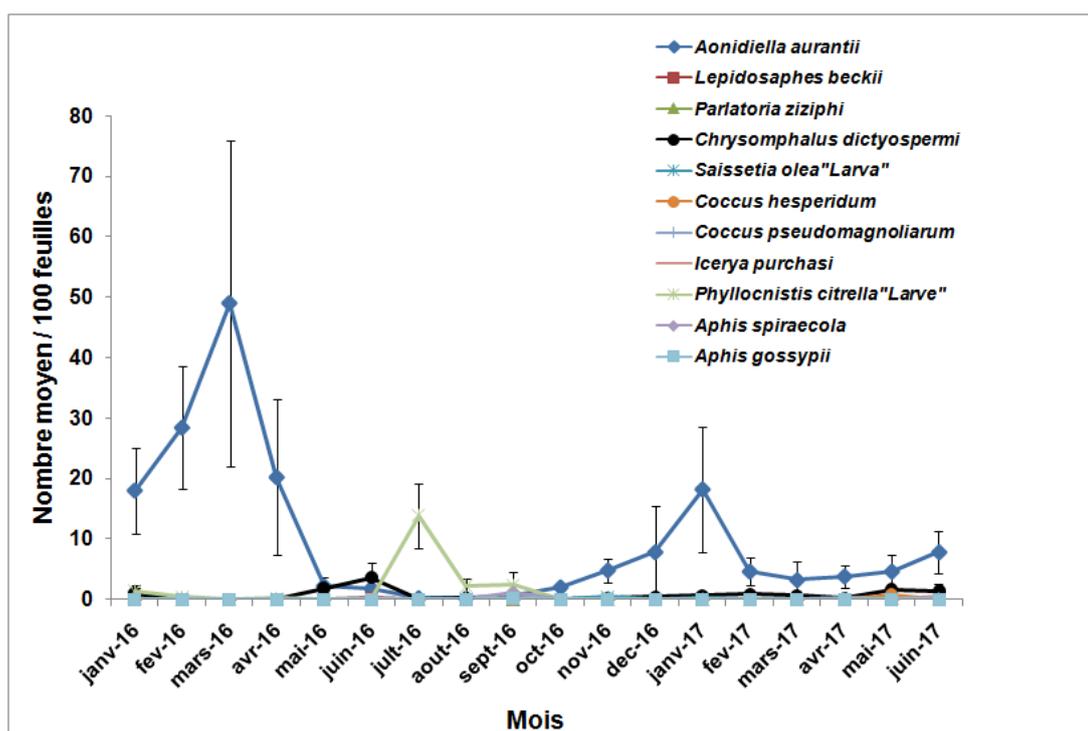


Figure 4.11: Évolution temporelle des différentes cochenilles, pucerons et la mineuse des feuilles des agrumes dans la région d'El Fedjoudj (Moyenne \pm Erreur standard)

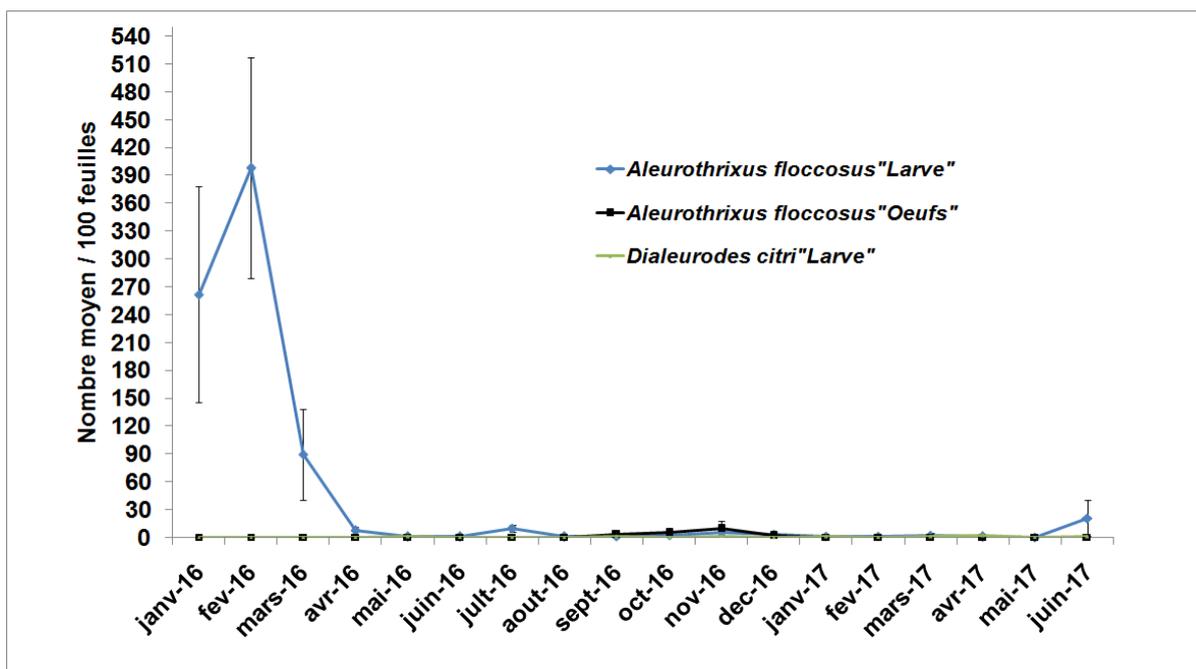


Figure 4.12: Évolution temporelle des deux espèces d'aleurodes trouvées dans la région d'El Fedjoudj (Moyenne \pm Erreur standard)

Afin de montrer la différence entre les effectifs des espèces d'insectes d'une sortie à l'autre, nous avons eu recours au test non paramétrique de Kruskal-Wallis, en utilisant la méthode décrite par le logiciel SPSS (version 20) [88]. Dans cette partie, une attention particulière a été portée aux espèces qui étaient présentes durant presque toute la période d'échantillonnage et qui sont le pou rouge de Californie *Aonidiella aurantii* et les larves de l'aleurode floconneux *Aleurothrixus floccosus*. Pour la première espèce, le test de Kruskal-Wallis a révélé une différence hautement significative entre les effectifs des sorties, avec la valeur du test $H = 47,137$ et la probabilité $p = 0,000 < 0,001$, cela veut dire qu'au moins l'une des sorties est différente significativement des autres. Pour confirmer ces résultats, nous avons réalisé le test de comparaison paire par paire de Mann-Whitney en tenant compte des probabilités corrigées de Bonferroni. Ce test a montré qu'il y a une différence entre la sortie du mois de mars 2016 d'une part et la sortie de juillet et août 2016 d'une autre part avec une probabilité $p = 0,04 < 0,05$. Une autre différence a été noté aussi entre la sortie de février 2016 d'une part et la sortie de juillet et août 2016 d'une autre part avec une probabilité $p = 0,037 < 0,05$.

Concernant l'aleurode floconneux, le test de Kruskal-Wallis a montré une différence hautement significative avec la valeur du test $H = 47,107$ et la probabilité $p = 0,000 <$

0,001. La comparaison paire par paire entre les effectifs de cet insecte durant la période d'échantillonnage a indiqué que la signification donnée par le test de Kruskal-Wallis était le résultat de la différence entre la sortie du mois de janvier 2016 et la sortie du mois de mai 2017, durant cette dernière sortie, aucune larve de cet aleurode n'a été trouvée sur nos échantillons. Une différence entre la sortie du mois de février 2016 et la sortie du mois de mai 2017 a été notée aussi avec une valeur de probabilité inférieure à 5%. Ce test a permis aussi de trouver une différence marginale entre la sortie de février 2016 d'une part et les sorties de mai, juin et août 2016 et avril 2017 avec une probabilité $p = 0,051 \approx 0,050$.

4.2.2.2. Cas des acariens

Les espèces d'acariens trouvées dans le verger d'agrumes d'El Fedjoudj sont *Panonychus citri* et l'espèce *Tetranychus urticae* qui appartiennent à la famille des Tetranychidae. La première espèce était présente presque durant toute la période d'échantillonnage avec des variations dans ses effectifs d'un mois à l'autre. Par contre la deuxième espèce est apparue qu'à partir du mois de septembre 2016. Nous avons trouvé aussi les œufs de ces deux acariens. Le tableau (4.12) montre les effectifs totaux et les abondances relatives de ces deux ravageurs.

Tableau 4.12: Effectifs totaux et abondances relatives des acariens trouvés dans la région d'El Fedjoudj

	Adultes	Œufs	Effectif total	Abondance relative (%)
<i>Panonychus citri</i>	4007	3179	7186	16,39
<i>Tetranychus urticae</i>	5680	30980	36660	83,61

D'après le tableau (4.12), nous remarquons que le nombre d'œufs de l'acarien jaune *T. urticae* était très important par rapport aux adultes, cela est bien illustré dans la figure 4.13. Ce nombre a dépassé les 3 800 œufs moyennement par 100 feuilles durant le mois de novembre 2016. Concernant l'acarien rouge *P. citri*, le nombre d'adultes était presque égal au nombre d'œufs. D'une manière générale, l'espèce *T. urticae* est plus nombreuse que l'acarien rouge, quoique l'acarien jaune n'a commencé à apparaître dans notre verger qu'à partir du mois de septembre 2016.

Concernant l'évolution temporelle de l'acarien rouge *P. citri*, la figure (4.14) illustre bien qu'il présente deux pics, l'un se situe dans le mois de mars 2016 et l'autre entre

le mois de novembre et décembre 2016, alors que durant l'année 2017, son effectif était très faible, nous avons trouvé les œufs de cet acarien qu'à partir du mois d'octobre 2016, leur nombre a dépassé celui des adultes. Le plus important pic a été noté durant le mois de novembre 2016 avec plus de 250 œufs par 100 feuilles.

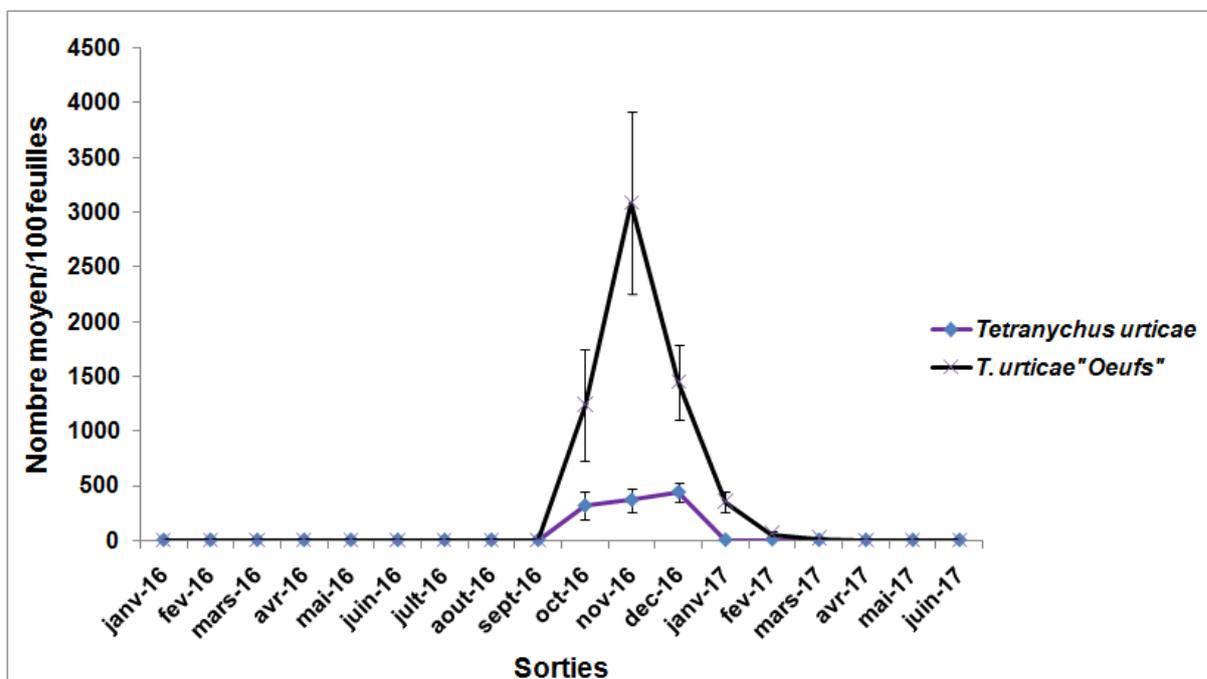


Figure 4.13: Évolution temporelle de l'acarien jaune *T. urticae* et ses œufs dans la région d'El Fedjoudj (Moyenne \pm Erreur standard)

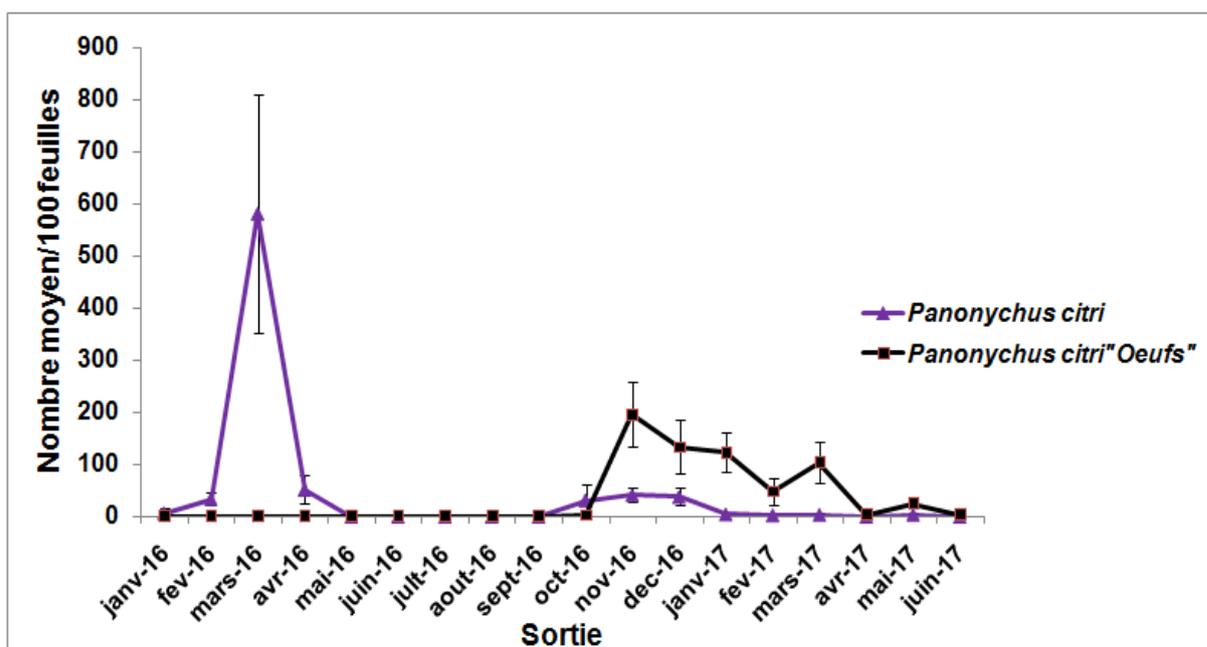


Figure 4.14: Évolution temporelle de l'acarien rouge *P. citri* et ses œufs dans la région d'El Fedjoudj (Moyenne \pm Erreur standard)

4.2.3. Répartition spatiale des espèces trouvées

4.2.3.1. Cas des insectes

Les effectifs totaux des espèces trouvées dans le verger et en fonction des directions cardinales des arbres sont illustrés dans la figure suivante:

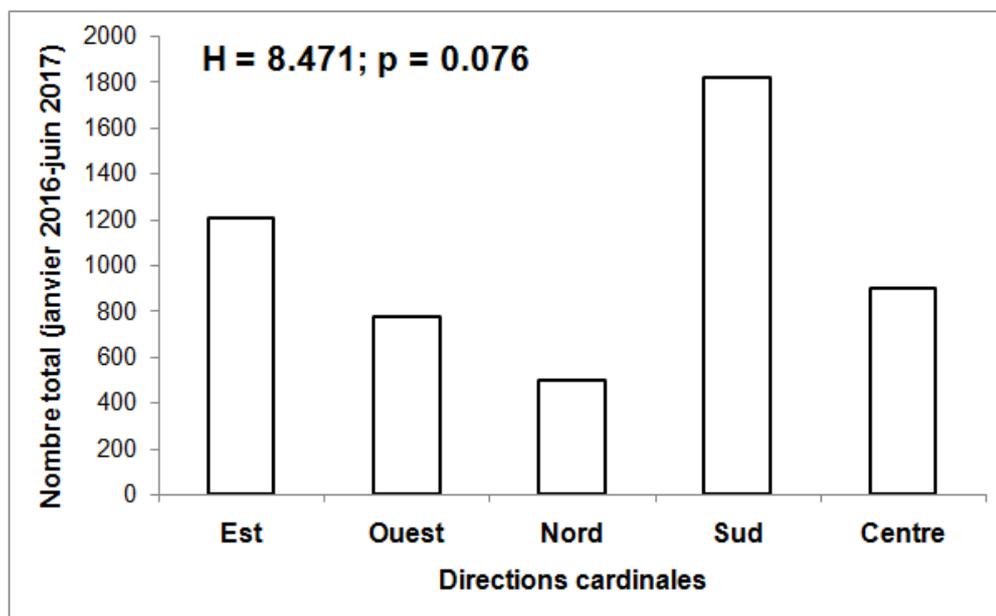


Figure 4.15: Répartition globale des effectifs totaux des espèces d'insectes trouvés en fonction des directions cardinales dans la région d'El Fedjoudj

D'après cette figure, nous remarquons que la majorité des effectifs ont été trouvés dans le sud et l'est de la canopée des arbres, suivi par le centre, l'ouest puis le nord de l'arbre. Mais malgré cette différence de répartition, le test de Kruskal-Wallis réalisé a montré qu'il n'y a pas de différence entre la répartition des espèces globales dans ces directions avec une valeur du test $H = 8,471$ et une probabilité non significative $p = 0,076 > 0,05$.

Afin de mieux cerner la stratégie de distribution des espèces dans la canopée et leur préférence d'installation dans les directions cardinales, nous avons réalisé une analyse factorielle des correspondances (AFC). Nous avons pris en considération les distances euclidiennes comme méthode de mesure de similarité réalisée avec le logiciel PAST (version 3.10) [89]. Cette analyse a montré que les deux cochenilles *A. aurantii* et *C. dictyospermi* préfèrent le centre de l'arbre, alors que les autres espèces y compris l'aleurode floconneux préfèrent les parties les plus ensoleillées (figure 4.16).

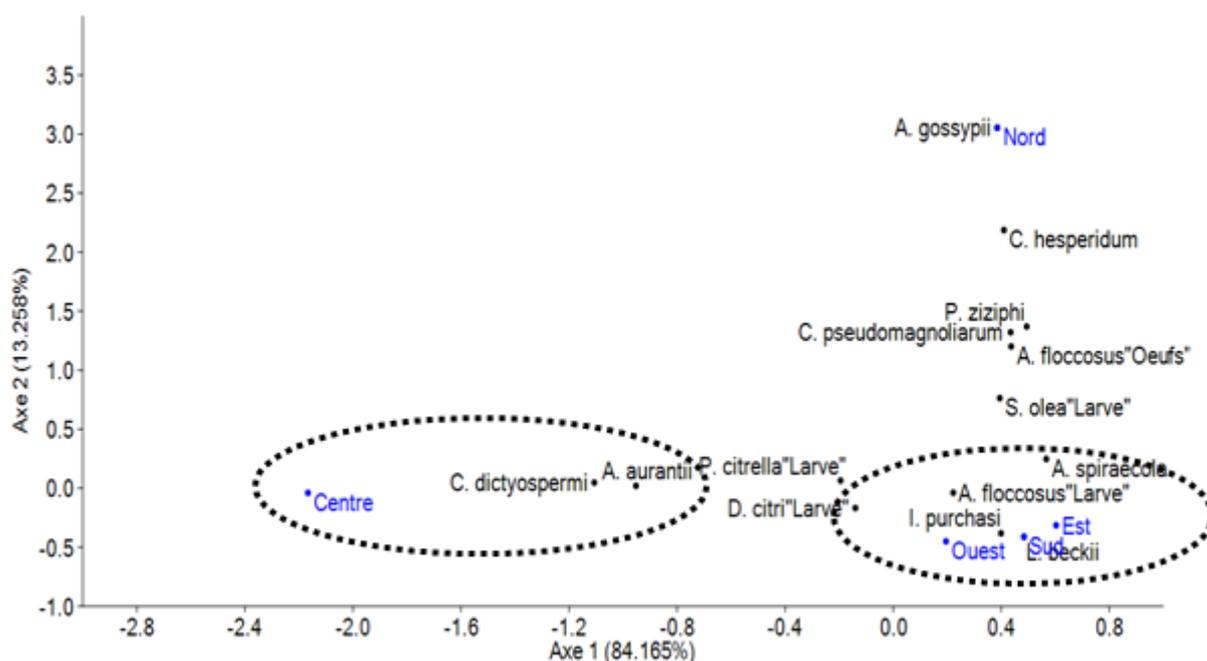


Figure 4.16: Analyse factorielle des correspondances des effectifs totaux des espèces d'insectes trouvés en fonction des directions cardinales dans la région d'El Fedjoudj

4.2.3.2. Cas des acariens

Les effectifs totaux des acariens durant toute la période d'échantillonnage en fonction des directions cardinales sont présentés dans la figure (4.17). Cette figure montre que ces ravageurs ont été trouvés avec des effectifs très importants dans les directions sud, nord et est des arbres (10 000 individus), suivi par l'ouest de la canopée avec plus de 6 500 individus. Le centre de l'arbre était le moins fréquenté par les acariens trouvés avec moins de 2 200 individus au total.

Le test de Kruskal-Wallis réalisé sur cette distribution globale, a révélé une différence non significative avec la valeur du test $H = 4,082$ et la probabilité $p = 0,395 > 0,05$.

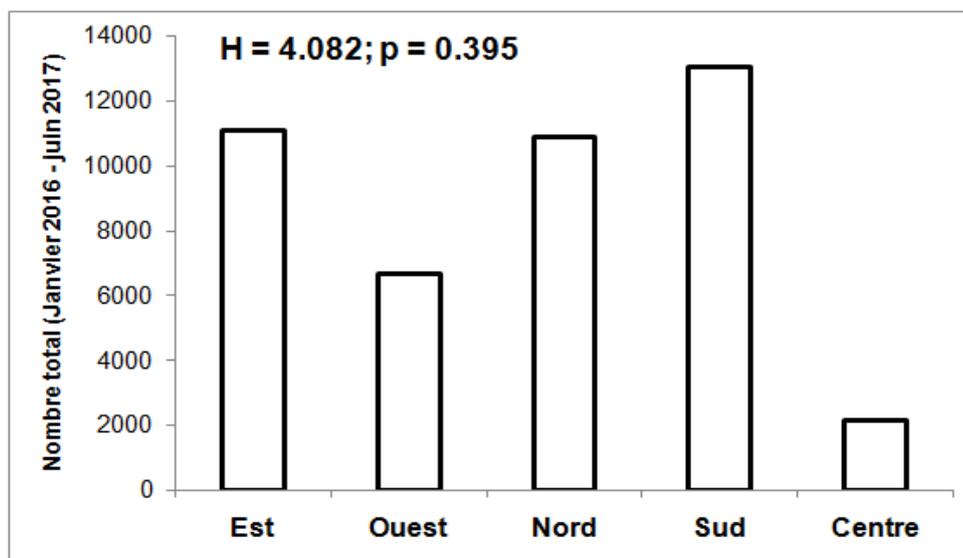


Figure 4.17: Répartition globale des effectifs totaux des espèces d'acariens trouvés en fonction des directions cardinales dans la région d'El Fedjoudj

Une analyse factorielle des correspondances a été réalisée sur les effectifs de ces acariens afin de montrer la relation qui existe entre les espèces et les directions préférées par chacune. Nous avons pris en considération les distances euclidiennes comme méthode de mesure de similarité réalisée avec le logiciel PAST (version 3.10) [89] (Figure 4.18).

Cette analyse, et sur la base d'une distance de similarité de 1,6, montre que les deux acariens préfèrent les deux directions sud et est de l'arbre qui sont les plus ensoleillées mais cette différence reste non significative (Figure 4.17).

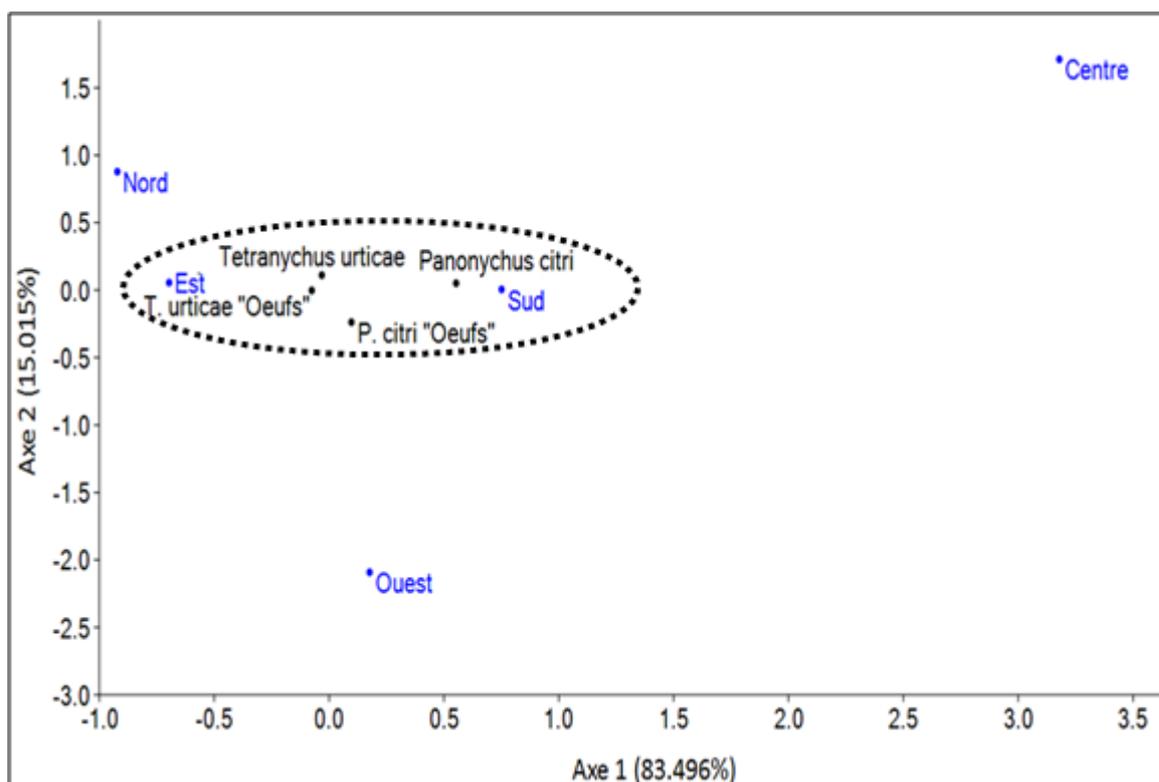


Figure 4.18: Analyse factorielle des correspondances des effectifs totaux des acariens trouvés en fonction des directions cardinales dans la région d'El Fedjoudj

4.2.4. Indices de diversités

4.2.4.1. La richesse spécifique

Le nombre total d'espèces recensé durant toute la période d'échantillonnage est de 15 espèces.

4.2.4.1.1. Évolution temporelle de la richesse spécifique

L'évolution temporelle des richesses spécifiques est représentée dans le tableau (4.13). Nous remarquons que le mois qui contient plus d'espèces par rapport aux autres est le mois de septembre 2016 avec 9 espèces qui sont *A.aurantii*, *A. floccosus*, *C. dictyospermi*, *D. citri*, *A.gossypii*, *A.spiraecola* et les deux acariens *Panonychus citri* et *Tetranychus urticae*. Les mois qui présentent moins d'espèces sont le mois de mars 2016 avec *A. aurantii* et l'aleurode *A. floccosus* et l'acarien *P. citri* et le mois de juillet 2016 avec la cochenille *A. aurantii* et *A. floccosus* et la mineuse des agrumes *P. citrella*.

Tableau 4.13: Richesse spécifique temporelle dans la région d'El Fedjoudj

Sortie	Richesse spécifique (S)	Intervalle de confiance (Bootstrap = 9999)	
		valeur minimale	Valeur maximale
Janvier 2016	6	6	6
Février 2016	4	4	4
Mars 2016	3	3	3
Avril 2016	4	4	4
Mai 2016	5	5	5
Juin 2016	5	5	5
Juillet 2016	3	3	3
Aout 2016	4	4	4
Septembre 2016	9	9	9
Octobre 2016	4	4	4
Novembre 2016	7	6	7
Décembre 2016	5	5	5
Janvier 2017	7	6	7
Février 2017	5	5	5
Mars 2017	6	6	6
Avril 2017	7	5	7
Mai 2017	6	6	6
Juin 2017	7	6	7

D'après le tableau (4.13), nous constatons que le nombre d'espèces durant les six premiers mois de l'année 2017 dépasse celui de l'année 2016 durant les mêmes mois. L'année 2017 diffère de l'année 2016 par les espèces *Tetranychus urticae*, *Saissetia oleae*, *Coccus hesperidum*, *Icerya purchasi* et *Coccus pseudomagnoliarum*, alors que l'année 2016 diffère de l'année 2017 par la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* et la cochenille *Lepidosaphes beckii*.

4.2.4.1.2. Évolution spatiale de la richesse spécifique en fonction des directions cardinales

Durant toute la période d'échantillonnage et dans chaque direction cardinale, nous avons pu compter treize espèces dans la direction nord de la canopée, et onze, dix et neuf espèces dans les directions est, sud et l'ouest respectivement. Le centre de l'arbre était le moins diversifié en espèce avec seulement 7 espèces (Tableau 4.14).

Tableau 4.14: Richesse spécifique détaillée par direction dans la région d'El Fedjoudj

	Est	Ouest	Nord	Sud	Centre
<i>Aonidiella aurantii</i>	1	1	1	1	1
<i>Lepidosaphes beckii</i>	0	0	0	1	0
<i>Parlatoria ziziphi</i>	1	0	1	0	0
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	1	1	1	1	1
<i>Saissetia oleae</i> "Larve"	1	1	1	0	0
<i>Coccus hesperidum</i>	0	0	1	1	0
<i>Coccus pseudomagnoliarum</i>	0	0	1	1	0
<i>Icerya purchasi</i>	1	1	0	0	0
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	1	1	1	1	1
<i>Dialeurodes citri</i> "Larve"	1	1	1	1	1
<i>Aphis spiraecola</i>	1	0	1	0	0
<i>Aphis gossypii</i>	0	0	1	0	0
<i>Panonychus citri</i>	1	1	1	1	1
<i>Tetranychus urticae</i>	1	1	1	1	1
<i>Phyllocnistis citrella</i> "Larve"	1	1	1	1	1

0 : Absence de l'espèce ; 1 : Présence de l'espèce

La similarité entre la richesse spécifique dans les directions cardinales a été évalué à l'aide de l'indice de Jaccard en utilisant le logiciel Past (version 3.10) [89]. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (4.15).

Tableau 4.15: Indice de similarité de Jaccard entre les directions cardinales dans la région d'El Fedjoudj

	Est	Ouest	Nord	Sud	Centre
Est	-				
Ouest	0,82	-			
Nord	0,71	0,57	-		
Sud	0,5	0,58	0,64	-	
Centre	0,64	0,78	0,54	0,7	-

D'après ce test, nous remarquons que 82% d'espèces existantes dans la direction Est ressemblent à celles de la direction Ouest. Tandis que la petite valeur est entre la direction Est et Sud avec 50% de ressemblance.

4.2.4.2. L'indice de Shannon et de l'équitabilité

4.2.4.2.1. Évolution temporelle des deux indices

Les résultats de ces deux tests sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 4.16: Évaluation de la biodiversité temporelle dans la région d'El Fedjoudj

Sortie	Indice de Shannon (H')	H max. de l'indice de Shannon	Equitabilité (J')
Janvier 2016	0,40	1,79	0,23
Février 2016	0,50	1,39	0,36
Mars 2016	0,62	1,10	0,56
Avril 2016	0,85	1,39	0,61
Mai 2016	1,30	1,61	0,809
Juin 2016	1,07	1,61	0,67
Juillet 2016	0,72	1,10	0,65
Aout 2016	0,76	1,39	0,54
Septembre 2016	1,79	2,20	0,812
Octobre 2016	0,14	1,39	0,10
Novembre 2016	0,28	1,95	0,14
Décembre 2016	0,33	1,61	0,20
Janvier 2017	0,74	1,95	0,34
Février 2017	0,90	1,61	0,56
Mars 2017	0,63	1,79	0,35
Avril 2017	1,39	1,95	0,71
Mai 2017	0,74	1,79	0,41
Juin 2017	1,15	1,95	0,59

Les valeurs des indices de diversités montrent que le mois de septembre 2016 est le plus diversifié ($H' = 1.79$ bits). Des valeurs similaires ont été obtenues dans le mois de mai 2016 et avril 2017. La plus faible valeur-a été enregistrée le mois d'octobre 2016 ($H' = 0.14$) (Tableau 4.16), cela est dû à l'effectif très élevé de l'acarien jaune durant ce mois par rapport aux autres espèces.

Les valeurs de l'équitabilité ont montré aussi que les espèces dans le mois de mai et septembre 2016 et avril 2017 sont équitablement réparties avec des valeurs proches de la valeur maximale de cet indice qui est 1.

4.2.4.2.2. Évolution spatiale des deux indices en fonction des directions cardinales

L'application de ces deux indices a permis de comparer la diversité existante dans chaque direction. Les résultats sont mentionnés dans le tableau (4.17).

Tableau 4.17: Évaluation de la diversité spatiale dans la canopée des arbres dans la région d'El Fedjoudj

Directions cardinales	Indice de Shannon (H')	H max. de l'indice de Shannon	Equitabilité (J')
Est	0,70	2,40	0,29
Ouest	0,84	2,20	0,38
Nord	0,51	2,56	0,20
Sud	0,88	2,30	0,38
Centre	1,33	1,95	0,68

D'après ce tableau, nous constatons que les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont comprises entre 0,51 et 1,33. La valeur la plus grande, et qui est proche de sa valeur maximale, concerne le centre de la canopée avec 1,33 bits, suivie par le sud, l'ouest et l'est avec les valeurs 0,88, 0,84 et 0,70 bits respectivement. La plus petite valeur est celle de la direction nord avec 0,51 bits.

Les valeurs de l'équitabilité montrent que la seule valeur qui dépasse le 0,5, est celle du centre de la canopée avec 0,68, c'est-à-dire qu'elle est proche de 1 (la valeur maximale de l'équitabilité); cela veut dire que les espèces dans ce site sont équitablement réparties par rapport aux autres directions où leurs valeurs n'ont pas dépassé le 0,5.

4.2.5. Relation entre le stade phénologique et l'apparition des espèces

Un suivi phénologiques des stades de développement du verger de Guelma a été effectué au cours de la période d'échantillonnage. Les résultats sont mentionnés dans le tableau (4.18)

Tableau 4.18: Les différents stades phénologiques notés au cours du temps

Stade phénologique	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
DB												
DP&Dinf												
FL												
Dfruit												
Mfruit												
S&Dr												

DB : Développement des bourgeons ; **DP&Dinf** : Développement des pousses et de l'inflorescence ; **FL** : Floraison ; **Dfruit** : Développement de fruit ; **Mfruit** : Maturation de fruit ; **S&Dr** : Sénescence, début de la dormance

Afin de montrer la relation entre l'apparition des espèces et les stades phénologiques de l'arbre, nous avons rassemblé les mois qui présentaient le même stade phénologique en calculant la moyenne des effectifs totaux de chaque espèce dans ces périodes, puis la matrice finale (Appendice B) a été soumise à une analyse factorielle des correspondances (AFC) suivi par une classification ascendante hiérarchique (CAH) (Figure 4.19 et 4.20). Nous avons pris en considération les distances euclidiennes comme méthode de mesure de similarité réalisée avec le logiciel PAST (version 3.10) [89]. L'acarien rouge *Panonychus citri* a été éliminé de la matrice des abondances à raison de son emplacement par rapport au cercle de confiance (95% ellipses).

L'étude des corrélations a été réalisée sur le plan 1 et 2, car ils présentent une forte contribution à l'identification du nuage de points avec les valeurs respectives de 58,058% et 21,627%. Sur la base d'une distance de 2,4, le test de l'AFC a montré que l'acarien jaune *Tetranychus urticae* et ses œufs et les œufs de l'acarien rouge *P. citri* étaient présents en grand nombre durant le stade de maturation des fruits en 2016, stade de la sénescence et début de la dormance en 2016, stade de développement des bourgeons et développement des pousses et de l'inflorescence en 2017. Alors que chez le pou rouge de Californie *A. aurantii* et l'aleurode floconneux *A. floccosus*, leurs nombres étaient importants durant le stade de

développement des bourgeons, le stade de développement des pousses et de l'inflorescence et le stade de la floraison en 2016 (figure 4.19 et 4.20).

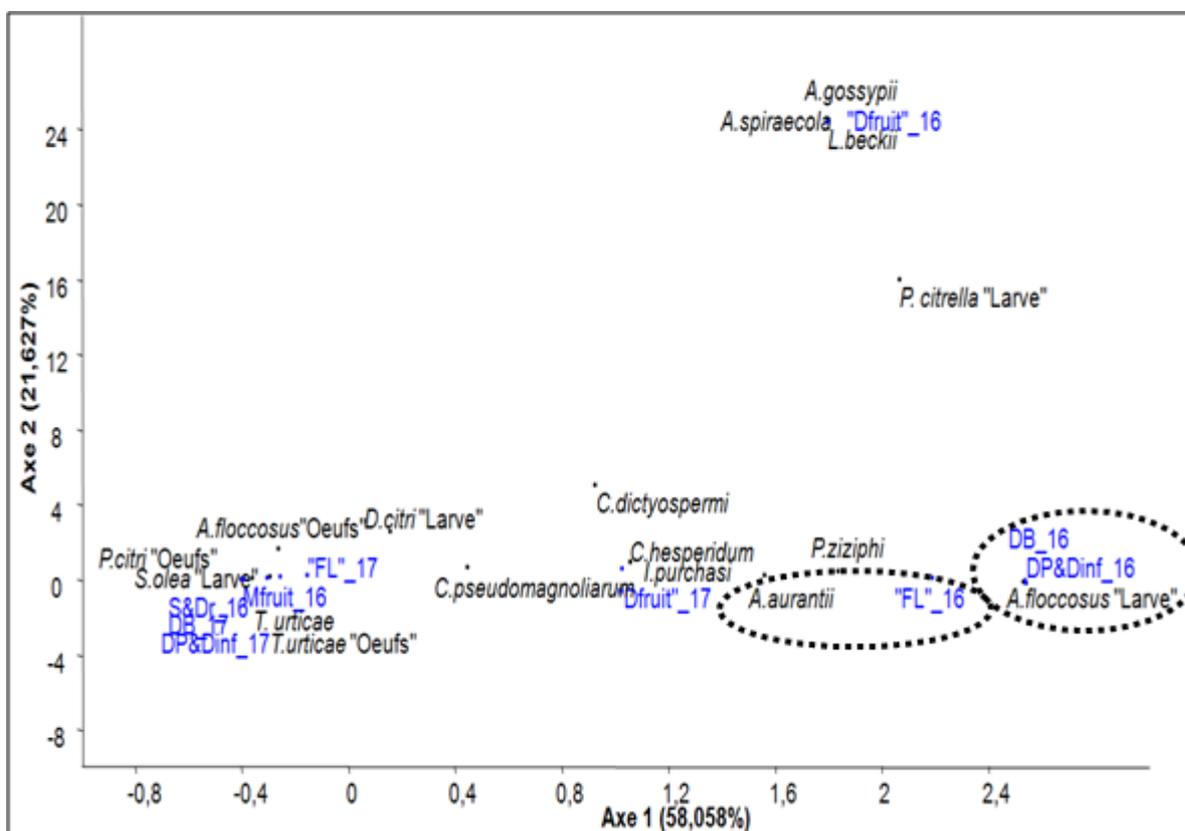


Figure 4.19: Analyse factorielle des correspondances des effectifs totaux des espèces en fonction de la période d'apparition et le stade phénologique du verger d'orange dans la région d'El Fedjoudj

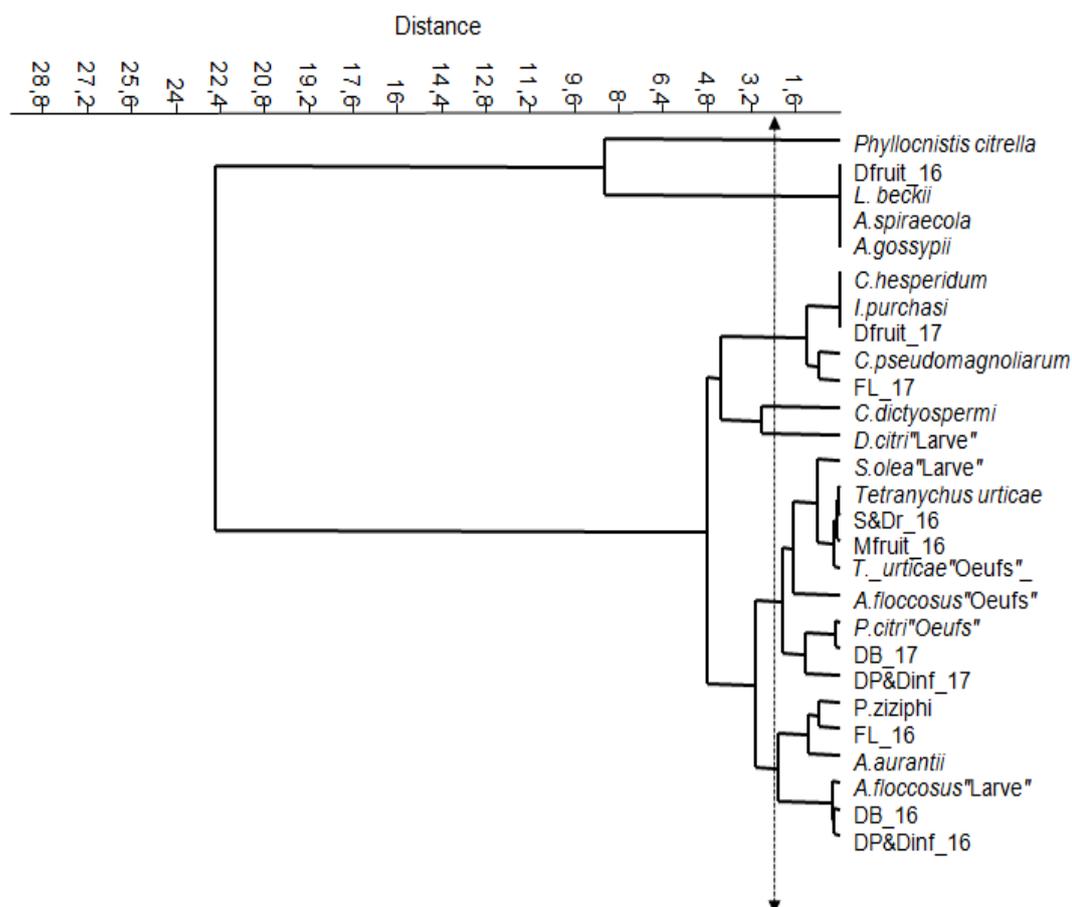


Figure 4.20: Classification ascendante hiérarchique (CAH) des effectifs totaux des espèces trouvées en fonction de la période d'apparition et le stade phénologique du verger d'oranger dans la région d'El Fedjoudj

Concernant l'acarien rouge qui a été éliminé de la matrice des données, nous avons remarqué que son effectif était très important avec le stade de la floraison de l'année 2016 avec 1579 individus dans toutes les directions confondues, c'est-à-dire 500 feuilles, alors que durant le même stade en 2017, son nombre était très faible (11 individus/500 feuilles) (Tableau 4.19).

Tableau 4.19: Effectifs totaux de l'acarien rouge *P. citri* en fonction des différents stades phénologiques

	2016						2017			
	DB	DP&Dinf	FL	Dfruit	Mfruit	S&Dr	DB	DP&Dinf	FL	Dfruit
<i>Panonychus citri</i>	35	171	1579	2	184	189	23	15	11	11

DB : Développement des bourgeons ; **DP&Dinf** : Développement des pousses et de l'inflorescence ; **FL** : Floraison ; **Dfruit** : Développement de fruit ; **Mfruit** : Maturation de fruit ; **S&Dr** : Sénescence, début de la dormance

4.2.5.1. Évaluation de la diversité en fonction des stades phénologiques

Dans cette partie, nous allons évaluer la diversité des ravageurs dans chaque stade phénologique. Pour cela, le nombre d'espèces, l'indice de diversité de Shannon et de l'équitabilité sont calculés.

4.2.5.1.1. Richesse spécifique

Le nombre d'espèces de chaque stade phénologique est mentionné dans le tableau suivant :

Tableau 4.20: La richesse spécifique en fonction des stades phénologiques

Stade phénologique	Richesse spécifique (S)	Intervalle de confiance (Bootstrap N=9999)	
		limite supérieure	limite inférieure
DB_16	6	6	5
DP&Dinf_16	4	4	4
FL_16	4	4	4
Dfruit_16	10	10	9
Mfruit_16	7	7	6
S&Dr_16	5	5	5
DB_17	7	7	6
DP&Dinf_17	5	5	5
FL_17	7	7	6
Dfruit_17	10	10	8

DB : Développement des bourgeons ; **DP&Dinf** : Développement des pousses et de l'inflorescence ; **FL** : Floraison ; **Dfruit** : Développement de fruit ; **Mfruit** : Maturation de fruit ; **S&Dr** : Sénescence, début de la dormance.

D'après le tableau (4.20), nous remarquons que le stade de développement des fruits est le stade le plus diversifié en 2016 et 2017 (10 espèces), alors que le stade de développement des pousses et de l'inflorescence (DP&Dinf) et le stade de la floraison (FL) en 2016 sont les stades qui contiennent moins d'espèces (4). En 2017 et dans ces deux derniers stades, nous avons remarqué que le nombre d'espèces est devenu 5 dans le stade DP&Dinf et 7 espèces dans le stade de la floraison.

4.2.5.1.2. L'indice de Shannon et de l'équitabilité

Nous avons appliqué ces deux indices sur une matrice qui contient les espèces et les différents stades phénologiques (Appendice C). Les résultats sont mentionnés dans le tableau suivant.

Tableau 4.21: Évaluation de l'indice de Shannon et de l'équitabilité en fonction des stades phénologiques

Stades phénologiques	Indice de Shannon (H')	H max. de l'indice de Shannon	Equitabilité (J')
DB_16	0,40	1,79	0,22
DP&Dinf_16	0,50	1,39	0,36
FL_16	0,66	1,39	0,47
Dfruit_16	1,78	2,30	0,77
Mfruit_16	0,24	1,95	0,12
S&Dr_16	0,33	1,61	0,20
DB_17	0,74	1,95	0,38
DP&Dinf_17	0,90	1,61	0,56
FL_17	0,77	1,95	0,39
Dfruit_17	1,37	2,30	0,60

Ces deux tests ont montré que le stade de développement des fruits est le stade le plus diversifié avec les valeurs de l'indice de Shannon $H' = 1,78$ bits en 2016 et 1,37 bits en 2017. Ces deux valeurs sont proches de leur valeur maximale qui est 2,30 bits. Concernant l'équitabilité, ce test a montré aussi que les espèces trouvées dans ce même stade sont équitablement réparties, avec la valeur 0,77 en 2016 et 0,60 en 2017, qui sont proches de la valeur maximale de ce test.

Le nombre d'espèces dans le stade de maturation des fruits en 2016 était de 7 (proche de la richesse maximale trouvée), et malgré ça, son indice de Shannon est le plus faible avec 0,24 bits et aussi son indice d'équitabilité avec 0,12, cela veut dire que les espèces dans ce stade ne sont pas équitablement réparties, et il y a une dominance de certaines espèces sur d'autres.

Dans le même contexte, nous avons comparé les indices de Shannon des différents stades pour avoir une idée sur la différence qui existe entre les diversités existantes. Pour cela, nous avons eu recours au test t de Student modifié à l'aide du logiciel Past (version 3.10) [89]. Les résultats de ce test ont montré qu'il y a une différence entre les diversités des différents stades phénologiques, à l'exception de celle entre le stade de floraison en 2016 et en 2017 avec une probabilité non significative $p = 0,052 > 0,05$, et aussi entre le stade de floraison en 2017 et le stade développement des bourgeons (DB) et de développement des pousses et de l'inflorescence

(DP&Dinf) en 2017 avec les valeurs de probabilités $p = 0,513$ et $p = 0,062$ respectivement.

4.2.6. Relation entre le pourcentage d'occupation des feuilles par les ravageurs et leur nombre moyen par feuille

Dans cette partie, nous avons porté une attention particulière au pou rouge de Californie, l'aleurode floconneux et l'acarien rouge et jaune.

L'étude de cette relation permet d'avoir une idée sur le déplacement des ravageurs vers d'autres sites; si leur nombre augmente. Pour cela nous avons calculé le coefficient de corrélation de Spearman (r_s) avec sa probabilité (p) pour chacun de ces ravageurs.

D'après la figure (4.21), nous remarquons que le pourcentage des feuilles occupées par le pou rouge de Californie est très lié ou corrélé à son nombre moyen par feuille ($r_s = 0,987 \approx 1$) avec une probabilité hautement significative ($p = 0,000 < 0,001$), c'est-à-dire que lorsque le nombre de cette cochenille augmente sur la feuille, il y aura une migration vers d'autres feuilles saines. La même remarque a été notée avec l'aleurode floconneux, l'acarien rouge et l'acarien jaune avec les valeurs de corrélations 0,886, 0,957 et 1 respectivement, et qui sont toutes hautement significative $p = 0,000 < 0,001$ (Figure 4.22, 4.23 et 4.24).

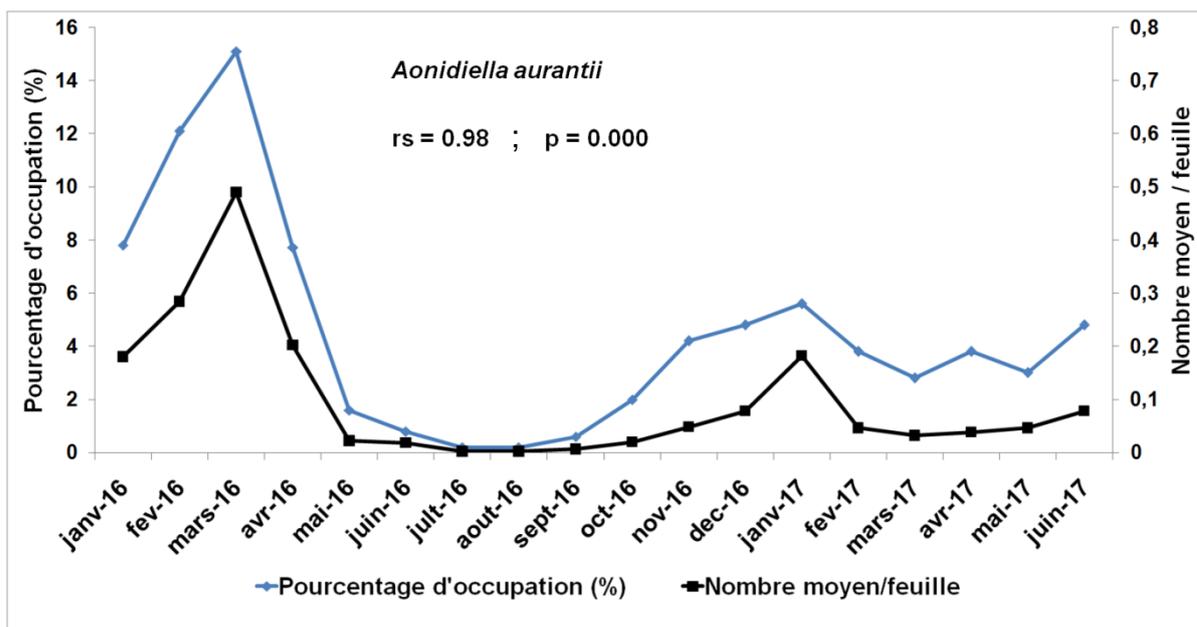


Figure 4.21: Relation temporelle entre le pourcentage des feuilles occupées par *Aonidiella aurantii* et son nombre moyen par feuille dans la région d'El Fedjoudj

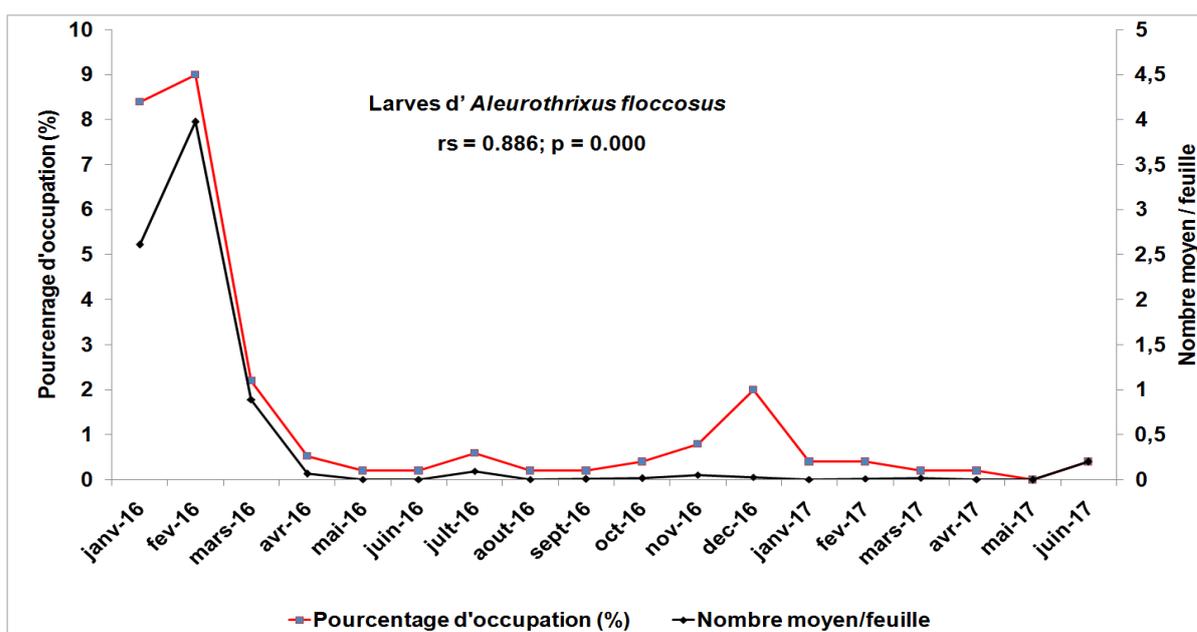


Figure 4.22: Relation temporelle entre le pourcentage des feuilles occupées par les larves d'*Aleurothrix floccosus* et son nombre moyen par feuille dans la région d'El Fedjoudj

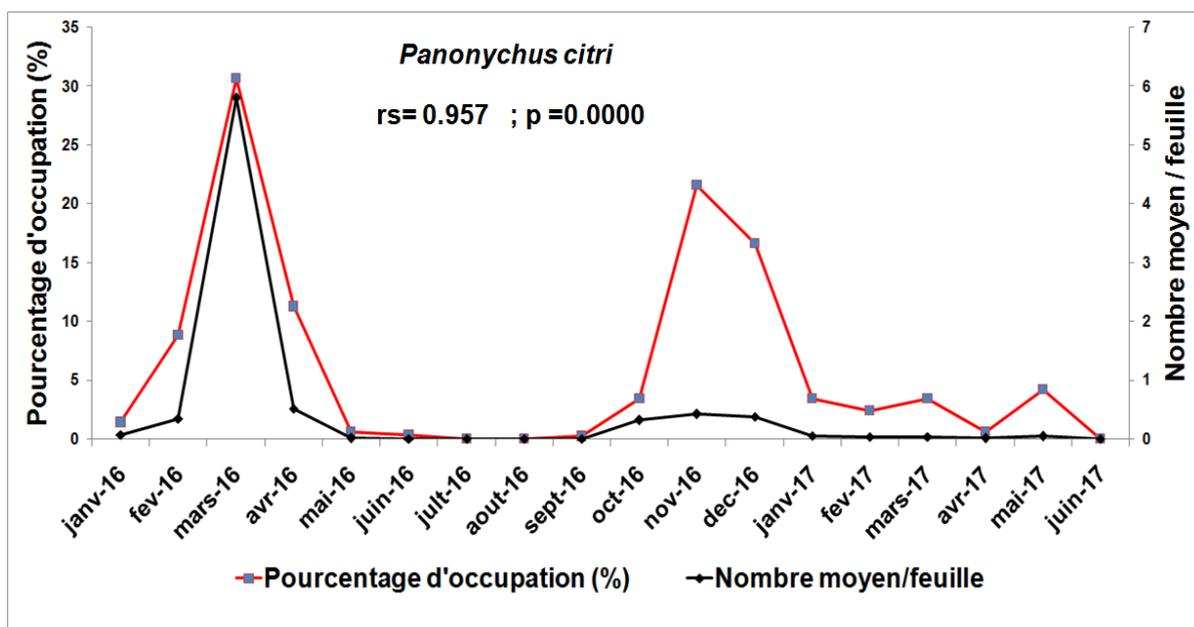


Figure 4.23: Relation temporelle entre le pourcentage des feuilles occupées par *Panonychus citri* et son nombre moyen par feuille dans la région d'El Fedjoudj

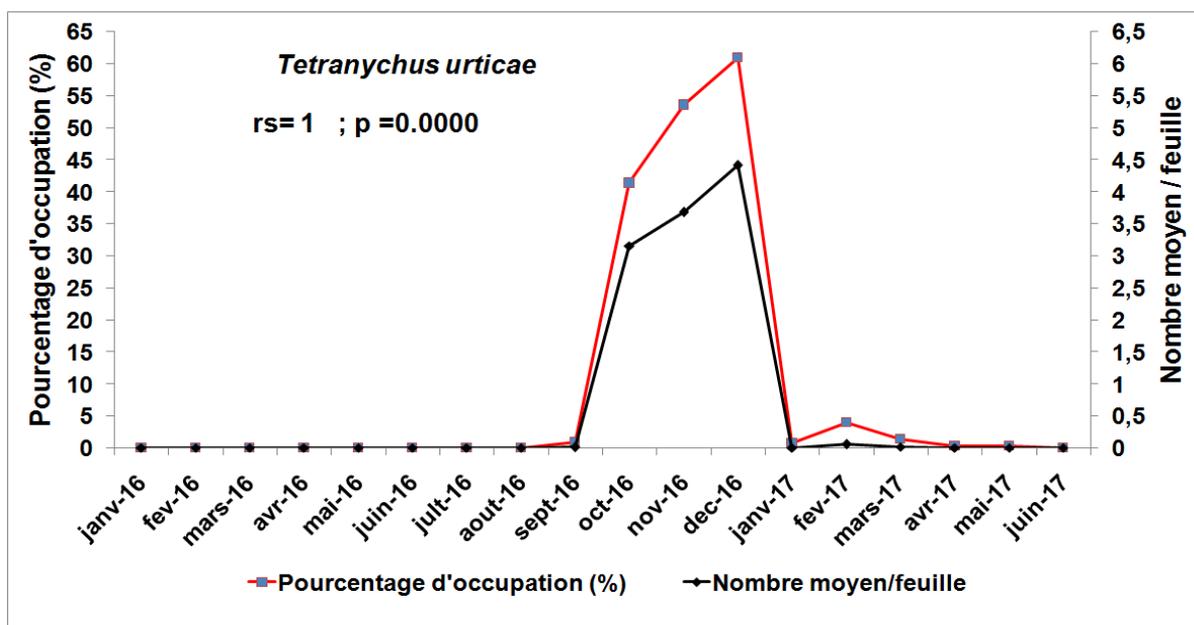


Figure 4.24: Relation temporelle entre le pourcentage des feuilles occupées par *Tetranychus urticae* et son nombre moyen par feuille dans la région d'El Fedjoudj

4.3. Résultats des pièges jaunes enlgués installés dans la région d'EL Fedjoudj (Guelma)

4.3.1. Composition taxonomique

Un total de 5159 individus a été capturé entre le mois de février 2016 et juin 2017 dont 68,5% sont des thrips et 17,62% des aleurodes et plus de 6,11% des cicadelles vertes *Empoasca* spp. Nous avons capturé aussi d'autres espèces de cicadelles, des pucerons, des mâles d'*Aonidiella aurantii* et la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* et des psylles (Figure 4.25).

Concernant la distribution temporelle de ces espèces, un total de 60.83% a été capturé dans le mois de mars, avril et septembre 2016 (Figure 4.26).

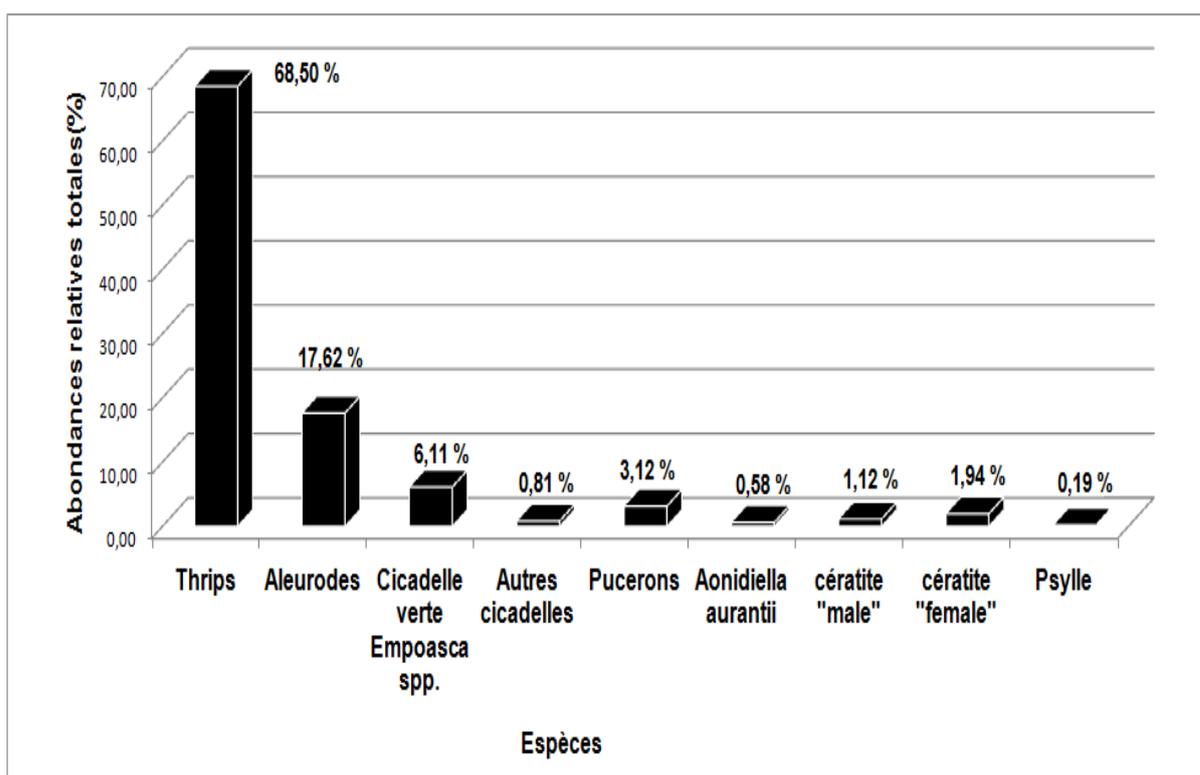


Figure 4.25: Abondance spécifique au niveau du verger d'étude dans la région d'El Fedjoudj

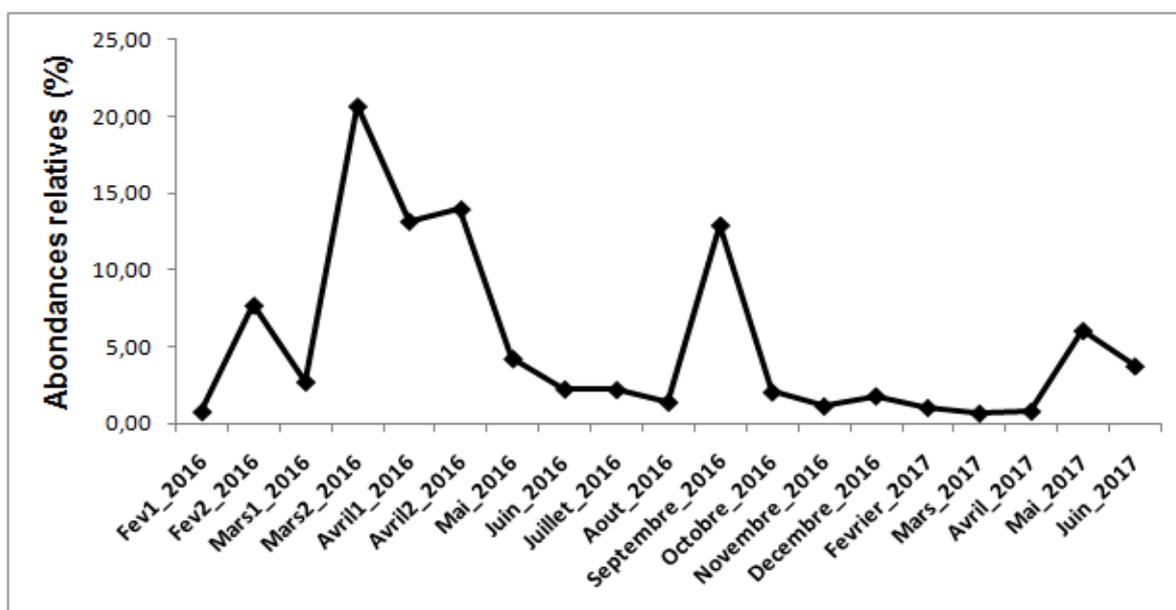


Figure 4.26: Évolution temporelle de l'abondance globale des espèces au niveau du verger d'étude dans la région d'El Fedjoudj

4.3.2. Comparaison entre les abondances des espèces ravageuses

Afin d'évaluer la différence entre l'abondance des différentes espèces trouvées, nous avons transformé nos résultats en $\ln(1+x)$; (x : Abondance de chaque espèce). Le test de Shapiro-wilk a montré la normalité de la distribution de certaines espèces et d'autres non. Nous avons utilisé le test de Kruskal-Wallis pour vérifier la différence entre les distributions non paramétriques et l'analyse de la variance ANOVA avec une vérification de l'homogénéité des variances pour celles qui ont présenté des distributions normales. Le test d'homogénéité des variances de Levene a montré une valeur non significative entre les abondances des thrips, les aleurodes, la cicadelle verte *Empoasca* spp. et les pucerons avec une probabilité $p = 0,236$, cela a permis de réaliser le test ANOVA sur ces quatre espèces. Ce test montre une différence hautement significative avec $F=7,968$ et $p = 0,000$, c'est-à-dire au moins une de ces espèces est différente des autres significativement. Pour voir quelles sont les espèces qui diffèrent des autres et quelle est l'ampleur de cette différence; nous avons eu recours au test POST HOC en choisissant le test de Student-Newman-Keuls qui a montré à son tour que la différence s'est trouvée entre l'abondance des thrips d'une part et les aleurodes, la cicadelle verte et les pucerons d'autre part (Figure 4.27)

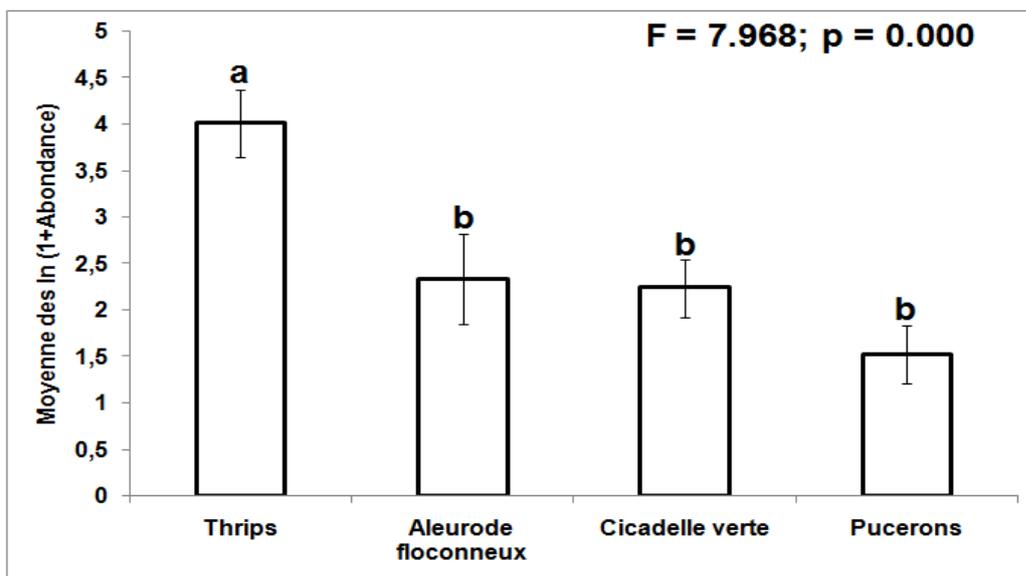


Figure 4.27 : Comparaison entre les abondances des thrips, aleurodes, cicadelle verte et les pucerons trouvés dans le verger d'étude d'El Fedjoudj

Le test de Kruskal-Wallis a montré une valeur non significative entre les effectifs de la cécidomyie mâle, la cécidomyie femelle, le pou rouge de Californie, les psylles et les autres cicadelles avec la valeur $H = 6,812$ et la probabilité $p = 0,146 > 0,05$.

4.3.3. Relation entre l'apparition des espèces ravageuses capturées par piège et les stades phénologiques du verger d'agrume

Le nombre des individus des espèces capturées avec les pièges jaunes a été suivi en fonction des stades phénologiques du verger et illustré dans la figure (4.28a et b). La figure (4.28a) montre la présence d'un pic de vol pour les aleurodes vers la fin du stade de développement des fruits en septembre 2016 et probablement un autre pic qui commence à apparaître avec le développement des fruits en 2017, alors que les thrips présentaient plusieurs pics de vol, le plus important était au début du stade de la floraison en mars 2016.

Concernant les autres espèces, la figure (4.28b) montre que la cicadelle verte présentait des pics importants qui coïncidaient avec le stade de la floraison et le développement des fruits. Les pucerons aussi ont présenté une activité de vol durant ces deux stades phénologiques. La femelle de la cécidomyie a présenté un pic de vol avec la maturation des fruits.

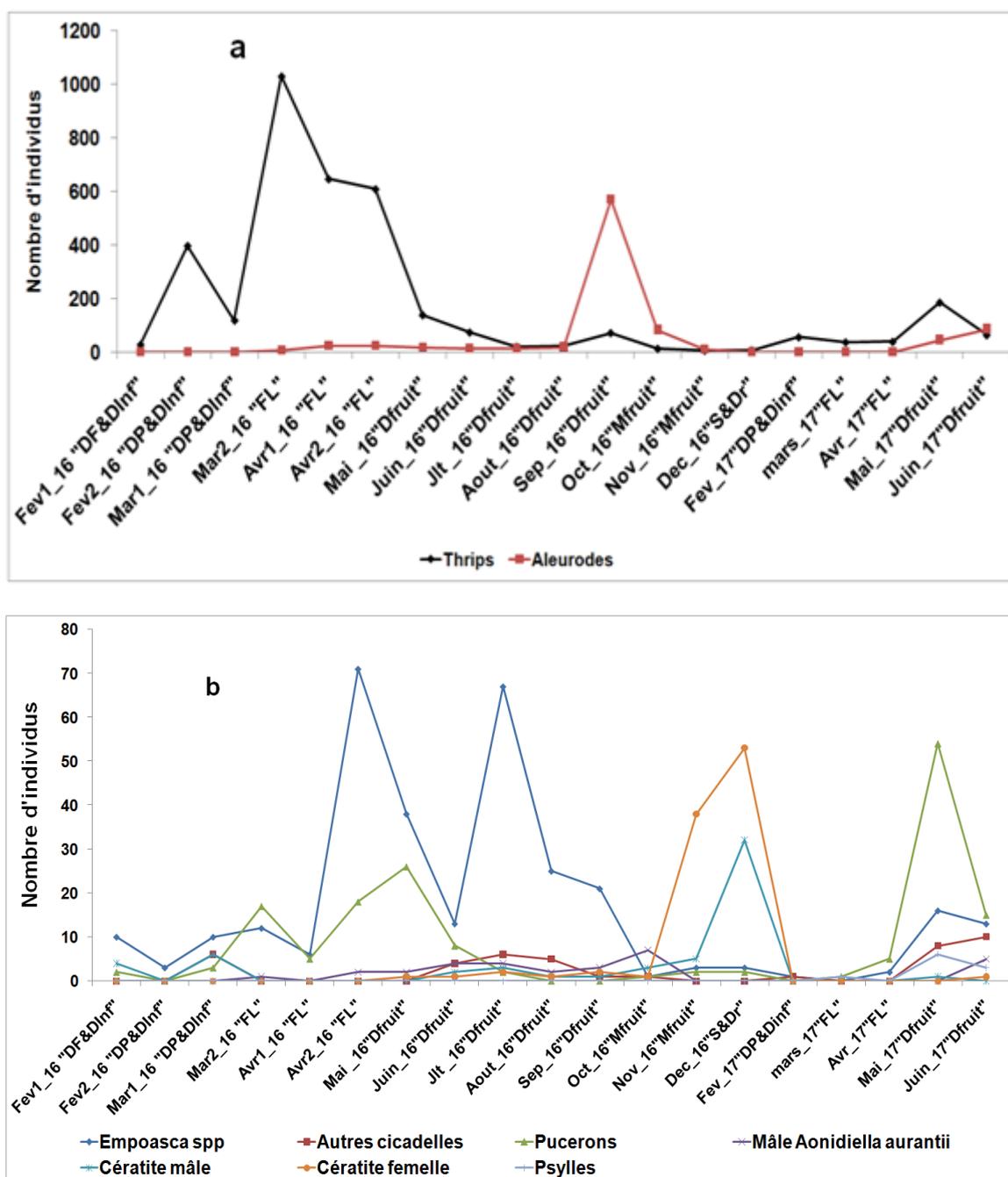


Figure 4.28: Développement annuel et fluctuations des populations capturées durant l'année 2016 et 2017 dans la région d'El Fedjoudj (a : effectifs > 80 ; b : effectifs < 80)

Fev1_16 : 15/02/2016 ; **Fev2_16** :29/02/2016 ; **Mar1_16** :16/03/2016 ; **Mar2_16** :30/03/2016 ;
Avr1_16 :11/04/2016 ; **Avr2_16** :24/04/2016 ; **Mai_16** : 10/05/2016 ; **Juin_16** :15/06/2016 ;
Jlt_16 : 20/07/2016 ; **Aout_16** : 15/08/2016 ; **Sep_16** : 05/09/2016 ; **Oct_16** : 15/10/20016 ;
Nov_16 : 12/11/2016 ; **Dec_16** : 03/12/2016 ; **Fev_17** : 18/02/2017 ; **mars_17** : 10/03/2017 ; **Avr_17** :
22/04/2017 ; **Mai_17** : 20/05/2017 ; **Juin_17** : 21/07/2017 ; **DF&Dlnf** : Développement des Feuilles
et Développement de l'Inflorescence ; **DP&Dlnf** : Développement des Pousse et Développement de
l'Inflorescence ; **FL**: FLoraison ; **Dfruit**: Développement de Fruit ; **Mfruit**: Maturation de Fruit ; **S&Dr**:
Sénescence et début de Dormance

4.3.4. Inventaire des parasitoïdes et prédateurs

4.3.4.1. Résultats par familles

Nous avons capturé 5 209 individus d'hyménoptères parasitoïdes qui appartiennent aux 16 familles différentes suivantes : Aphelinidae, Mymaridae, Trichogrammatidae, Pteromalidae, Encyrtidae, Chalcididae, Scelionidae, Platygasteridae, Eulophidae, Ceraphronidae, Braconidae, Ichneumonidae, Serphidae (Proctotrupidae), Diapriidae, Figitidae et la famille des Megaspilidae (Tableau 4.22). Pour les prédateurs, nous avons collecté 234 individus qui appartiennent aux cinq taxons suivants: les Syrphidae, les Chrysopidae, les Coniopterygidae, les Coccinellidae et un groupe des punaises (Tableau 4.23).

Les résultats du tableau (4.22) montrent que 24,5% d'hyménoptères parasitoïdes capturés appartiennent à la famille des Scelionidae, et 15,51% à la famille des Aphelinidae, alors que l'abondance des autres familles n'a pas dépassé les 10%. La famille la moins abondante est celle des Chalcididae avec 0,02%.

Concernant les prédateurs, les résultats mentionnés dans le tableau (4.23) montrent que le groupe des syrphes est le plus abondant avec 34,62% des effectifs totaux des prédateurs durant toute la période d'échantillonnage.

Tableau 4.22: Abondances relatives des différentes familles des parasitoïdes hyménoptères capturées par pièges jaunes dans la région d'El Fedjoudj

	Effectif total (Février 2016 - Juin 2017)	Abondance relative (%)
Aphelinidae	808	15,51
Mymaridae	382	7,33
Trichogrammatidae	7	0,13
Pteromalidae	223	4,28
Encyrtidae	435	8,35
Chalcididae	1	0,02
Scelionidae	1276	24,50
Platygasteridae	55	1,06
Eulophidae	383	7,35
Ceraphronidae	403	7,74
Braconidae	455	8,73
Ichneumonidae	308	5,91
Serphidae (Proctotrupidae)	34	0,65
Diapriidae	219	4,20
Figitidae	112	2,15
Megaspilidae	108	2,07
Total	5209	100,00

Tableau 4.23: Abondance relatives des différents groupes de prédateurs capturés par pièges jaunes dans la région d'El Fedjoudj

Famille	Effectif total (Février 2016 - Juin 2017)	Abondance relative (%)
Syrphidae	81	34,62
Chrysopidae	26	11,11
Coniopterygidae	51	21,79
Punaise	24	10,26
Coccinellidae	52	22,22
Total	234	100

4.3.4.1.1. Évolution temporelle des différentes familles d'hyménoptères et de prédateurs trouvés

Le suivi temporel des différentes familles capturées dans cette région a montré qu'il y avait une activité importante des hyménoptères durant le mois de mai et juin de l'année 2016 et 2017(Figure 4.29). La même remarque a été notée avec les groupes de prédateurs mais seulement durant l'année 2016 (Figure 4.30).

D'après la figure (4.29), nous remarquons que la famille des Scelionidae a présenté deux pics entre le mois de mai et septembre 2016 et un autre durant le mois de juin 2017. Concernant la deuxième famille la plus abondante, qui est la famille des Aphelinidae, plusieurs pics ont été notés durant toute la période d'échantillonnage; un pic durant le mois de mars, juin et novembre 2016 et un autre pic en mai 2017. La figure (4.30) montre que la famille des *Syrphidae* qui est le plus abondant par rapport aux autres groupes de prédateurs trouvés dans le verger, a présenté trois pics de génération dont le plus important a été enregistré durant le mois de décembre 2016.

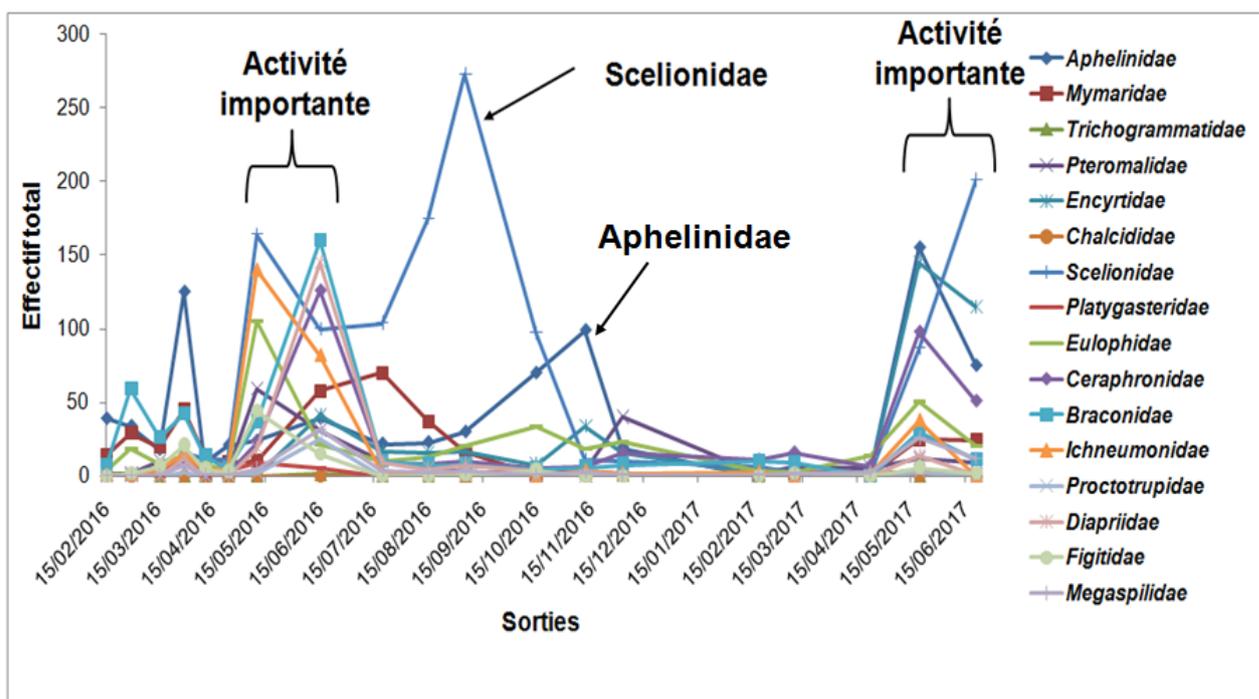


Figure 4.29: Évolution temporelle des effectifs totaux des différentes familles d'hyménoptères capturées dans la région d'El Fedjoudj

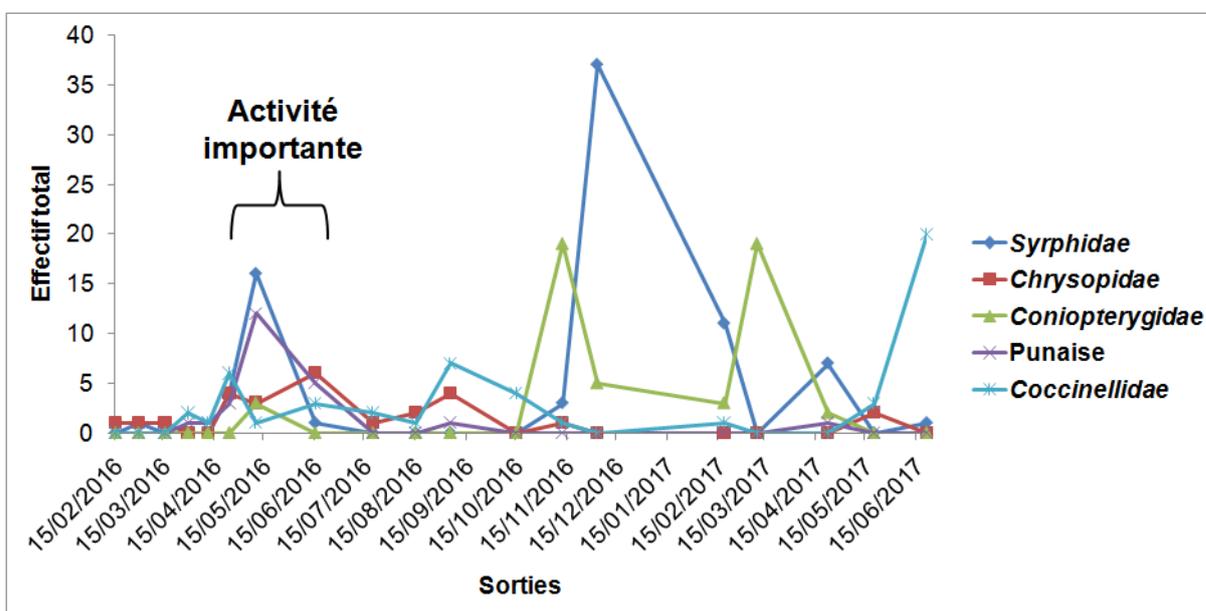


Figure 4.30: Évolution temporelle des effectifs totaux des différents groupes de prédateurs capturés dans la région d'El Fedjoudj

4.3.4.2. Prédateurs et parasitoïdes identifiés :

Dans cette partie, nous allons présenter les genres et les espèces que nous avons pu identifier.

D'après le tableau (4.24) des parasitoïdes, nous remarquons que la famille qui contient plus de genres identifiés est celle des Braconidae avec 10 genres, parmi ces derniers six sont des parasitoïdes de pucerons c'est-à-dire « Aphidiinae » et qui sont : *Adialytus* (Förster, 1862), *Aphidius* (Nees, 1819) avec deux espèces identifiées, *Binodoxys* (Mackauer, 1960) avec une espèce identifiée, *Diaeretiella* (Stary, 1960) avec une espèce identifiée, *Ephedrus* (Haliday, 1833) avec une espèce identifiée et le genre *Praon* (Haliday, 1833) avec une espèce identifiée. Pour la famille des Scelionidae et la famille des Aphelinidae, quatre genres seulement ont été identifiés pour la première famille avec une espèce confirmée qui est *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) et six genres pour la deuxième famille avec quatre espèces confirmées qui sont *Aphelinus flaviventris* (Kurdjumov, 1913), *Aphelinus chaonia* (Walker, 1839), *Aphytis melinus* (DeBach, 1959) et *Cales noacki* (Howard, 1907).

Concernant les prédateurs, la famille des Syrphidae a été représentée par les espèces *Episyrphus balteatus* (DeGeer, 1776), *Sphaerophoria* sp et *Parasyrphus* sp. Une espèce de chrysope a été identifiée : *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Tableau 4.25). Nous avons trouvé aussi quatre familles de punaises avec un genre identifié, il s'agit d'*Orius* sp (Tableau 4.26).

Tableau 4.24: Liste des espèces parasitoïdes capturées par pièges jaunes

Famille	Genre	espèce
Aphelinidae	<i>Aphelinus</i> (Dalman, 1820)	<i>Aphelinus flaviventris</i> (Kurdjumov, 1913)
		<i>Aphelinus chaonia</i> (Walker, 1839)
		<i>Aphelinus</i> sp1
		<i>Aphelinus</i> sp2
	<i>Centrodora</i> (Förster, 1878)	<i>Centrodora</i> sp1
		<i>Centrodora</i> sp2
	<i>Aphytis</i> (Howard, 1900)	<i>Aphytis melinus</i> (DeBach, 1959)
		<i>Aphytis</i> sp
	<i>Coccophagus</i> (Westwood, 1833)	<i>Coccophagus</i> sp
	<i>Encarsia</i> (Förster, 1878)	<i>Encarsia</i> sp1
		<i>Encarsia</i> sp2
		<i>Encarsia</i> sp3
	<i>Cales</i> (Howard, 1907)	<i>Cales noacki</i> (Howard, 1907)
Scelionidae	<i>Baeus</i> (Haliday, 1833)	<i>Baeus</i> sp
	<i>Telenomus</i> sp (Haliday, 1833)	<i>Telenomus</i> sp
	<i>Trissolcus</i> (Ashmead, 1893)	<i>Trissolcus basalis</i> (Wollaston, 1858)
	<i>Trimorus</i> (Förster, 1856)	<i>Trimorus</i> sp
Braconidae	<i>Adialytus</i> (Förster, 1862)	<i>Adialytus</i> sp
	<i>Aphidius</i> (Nees, 1819)	<i>Aphidius ervi</i> (Haliday, 1834)
		<i>Aphidius matricariae</i> (Haliday, 1834)
		<i>Aphidius</i> sp
<i>Binodoxys</i> (Mackauer, 1960)	<i>Binodoxys angelicae</i> (Haliday,	

		1833)
		<i>Binodoxys</i> sp
	<i>Diaeretiella</i> (Stary, 1960)	<i>Diaeretiella rapae</i> (M'Intosh, 1855)
	<i>Ephedrus</i> (Haliday, 1833)	<i>Ephedrus plagiator</i> (Nees, 1811)
	<i>Praon</i> (Haliday, 1833)	<i>Praon volucre</i> (Haliday, 1833)
	<i>Aphaereta</i> (Förster, 1862)	<i>Aphaereta</i> sp
	<i>Eusynaldis</i> (Zaykov & Fischer, 1982)	<i>Eusynaldis</i> sp
	<i>Orthostigma</i> (Ratzeburg, 1844)	<i>Orthostigma</i> sp
	<i>Aspilota</i> (Foerster, 1862)	<i>Aspilota</i> sp
Ceraphronidae	<i>Aphanogmus</i> (Thomson, 1858)	<i>Aphanogmus</i> sp1
		<i>Aphanogmus</i> sp2
		<i>Aphanogmus</i> sp3
	<i>Ceraphron</i> (Jurine, 1807)	<i>Ceraphron</i> sp
Encyrtidae	<i>Comperiella</i> (Howard, 1906)	<i>Comperiella bifasciata</i> (Howard, 1906)
	<i>Capidosoma</i> (Ratzeburg, 1844)	<i>Capidosoma</i> sp
	<i>Metaphycus</i> (Mercet, 1917)	<i>Metaphycus flavus</i> (Howard, 1881)
	<i>Microterys</i> (Thornson, 1876)	<i>Microterys nietneri</i> (Motschulsky, 1859)
	<i>Syrphophagus</i> (Ashmead, 1900)	<i>Syrphophagus</i> sp
Eulophidae	<i>Astichus</i> (Förster, 1856)	<i>Astichus</i> sp
	<i>Baryscapus</i> (Förster, 1856)	<i>Baryscapus</i> sp
	<i>Ceraninus</i> (Walker, 1842)	<i>Ceraninus</i> sp1
		<i>Ceraninus</i> sp2
<i>Citrostichus</i> (Boucek , 1988)	<i>Citrostichus phyllocnistoides</i> (Narayanan, 1960)	

	<i>Diglyphus</i> (Walker, 1844)	<i>Diglyphus isaea</i> (Walker, 1838)
		<i>Diglyphus</i> sp
	<i>Tetrastichus</i> (Haliday, 1844)	<i>Tetrastichus</i> sp
	<i>Sigmophora</i> (Rondani, 1867)	<i>Sigmophora brevicornis</i> (Panzer, 1804)
	–	Entedontinae sp
	–	Euderinae sp
Figitidae	<i>Alloxysta</i> (Förster, 1869)	<i>Alloxysta arcuata</i> (Kieffer, 1902)
		<i>Alloxysta castanea</i> (Hartig, 1841)
		<i>Alloxysta</i> sp
	<i>Phaenoglyphis</i> (Förster, 1869)	<i>Phaenoglyphis villosa</i> (Hartig, 1841)
	<i>Ganaspis</i> (Förster, 1869)	<i>Ganaspis</i> sp
	<i>Kleidotoma</i> (Westwood, 1833)	<i>Kleidotoma</i> sp
	<i>Leptopilina</i> (Förster, 1869)	<i>Leptopilina</i> sp
Megaspilidae	<i>Conostigmus</i> (Dahlbom, 1858)	<i>Conostigmus</i> sp
	<i>Dendrocerus</i> (Ratzeburg, 1852)	<i>Dendrocerus aphidum</i> (Rondani, 1877)
		<i>Dendrocerus</i> sp
Mymaridae	<i>Alaptus</i> (Westwood, 1839)	<i>Alaptus</i> sp
	<i>Anagrus</i> (Haliday, 1833)	<i>Anagrus atomus</i> (Linnaeus, 1767)
	<i>Anaphes</i> (Haliday, 1833)	<i>Anaphes</i> sp1
		<i>Anaphes</i> sp2
	<i>Gonatocerus</i> (Nees, 1834)	<i>Gonatocerus</i> sp
	<i>Litus</i> (Haliday, 1833)	<i>Litus</i> sp

	<i>Polynema</i> (Haliday, 1833)	<i>Polynema</i> sp
Platygasteridae	<i>Inostemma</i> (Haliday, 1833)	<i>Inostemma</i> sp
	<i>Platygaster</i> (Latreille, 1809)	<i>Platygaster</i> sp
Pteromalidae	<i>Asaphes</i> (Walker, 1834)	<i>Asaphes</i> sp
	<i>Callitula</i> (Spinola, 1811)	<i>Callitula</i> sp
	<i>Halticoptera</i> (Spinola, 1811)	<i>Halticoptera</i> sp
	<i>Merisus</i> (Walker, 1834)	<i>Merisus</i> sp1
		<i>Merisus</i> sp2
	<i>Mesopolobus</i> (Westwood, 1833)	<i>Mesopolobus</i> sp
	<i>Miscogaster</i> (Walker, 1833)	<i>Miscogaster elegans</i> (Walker, 1833)
	<i>Pachyneuron</i> (Walker, 1833)	<i>Pachyneuron</i> sp
<i>Psilocera</i> (Walker, 1833)	<i>Psilocera</i> sp	
Diapriidae	<i>Entomacis</i> (Foerster, 1856)	<i>Entomacis platyptera</i> (Haliday)
	–	Belytinae sp
	–	Diapriinae sp
Trichogrammatidae	–	Trichogrammatidae sp1
	–	Trichogrammatidae sp2
Chalcididae	–	Chalcididae sp
Ichneumonidae	–	Ichneumonidae sp
Serphidae	–	Serphidae sp

Tableau 4.25: Liste des prédateurs capturés par pièges jaunes

Famille	Genre	espèce
Syrphidae	<i>Episyrphus</i> (Matsumura & Adachi, 1917)	<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)
	<i>Sphaerophoria</i> (Le Peletier & Serville, 1828)	<i>Sphaerophoria</i> sp
	<i>Parasyrphus</i> (Matsumura, 1917)	<i>Parasyrphus</i> sp
Chrysopidae	–	Chrysopidae sp
	<i>Chrysoperla</i> (Steinmann, 1964)	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)
Coniopterygidae	–	Coniopterygidae sp
Coccinellidae	<i>Scymnus</i> (Kugelann, 1794)	<i>Scymnus</i> sp
	–	Coccinellidae sp

Tableau 4.26: Punaises capturées par pièges jaunes

Famille	Genres	espèces
Lygacidae (Punaise)	–	Lygacidae sp
Pentatomidae (punaise)	–	Pentatomidae sp
Authrocoridae (punaise)	<i>Orius</i> (Wolff, 1811)	<i>Orius</i> sp
Miridae (punaise)	–	Miridae sp

CHAPITRE 5
DISCUSSION GÉNÉRALE

CHAPITRE 5 : DISCUSSION GÉNÉRALE

5.1. Diversité et évolution spatio-temporelle des ravageurs dans les deux régions d'études

La connaissance de l'inventaire des ravageurs dans les différentes régions et milieux devient une nécessité à prendre en considération pour l'élaboration des stratégies de lutte plus efficace.

L'entomofaune, dans un milieu cultivé, se limite le plus souvent à une association agro-biocœnotique groupant les phytophages, strictement inféodés à la plante cultivée, souvent nombreux par la force d'attraction que représente une monoculture, et les entomophages qui parviennent à s'installer. L'autre partie de l'entomofaune est constituée par d'autres insectes erratiques [92].

Dans la région d'Oued El Alleug à Blida, et durant la période d'échantillonnage s'étalant d'avril 2013 à avril 2014, nous avons pu inventorier 9 espèces de cochenilles, deux espèces d'aleurodes, 4 espèces de pucerons et la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* et deux espèces d'acariens. L'espèce la plus abondante et qui était présente presque durant toute la période d'échantillonnage est la cochenille *Parlatoria ziziphi*. Cette cochenille a présenté la même tendance dans les deux vergers de Blida, avec des effectifs importants à la fin de l'année 2013, c'est-à-dire avec le stade maturation des fruits. En 2014, une génération a été observée durant le mois de février et début mars et une autre qui vient d'apparaître avec la saison printanière. Les pucerons ont présenté une activité importante durant la période printanière. La même remarque a été noté avec la mineuse des agrumes, où un pic important a été enregistré à la fin du mois d'avril 2013. Concernant le pou rouge de Californie *Aonidiella aurantii*, une à deux générations ont été observé durant la période automno-hivernale, et une autre probablement vient d'apparaître avec la période printanière de l'année 2014. Les autres espèces ont présenté de faibles effectifs durant toute la période d'échantillonnage.

Dans la région de Guelma, l'échantillonnage des feuilles a permis d'identifier 13 insectes ravageurs appartenant à 6 familles différentes et deux espèces d'acariens.

L'aleurode floconneux était le plus abondant parmi les insectes trouvés suivi par le pou rouge de Californie puis la mineuse des agrumes et la cochenille *Chrysomphalus dictyospermi*. L'effectif des autres espèces d'insectes et surtout les pucerons étaient très faibles. Les acariens ont présenté des effectifs importants avec des variations dans leurs périodes d'apparitions.

L'aleurode floconneux a montré trois générations durant l'année 2016 avec un pic important durant le mois de février, alors que durant les six premiers mois de l'année de 2017, un pic a été remarqué avec le début du mois de juin. Concernant le pou rouge de Californie, une génération a été enregistré durant le mois de mars 2016 puis une baisse suivie d'une hausse avec le mois d'octobre jusqu'au mois de janvier 2017, c'est-à-dire avec la maturation des fruits. Aussi, une augmentation de ses effectifs a été constatée durant le mois de juin 2017.

Dans les pays producteurs d'agrumes du bassin méditerranéen, plus de 140 ravageurs et maladies ont été rapportés, dont 108 insectes, 10 acariens, 1 nématode, 14 champignons, 2 bactéries et 8 virus [93]. D'après Jacas *et al.* [94], parmi les ravageurs signalés sur agrumes, 46 étaient considérés comme des ravageurs essentiels dans au moins un de ces pays producteurs, à savoir 26 insectes, 4 acariens, 1 nématode, 1 bactérie, 9 champignons et 5 virus. On cite parmi les insectes qui sont signalés dans au moins 50% des pays producteurs, la mouche méditerranéenne, *Ceratitis capitata* (100% des pays), le pou rouge de Californie *Aonidiella aurantii* (71%), la mineuse des feuilles des agrumes *Phyllocnistis citrella* (71%), et la cochenille des agrumes *Planococcus citri* (71%).

Dans notre cas, nous avons trouvé 16 espèces d'insectes et deux acariens dans la région d'Oued El Alleug à Blida, et 13 espèces d'insectes et deux acariens dans la région d'El Fedjoudj à Guelma, et cela par la méthode d'échantillonnage des feuilles. Les pièges jaunes installés dans la région de Guelma nous ont aidés à capturer aussi d'autres insectes qui n'ont pas été trouvé avec la première méthode et qui sont les thrips, la cératite, des espèces de cicadelles et de psylles.

Selon Jacas *et al.* [94], les espèces *Aonidiella aurantii*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Lepidosaphes beckii*, *Coccus hesperidum* et *Saissetia olea* sont considérées comme des ravageurs dangereux en France et qui nécessitent l'application des mesures de

contrôle. L'espèce *Ceratitis capitata*, la mineuse *Phyllocnistis citrella* et l'acarien *Panonychus citri* ont été signalés et considérés aussi comme des ravageurs dangereux des agrumes dans la plupart des pays méditerranéens. Concernant l'espèce *Tetranychus urticae*, cet acarien est considéré en France comme un ravageur potentiel qui reste toujours au-dessous de son seuil économique, par contre en Espagne, il peut devenir un ravageur dangereux qui nécessite une intervention.

L'acarien *Tetranychus urticae* dans les deux régions d'étude a été trouvé durant la période de formation et maturation des fruits, tandis que l'acarien rouge *Panonychus citri* a été trouvé durant la période de formation des fruits dans la région de Blida alors que dans la région de Guelma, il a été trouvé durant le mois de mars 2016 et aussi la période de formation et maturation des fruits. Ce même acarien n'a pas été trouvé dans le mois de mars 2017, dans la région de Guelma, et ce probablement lié à l'opération de la taille qui a été faite après la cueillette de l'année 2016 au mois de décembre. Ces résultats ont été trouvés aussi avec Affandi et ses collaborateurs en Indonésie où ils ont trouvé une activité importante des acariens phytophages durant les différents stades de développement des fruits de mandarinier [95].

D'après plusieurs auteurs, le développement de l'acarien jaune *Tetranychus urticae* et l'acarien rouge *Panonychus citri* comme les autres ravageurs nuisibles, est étroitement lié à la température et le type de la plante hôte [96-99]. Les températures moyennes élevées, dans la région de Blida, ont été enregistrées durant le mois d'août et septembre avec 30,45°C et 26,62°C respectivement, cela se coïncide avec le pic des deux acariens trouvés dans cette région. Dans la région de Guelma, un pic pour l'acarien rouge a été enregistré dans le mois de mars 2016 qui se coïncide avec la poussée de sève printanière.

La famille des cochenilles Diaprididae (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea), connue aussi sous le nom des cochenilles à boucliers comprend un nombre important des ravageurs des plantes sauvages et cultivées [100, 101].

Cette famille a été étudiée par plusieurs auteurs dans le monde, en Espagne [102-107], en Grèce [108], en Italie [21], en Chine [109], en Australie [22], en Égypte [110-

112], et au Maroc [113, 114]. En Algérie aussi, beaucoup de travaux ont été réalisés sur les diaspididae [31, 115-117]

Pellizzari et Germain en 2010 [118] ont signalé en Europe dix espèces de *Diaspididae* comme ravageurs des agrumes, parmi elles, la cochenille *Parlatoria ziziphi*, *Lepidosaphes beckii*, *Chrysomphalus aonidum*, *Aonidiella citrina*. Alors que Guerson en 2012 [119] a signalé 9 espèces de cochenilles considérées comme ravageurs importants dans le bassin méditerranéen, qui sont : *Aonidiella aurantii*, *Aspidiotus nerii*, *Chrysomphalus aonidum*, *C. dictyospermi*, *Lepidosaphes beckii*, *L. gloverii*, *Parlatoria cinerea*, *P. pergandii*, et *P. ziziphi*.

Selon Tena et Garcia-Mari [11], *Aonidiella aurantii*, la mouche méditerranéenne *Ceratitis capitata* et les pucerons *Aphis spiraecola* et *Aphis gossypii* sont les principaux insectes nuisibles aux agrumes de la Méditerranée. Ces parasites sont considérés comme les plus importants des trois espèces d'agrumes, à l'exception de *C. capitata* qui n'attaque pas les citrons. Les acariens *Panonychus citri* et *Tetranychus urticae* figurent également parmi les principaux ravageurs. La mineuse des feuilles *Phyllocnistis citrella* et la cochenille farineuse *Planococcus citri* sont également considérées dans ce groupe, mais leur importance est faible. Ces mêmes auteurs, n'ont pas signalé la présence des espèces *Aonidiella aurantii*, *Parlatoria pergandii* et *Parlatoria ziziphi* dans leur enquête en Algérie sur oranger, alors que dans nos régions d'études, nous avons trouvé ces espèces.

Les résultats obtenus par Tawfeek en 2012 ont montré que le niveau d'infestation des cochenilles *Diaspididae* en Égypte varie d'une région à l'autre [120]. Dans cette étude, 9 régions différentes ont été inventoriées, les résultats ont montré que la cochenille *Parlatoria ziziphi* n'était présente que dans deux régions et la cochenille *Parlatoria pergandii* en une seule région, alors que le pou rouge de Californie *Aonidiella aurantii* et *Lepidosaphes beckii* étaient dans les neuf régions de l'étude.

Miller et Kosztarab ont déclaré que les agrumes pouvaient être fortement infestés par une cochenille particulière dans une région donnée, alors qu'ils pouvaient être immunisés contre toute attaque dans une autre région [121].

Dans notre cas, nous avons trouvé *Parlatoria ziziphi* dans les deux régions de l'étude (Blida et Guelma) mais avec une différence dans ses effectifs, elle était dominante

dans la région de Blida alors que dans la région de Guelma, elle était presque absente (deux individus tout au long de la période d'échantillonnage).

La cochenille *Parlatoria ziziphi* a été présente durant toute la période d'échantillonnage dans la région de Blida, cela signifie qu'il y a un chevauchement dans ses générations. Cette remarque a été notée aussi par Tawfeek en Égypte [120]. Cette cochenille présentait 3 pics d'évolutions en Égypte, durant le mois d'avril (saison printanière), octobre (saison automnale) et en décembre (saison hivernale), le pic le plus important a été enregistré durant le mois d'octobre [122]. En Algérie et plus précisément dans la région de Boufarik (Blida), Sellami et Biche ont trouvé que la cochenille *P. ziziphi* présente 4 générations par an, et la plante hôte et le climat influent sur la distribution, l'évolution et aussi la mortalité des individus de cette cochenille [27].

Une étude menée pendant une année, de décembre 2007 à décembre 2008, sur la biologie d'*Aonidiella aurantii* sur citronnier dans la région de Rouïba (Alger) a révélé que cette cochenille manifeste trois générations annuelles [116]. Alford en 2012 a expliqué que cette cochenille est un ravageur important des agrumes dans plusieurs régions méditerranéennes. Plusieurs générations chevauchantes se succèdent, on trouve souvent tous les stades de développements ensemble [123].

Cette cochenille présentait un pic de génération durant la période automnale (Novembre – Décembre) et un autre durant la période printanière (Avril 2014) dans la région d'Oued El Alleug (Blida), alors que dans la région d'El Fedjoudj (Guelma), nous avons enregistré deux principaux pics durant la période d'échantillonnage, le premier est durant le mois de mars 2016 et le deuxième est durant le mois de janvier 2017. Ce dernier pic est probablement la suite du pic automnal. Nous avons remarqué aussi qu'un autre pic a commencé à apparaître le mois de juin 2017 en coïncidence avec le développement du fruit. La cochenille *Chrysomphalus dictyospermi* et malgré ses faibles effectifs, elle a montré un pic durant le mois de juin 2016 et un autre durant le mois de juin 2017, c'est-à-dire avec le stade de développement des fruits et la poussée de sève estivale.

Guirroua et ses collaborateurs [113] ont dit que la cochenille *A. aurantii* non contrôlée est capable de détruire complètement les vergers contaminés en deux à trois

années. D'après d'autres auteurs, cet insecte peut développer trois générations par an dans le climat algérien ; en coïncidence avec les trois poussées de sève [31]. L'effectif trouvé dans nos vergers d'étude était faible, cela peut être dû à la variété d'oranger qui se caractérise par la présence d'un nombre important de glandes huileuses et qui peuvent diminuer à leur tour les attaques [112], ou probablement par la présence de ses parasitoïdes et prédateurs [22, 114]. Cette cochenille peut vivre sur les troncs, les rameaux, les feuilles et sur les fruits des agrumes dans plusieurs régions du monde [11, 22, 94]. La diminution des effectifs du pou rouge de Californie sur feuilles et durant la période estivale de l'année 2016, est due probablement à la migration de cet insecte vers le fruit [124].

Pellizzari et Germain en 2010 ont expliqué qu'environ 70 espèces de *Coccidae* sont répertoriées en Europe, parmi elles, 23 sont introduites et se sont principalement des ravageurs des arbres fruitiers et ornementaux. La cochenille *Coccus hesperidum* et *Saissetia oleae* sont probablement les plus anciens arrivants qui se sont établis dans les pays du bassin méditerranéen [118].

L'espèce *Coccus pseudomagnoliarum* qui s'est d'abord répandue dans les citronniers méditerranéens, est ensuite devenue plus localisée et moins commune. D'après les mêmes auteurs, les espèces *Saissetia coffeae*, *S. oleae*, *C. hesperidum*, *Eucalymnatus tessellatus* (Signoret, 1873) et *Parasaissetia nigra* sont plutôt communes dans les serres du centre et du nord de l'Europe, tandis que dans le sud de l'Europe, elles sont nuisibles au plein air.

D'après Kapranas en 2012 [125], les coccidés sont des ravageurs importants qui endommagent les agrumes en suçant la sève. Elles excrètent également des quantités abondantes de miellat qui favorisent le développement de la fumagine qui nuise à son tour à la capacité photosynthétique de la plante et réduit directement la valeur marchande du fruit. Dans la région méditerranéenne, six espèces revêtent une importance économique pour la production d'agrumes: *Coccus hesperidum*, *Coccus pseudomagnoliarum*, *Saissetia oleae*, *Ceroplastes rusci* (Linnaeus, 1758), *Ceroplastes floridensis* (Comstock, 1881) et *Ceroplastes sinensis* (Del Guercio, 1900).

Dans la région de Blida (Oued EL Alleug), nous avons trouvé trois espèces de *Coccidae* qui sont : *Parasaissetia nigra*, *Coccus viridis* et *Coccus pseudomagnoliarum* et dans la région de Guelma (El Fedjoudj), nous avons trouvé aussi trois espèces de Coccidés qui sont *Saissetia oleae*, *Coccus hesperidum* et *Coccus pseudomagnoliarum*. D'après Garcia-Mari [43], toutes ces espèces trouvées dans les deux régions de notre étude sont considérées comme des cochenilles à faibles importances en Espagne.

Dans son guide des ravageurs des agrumes, Garcia-Mari [43] a signalé la présence de plusieurs espèces de lépidoptères qui peuvent causer des dégâts sur cette culture, parmi ces papillons, on trouve ceux qui présentent une faible importance sur agrumes comme *Cacoecimorpha pronubana* (Hübner, 1799), *Apomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839), *Cryptoblabes gnidiella* (Millière, 1867), *Streblote panda* (Hübner, 1820), *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) et *Anatrachyntis badia* (Hodges, 1962), et ceux qui présentent une importance élevée de point de vue dégâts qui sont *Prays citri* (Millière, 1873) sur citronnier et *Phyllocnistis citrella* sur les jeunes plantations et les arbres en développement. Selon le même auteur, la mineuse des feuilles des agrumes *Phyllocnistis citrella* présente 6 à 8 générations par an entre le mois de mai et le mois d'octobre avec des fortes infestations entre le mois de juin et septembre.

Argov et Gerson [126] ont signalé la présence de quatre espèces de teignes qui sont nuisibles aux agrumes dans la région méditerranéenne. Elles appartiennent aux familles Gracillariidae (*Phyllocnistis citrella*), Yponomeutidae (*Prays citri*), Pyralidae (*Cryptoblabes gnidiella*) et *Ectomyelois ceratoniae*. Les deux premières espèces sont des organismes nuisibles directs, tandis que les autres ne s'attaquent aux agrumes qu'occasionnellement.

De l'œuf à l'adulte, le cycle de vie de la mineuse *Phyllocnistis citrella* prend de 15 à 17 jours à 26°C et à une humidité de 70% à 80%, mais il peut durer jusqu'à 7 semaines selon la température et l'humidité. Jusqu'à 13 générations par an se produisent dans les régions tropicales. La dynamique de la population et les activités de la mineuse des agrumes varient selon les conditions climatiques et la poussée de sève. En Italie, la poussée de sève printanière échappe à l'infestation de *P. citrella* puisque les températures ne conviennent pas au développement de la mineuse. Les attaques du ravageur se produisent pendant l'été et l'automne [127]. Ces résultats

sont en accord avec les nôtres dans les deux régions. À Oued El Alleug (Blida) quatre pics ont été enregistrés durant l'année 2013, entre fin avril et fin octobre, alors que dans la région d'El Fedjoudj (Guelma), un seul pic a été enregistré dans le mois de juillet 2016.

Concernant les pucerons, à l'échelle mondiale, on signale que 16 espèces de pucerons se nourrissent régulièrement d'agrumes et que quatre autres espèces peuvent être des ravageurs occasionnels [128, 129].

En 2012, Uygun et ses collaborateurs ont expliqué qu'il y a plus de 25 espèces de pucerons dans les vergers d'agrumes à travers le monde, certaines ayant une importance économique et d'autres probablement y étant présentes sporadiquement [130]. Selon les mêmes auteurs, les pucerons infestant les agrumes de la région méditerranéenne atteignent leur nombre maximum au printemps, atteignant un autre pic plus bas en automne et parfois un tiers d'importance mineure en été. Certains pucerons comme *Aphis craccivora*, *Aphis fabae*, *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae*, n'atteignent jamais un niveau de population élevé en raison de l'activité de leurs ennemis naturels. Les autres comme *Aphis gossypii*, *A. spiraecola*, le *Toxoptera aurantii* et *T. citricida* (Kirkaldy, 1907), sont des ravageurs sérieux, soit parce qu'ils sont très nombreux, soit parce qu'ils sont capables de transmettre de nombreuses maladies virales, y compris le virus tristeza des citrus(CTV).

En Turquie, Yoldaş *et al* [131] ont pu identifier sur mandarinier les espèces des pucerons suivants : *Aphis craccivora*; *Aphis gossypii*; *Aphis spiraecola*; *Myzus (Nectarosiphon) persicae* and *Toxoptera aurantii*.

En Algérie, Lebbal et Laamari, ont trouvé dans la région de Skikda: *Aphis gossypii*, *Aphis craccivora*, *Aphis spiraecola*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae* et *Aphis craccivora* [19]. Ces mêmes auteurs ont remarqué que le pic d'infestation par les pucerons est observé principalement au printemps et à l'automne. Cela se coïncide avec une température modérée et la production de nouvelles pousses appropriées pour la reproduction des pucerons et, par conséquent, l'apparition de prédateurs et de parasitoïdes. De nombreuses recherches aussi ont mentionné que le pic d'infestation de certains pucerons sur agrumes est au printemps [30, 131, 132].

Les pucerons ailés qui visitent de nombreuses plantes réalisent la sélection en fonction de nombreux facteurs physico-chimiques. ces derniers incluent des substances stimulatrices ou inhibitrices telles que les nutriments essentiels (acides aminés et sucres) qui ont généralement un effet sur le comportement des pucerons [133], et les métabolites secondaires de la plante qui interviennent dans les interactions insecte-hôte, principalement par des substances chimiques volatiles [134].

Dans le verger de Blida, nous avons pu identifier 4 espèces de pucerons, qui sont *Toxoptera aurantii*, *Aphis gossypii*, *A. spiraecola* et *Myzus persicae*. Leurs activités étaient importantes entre le mois d'avril et le mois de septembre. Le dernier puceron était le plus abondant à la fin du mois d'avril 2013, avec un nombre moyen qui a dépassé les 390 individus par 100 feuilles.

Dans la région de Guelma, le nombre des pucerons trouvés était très faible voire absent durant presque toute la période d'échantillonnage, et cela, malgré l'absence des traitements insecticides dans le verger d'étude. Beaucoup de travaux ont confirmé la relation entre l'installation et les dommages causés par les phytophages et le niveau de fertilisation azotée [135, 136]. Dans notre verger, aucun fertilisant n'a été épandu et cela peut avoir un effet sur le développement des jeunes pousses qui sont la source d'alimentation pour les pucerons.

La plupart des études montrent une augmentation du taux de croissance des insectes avec l'augmentation des températures [137, 138]. D'autres ont observé une diminution de l'impact de certains bioagresseurs, telle la diminution des effectifs des pucerons des céréales en Grande-Bretagne avec l'augmentation des températures ainsi que de la concentration en CO₂ atmosphérique [139]. L'existence d'un trafic routier juste à côté de notre verger expérimental peut causer une élévation du taux de CO₂, et cela peut avoir un effet sur la présence des insectes ravageurs dans le verger y compris les pucerons.

En ce qui concerne les mouches blanches, on connaît cinq espèces d'aleurodes sur agrumes et qui sont : *Dialeurodes citri*, *Parabemisia myricae*, *Aleurothrixus floccosus*, *Paraleyrodes minei* et *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889). Les deux dernières espèces ne sont pas économiquement importantes [140].

Au Maroc, Mazih [141] a signalé la présence de cinq espèces d'aleurodes sur agrumes et qui sont *Parabemisia myricae*, *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, *Aleurodicus dispersus* (Russell, 1965), *Paraleyrodes minei*.

Selon Ulusoy *et al.* [142], une activité importante de l'aleurode floconneux est remarquée durant le mois de mars et entre le mois de juin et décembre. Miklasiewicz et Walker [143] ont trouvé durant trois années d'expérience à Californie que le pic d'infestation des agrumes par cet aleurode est enregistré durant le mois de septembre.

En Tunisie, Chermiti et Onillon [144] ont trouvé dans leurs vergers d'agrumes l'aleurode floconneux, *Dialeurodes citri* et *Parabemisia myricae*.

En Algérie, quatre espèces d'aleurodes ont été signalé, il s'agit de *Paraleyrodes minei* [18], *Dialeurodes citri* [145], *Aleurothrixus floccosus* [146, 147], *Parabemisia myricae* [148].

Dans nos régions d'études, nous avons trouvé deux espèces d'aleurodes qui sont *Dialeurodes citri* et *Aleurothrixus floccosus*. L'effectif de la première espèce était très faible voire absent dans la plupart des cas, alors que la deuxième, son effectif était important par rapport à la première espèce dans les deux régions.

Dans la région de Blida, quatre générations d'aleurodes floconneux durant l'année 2013 ont été enregistrés et une génération qui a commencé à apparaitre durant le mois d'avril 2014. Cet insecte a montré trois générations durant l'année 2016 dans la région de Guelma et une autre qui a commencé à apparaitre durant le mois de juin 2017. Ces résultats sont en accord avec les données de la bibliographie, où plusieurs auteurs ont trouvé que les fortes infestations des agrumes par les œufs, les larves et les nymphes d'*Aleurothrixus floccosus* sont observées généralement durant la période estivale jusqu'à la période automnale [17, 142]. Garcia-Mari [43] a mentionné dans son guide des ravageurs des agrumes que les fortes infestations de cet aleurode sont enregistré entre le mois de juin et septembre avec quatre générations par an en Espagne. Doumandji-Mitiche et Doumandji [149] ont démontré que le nombre de générations de l'aleurode floconneux est de 5 à 6 par an.

Nous avons remarqué aussi que l'apparition de cet insecte s'est coïncidé avec les trois poussées de sève du verger dans les deux régions. Ces résultats ont été trouvés aussi dans l'ouest algérien par Mahmoudi *et al.* [147]. L'absence d'un pic durant les premiers mois de l'année 2014 dans la région de Blida est due probablement aux traitements effectués dans ce site durant le mois de février, alors que dans la région de Guelma, la même remarque a été constatée durant l'année 2017 et cela est probablement dû à l'opération de taille qui a été faite à la fin du mois de décembre 2016 dans le verger d'étude de Guelma après la cueillette.

Donc la variation dans le nombre de générations et dans la période d'apparition est liée aux facteurs climatiques propres à chaque région et principalement à la température qui a un effet sur l'apparition du stade phénologique propice.

Le nombre faible des aleurodes dans les deux sites d'études peut être dû aussi à la présence de leurs auxiliaires dans les vergers d'étude et cela sera bien discuté par la suite dans la partie des auxiliaires qui ont été capturés par les pièges jaunes (au niveau de la région de Guelma).

Pour la cératite qui a été trouvé sur nos pièges jaunes dans la région de Guelma, l'apparition des femelles et mâles a commencé dès le mois de mai jusqu'au mois de décembre, cette période se coïncide avec le développement et la maturation des fruits.

D'après Pimentel et ses collaborateurs, la dynamique des populations de la cératite est généralement liée à la disponibilité des fruits des plantes hôtes [150].

L'infestation des fruits des agrumes par la cératite commence dès qu'ils commencent à mûrir et continue jusqu'à ce qu'ils soient complètement mûrs. L'orange amère est la plus sensible parmi les principales espèces d'agrumes, suivie de l'orange, tandis que le citron semble immunisé [151, 152].

Cette mouche est l'un des ravageurs nuisibles les plus dommageables sur le plan économique au monde. Les conditions environnementales propices à son développement ne sont pas constantes tout au long de l'année dans la plupart des endroits [15, 153].

Au Maroc, Mazih a pu identifier que le pic le plus haut du vol des mâles de la cératite est durant la période automnale sur la variété Clémentine et Navel, et au printemps sur la variété tardive Valencia. Ce niveau diminue en hiver et en été en raison du froid et température élevée durant ces deux saisons et aussi la rareté des fruits [154].

En Tunisie, ce ravageur présente 6 à 7 générations par an [155]. Il est présent durant toute l'année, mais il est plus actif durant la période qui s'étale du mois de mai au mois de janvier sur diverses espèces fruitières, notamment les abricots, les figues, les pêches, les poires, les pommes et les agrumes [156].

En Algérie et plus précisément dans la région de Mitidja, Allal-Benfekih *et al.* [29] ont enregistré les premiers vols de la cératite durant le mois de mai dans un verger qui contient un mélange de plusieurs variétés d'arbres (agrumes, pêcher, abricotier et figuier).

Dans notre verger, la première apparition de cette mouche était durant le mois de mai en coïncidence avec l'élévation de la température. Avant cette période, nous avons obtenu des captures irrégulières et cela pendant les premiers quinze jours du mois de février et mars. La relation entre l'apparition de cet insecte et la température a été démontré par plusieurs auteurs [29, 157, 158].

Concernant les thrips capturés par les pièges, leurs effectifs étaient importants par rapport aux autres espèces capturées par la même méthode, et surtout durant le mois de mars où leur nombre a dépassé les 1 000 individus. Ce mois s'est coïncidé avec le développement de l'inflorescence et la floraison.

Selon Vassiliou [159], les espèces de thrips communément trouvées dans les vergers méditerranéens d'agrumes sont *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), *Thrips major*, *Thrips tabaci*, *Thrips angusticeps* (Uzel, 1895) et *Pezothrips kellyanus*.

En Algérie, beaucoup d'espèces ont été trouvées sur les agrumes à savoir : *Thrips tabaci*, *Thrips major*, *Limothrips cerealium* (Haliday, 1836), *Odontothrips loti* (Haliday, 1852), *Frankliniella occidentalis*, *Haplothrips leucanthemi* (Schrank, 1781), *Haplothrips sp* et *Aeolothrips fasciatus* (Linnaeus, 1758) [56].

D'autres travaux qui ont été fait en Tunisie par Belaam-Kort et Boulahia-Kheder [14], et en Turquie par Teksam et Tunç [160] ont montré la présence de *Thrips major* et *Pezothrips kellyanus* durant la période printanière où on trouve généralement le stade phénologique floraison et chute des pétales. Garcia-Mari [43] a signalé aussi en Espagne, la présence de *Scirtothrips inermis* et *Pezothrips kellyanus* durant le mois d'avril, mai et juin. Ces travaux donc peuvent expliquer le pic que nous avons enregistré durant le mois de mars et avril avec l'élévation de la température.

Perrotta et Conti [161] et Navarro-Campos et ses collaborateurs [162] ont montré que les thrips peuvent développer deux générations de la fin mars à la mi-juin. Ces résultats sont presque en accord avec les nôtres où nous avons remarqué la présence de deux générations entre la fin février et mi-juin. Ces deux générations se coïncident avec le développement des pousses et l'inflorescence et le stade floraison. Le nombre des thrips diminue directement après la chute des pétales. Ces résultats ont été confirmés par les études de Belaam-Kort et Boulahia-Kheder [14]. Une autre génération a été enregistrée, et ce, durant le mois de septembre avec le développement des fruits.

Concernant les cicadelles *Empoasca* spp, ces dernières ont été trouvées durant toute l'année avec deux pics entre le mois d'avril et juillet 2016 et un pic durant le mois de mai 2017. Dans la littérature, les espèces *Asymmetrasca decedens* (Paoli, 1932) et *Empoasca decipiens* (Paoli, 1930) sont souvent appelées *Empoasca* spp [163]. Selon Pollinin [164], la cicadelle verte *Asymmetrasca decedens* est largement répandue dans la région méditerranéenne. Au Portugal et dans d'autres pays producteurs d'agrumes en Europe et dans le bassin méditerranéen, les espèces *Asymmetrasca decedens* et *Empoasca* spp sont considérés comme des ravageurs mineurs des agrumes [11, 93, 165]. Baspinar [163] et Uygun et Satar [140] ont trouvé *Asymmetrasca decedens* et *Empoasca decipiens* dans les vergers d'agrumes et dans les mauvaises herbes au même moment lors d'un échantillonnage en automne (septembre-novembre) et en hiver (décembre-février).

Une étude réalisée en Égypte par Khalafallah *et al.*[166] a démontré la possibilité de trouver l'espèce *Empoasca decipiens* sur la fève (*Vicia faba* L.). Dans notre verger et durant la période printanière, il y avait une culture intercalaire de fève. Les individus de la cicadelle verte *Empoasca* spp qui ont été capturés durant cette période

peuvent être dus à la présence de cette culture. Après cette période et durant les mois de mai et juin, le nombre de ces cicadelles a été diminué, puis augmenté durant le mois de juillet. Cela peut être dû à l'arrachage de la culture intercalaire donc probablement une destruction de l'habitat de cicadelles.

Sur le plan orientation et dans les deux régions d'étude, nous avons remarqué que la plupart globale des espèces trouvées ne présentent pas une tendance vers une direction cardinale ou vers une autre, et cela est confirmé par le test de Kruskal-Wallis. Dans la région de Guelma, le test de comparaison globale entre le nombre des individus dans les cinq directions nous a donné une différence non significative avec une probabilité $p = 0.076$, cependant la figure (4.15) montre qu'il y a une certaine tendance vers l'installation dans le sud des arbres, suivie par la direction est, c'est-à-dire les positions les plus ensoleillées. Le même résultat a été remarqué dans la région de Blida (Oued EL Alleug), et cela est confirmé par le test de comparaison globale qui n'a pas donné une probabilité significative. Par contre la comparaison détaillée à l'aide du test AFC nous a montré l'affinité de certaines espèces avec certaines directions cardinales.

Campolo *et al.* [21] ont trouvé que la direction cardinale influe de manière significative la densité de la cochenille *Chrysomphalus aonidum*, cette cochenille préfère selon les mêmes auteurs l'exposition sud, probablement en raison des meilleures conditions microclimatiques, telles que la température, l'humidité relative et l'incidence de la lumière solaire.

Ce schéma de répartition est similaire à celui d'autres cochenilles à boucliers d'agrumes, à savoir *Aonidiella aurantii*, dans des conditions climatiques analogues [107, 108], tandis que d'autres ont constaté que la cochenille *A. aurantii* présente une tendance vers le centre de l'arbre [116].

D'après plusieurs auteurs, la cochenille *Aonidiella aurantii* présente une affinité plus ou moins marquée pour le centre de la canopée ; l'espèce recherche les milieux les moins ensoleillés qui lui procurent les conditions les plus favorables à son développement, tandis que la cochenille *Chrysomphalus aonidum* et *Parasaissetia nigra* préfèrent la direction Est de l'arbre, cela est expliqué probablement par le fait que ces deux cochenilles aiment l'ensoleillement [116, 167, 168]. Dans la région de

Guelma nous avons remarqué que la cochenille *A. aurantii* et *Chrysomphalus dictyospermi* préfèrent le centre de la canopée, alors que l'aleurode floconneux préfère les parties les plus ensoleillées. L'ombre dans le centre de la canopée crée des conditions microclimatiques favorables avec une évaporation très faible et une humidité plus intense [169].

Concernant *Parlatoria ziziphi*, Tawfeek [120] a trouvé, en Égypte, que cette cochenille est plus abondante sur les feuilles recueillies à l'intérieur de la canopée que dans la canopée extérieure. La même remarque a été notée par Takarli dans la région de Mitidja [170].

5.2. Parasitoïdes et prédateurs trouvés dans la région de Guelma

Concernant les parasitoïdes capturés dans la région de Guelma, nous avons constaté que la famille la plus abondante est la famille des *Scelionidae* représentée par quatre genres, suivie par la famille des *Aphelinidae* avec six genres. Nous avons également trouvé d'autres familles importantes, dans la lutte biologique, à savoir la famille des *Mymaridae* avec six genres, la famille des *Encyrtidae* avec cinq genres, *Eulophidae* avec sept genres confirmés, la famille des *Braconidae* avec six genres parasitoïdes des pucerons et la famille des *Ceraphronidae* représentée par deux genres.

La famille des céraphronidés est une famille d'Apocrita (Hymenoptera) parasitoïdes. Leur biologie est mal connue, mais certaines espèces sont connues pour être des parasitoïdes sur les *Cecidomyiidae*, *Thysanoptera*, *Neuroptera* et comme hyperparasitoïdes, sur des *Braconidae* [79].

La famille des *Encyrtidae* aussi est l'une des familles des chalcidoidea les plus importantes dans la lutte biologique. Ses espèces sont des endoparasitoïdes des *Coccoidea* et aussi des parasitoïdes des œufs et des larves de certains coléoptères, de diptères, de lépidoptères, d'hyménoptères (comme parasitoïdes primaires ou hyperparasitoïdes), de névroptères, d'orthoptères, des punaises et des arachnides [79].

Avec la famille d'*Encyrtidae*, la famille *Aphelinidae* est l'une des plus importantes familles de *Chalcidoidea* pour la lutte biologique. Ses espèces sont des

endoparasitoïdes primaires ou ectoparasitoïdes, ou hyperparasitoïdes, principalement des Aleyrodoidea, Aphidoidea, Auchenorrhyncha, Psylloidea et surtout Coccoidea, mais aussi des œufs de lépidoptères et d'orthoptères, des œufs, des larves et des pupes de diptères et d'autres Chalcidoidea et Dryinoidea [79].

Uygun et Satar [140] ont trouvé 18 ennemis naturels pour la cochenille *Aonidiella aurantii*, 21 pour *Coccus pseudomagnoliarum*, 24 pour *Saissetia olea*, 30 pour *Planococcus citri*, 14 pour *Dialeurodes citri* et 40 ennemis naturels pour les pucerons des agrumes. Les parasitoïdes et les prédateurs les plus courants d'*Aonidiella aurantii* sont *Aphytis melinus*, *Comperiella bifasciata*, *Chilocorus bipustulatus*. Cette dernière espèce avec *Exochomus quadripustulatus* (L., 1758), *Metaphycus flavus* et *M. helvolus* (Compere, 1926) sont les principaux ennemis de la cochenille *C. pseudomagnoliarum*. Garcia-Mari [43] a mentionné aussi que *Metaphycus flavus* (Hymenoptera ; Encyrtidae) est un parasitoïde des cochenilles Coccidae à savoir : *Saissetia oleae*, *Coccus hesperidum* et *Coccus pseudomagnoliarum*.

MAZIH en 2008 [141] a trouvé aussi que les cochenilles *Saissetia oleae*, *Coccus hesperidum* et *Ceroplastes sinensis* peuvent être parasitées par les espèces *Metaphycus helvolus*, *Metaphycus flavus*, *Metaphycus lounsbury* (Howard, 1898) (Hymenoptera ; Encyrtidae) et *Coccophagus cowperi* (Girault, 1917) (Hymenoptera ; Aphelinidae). Au cours de notre période d'échantillonnage, nous avons capturé l'espèce *Metaphycus flavus* et le genre *Coccophagus* sp., et nous avons trouvé aussi avec la méthode d'échantillonnage des feuilles les cochenilles *Saissetia oleae*, *Coccus hesperidum* et *Coccus pseudomagnoliarum*.

L'espèce *Encarsia perniciosi* (Tower, 1913) a été signalé comme étant un endoparasitoïde de la cochenille *A. aurantii* dans plusieurs régions dans le monde [171]. Les espèces *Aphytis chrysomphali* (Mercet, 1912), *A. lingnanensis* (Compere, 1955), *A. melinus*, *A. proclia* (Walker, 1839) et *A. africanus* (Quednau, 1964) (Hymenoptera: Aphelinidae) ont été signalé aussi autant qu'ectoparasitoïdes du pou rouge de Californie [127, 172]. Au cours de notre échantillonnage, nous avons identifié l'espèce *Aphytis melinus* et *Aphytis* sp. et aussi trois espèces différentes d'*Encarsia* sp.. La présence de ces espèces dans la région de Guelma est due probablement à la présence de leurs proies qui sont généralement les cochenilles.

Ulusoy et ses collaborateurs [142], ont trouvé 8 ennemis naturels pour l'aleurode floconneux; 5 parmi eux sont des prédateurs, à savoir *Serangium montazerii* (Fursch, 1995), *Chilocorus bipustulatus* (L., 1785), *Clitostethus arcuatus* (Rossi, 1794), *Rhyzobius (Lindorus) lophanthae* (Blaisdell 1892) et *Chrysoperla carnea* et 3 sont des parasitoïdes, qui sont *Cales noacki*, *Encarsia inaron* (Walker, 1839) et *Encarsia dichroa* (Mercet, 1930). Les mêmes auteurs ont trouvé que le parasitoïde *Cales noacki* était efficace contre cette espèce d'aleurode pendant les mois d'été chauds et humides sous des températures comprises entre 21 et 29°C.

Au Maroc, Mazih [141] a trouvé comme parasitoïdes de l'aleurode floconneux, les espèces suivantes: *Encarsia transvena* (Timberlake, 1926), *Eretmocerus debachi* (Rose et Rosen, 1992) et *Cales noacki* et les prédateurs Coccinellidae: *Clitostethus arcuatus* (Rossi, 1794), *Pharoscymnus anchorago* (Fairmaire) et *Harmonia* sp., et les Chrysopidae: *Chrysoperla carnea* et *Chrysopa* sp.

En Algérie, Mahmoudi *et al.* [147] ont signalé aussi la présence du *Cales noacki* (Howard), comme parasitoïde de l'aleurode floconneux. Donc la présence de ce parasitoïde est dû à la présence de l'aleurode floconneux que nous avons trouvé dans la région de Guelma.

Concernant les espèces de la famille des *Scelionidae* trouvées, Martorana *et al.* [173] ont trouvé que l'espèce *Trissolcus basalis* est un parasitoïde des œufs de la punaise *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae). Talamas *et al.* [174] et Morrison *et al.* [175] ont trouvé aussi que plusieurs espèces du genre *Trissolcus* et aussi l'espèce *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) sont des parasitoïdes des œufs des Pentatomidae. Dans notre étude, nous avons signalé la présence de l'espèce *Trissolcus basalis* et le genre *Telenomus* sp dans la région de Guelma et nous avons capturé aussi des punaises pentatomidés dans la même région.

Concernant les espèces de la famille des braconidées capturées durant la période d'échantillonnage, la plupart sont des parasitoïdes des pucerons, c'est-à-dire appartiennent à la sous famille des Aphidiinae. Au Maroc, Mazih [141] a trouvé comme parasitoïdes des pucerons les espèces suivantes : *Aphidius colemani* (Viereck, 1912), *Aphidius matricariae*, *Diaeretiella rapae*, *Ephedrus plagiator*,

Lysiphlebus fabarum (Marshall) et *Praon volucre*. En Tunisie, Sellami *et al.* [176] ont trouvé dans des vergers d'agrumes les parasitoides des pucerons suivants: *Lysiphlebus testaceipes*, *Lysiphlebus fabarum*, *Binodoxys angelicae*, *Aphidius matricariae* and *Aphidius colemani* et aussi les hyperparasitoides: *Pachyneuron aphidis* (Bouché, 1834), *Pachyneuron muscarum* (Linnaeus, 1758), *Asaphes vulgaris* (Walker, 1834), *Asaphes suspensus* (Nees, 1834), *Phaenoglyphis villosa* and *Alloxysta victrix* (Westwood, 1833). En Algérie, Laamari *et al.* [177], ont pu identifier 29 parasitoides de pucerons dans l'est algérien dont le genre *Aphidius* était le mieux représenté avec l'espèce *Aphidius matricariae* la plus abondante. Ces résultats sont en accord avec les nôtres où nous avons trouvé au cours de notre période d'étude dans la région de Guelma les espèces parasitoides des pucerons suivantes: *Adialytus* sp, *Aphidius ervi*, *Aphidius matricariae*, *Aphidius* sp, *Binodoxys angelicae*, *Binodoxys* sp, *Diaeretiella rapae*, *Ephedrus plagiator* et l'espèce *Praon volucre*. L'espèce *Binodoxys angelicae* n'a pas été trouvée dans l'étude de Laamari et ses collaborateurs [177].

Concernant les hyperparasitoides des pucerons capturés avec nos pièges, nous avons identifié les espèces suivantes: *Alloxysta arcuata*, *Alloxysta castanea*, *Alloxysta* sp, et *Phaenoglyphis villosa* (Hymenoptera ; Figitidae), et *Dendrocercus aphidum* et *Dendrocercus* sp (Hymenoptera ; Megaspilidae) et aussi *Asaphes* sp et *Pachyneuron* sp. (Hymenoptera ; Pteromalidae). En Tunisie, Sellami *et al.* [176] ont trouvé les mêmes genres que nous avons trouvé et qui sont: *Pachyneuron aphidis*, *Pachyneuron muscarum*, *Asaphes vulgaris*, *Asaphes suspensus*, *Phaenoglyphis villosa* et *Alloxysta victrix*. Au Canada, Acheampong *et al.* [178] ont trouvé aussi comme hyperparasitoides des pucerons les genres suivants : *Dendrocercus*, *Asaphes*, *Alloxysta*, *Pachyneuron* and *Syrphophagus*.

Nous avons capturé aussi le genre *Aphelinus* (Hymenoptera ; Aphelinidae) avec deux espèces confirmées qui sont *A. flaviventris* et *A. chaonia* et deux autres non identifiées (*Aphelinus* sp1 et sp2). En Algérie, Laamari et ses collaborateurs [177] ont trouvé l'espèce *Aphelinus mali* (Haldeman, 1851) parmi les parasitoides des pucerons. Au Canada, Acheampong *et al.* [178] ont trouvé que les espèces *Aphidius matricariae* , *Aphidius colemani* et *A. ervi* (Braconidae) et *Aphelinus abdominalis*

(Aphelinidae) sont les plus efficace dans le control biologique des pucerons sous serre.

Nous avons remarqué aussi la présence des espèces *Citrostichus phyllocnistoides*, *Diglyphus isaea* et le genre *Ceranisus* dans le verger d'étude.

Loomans [179] a identifié dans son étude sur les parasitoides des thrips, deux espèces appartiennent au genre *Ceranisus* et qui sont *Ceranisus menes* (Walker, 1839) et *Ceranisus americensis* (Girault, 1917). Doğanlar et Triapitsyn [180] et Doğanlar *et al.* [181] ont trouvé aussi au cours de leurs investigations en Turquie des nouvelles espèces de *Ceranisus* qui parasitent les thrips.

Les mêmes observations aussi ont été notées en Iran par Tan et ses collaborateurs, où ils ont trouvé que les espèces *Ceranisus menes*, *C. planitianus* (Erdös, 1966) et *C. amanosus* (Doğanlar, Gumovsky and Doganlar, 2009) sont des parasitoides de thrips dans ce pays [182]. Dans le même sens, la présence des deux espèces *Ceranisus* sp1 et sp2 dans notre région peuvent être due à la présence des thrips que nous avons capturés sur les mêmes pièges.

D'après Garcia-Mari en 2004 [183], le parasitoïde *Citrostichus phyllocnistoides* (Hymenoptera, Eulophidae) était le plus efficace et le plus abondant parmi plusieurs parasitoides de la mineuse des agrumes qui ont été introduit en Espagne. Le même constat a été trouvé avec Karamaouna et ses collaborateurs avec une abondance relative qui dépassait les 99% dans des verger de clémentiniers dans plusieurs régions en Espagne [184]. Les mêmes auteurs ont signalé aussi la présence du genre *Diglyphus* parmi les parasitoides de la mineuse.

D'après Hansson et Navone [185] et Xan *et al.* [186], les espèces du genre *Diglyphus*, sont des parasitoides des mineuses de la famille Agromyzidae (Diptera). Au cours de notre investigation, nous avons trouvé l'espèce *Diglyphus isaea* (Hymenoptera, Eulophidae) ainsi que le parasitoïde *Citrostichus phyllocnistoides*. La présence de la première espèce est due probablement à la présence de la mineuse *Liriomyza* dans les feuilles des adventices qui se trouvaient dans le verger, tandis que la seconde espèce, sa présence est liée à la présence de la mineuse des agrumes que nous avons trouvée dans le site d'étude.

Notre inventaire montre également la présence des groupes de prédateurs dans le verger, il s'agit des syrphes, des coccinelles, des chrysopes, des Coniopterygidae et des punaises. Ce dernier groupe regroupe des familles qui peuvent être des prédateurs ou non. Donc on n'est pas sûr qu'il s'agisse vraiment des prédateurs.

Uygun *et al.* [130] et Fidelisa *et al.*[187] ont trouvé que le principal facteur de mortalité des pucerons est la prédation, et cela, par les larves des coccinelles (Coleoptera), des syrphes et des cécidomyies, Chamaemyiidae (Diptera), Anthocoridae, Lygaeidae, Miridae, et Nabidae (Hemiptera) et des Chrysopidae (Neuroptera).

Contrairement aux habitudes alimentaires homogènes d'adultes dont presque tous se nourrissent de pollen ou de nectar, les larves de Syrphidae présentent un vaste spectre d'alimentation phytophages, mycophages, saprophages et zoophages. Dans la dernière catégorie, une grande proportion des larves de syrphes se nourrit principalement de pucerons. On trouve aussi d'autres qui se nourrissent de chenilles de certains micro-lépidoptères, des larves de certains hyménoptères, et aussi d'autres comme chez l'espèce de syrphe *Parasyrphus nigratarsis* (Zetterstedt, 1843) qui se nourrit des larves de Chrysomelidae (Coleoptera) [188]. Cette espèce de syrphe a été trouvée dans notre verger d'étude avec d'autres genres de syrphes qui sont *Episyrphus* sp. et *Sphaerophoria* sp.. Amiri-Jami et Sadeghi-Namaghi [189] ont trouvé que l'espèce de syrphe *Episyrphus balteatus* est efficace contre les pucerons et surtout l'espèce *Aphis fabae*. Díaz *et al.* [190] et Amorós-Jiménez *et al.* [191] ont trouvé aussi que l'espèce *Sphaerophoria rueppellii* (Wiedemann, 1830) est une espèce aphidophage.

Dans notre verger et malgré le nombre très faible des pucerons, qui sont l'hôte principal pour les syrphes, nous avons trouvé ces prédateurs, et cela peut être dû à la présence d'une culture intercalaire de fève dans le verger d'étude où nous avons remarqué la présence d'*Aphis fabae*, mais aussi à la présence de leurs hôtes alternatifs et qui sont les aleurodes, les thrips et des tétranyques.

Les coccinelles trouvées et les Coniopterygidae et les chrysopes ont aussi le même régime alimentaire que les syrphes (les pucerons, les aleurodes et les cochenilles) [43]; cela signifie que leur présence dans notre verger est due à la présence de leurs

proies. Le même auteur a signalé dans son ouvrage que *Orius* sp. (Hemiptera ; Anthrocoridae) est un prédateur des thrips et des psocoptères. Dans notre cas, nous avons trouvé un nombre très importants des thrips dans le verger et aussi nous avons trouvé cette punaise (*Orius* sp).

CONCLUSION

CONCLUSION

Au terme de ce travail réalisé dans la région d'Oued El-Alleug (Blida) et d'El-Fedjoudj (Guelma) en Algérie au niveau des vergers d'orangers (variété Thomson), nous avons pu dégager les résultats suivants :

Nous avons mis en évidence la présence de plusieurs ravageurs dans les deux régions. Dans la région d'Oued El-Alleug à Blida, le verger d'oranger est associé aux 9 espèces de cochenilles, deux espèces d'aleurodes, 4 espèces de pucerons et la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* et deux espèces d'acariens, alors que dans le verger d'El-Fedjoudj à Guelma, ce dernier est associé aux 8 espèces de cochenilles, deux espèces d'aleurodes, deux espèces de pucerons et la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* et deux espèces d'acariens. Parmi tous ces ravageurs, et malgré que les deux régions sont loin l'une de l'autre, nous avons remarqué que 12 espèces sont communes entre les deux sites ; ces espèces sont : le pou rouge de Californie *A. aurantii*, *Lepidosaphes beckii*, *Parlatoria ziziphi*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Coccus pseudomagnoliarum*, *Dialeurodes citri*, *Aleurothrixus floccosus*, *Aphis spiraecola*, *Aphis gossypii*, la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella*, et les deux acariens *Panonychus citri* et *Tetranychus urticae*.

La cochenille *Parlatoria ziziphi* était la plus abondante parmi les insectes trouvés dans la région de Blida. Elle était présente presque durant toute la période d'échantillonnage, suivi par le pou rouge de Californie *Aonidiella aurantii*. Alors que dans la région de Guelma, c'est l'aleurode floconneux *Aleurothrixus floccosus* qui était le plus abondant surtout durant le mois de février 2016, suivi par le pou rouge de Californie *Aonidiella aurantii*.

Les pièges jaunes installés dans le verger de Guelma nous ont aidés à identifier d'autres ravageurs supplémentaires qui n'ont pas été trouvés avec l'échantillonnage des feuilles. Il s'agit principalement de la cératite, des thrips, des cicadelles et des psylles.

Nous avons remarqué aussi que le climat a un effet sur la présence et l'abondance des espèces dans les vergers des deux régions, que ce soit d'une manière directe,

par l'effet des variations climatiques saisonnières ou d'une manière indirecte par son effet sur l'apparition des stades phénologiques propices pour les ravageurs concernés.

L'apparition et l'effectif de toutes les espèces trouvées sont étroitement liés aux stades phénologiques de l'arbre. Le stade qui a attiré plus d'espèces que les autres dans la région de Guelma est celui de développement des fruits avec 10 espèces. Nous avons constaté aussi qu'après une opération de taille dans le verger de cette région, le nombre des ravageurs et surtout l'acarien rouge a diminué énormément.

Sur le plan répartition spatiale dans la canopée des arbres, nous avons constaté qu'il existe des espèces qui préfèrent les parties les plus ensoleillées comme l'aleurode floconneux dans la région de Guelma, alors que d'autres, dans la même région ; préfèrent les parties ombragées comme les cochenilles *Aonidiella aurantii* et *Chrysomphalus dictyospermi*. La cochenille *Parlatoria ziziphi* qui a été trouvées avec un effectif important dans les vergers de Blida ne présente pas une tendance vers une direction ou vers une autre.

La recherche des entomophages, qui peuvent consommer les insectes ravageurs par prédation ou en pondant leurs œufs dans ou sur le corps de l'insecte ravageur ; c'est-à-dire que les larves qui consomment les tissus de l'hôte et le tuent, a révélé la présence de plusieurs groupes dans la région de Guelma. La période propice pour leurs activités était le mois de mai et juin. Le groupe des parasitoides est représenté par 58 genres dont 24 espèces confirmées appartenant aux 16 familles de l'ordre des hyménoptères. Alors que le groupe des prédateurs est représenté principalement par des syrphes, des coccinelles, des névroptères et des punaises.

En perspective, Il serait intéressant de faire des analyses phyto-chimiques pour le verger de Guelma, pour voir s'il y a une relation entre les composantes des feuilles et le faible effectif des espèces opophages et surtout les pucerons qui étaient absents presque dans ce verger.

Une recherche approfondie est nécessaire sur les parasitoides des pucerons qui ont été trouvé dans un verger indemne presque de pucerons, c'est-à-dire trouver l'hôte secondaire de ces auxiliaires.

Il serait intéressant également d'élargir la région d'étude vers d'autres sites pour avoir une idée sur ce qu'il existe comme cortège d'auxiliaires des ravageurs des agrumes qui restent toujours méconnus dans notre pays.

APPENDICES

APPENDICE (A₁)

Donnée climatique de la région de Blida (Oued El Alleug) durant la campagne 2013-avril 2014

	janvier	février	mars	avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avr
Tmin (°C)	7,61	6,56	10,91	10,29	18,27	22,38	25,02	26,3	22,89	20,58	10,69	7,41	9,57	9,4	11,38	16,95
Tmax (°C)	15,5	14,57	19,49	21,3	23,4	28,21	29,64	34,6	30,35	29,93	20,08	16	18,73	20,14	19,94	26,19
Tmoy (°C)	11,56	10,57	15,20	15,80	20,835	25,295	27,33	30,45	26,62	25,255	15,385	11,705	14,15	14,77	15,66	21,57
Précipitation mm)	133,3	107,7	66,4	103,5	145,6	0,5	0	3,3	26,8	1	164,7	80,01	51,6	50,6	85	1,5

APPENDICE (A₂)

Données climatiques de la région de Guelma (EL Fedjoudj) durant la campagne 2016

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	juillet	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
T. min.(°C)	5,5	6	5,8	10,1	11,42	14,71	17,39	17,72	16,82	14,86	9,73	7,6
T. max. (°C)	18,8	19,4	19,4	24,5	27,83	32,77	36,42	35	30,66	28,75	22,61	18,4
T. moy. (°C)	12,15	12,7	12,6	17,3	19,62	23,74	26,90	26,36	23,74	21,80	16,17	13
Précipitation (mm)	88,9	16,5	71,7	49,3	28	6	6	4	69	28	44	26

Donnée climatique de la région de Guelma durant la campagne 2017

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin
T. min. (°C)	4,3	5,5	5,8	7,7	11,5	16,9
T. max. (°C)	14,3	19,3	22	24	30,4	35,2
T. moy. (°C)	9,3	12,4	13,9	15,85	20,95	26,05
Précipitation (mm)	133	47	0	21	4	27

APPENDICE B

Effectifs totaux des espèces trouvées en fonction des stades phénologiques

	DP&						DP&			
	DB 16	Dinf 16	FL 16	Dfruit 16	Mfruit 16	S&Dr 16	DB 17	Dinf 17	FL 17	Dfruit 17
<i>A.aurantii</i>	90	142	173	5	17	39	91	23	18	31
<i>L.beckii</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>P.ziziphi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>C.dictyospermi</i>	5	0	0	6	1	2	3	4	2	8
<i>S.olea</i> "Larve"	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>C.hesperidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>C.pseudomagnoliarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>I.purchasi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>A.floccosus</i> "Larve"	1306	1988	241	11	18	16	3	5	6	50
<i>A.floccosus</i> "Oeufs"	0	0	0	3	36	6	0	0	0	0
<i>D.citri</i> "Larve"	0	0	0	1	3	0	1	0	4	2
<i>A.spiraecola</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>A.gossypii</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Panonychus citri</i>	35	171	1579	2	184	189	23	15	11	11
<i>P.citri</i> "Oeufs"	0	0	0	0	494	666	613	237	268	71
<i>Tetranychus urticae</i>	0	0	0	2	1711	2207	4	29	5	1
<i>T. urticae</i> "Oeufs"	0	0	0	0	10801	7226	1771	298	42	0
<i>Phyllocnistis citrella</i>	7	2	1	19	0	0	0	0	0	0

APPENDICE C

Comparaison entre les indices de Shannon des stades phénologiques

	DB 16	DP&Dinf 16	FL 16	Dfruit 16	Mfruit 16	S&Dr 16	DB 17	DP&Dinf 17	FL 17	Dfruit 17
DB_16		0,003**	0,000***	0,000***	0,000***	0,004**	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
DP&Dinf_16			0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
FL_16				0,000***	0,000***	0,000***	0,001***	0,000***	0,052 NS	0,000***
Dfruit_16					0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,007**
Mfruit_16						0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
S&Dr_16							0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
DB_17								0,000***	0,513 NS	0,000***
DP&Dinf_17									0,062 NS	0,000***
FL_17										0,000***
Dfruit_17										

** : significative au seuil $p < 0.01$; *** : significative au seuil $p < 0.001$; **NS** : Non significative $p > 0.05$.

RÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES

1. García-Lara, S. and Saldivar, S.O.S., 2016, Insect Pests. *Encyclopedia of Food and Health*:432-436.
2. Crowder, D.W. and Jabbour, R., 2014, Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: Current status and future challenges. *Biological Control*, 75:8-17.
3. Overmars, K.P., Schulp, C.J.E., Alkemade, R., Verburg, P.H., Temme, A.J.A.M., Omtzigt, N. and Schaminée, J.H.J., 2014, Developing a methodology for a species-based and spatially explicit indicator for biodiversity on agricultural land in the EU. *Ecological Indicators*, 37:186-198.
4. Patarkalashvili, T., 2017, Forest biodiversity of Georgia and endangered plant species. *Annals of Agrarian Science*, 15(3):349-351.
5. Kazemi, H., Klug, H. and Kamkar, B., 2018, New services and roles of biodiversity in modern agroecosystems: A review. *Ecological Indicators*, 93:1126-1135.
6. Yesuf, M., 2013, Pseudocercospora leaf and fruit spot disease of citrus: Achievements and challenges in the citrus industry: A review. *Agricultural Sciences*, 4(7):324-328.
7. Pujari, J.D., Rajesh. Yakkundimath and Byadgi, A.S., 2014, Automatic Fungal Disease Detection based on Wavelet Feature Extraction and PCA Analysis in Commercial Crops. *IntJ Image, Graphics and Signal Processing*, 6(1):24-31.
8. Revathi, P. and Hemalatha, M., 2012, Homogenous Segmentation based Edge Detection Techniques for Proficient Identification of the Cotton Leaf Spot Diseases. *International Journal of Computer Applications*, 47(2):18-21.
9. USDA, 2018. Citrus: World Markets and Trade. Foreign Agricultural Service /Office of Global Analysis
10. Mendoza, A.H.D., Álvarez, A., Michelena, J.M., González, P. and Cambra, M., 2008. *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera, Aphididae) and its natural enemies in Spain. In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Catania, Italy*. IOBC/wprs Bulletin 225-232.
11. Tena, A. and Garcia-Marí, F., 2011. Current situation of citrus pests and diseases in the Mediterranean basin. In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops, IOBC/WPRS Bulletin; Agadir (Morocco)*. 365-378.
12. Da-Silva, R.R., Teodoro, A.V., Martins, C.R., Carvalho, H.W.L.D., Silva, S.S., Farias, A.P. and Guzzo, E.C., 2017, Seasonal variation of pest mite populations in relation to citrus scion cultivars in northeastern Brazil. *Acta Agronómica*, 66(2):290-295.
13. Affandi, A., Corpuz-Raros, L. and Reyes, S.G., 2005, Diversity and abundance of mites in a mandarin citrus orchard in west Sumatra. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 6(2):52-58.
14. Belaam-Kort, I. and Boulahia-Kheder, S., 2017, Thrips in citrus orchards, emerging pests in Tunisia. *Entomologie Faustique – Faunistic Entomology*, 70:77-87.
15. Szyniszewska, A.M. and Tatem, A.J., 2014, Global assessment of seasonal potential distribution of mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *PloS one*, 9(11):e111582.

16. Kheder, S.B., Jerraya, A., Jrad, F. and Fezzani, M., 2002, Étude de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae) dans la région du Cap Bon (Tunisie). *Fruits*, 57(1):29-42.
17. Onillon, J.C. and Abbassi, M., 1973, Notes bio-écologiques sur l'aleurode floconneux des agrumes *Aleurothrixus floccosus* MASK. (Homopt., Aleurodidae) et moyens de lutte. *Al-Awamia*, 49:99-117.
18. Benmessaoud-Boukhalfa, H. and Chebrou, S., 2014. Étude préliminaire de la bio écologie de *Paraleyrodes minei* LACCARINO 1990 (Homoptera : Aleyrodidae : Aleyrodicinae), nouvel aleurode des citrus en Algérie. In: *AFPP-Colloque ravageurs et insectes invasifs et émergents: Montpellier*, 6 p.
19. Lebbal, S. and Laamari, M., 2016, Population dynamics of aphids (Aphididae) on orange (*Citrus sinensis* 'Thomson Navel') and mandarin (*Citrus reticulata* 'Blanco'). *Acta agriculturae Slovenica*, 107(1):137 - 145.
20. Benhalima-Kamel, M., Rabasse, J.M. and Ben-Hamouda, M.H., 1994, Les pucerons des agrumes et leurs ennemis en Tunisie. *Tropicultura*, 12(4):145-147.
21. Campolo, O., Malacrinò, A., Laudani, F., Maione, V., Zappalà, L. and Palmeri, V., 2014, Population Dynamics and Temperature-Dependent Development of *Chrysomphalus aonidum* (L.) to Aid Sustainable Pest Management Decisions. *Neotropical Entomology*, 43(5):453-464.
22. Dao, H.T., Meats, A., Beattie, G.A.C. and Spooner-Hart, R., 2017, Mortality on fruit in citrus orchards caused by naturally occurring enemies of red scale *Aonidiella aurantii*: relation to spatial distribution of patch density and season. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 162:218-233.
23. Zina, V., Silva, E.B.D., Quartau, J.A. and Franco, J.C., 2013, First report of the citrus leafhopper *Penthimiola bella* (Stål) (Hemiptera, Cicadellidae) in Europe. *Phytoparasitica*, 41:521-527.
24. Bellabas, A., 2012. Rapport de mission : Etude de base sur les Agrumes en Algérie
25. Kindlmann, P. and Dixon, A.F., 2010. *Modelling Population Dynamics of Aphids and Their Natural Enemies*. In: *Aphid Biodiversity under Environmental Change*. Edited by Kindlmann P. DA, MICHAUD J. : Springer, Dordrecht.
26. Boualem, M., Villemant, C. and Berkani, A., 2008. Bio-ecological study of the parasitoid complex of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in Western Algeria. In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Catania, Italy*. IOBC/wprs Bulletin 183-188.
27. Sellami, M. and Biche, M., 2006. Ecology of the black louse *Parlatoria zizyphi* on citrus in the area of Boufarik, Algeria. In: *9th Arab Congress of Plant Protection; Damascus, Syria*.
28. Chouih, S., Guendouz-Benrima, A. and Saighi, H., 2011. Ecology's study of the interactions between black scale of orange tree *Parlatoria zizyphi* Lucas 1893 (Homoptera; Diaspididae) and its host plant mandarin tree (*Citrus deliciosa*) in Mitidja. In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Agadir, Morocco*. IOBC/wprs Bulletin: 135.
29. Allal-Benfekih, L., Ahohouendo, A., Djazouli, Z.-E. and Dridi, B., 2011. Contribution to the forecasting of the populations dynamics of *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera, Tephritidae) by the evaluation of the days degree and strategy of egg-laying on a host plant (*Prunus armeniaca* L.) in an orchard of the Mitidja region (Blidean Atlas, Algeria). In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Agadir, Morocco*. IOBC/wprs Bulletin: 155-162.

30. Mostefaoui, H., Allal-Benfekih, L., Djazouli, Z.-E., Petit, D. and Saladin, G., 2014, Why the aphid *Aphis spiraecola* is more abundant on clementine tree than *Aphis gossypii*? *Comptes rendus biologiques*, 337:123-133.
31. Belguendouz-Benkhefha, R., Biche, M., Adda, R. and Allal-Benfekih, L., 2013, Bio-ecology of a citrus pest (*Aonidiella aurantii* Maskell) (Hemiptera, Diaspididae): spatiotemporal relationship with its host plants *Citrus limon* and *C. sinensis* in Algiers region. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 7(1):14-20.
32. Tanaka, C., 1954. Species problem in citrus. A critical study of wild and cultivated units of citrus, based upon field studies in their native homes. Ueno, Tokyo: Japanese Society for the promotion of Science; 152.
33. Loussert, R., 1989. Les agrumes : Production. vol. 2, Paris (France): Lavoisier Tec. & Doc.; 158.
34. Praloran, J.C., 1971. Les Agrumes : Techniques agricoles et productions tropicales Paris: Maisonneuve & Larose; 565.
35. Bachés, M. and Bénédicte, B., 2011. Agrumes : comment les choisir et les cultiver facilement. 2 edn, Paris: Eugen Ulmer; 128.
36. Polese, J.-M., 2005. La culture des agrumes. Artémis; 93.
37. D.S.A., 2008. Données statistiques. Mostaganem.
38. Biche, M., Guide pratique : Les Principaux Insectes Ravageurs des Agrumes en Algérie et leurs Ennemis Naturels In. Edited by F.A.O. Algérie Regional Integrated Pest Management Programme in the Near East / GTFS/REM/070/ITA; 2012: 36.
39. Boualem, M., 2009. *Étude bioécologique de Phyllocnistis citrella Stainton (Lepidoptera : Gracillariidae) et de son complexe parasitaire dans la région de Mostaganem*. Thèse de Doctorat en sciences. Univ. de Mostaganem (Algérie), 142.
40. Agusti, M., Zaragoza, S., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Klose, R. and Stauss, R., 1995. *Échelle BBCH des stades phénologiques des agrumes*. In: *Stades phénologiques des mono-et dicotylédones Cultivées ; BBCH monographie*. Edited by Meier U, 2 edn: Centre Fédéral de Recherches Biologiques pour l'Agriculture et les Forêts: 86.
41. LACORDAIRE, A.I., M. PIRON and GERMAIN, J.-F., 2006. Présentation des principales espèces de cochenilles rencontrées dans les serres tropicales et espèces verts ainsi que les auxiliaires spécifiques et transposables aux plantes d'intérieur. In: *AFPP – 1ère conférence internationale sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*,: Avignon, 456-465 p.
42. Anthony, R., Catllin, N. and Smith, D., Les cochenilles des agrumes dans le bassin méditerranéen. In. DowElanco, France: 16.
43. Garcia-Marí, F., 2009. *Guía De Campo Plagas De Cítricos Y Sus Enemigos Naturales*.: M.V. Phytoma-España S.L. (Phytoma-España).
44. Ouzzani, T., 1997. *Dynamique de population de la cochenille noire de l'oranger Parlatoria ziziphi Lucas, 1893 (Coccidae ; Diaspididae) dans un verger d'agrumes à Boufarik*, *Essai de lutte*. Thèse Magister Agro. Alger: I.N.A., El Harrach, 126.
45. Ramade, F., 2008. Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Paris: DUNOD; 726.
46. Smirnoff, W.A., 1951. Aperçu sur le développement de quatre cochenilles parasites des agrumes au Maroc. Rabat.

47. Quilici, S., 1993. *Les ravageurs des agrumes*. In: *La culture des agrumes à l'île de la Réunion*. Edited by M. G. St-Pierre, Réunion: Cirad-Flhor: 55-89.
48. Benassy, C., 1986. Citrus scale insects: Integrated pest control in citrus-groves. In: *Proc Experts' Meet, Comm Eur Communities; Acireale, Italy*. 27-39.
49. INRA, 2010. *Les agrumes au Maroc*. Collection technique et productions agricoles, Rabat.
50. Le-Pelley, R.H., 1968. *Coccus viridis (Green) - The Green Scale*. In: *Pests of Coffee*. London and Harlow: Longmans, Green & Co., Ltd.: 353-355.
51. Mound, L.A. and Halsey, S.H., 1978. Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data in H. BENMESSAOUD-BOUKHALFA et S. CHEBROU, Étude préliminaire de la bio écologie de *Paraleyrodes minei* Iaccarino 1990 (Homoptera : Aleyrodidae : Aleyrodicinae), nouvel aleurode des citrus en Algérie. In: *AFPP – Colloque ravageurs et insectes invasifs et émergents; Montpellier*.
52. Halbert, S.E., Remaudiere, G. and Webb, S.E., 2000, Newly established and rarely collected aphids (homoptera: aphididea) in florida and the south eastern united states. *Florida Entomologist*, 83(1):79-91.
53. Leclant, F., 1977. Insectes et acariens des cucurbitacées. In: *5eme journée de phytatrie et phytopharmacie Circum-méditerranéen; Rabat (Maroc)*. 68-92.
54. Ighil, E.T.-A., Dedryver, C.-A., Chaubet, B. and Hullé, M., 2011. Les pucerons des grandes cultures. Cycle biologique et activités de vol., Paris: ACTA/QUAE.
55. Parker, B.L. and Skinner, M., 1997. *Integrated pest management (IPM) in tree crops*. In: *Thrips as Crop Pests*. Edited by Lewis T. Wallingford, Oxon, UK ; New York, NY, USA: CAB International: 615-638.
56. Koutti, A., Bounaceur, F. and Razi, S., 2017, Diversité et distribution spatiale des thrips sur différentes variétés d'agrumes en Algérie. *Revue Agrobiologia*, 7(1):263-273.
57. White, I.M. and Elson-Harris, M.M., 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: their identification and bionomics*. 1 edn: Oxford University Press.
58. Feron, M., 1962. L'instinct de reproduction chez la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. Comportement sexuel, comportement de ponte. *Pathol végét. Entomol. Agri. Fr. T. XLI*, No 1-2; 129.
59. Duyck, P.F., 2005. *Compétitions interspécifique et capacités invasives. Le cas des Tephritidae. De l'île de La Réunion*. Thèse Doctorat en biologie animale. Université de la Réunion, 157.
60. Murtry, J.A., 1985. *Citrus*. In: *Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control*. Edited by Helle W, Sabelis MW, vol. 2. Amsterdam: Elsevier: 339-347.
61. Bouharroud, R., Approche proactive pour lutter contre les acariens clés des agrumes au Maroc. In: *Agriculture du Maghreb*. INRA-Agadir; 2017.
62. Aubertot, J.-N. and Savary, S., 2005. Stratégies de protection des cultures in *Pesticides, agriculture et environnement: réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux*, J.N. Aubertot, J.M. Barbier, A. Carpentier, J.J. Gril, L. Guichard, P. Lucas, S. Savary, I. Savini et M. Voltz (eds.). France.
63. De-Montaigne, A. and Robert, C., Guide d'élaboration d'un protocole d'observation des auxiliaires entomophages en grandes cultures. *Projets Auximore (cultivons les auxiliaires)*. In.: ; 2012-2014: 45.

64. Martinez, M., 1983. Chasser et collectionner les insectes. Paris (France): Solar; 107.
65. Benkhelil, M.L., 1991, Technique de récolte et de piégeage utilisé en entomologie terrestre *in* M. Nichane, Z. Bouchikhi Tani et M.A Khelil (2013). Biodiversité et approche bioécologique de la faune des Monts des Traras Occidentaux (Nord-Ouest Algérien). *Afrique science* 9(2):101-109.
66. Roth, M., 1963, Comparaisons des méthodes de captures en écologie entomologique. *Rev Path Vég et Agric*, 42(3):177-197.
67. Bignon, J.-J., 2007, Comment aborder la gestion des peuplements d'insectes en France ? *Rev sci Bourgogne-Nature* 5:56-65.
68. Mutin, G., 1977. La Mitidja décolonisation et espèces géographiques. Alger: OPU; 607.
69. Loucif, Z. and Bonafonte, P., 1977, Observation des populations du pou de San José dans la plaine de la Mitidja. *Fruits*, 32(4):253-261.
70. Dajoz, R., 2007. Les insectes et la forêt: rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. 2 edn: Tec et Doc.Lavoisier; 648.
71. Aroun, M.E.F., 2015. *Le complexe aphides et ennemis naturels en milieux cultivé et forestier en Algérie*. Doctorat es sciences. El Harrach- Alger: École Nationale Supérieure Agronomique, 169.
72. Whitney, K.S., Meehan, T.D., Kucharik, C.J., Zhu, J., Townsend, P.A., Hamilton, K. and Gratton, C., 2016, Explicit modeling of abiotic and landscape factors reveals precipitation and forests associated with aphid abundance. *Ecological Applications* 26(8):2600-2610.
73. D.P.A.T., 2008, Monographie de la wilaya de Guelma. *Direction de la planification et de l'aménagement du territoire*:36.
74. A.N.D.I., 2015, Invest in Algeria: Wilaya de Guelma. *Agence Nationale de développement et de l'investissement*:19.
75. Boukli-Hacène, S., 2012. *Bioécologie des Coléoptères (Arthropodes- Insectes) du marais salé de l'embouchure de la Tafna (Tlemcen)*. Thèse de doctorat en Ecologie animale. Univ. Tlemcen (Algérie), 159.
76. Vasseur, R. and Schvester, D., 1957, Biologie et écologie du pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst) en France. *Annales des Epiphyties et de phytogénétique*, 8:5-66.
77. Roth, M., 1971. Contribution à l'étude éthologique du peuplement d'insectes d'un milieu herbacé. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer, Paris; 115.
78. Delvare, G. and Aberlenc, H.P., 1989. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale ; clé pour la reconnaissance des familles. Quae, CIRAD-GERDAT (Montpellier).
79. Goulet, H. and Huber, J.T., 1993. Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Canada, Ottawa: Research Branch, Agriculture.
80. Kavallieratos, N.G., Tomanović, Ž., Petrović, A., Janković, M., Starý, P., Yovkova, M. and Athanassiou, C.G., 2013, Review and Key for the Identification of Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Aphids Infesting Herbaceous and Shrubby Ornamental Plants in Southeastern Europe. *Annals of the Entomological Society of America*, 106(3):294-309.
81. Boucek, Z. and Rasplus, J.-Y., 1991. Illustrated key to west palearctic genera of Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcididae). INRA, Paris; 142.

82. Boulinier, T., Nichols, J.D., Sauer, J.R., Hines, J.E. and Pollock, K.H., 1998, Estimating species richness: The importance of heterogeneity in species detectability. *Ecology*, 79(3):1018–1028.
83. Dajoz, R., 1975. Précis d'écologie. 3 edn: Dunod, Paris; 549.
84. Magurran, A.E., 2004. Measuring biological diversity. Blackwell science Ltd; 215.
85. Genane, Y. and Gilbert, S., 2004, Une méthodologie pour la comparaison des partitions. *Revue de statistique appliquée*, 52(1):97-120.
86. De-Bello, F., Lepš, J. and Sebastià, M.-T., 2007, Grazing effects on the species-area relationship: Variation along a climatic gradient in NE Spain. *Journal of Vegetation Science*, 18(1):25-34.
87. Ramade, F., 1984. Elément d'écologie: Ecologie fondamentale.: Mc Graw Hill. Paris; 397.
88. I.B.M., 2011, IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
89. Hammer, Ø., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D., 2001, PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeont. Electron*, 4(1):9, http://palaeoelectronica.org/2001_2001/past/issue2001_2001.htm.
90. Rakotomalala, R., 2017. Analyse de corrélation: Étude des dépendances - Variables quantitatives, Version 1.1.: Université Lumière Lyon 2; 99.
91. MARTIKAINEN, P., SIITONEN, J., PUNTTILA, P., KAILA, L. and RAUH, J., 2000, Species richness of Coleoptera in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland. *Biological Conservation*, 94(2):199-209.
92. Clarke, G.M., 1993, Patterns of developmental stability of *Chrysopa perla* L. (Neuroptera: Chrysopidae) in response to environmental pollution. *Environmental Entomology* 22(6):1362-1366.
93. Franco, J.C., Garcia-Marí, F., Ramos, A.P. and Besri, M., 2006. Survey on the situation of citrus pest management in Mediterranean countries. In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Lisbon, Portugal*. IOBC/WPRS Bulletin: 335-346.
94. Jacas, J.A., Karamaouna, F., Vercher, R. and Zappalà, L., 2010. *Citrus Pest Management in the Northern Mediterranean Basin (Spain, Italy and Greece)*, pp 3-27 . In: *Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases, Integrated Management of Plant Pests and Diseases*,. Edited by Ciancio A, Mukerji KG, vol. 5: Springer, Dordrecht.
95. Affandi, A., Corpuz-Raros, L.A. and Reyes, S.G., 2005, Diversity and abundance of mites in a mandarin citrus orchard in west sumatra. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 6(2):52-58.
96. Allam, L. and Hmimina, M.h., 1994, Potentialités de développement de *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae, Acari) sur quelques hôtes sauvages et cultivés. *Actes Inst Agron Veto (Maroc)*, 14(1):37-44.
97. Praslička, J. and Huszár, J., 2004, Influence of Temperature and Host Plants on the Development and Fecundity of the Spider Mite *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Plant Protect Sci*, 40(4):141-144.
98. Roy, M., Brodeur, J. and Cloutier, C., 2003, Temperature and sex allocation in a spider mite. *Oecologia*, 135:322-326.
99. Keetch, D.P., 1971, Ecology of the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor), (Acarina: Tetranychidae) in South Africa 2. The influence of temperature and relative humidity on the development and life cycle. *J ent Soc sth Afr*, 34(1):103-118.

100. Alford, D.V., 2002, Pests of Ornamental Trees, Shrubs and Flowers. Manson Publishing, London, 449 p.
101. Alford, D.V., 2007, Pests of Fruit Crops. Manson Publishing, London, 461 p.
102. Sorribas, J. and Garcia-Marí, F., 2012, Distribucion geografica y estacional en el este de la peninsula iberica del piojo rojo de california *Aonidiella aurantii* y de sus principales parasitoides. *Levante agricola*, 1:56-63.
103. Campos-Rivela, J.M., Martínez-Ferrer, M.T. and Fibla-Queralt, J.M., 2012, Population dynamics and seasonal trend of California red scale (*Aonidiella aurantii* Maskell) in citrus in Northern Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(1):198-208.
104. Sorribas, J., Baaren, J.V. and Garcia-Marí, F., 2012, Effects of climate on the introduction, distribution and biotic potential of parasitoids: Applications to biological control of California red scale. *Biological Control* 62:103–112.
105. Penadés, P.H., Rodriguez, J.M., Alonso, A., Costa, S. and Mari, F.G., 2004, Influencia del momento del tratamiento en la eficacia del control químico, en los diaspídidos de cítricos piojo gris (*Parlatoria pergandii*), serpetta gruesa (*Lepidosaphes bechii*) y piojo rojo de california (*Aonidiella aurantii*). *Levante Agrícola*, 2° Trimestre:122-130.
106. Pekas, A., Navarro-Llopis, V., Garcia-Marí, F., Primo, J. and Vacas, S., 2015, Effect of the California red scale *Aonidiella aurantii* sex pheromone on the natural parasitism by *Aphytis* spp. in Mediterranean citrus. *Biological Control*, 90:61-66.
107. Rodrigo, E. and Garcia-Marí, F., 1994, Estudio de la abundancia y distribucion de algunos coccidos diaspídidos de cítricos. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 20:151-164.
108. Alexandrakis, V. and Michelakis, S., 1980, Distribution of *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Hom. Diaspididae) as a function of its settling on the tree and the citrus variety in Crete. *Fruits*, 35(10):639-644.
109. Wei, J., Niu, M. and Feng, J., 2016, Diversity and Distribution Patterns of Scale Insects in China. *Annals of the Entomological Society of America*:1-10.
110. El-Amir, S.M., Abou-Setta, M.M., El-Ghaffar, M.M.A., Ibrahim, I.L. and Mahmoud, G.H., 2012, Abundance and generation determination of *Lepidosaphes bechii* (Hemiptera: Diaspididae) on sour orange at Qalubya Governorate. *Egypt Acad J Biolog Sci*, 5(3):79-87.
111. Hassan, N.A., Radwan, S.G. and El-Sahn, O.M.N., 2012, Common scale insects (Hemiptera:Coccoidea) in Egypt. *Egypt Acad J Biolog Sci*, 5(3):153-160.
112. Habib, A., Salama, H.S. and Amin, A.H., 1972, Population of *Aonidiella aurantii* on citrus varieties in relation to their physical and chemical characteristics. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 15:324-328.
113. Guirrou, Z., Kaoutari, I.E., Boumezzough, A., Chemseddine, M. and Hilal, A., 2003, Contrôle des populations d'*Aonidiella aurantii* (Maskelle) en vergers d'agrumes au Maroc. *Fruits*, 58:3-11.
114. Kaoutari, I.E., Guirrou, Z., Chemseddine, M. and Boumezzough, A., 2004, Rôle d'*Aphytis melinus* (DeBach) dans le contrôle naturel d'*Aonidiella aurantii* (Maskell) en verger d'agrumes au Maroc. *Fruits*, 59:169–179.
115. Belguendouz, R., Biche, M., Allal, L. and Houmani, Z., 2015, Influence of habitat on the development of *Lepidosaphes bechii* (Hemi. Diaspididae) and the determination of the aconvenable period of control on citrus (on lemon and

- orange) in the region of Mitidja 2009-2010 (Algeria). *Agric Biol J N Am*, 6(2):47-51.
116. Biche, M., Siafa, A., Adda, R. and Gherbi, R., 2012, Biologie de *Aonidiella aurantii* (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier dans la région de rouiba. *Lebanese Science Journal*, 13(Special Issue 1):59-64.
 117. Belguendouz, R. and Biche, M., 2015, Biodiversity of diaspididae scale insects (homoptera), their host plants and natural enemies in Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(1):302-309.
 118. Pellizzari, G. and Germain, J., 2010. *Scales (Hemiptera, Superfamily Coccoidea)*. In: (eds), . In: *Alien terrestrial arthropods of Europe*. Edited by Roques A, Kenis M, Lees D, Lopez-Vaamonde C, Rabitsch W, Rasplus J-Y, Roy DB, vol. 4: 475-510.
 119. Gerson, U., 2012. *Diaspididae, pp. 192–205*. In: *Integrated control of citrus pests in the Mediterranean region*. Edited by Vacante V, Gerson U.
 120. Tawfeek, M.E., 2012, Distributions of armoured scale insects infesting citrus trees in different localities in Egypt. *Journal of entomology*, 9(6):429-434.
 121. Miller, D.R. and Kosztarab, M., 1979, Recent advances in the study of scale insects. *Ann Rev Entomol*, 24:1-27.
 122. Tawfeek, M.E. and Abu-Shall, A.M.H., 2010, Seasonal population dynamics of *Parlatoria ziziphus* (Lucas) (Homoptera: Diaspididae) in Menoufia Governorate, Egypt. *Alex Sci Exchange J* 31:331-338.
 123. Alford, D.V., 2012, Pests of Ornamental Trees, Shrubs and Flowers : A Color Handbook. . 2nd ed, *Manson Publishing Ltd, London, 479p*.
 124. Schweig, C. and Grunberg, A., 1936, The problem of black scale (*Chrysomphalus ficus* Ashm.) in Palestine. *Bulletin of entomological research*, 27:677-713.
 125. Kapranas, A., 2012. *Coccidae, pp. 183-191*. In: *Integrated control of citrus pests in the Mediterranean region*. Edited by Vacante V, Gerson U.
 126. Argov, Y. and Gerson, U., 2012. *Gracillariidae, Yponomeutidae and Pyralidae, pp. 223-230*. In: *Integrated control of citrus pests in the Mediterranean region*. Edited by Vacante V, Gerson U.
 127. Zappalà, L., 2010. *Citrus integrated pest management in Italy, pp 73-100*. In: *Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases, Integrated Management of Plant Pests and Diseases*. Edited by CIANCIO A, MUKERJI KG, vol. 5: Springer, Dordrecht.
 128. Blackman, R.L. and Eastop, V.F., 1984. Aphids on the world's crops. John Wiley & Sons, N.Y.; 466.
 129. Stoetzel, M.B., 1994, Aphids (Homoptera: Aphididae) of potential importance on Citrus in the United States with illustrated keys to species. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 96(1):74-90.
 130. Uygun, N., Mendoza, A.H.D. and Baspinar, H., 2012. *Aphididae* In: *Integrated control of citrus pests in the Mediterranean region*. Edited by Vacante V, Gerson U: Bentham science publishers: 126-136.
 131. Yoldaş, Z., Güncan, A. and Koçlu, T., 2011, Seasonal occurrence of aphids and their natural enemies in Satsuma mandarin orchards in Izmir, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35(1):59-74.
 132. Saharaoui, L. and Hemptinne, J.-L., 2009, Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouiba (Mitidja orientale) Algérie. *Annales de la Société entomologique de France (ns)*, 45(2):245-259.

133. Herrbach, E., 1985, Rôle des sémiocimiques dans les relations pucerons-plantes: II- Les substances allélochimiques. *Agronomie*, 5(4):375-384.
134. Bhatia, V., Uniyal, P.L.and Bhattacharya, R., 2011, Aphid resistance in *Brassica* crops: challenges, biotechnological progress and emerging possibilities. *Biotechnology Advances*, 29:879-888.
135. Baez, I., Reitz, S.R., Funderburk, J.E.and Olson, S.M., 2011, Variation within and between *Frankliniella* thrips species in host plant utilization. *Journal of Insect Science*, 11(41):available online: insectscience.org/11.41.
136. Rousselin, A., 2016.*Contribution des pratiques culturales (irrigation et fertilisation azotée) à la gestion des populations de pucerons en verger fruitier : Cas des systemes pêcher - puceron vert du pêcher (Prunus persica - Myzus persicae) et pommier - puceron cendre (Malus domestica - Dysaphis plantaginea)*. Université d'Avignon, 145.
137. Patterson, D.T., Westbrook, J.K., Joycr, R.J.V., Lingren, P.D.and Rogasik, J., 1999, Weeds, insects, and diseases. *Climatic change*, 43:711-727.
138. Fuhrer, J., 2003, Agroecosystem responses to combinations of elevated CO₂, ozone, and global climate change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 97:1-20.
139. Newman, J.A., 2006, Using the output from global circulation models to predict changes in the distribution and abundance of cereal aphids in Canada : a mechanistic modeling approach. *Global Change Biology*, 12:1634-1642.
140. Uygun, N.and Satar, S., 2008. The current situation of citrus pests and their control methods in Turkey. In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Catania, Italy*. IOBC/wprs, Bulletin: 2-9.
141. Mazih, A., 2008. Current situation of Citrus pests and the control methods in use in Morocco. In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Catania, Italy*. IOBC/wprs Bulletin Vol. 38: 10-16.
142. Ulusoy, M.R., Vatansever, G., Erkiliç, L.and Uygun, N., 2003, Studies on *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Homoptera, Aleyrodidae) and its parasitoid, *Cales noacki* Howard (Hymenoptera, Aphelinidae) in the East Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Pest Science*, 76:163-169.
143. Miklasiewicz, T.J.and Walker, G.P., 1990, Population Dynamics and Biological Control of the Woolly Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on Citrus. *Environmental Entomology*, 19(5):1485–1490.
144. Chermiti, B.and Onillon, J.C., 1992, A propos de la présence en Tunisie de deux nouvelles espèces d'aleurodes nuisibles aux agrumes, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) et *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homoptera, Aleyrodidae). *FRUITS*, 47(3):405-411.
145. Boukhalfa, H.and Bonafonte, P., 1979, Observations des populations de l'aleurode des citrus, *Dialeurodes citri* Ashead (Hom. Aleyrodidae) dans la plaine de la Mitidja (Algérie), pendant la période hivernale et post-hivernale. *Fruits*, 34:43-52.
146. Berkani, A., 1989.*Possibilités de régulation des populations d' Aleurothrixus floccosus* Mask. (Homoptera: Aleyrodidae) sur agrumes par *Cales noacki*. (Hymenopt. Aphelinidae) en Algérie. Thèse Doct.Ing.: Université Aix-Marseille Fac.Sci.St.Jérôme, 140.
147. Mahmoudi, A., Allal-Benfekih, L., Yigit, A.and Goosen, M.F.A., 2018, An assessment of population fluctuations of citrus pest woolly whitefly *Aleurothrixus floccosus* (Maskell, 1896) (Homoptera, Aleyrodidae) and its

- parasitoid *Cales noacki* Howard, 1907 (Hymenoptera, Aphelinidae): A case study from Northwestern Algeria. *Acta agriculturae Slovenica*, 111(2):407-417.
148. Berkani, A. and Dridi, B., 1992, Présence en Algérie de *Parabemisia myricae* Kuwana (Homoptera: Aleurodidae) Espèce nuisible aux-agrumes *Fruits*, 47:539-540.
 149. Doumandji-Mitiche, B. and Doumandji, S.E., 1988, Note sur l'installation en mitidja de *Cales noacki* HOW. (*Hym. Aphelinidae*) ennemi naturel de l'aleurode floconneux (*Aleurothrixus floccosus* MASK. (*Homo, Aleurodidae*). *Annales de l'Institut National Agronomique*, 12:66-88.
 150. Pimentel, R., Lopes, D.J.H., Mexia, A.M.M. and Mumford, J.D., 2017, Seasonality of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) on Terceira and Sao Jorge Islands, Azores, Portugal. *Journal of Insect Science*, 17(1):1-35.
 151. Katsoyannos, B.I., Kouloussis, N.A. and Carey, J.R., 1998, Seasonal and Annual Occurrence of Mediterranean Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) on Chios Island, Greece: Differences Between Two Neighboring Citrus Orchards. *Annals of the entomological society of america*, 91(1):43-51.
 152. Mavrikakis, P.G., Economopoulos, A.P. and Carey, J.R., 2000, Continuous Winter Reproduction and Growth of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in Heraklion, Crete, Southern Greece. *Environ Entomol*, 29(6):1180-1187.
 153. Bachi, K. and Sadoudi-Ali-Ahmed, D., 2017, Effect of citrus essential oils on the larvae evolution of *Ceratitis capitata* Wied. 1824 (Diptera: Tephritidae). *Bioscience Research*, 14(3):686-693.
 154. Mazih, A., 2011. Seasonal and annual occurrence of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), in the Souss valley (Morocco). In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Agadir, Morocco*. IOBC/wprs Bulletin Vol. 62: 153.
 155. Dhouibi, M.H. and Gahbiche, H., 1990. Comparative study of different medfly traps models for use in mass trapping. In: *Symposium of fruit flies of economic importance Italy, November 26-27*. (IOBC/MAF): 9.
 156. Braham, M., Pasqualini, E. and Ncira, N., 2007, Efficacy of kaolin, spinosad and malathion against *Ceratitis capitata* in Citrus orchards. *Bulletin of Insectology*, 60(1):39-47.
 157. Ricalde, M.P., Nava, D.E., Loeck, A.E. and Donatti, M.G., 2012, Temperature-dependent development and survival of Brazilian populations of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, from tropical, subtropical and temperate regions. *Journal of Insect Science*, 12(33):1-11 available online: insectscience.org/12.33.
 158. Messoussi, S.E., Beitia, F.J., Afif, M., Verdú, M.J., Aboussaid, H. and Lahrouni, A., 2011. Effect of temperature on development and activity periods of the fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Agadir, Morocco*. IOBC/wprs Bulletin Vol. 62: 177.
 159. Vassiliou, V.A., 2010, Ecology and Behavior of *Pezothrips kellyanus* (Thysanoptera: Thripidae) on citrus. *Journal of economic entomology*, 103(1):47-53.
 160. Teksam, I. and Tunc, I., 2009, An analysis of Thysanoptera associated with citrus flowers in Antalya, Turkey: Composition, distribution, abundance and pest status of species. *Appl Entomol Zool*, 44(3):455-464.

161. Perrotta, G. and Conti, F., 2008. A threshold hypothesis for an integrated control of thrips infestation on citrus in South-Eastern Sicily. In: *Control in Citrus Fruit Crops; Catania, Italy*. IOBC/wprs Bulletin Vol. 38: 204-209.
162. Navarro-Campos, C., Aguilar, A. and Garcia-Marí, F., 2011. Population trend and fruit damage of *Pezothrips kellyanus* in citrus orchards in Valencia (Spain). In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Agadir, Morocco*. IOBC/wprs Bulletin Vol. 62: 285-292.
163. Baspinar, H., 1994, Some observations on dominant structure and population changes of *Asymmetrasca decedens* (Paoli) and *Empoasca decipiens* Paoli (Hom., Cicadellidae) on different crops in Adana. *Turk Entomol derg*, 18(2):71-76.
164. Pollini, A., 1998. Damage assessment of the leafhopper *Asymmetrasca decedens* (Paoli, 1932) (Homoptera: Cicadellidae) on *Salix* spp. in Italy. In: *Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina*: Edited by Allegro G. GA, Deandrea G., Bazzani R. , 6 p.
165. Garcia-Marí, F., 2012, Citrus pests: integrated pest management in Mediterranean countries in ZINA, V., SILVA, E. B. D., QUARTAU, J. A., AND FRANCO, J. C. (2013). First report of the citrus leafhopper *Penthimiola bella* (Stål) (Hemiptera, Cicadellidae) in Europe. *Phytoparasitica*, 41:521-527.
166. Khalafallah, E.M.E., Khattab, M.A. and El-Srand, E.A., 2015, Biology of *Empoasca decipiens* Paoli on Cotton and Faba Bean Plants. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 4(3):503-508.
167. Biche, M. and Bourahla, M., 1993, Observations sur la Bioécologie de *Lepidosaphes fanii* parasite de l'olivier, nouvellement observé en Algérie au Cap-Djinet. *Bull Soc Entomol Fr*, 98(1):23-27.
168. Biche, M. and Sellami, M., 1999, Etude de quelques variations possibles chez *Parlatoria oleae* (Colvée) (Hemiptera, Diaspididae). *Bull Soc Entomol Fr*, 104(3):287-292.
169. Smirnoff, W.A., 1957, La cochenille du palmier, dattier (*Parlatoria blanchadri* Targ) en Afrique du nord. Comportement, importance économique et lutte biologique. *Entomophaga*, 2(1):1-99.
170. Takarli, F., 2012. *Eco ethologie de la cochenille noire Parlatoria ziziphi Lucas (homoptera) sur clementinier de Mitidja*. Mémoire de Magistère. Université de Blida, 127.
171. Sorribas, J.-J., Rodríguez, R., Rodrigo, E. and García-Marí, F., 2008. Parasitism levels and species of natural enemies in field populations of California red scale *Aonidiella aurantii* (Hemiptera: Diaspididae) in eastern Spain. In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Catania, Italy*. IOBC/wprs Bulletin: 26-33.
172. Samways, M.J., 1986, Spatial and temporal population patterns of *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae) parasitoids (Hymenoptera: Aphelinidae and Encyrtidae) caught on yellow sticky traps in citrus. *Bulletin of entomological research*, 76(2):265-274.
173. Martorana, L., Foti, M.C., Rondoni, G., Conti, E., Colazza, S. and Peri, E., 2017, An invasive insect herbivore disrupts plant volatile-mediated tritrophic signalling. *J Pest Sci*, 90:1079-1085.
174. Talamas, E.J., Johnson, N.F. and Buffington, M., 2015, Key to Nearctic species of *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae), natural enemies of native and invasive stink bugs (Hemiptera, Pentatomidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 43:45-110.

175. Morrison, W.R., Blaauw, B.R., Nielsen, A.L., Talamas, E. and Leskey, T.C., 2018, Predation and parasitism by native and exotic natural enemies of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) eggs augmented with semiochemicals and differing host stimuli. *Biological Control*, 121:140-150.
176. Sellami, E.L., Delvare, G. and Chermiti, B., 2013. Parasitoids and hyperparasites of citrus aphids in northern east of Tunisia (Cap Bon). In: *Integrated Control in Citrus Fruit Crops; Adana, Turkey*. IOBC-WPRS Bulletin: 131-139.
177. Laamari, M., Chaouche, S.-T., benferhat, S., Abbès, S.-B., Merouani, H., Ghodbane, S., Khenissa, N. and Stary, P., 2011, Interactions tritrophiques: plante-puceron-hyménoptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. *Entomologie faunistique - Faunistic Entomology* 63(3):115-120.
178. Acheampong, S., Gillespie, D.R. and Qiring, D.J.M., 2012, Survey of parasitoids and hyperparasitoids (Hymenoptera) of the green peach aphid, *Myzus persicae* and the foxglove aphid, *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae) in British Columbia. *J Entomol Soc Brit Columbia*, 109:12-22.
179. Loomans, A.J.M., 2006, Exploration for hymenopterous parasitoids of thrips. *Bulletin of Insectology*, 59(2):69-83.
180. Doğanlar, M. and Triapitsyn, S.V., 2007, Review of *Ceraninus* (Hymenoptera: Eulophidae) of Turkey with description of a new species. *Eur J Entomol*, 104:105-110.
181. Doğanlar, M., Gumovsky, A. and Doğanlar, O., 2009, A new species of the menes species group of the genus *Ceraninus* (Hymenoptera: Eulophidae) from Turkey. *Türk entomol derg*, 33(4):265-278.
182. Tan, J.-L., Mirab-Balou, M., He, J.-H. and Chen, X.-X., 2010, The Thrips-attacking Genus *Ceraninus* (Hymenoptera: Eulophidae: Entedoninae) from Iran. *Entomotaxonomia*, 32(1):62-68.
183. Garcia-Mari, F., Vercher, R., Costa-Comelles, J., Marza, C. and Villalba, M., 2004, Establishment of *Citrostichus phyllocnistoides* (Hymenoptera: Eulophidae) as a biological control agent for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Spain. *Biological Control*, 29:215-226.
184. Karamaouna, F., Pascual-Ruiz, S., Aguilar-Fenollosa, E., Verdú, M.J., Urbaneja, A. and Jacas, J.A., 2010, Changes in predation and parasitism of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) populations in Spain following establishment of *Citrostichus phyllocnistoides* (Hymenoptera: Eulophidae). *Biological Control*, 52:37-45.
185. Hansson, C. and Navone, P., 2017, Review of the European species of *Diglyphus* Walker (Hymenoptera: Eulophidae) including the description of a new species. *Zootaxa*, 4269(2):197-229.
186. Xuan, J.-L., Liu, W.-X., Zhang, Y.-B., Cheng, X.-Q., Guo, J.-Y. and Wan, F.-H., 2018, Interactions between *Diglyphus isaea* and *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae), two parasitoids of agromyzid leafminers. *Biological Control*, 126:45-52.
187. Fidelisa, E.G., Carmo, D.D.G.D., Santos, A.A., Farias, E.D.S., Silva, R.S.D. and Picanço, M.C., 2018, Coccinellidae, Syrphidae and Aphidoletes are key mortality factors for *Myzus persicae* in tropical regions: A case study on cabbage crops. *Crop Protection*, 112:288-294.
188. Sommaggio, D., 1999, Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74:343-356.

189. Amiri-Jami, A.R. and Sadeghi-Namaghi, H., 2014, Responses of *Episyrphus balteatus* DeGeer (Diptera: Syrphidae) in relation to prey density and predator size. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17:207-211.
190. Díaz, B.M., Legarrea, S., Marcos-García, M.Á. and Fereres, A., 2010, The spatio-temporal relationships among aphids, the entomophthoran fungus, *Pandora neoaphidis*, and aphidophagous hoverflies in outdoor lettuce. *Biological Control*, 53:304-311.
191. Amorós-Jiménez, R., Pineda, A., Fereres, A. and Marcos-García, M.Á., 2012, Prey availability and abiotic requirements of immature stages of the aphid predator *Sphaerophoria rueppellii*. *Biological Control*, 63:17-24.