

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

THESE DE DOCTORAT 3^{EME} CYCLE

En Sciences biologiques

Spécialité : Écologie Animale et Environnement

Option : Oéiculture et Oléotechnie

Présentée par :

M^{me} DJELLOUT-MAHMOUDI Kahina

Etude de la biologie de l'un des principaux insectes ravageurs de l'olivier, *Euphyllura olivina* (Hemiptera : Aphalaridae) et de la faune auxiliaire associée, dans quelques oliveraies de la région de Tizi- Ouzou

Soutenue, le 25/02/2021, devant le jury composé de :

MEDJDOUB –BENSAAD Ferroudja	Professeur	UMMTO	Présidente
KELLOUCHE Abdelah	Professeur	UMMTO	Rapporteur
DEBRAS Jean François	Docteur	INRA d'Avignon	Co-rapporteur
ALLAL-BENFEKIH Leila	Professeur	U. Blida	Examinatrice
DAOUDI-HACINI Samia	Professeur	ENSA (Alger)	Examinatrice
BENOUFELLA-KITOUS Karima	M.C.A.	UMMTO	Examinatrice

Remerciements

J'adresse mes plus profonds remerciements à mon directeur de thèse, l'imminent Professeur KELLOUCHE A. pour la confiance qu'il a su m'accorder, pour ses conseils avisés et ses recommandations décisives. Je lui exprime toute ma gratitude, tout particulièrement, pour le soutien et la large marge de liberté qu'il a toujours su me laisser afin de mener à bien ce travail de recherche.

Je témoigne ma profonde gratitude à mon co-directeur de thèse, Mr DEBRAS J-F. de l'INRA d'Avignon, qui a su faire preuve de beaucoup de générosité en m'a accueillant dans son laboratoire et en me consacrant une partie de son temps précieux.

Je tiens à remercier vivement Mme le Professeur MEDJDOUB –BENSSAD F. de l'UMMTO d'avoir accepté de présider le jury, ainsi que Mme ALLAL-BENFEKIH L. Professeur U. Blida, Mme DAOUDI-HACINI S. Professeur ENSA (Alger) et Mme BENOUFELLA-KITOUS K. M.C.A. UMMTO, d'avoir examiné ce travail, malgré les conditions particulièrement difficiles du moment.

Je tiens à remercier Mme ALIAHMED S. et Mr RABHI K. que j'ai si souvent sollicités pour l'analyse statistique et qui ont toujours répondu présents.

Je remercie Mme BRAHIMI K. et Mr KELLOUCHE de l'UMMTO, Mr OUVRARD D. Mr NOYES J.S. du Musée de Londres, Mr RIEUX R. et Mr DEBRAS J.F. d'avoir contribué à l'identification de l'entomofaune collectée durant les deux années de travail.

Je tiens à remercier également les propriétaires des oliveraies ainsi que le personnel du CFPA de Mechtras, particulièrement Mme BENMAKHLOUF et Mr BRAHIMI, pour leurs aide, gentillesse et disponibilité.

Mes remerciements s'adressent aussi à Mr KOURABA K. responsable à la DSA qui a toujours répondu positivement.

Je souhaite aussi remercier Mme HEDJAL M. pour ses encouragements ainsi que l'ingénieur du laboratoire de recherche en Entomologie Mme TINKICHT L. pour sa gentillesse sa disponibilité et sa générosité.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à mon mari et mon fils Adem qui est la source de ma motivation « maman te pardonne les nombreuses fois où tu as éteint l'ordinateur avant que j'enregistre mon travail ».

Je tiens à remercier chaleureusement toute ma famille pour m'avoir soutenue et aidée durant toutes ces années, et plus particulièrement ma maman qui m'a toujours encouragée et soutenue dans les bons comme dans les mauvais moments. Je dis un grand merci à mes sœurs pour leur aide et plus particulièrement Fatima.

Liste des figures

- Figure 1:** Les œufs déposés par les femelles d'*E. olivina* aux aisselles des jeunes feuilles et entre les écailles d'un bourgeon (GX80) (photographies originales). 9
- Figure 2:** Les cinq stades larvaires d'*E. olivina* (GX80) (photographies originales). 10
- Figure 3:** Le rostre d'une larve âgée d'*E. olivina* (GX80) (photographie originale). 11
- Figure 4:** Les amas cotonneux secrétés par les larves d'*E. olivina* (GX40) (photographies originales). 11
- Figure 5:** Les adultes d'*E. olivina*, femelle à gauche et le mâle à droite, observés sous loupe binoculaire (GX80) (photographies originales). 12
- Figure 6:** Les complexes génito-anal des adultes d'*E. olivina*, femelle à gauche et male à droite, observés sous loupe binoculaire (GX160) (photographies originales). 12
- Figure 7:** Les antennes d'un adulte d'*E. olivina* (GX160) (photographie originale). 13
- Figure 8:** *Psyllaephagus euphyllurae* observé sous loupe binoculaire (GX160) (photographie originale). 17
- Figure 9:** *Alloxysta eleaphila* observé sous loupe binoculaire (GX160) (photographie originale) 17
- Figure 10:** Momie d'une larve parasitée après la sortie du parasitoïde (GX80) (photographie originale). 17
- Figure 11:** Schéma de la taxonomie du genre *Olea* (Oleaceae) (Green, 2002) simplifiée (d'après Breton *et al.*, 2006) et répartition géographique des taxons. 20
- Figure 12:** Les stades repères de l'olivier (stades phénologiques) d'après Colbrant et Fabre (1981) 22
- Figure 13 :** Localisation des oliveraies prospectées, durant les années 2014 et 2015. 23
- Figure 14 :** Structure de l'aile antérieure (a) et du paramère (b) d'*E. olivina* observés sous microscope optique (Gx100) (a), (Gx 400) (b) (photographies originales). 31

Liste des figures

Figure 15 : Structure de l'aile antérieure (a) et du paramère (b) d' <i>E. phillyreae</i> observés sous microscope optique (Gx100) (a), (Gx 400) (b) (photographies originales).	31
Figure 16 : Photographies des jeunes femelles d' <i>E. olivina</i> (Femelle F1 à gauche et femelle F2 à droite) (Gx80) (photographies originales).	32
Figure 17 : Photographies des femelles âgées d' <i>E. olivina</i> (Femelle F1 à gauche et femelle F2 à droite) (Gx80) (photographies originales).	33
Figure 18 : Photographies des jeunes mâles d' <i>E. olivina</i> (male F1 à gauche et mâle F2 à droite) (Gx80) (photographies originales).	33
Figure 19 : Photographies des mâles âgés d' <i>E. olivina</i> (male F1 à gauche et mâle F2 à droite) (Gx80) (photographies originales).	33
Figure 20 : Jeune adulte d' <i>E. olivina</i> émergeant d'une exuvie (G x 80) (photographie originale).....	34
Figure 21 : Effectifs moyens des pontes d' <i>E. olivina</i> , selon les mois d'échantillonnage, durant les années 2014/2015.	40
Figure 22 : Les effectifs moyens des pontes dans les vergers de Bouzeguène (B), Mechtas (M) et Beni-Douala (BD), durant les années 2014/2015.....	41
Figure 23 : Effectifs des œufs d' <i>E. olivina</i> dans l'oliveraie de Bouzeguène, durant les années 2014/2015.....	42
Figure 24: Les effectifs des œufs dans l'oliveraie de Mechtas, durant les années 2014/2015.....	43
Figure 25 : Les effectifs des œufs dans l'oliveraie de Béni-Douala, durant les années 2014/2015.....	44
Figure 26 : Les effectifs moyens des larves selon les mois des années 2014 et 2015.	45
Figure 27 : Les effectifs moyens des larves dans les vergers de Bouzeguène, Mechtas et Beni Douala, durant les années 2014/2015.....	45

Liste des figures

Figure 28 : Effectifs des différents stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5) dans le verger de Bouzeguène, durant les années 2014(a) et 2015(b).....	47
Figure 29 : Effectifs des différents stades larvaires (L, L2, L3, L4 et L5) dans le verger de Mechtras, durant les années 2014(a) et 2015(b).....	49
Figure 30 : Effectifs des différents stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5) dans le verger de Beni Douala, durant les années 2014 (a) et 2015(b).	51
Figure 31: La répartition des effectifs moyens d'adultes selon les mois d'échantonnage, durant les années 2014/2015.	52
Figure 32 : La répartition des effectifs moyens d'adultes selon les directions cardinales, durant les années 2014 et 2015.....	53
Figure 33 : Effectifs des adultes d' <i>E. olivina</i> dans l'oliveraie de Bouzeguène, durant les années 2014/2015.....	54
Figure 34 : Effectifs des adultes d' <i>E. olivina</i> dans l'oliveraie de Mechtras, durant les années 2014/2015.....	55
Figure 35 : Effectifs des adultes d' <i>E. olivina</i> dans l'oliveraie de Béni-Douala, durant les années 2014/2015.....	56
Figure 36 : La richesse spécifique et l'abondance relative des ordres représentant la faune auxiliaire collectée dans les régions de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.....	65
Figure 37 : Abondance relative des espèces de faune auxiliaire collectée dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.....	66
Figure 38 : Importance des différentes espèces de la faune auxiliaire selon leur occurrence dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.....	67
Figure 39 : Répartition de la richesse spécifique (RS) et de l'abondance (A) des espèces de la faune auxiliaire dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.....	67

Liste des figures

- Figure 40** : Abondance relative des prédateurs potentiels d'*E. olivina* collectés dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015..... 69
- Figure 41**: Importance des espèces qui composent les familles appartenant à l'ordre des Coléoptères dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015. 71
- Figure 42** : Importance des espèces qui composent les familles appartenant à l'ordre des Hémiptères dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015. 73
- Figure 43** : Importance des espèces qui composent la famille des Syrphidae dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015. 74
- Figure 44** : Importance des espèces qui composent les familles appartenant à l'ordre des Neuropterae dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala durant les années 2014 et 2015. 76
- Figure 45** : Importance des espèces qui composent les familles appartenant à l'ordre des araneae dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015. 77
- Figure 46** : Importance des espèces de la famille des Formicidae dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015. 78
- Figure 47** : Présentation de quelques prédateurs collectés dans les oliveraie d'études :(A) *Episyrphus balteatus*,(B et C) larves de syrphe s'attaquant à un adulte et une larve d'*E. olivina*, (D) *Scymnus quadrimaculatus*, (E) *Oenopia doublieri*, (F) larve de coccinelle, (G) larve d'*Anthocoridae*, (H) *Anthocoris nemoralis*, (I et J) larve et adulte de *Campyloneura virgula*, (K) *Macrolophus pygmaeus*,(L et M) larve et adulte de *Chrysoperla carnea*,(N) *Synaema globosum*,(O) larve d'hémérobe (photographies originales)..... 79
- Figure 48** : Larves parasitées d'*E. olivina* (a et b) et parasitoïde visible par transparence à travers le tégument (b) (GX80) (photographies originales). 80

Liste des figures

Figure 49 : <i>Psyllaephagus euphyllurae</i> (GX80) (photographie originale) (T.S.P: Trou de sortie du parasitoïde).	81
Figure 50 : <i>Trichnites sp.</i> (GX80) (photographie originale).	81
Figure 51 : <i>Alloxysta eleaphila</i> (GX80) (photographie originale)	81
Figure 52 : <i>Pachineuron sp.</i> (Une émergence tertiaire à droite et solitaire à gauche) (GX80) (photographies originales).....	82
Figure 53 : Larve avec deux trous de sortie des parasitoïdes à droite (b) et avec un seul trou de sortie (a) à gauche (GX80) (photographie originale).	82
Figure 54 : L'abondance relative des quatre espèces de parasitoïdes identifiés dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.	83
Figure 55 : Le taux de parasitisme moyen selon les mois d'échantillonnage, durant les années 2014 et 2015.	84
Figure 56 : Distribution des effectifs moyens de la faune auxiliaire selon les mois d'échantillonnage dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.	85
Figure 57 : L'infestation (IFT) par <i>E. olivina</i> et richesse spécifique (RS) de ses ennemis naturels dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015..	86

Liste des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques morphologiques des différents stades larvaires d' <i>E. olivina</i> (Chermiti, 1983).....	10
Tableau 2: Effectifs des deux formes de psylle récoltées en 2014 et 2015 dans les trois oliveraies (MF1 : mâle de la première forme ; FF1 : femelle de la première forme ; FF2 : femelle de la deuxième forme ; FF2: femelle de la deuxième forme ; V1 : verger de Bouzeguène ; V2 : verger de Mechtras; V3 : verger de Beni Douala).....	35
Tableau 3: Effectifs des populations des deux formes d' <i>E. olivina</i> selon les périodes de prélèvement, durant les deux années 2014 et 2015 (test de Kruskal-Wallis) (moyenne \pm erreur-type ; dans une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne diffèrent pas de façon significative, au seuil P=5%).....	36
Tableau 4: Les résultats du calcul du sexe ratio du psylle de l'olivier dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.	56
Tableau 5: Les prédateurs et parasitoïdes collectés par les techniques de battage et prélèvement des rameaux dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala durant la période allant de janvier 2014 jusqu'à décembre 2015.....	63
Tableau 6: Indice de diversité et d'équitabilité des espèces qui composent la faune auxiliaire collectée dans les régions de Bouzeguène (B), Mechtres (M) et Beni Douala (BD), durant les années 2014 et 2015.	68

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Quelques généralités sur les psylles	6
2. Le psylle de l'olivier <i>Euphyllura olivina</i>	8
2.1. La position systématique	8
2.2. Description morphologique des différents stades du développement d' <i>E. olivina</i>	8
2.3. Eléments de biologie	14
2.4. Les dégâts occasionnés par le psylle de l'olivier	15
2.5. Les méthodes de lutte contre <i>E. olivina</i>	15
3. Taxonomie de l'olivier	19
4. Le cycle annuel de l'olivier	20

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Présentation des régions d'études.....	23
2. Méthodes de prélèvement dans les oliveraies	24
2.1. Méthodes d'échantillonnage	24
3. Au laboratoire	27
3.1. Comptage des œufs, des larves et des adultes d' <i>E. olivina</i>	27
3.2. Identification de la faune auxiliaire.....	28
3.3. Analyse des données	30

Chapitre III : Résultats et discussions

I. L'identification des psylles collectés en oliveraies et étude du polymorphisme chez <i>E. olivina</i>	31
---	----

Sommaire

1. Résultats	31
1.1 L'identification des psylles	31
1.2 L'étude du polymorphisme chez <i>E. olivina</i>	32
2. Discussion.....	36
II. Etude de la dynamique des populations d' <i>E. olivina</i> dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni douala, durant les années 2014 et 2015	39
1. Résultats	39
1.1. Les pontes.....	39
1.2. Les larves	44
1.3. Adultes	52
1.4. Le sex-ratio	56
2. Discussion	56
III. Etude de la faune auxiliaire	62
1. Résultats	62
1.1. Faune auxiliaire associée à <i>E. olivina</i> dans les vergers d'études	62
2. Discussion	86
2.1. Faune auxiliaire associée à <i>E. olivina</i> dans les vergers d'études	86
2.2. Les prédateurs potentiels d' <i>E. olivina</i>	90
2.3. Parasitoïdes spécifiques d' <i>E. olivina</i>	96
Conclusion	98
Références bibliographiques	103
Annexes.....	123

Introduction

L'olivier *Olea europaea* L., l'arbre emblématique de la zone méditerranéenne, joue un rôle socioéconomique et environnemental de plus en plus important dans la plupart des pays oléicoles. Cet arbre fruitier est à l'origine d'une denrée alimentaire, l'olive, qui est fondamentale pour les sociétés agricoles méditerranéennes. L'oléiculture constitue d'ailleurs, de très loin, la première arboriculture méditerranéenne en surface avec 13 millions d'hectares contre 3,8 millions d'hectares pour la viticulture ou 1,1 million d'hectares pour l'agrumiculture (Angles, 2016). Les produits à base d'olive, tels que l'huile d'olive, les olives de table et les pâtes d'olives, sont la base du régime méditerranéen en raison de leurs avantages pour la santé, en plus de leurs utilisations dans le domaine cosmétique (Gomes *et al.*, 2012). Pendant longtemps, les produits oléicoles étaient consommés dans le seul monde méditerranéen et leur usage ne dépassait guère cette région, en raison d'une méconnaissance ou d'un rejet pour des denrées dotées de particularismes gustatifs trop marqués (Angles, 2016). Depuis la fin des années 80, l'oléiculture n'a cessé de connaître un regain d'intérêt dans la plupart des pays producteurs méditerranéens et même d'ailleurs, suite à la mise en évidence des vertus diététiques de l'huile d'olive, en raison de sa richesse en antioxydants et en acides gras insaturés (Angles, 2012 ; Angles, 2016).

S'agissant de l'Algérie, l'olivier occupe une place fondamentale dans l'agriculture. Il représente l'arbre fruitier le plus cultivé et occupe des superficies de plus en plus importantes avec un tiers de la surface agricole dédiée à l'arboriculture fruitière, soit près de 500 000 ha (MADRP, 2019). Malgré la disposition d'un climat propice à la culture de l'olivier, la richesse du patrimoine variétal, avec environ 150 variétés (Hauville, 1953), dont 36 sont locales (Mendil et Sebai, 2006), ainsi que la mise en place d'un plan national de relance, la filière oléicole algérienne est l'une des moins compétitives en Méditerranée. Elle a bénéficié de peu d'initiatives de modernisation ; l'irrigation, la mécanisation et la fertilisation y sont ainsi faiblement appliquées (Hadjou *et al.*, 2013). De plus, environ 85% du verger national est implanté dans des zones caractérisées par la prédominance d'un relief accidenté (Lamani et Ilbert, 2016) freinant toute mécanisation.

La région de Kabylie concentre, à elle seule, plus de 2/3 de la surface oléicole nationale (Lamani et Ilbert, 2016). La superficie du verger oléicole à Tizi Ouzou est actuellement de 38 650 ha (DSA, 2019), dont le verger productif d'une superficie totale de plus de 34 406 ha, comptant plus de 3,4 millions d'oliviers (DSA, 2020).

Introduction

En dépit de sa rusticité, l'olivier est sensible aux attaques de plusieurs bioagresseurs. Son feuillage persistant lui permet de refugier toute une faune d'insectes, permettant ainsi à certains ravageurs de se mettre à l'abri des mauvaises conditions climatiques, en leur offrant une possibilité d'hivernation et en les protégeant contre les grandes chaleurs estivales (Arambourg, 1964). La faune phytophage inféodée à l'olivier est extrêmement riche, puisque certains inventaires font état de plus de 50 espèces recensées et quelques trente cinq espèces sont couramment rencontrées dans le bassin méditerranéen et dont la présence constitue un risque économique certain ou potentiel (Arambourg, 1986). Pour sa part, Viggiani (1986) parle de plus de 100 espèces de phytophages parmi lesquelles, les plus dangereuses, dans la majeure partie des aires de culture du bassin méditerranéen, sont *Bactrocera olea* (Diptera : Tephritidae), *Prays olea* (Lepidoptera : Praydidae) et *Saissetia oleae* (Hemiptera : Coccidae). Des dégâts beaucoup plus limités sont provoqués par *Liothrips olea* (Thysanoptera : Phloeothripidae), *Euphyllura olivina*, *Aspidiotus nerri* (Hemiptera : Diaspididae), divers scolytes etc. En Tunisie, Arambourg (1964) dresse une liste de 16 ravageurs de l'olivier, comprenant : quatre Coléoptères, cinq Lépidoptères, quatre Hémiptères, deux Diptères et un seul Thysanoptère. Parmi ces espèces, seules quatre : *E. olivina*, *Dacus oleae*, *Phloeotribus scarabaeoides* (Coleoptera : Curculionidae), *Prays oleae*, constituent un danger constant en oliveraie. Gharbi *et al.* (2012) en a collecté trois phytophages, à Taous et Chaal, *E. olivina*, *Prays oleae* et *Liothrips oleae*. Au Maroc, cinq principaux ravageurs de l'olivier sont recensés : la teigne de l'olivier, la mouche de l'olive, le psylle de l'olivier, la cochenille noire et les scolytes de l'olivier (Hilal, 1999).

Le psylle de l'olivier est le ravageur commun dans tous les pays oléicoles (Ouguas *et al.*, 2006), où il est considéré comme étant l'un des déprédateurs de premier ordre (Chermiti, 1992 ; Chemiti et Onillon, 1993 ; Zouiten *et al.*, 2001 ; Ouguas *et al.*, 2006 ; Dibo et Ksantini, 2011 ; Meftah *et al.*, 2014a ; Hamdan et Alkam, 2016 ; Hougardy *et al.*, 2020). D'après Arambourg (1964), les ravageurs phytophages ont un caractère endémique et certains ne se rencontrent qu'accidentellement dans des biotopes bien définis, mais le psylle de l'olivier reste un ravageur constant dans toutes les oliveraies du bassin méditerranéen.

L'olivier est attaqué par plusieurs espèces de psylle : *E. olivina*, *E. straminea*, *E. phillyreae* et *E. pakistanica* (Abou-Kaf et Hamoudi, 1999 ; Zouiten *et al.*, 2001 ; Cotes *et al.*, 2007 ; Kumral *et al.*, 2008 ; Asadi *et al.*, 2009). *E. olivina*, *E. straminea* et *E. phillyreae* sont rencontrées en

Introduction

oliveraies méditerranéennes (Asadi *et al.*, 2009) et *E. olivina* reste le psylle commun dans tous les pays méditerranéens (Chermiti et Onillon, 1986b).

Il est à l'origine de nombreux dégâts, aussi bien à l'état larvaire qu'imaginal, il ponctionne une partie de la sève et altère le développement normal de l'organe végétal infesté (Zouiten *et al.*, 2001). Cette infestation induit la stérilité des fleurs (Jardak *et al.*, 1985), la chute des grappes florales, des boutons floraux, des fleurs et des jeunes olives, engendrant ainsi une diminution sensible de la production (Chermiti, 1989). De plus, les larves qui s'installent sur certains organes (jeunes pousses et boutons floraux) sécrètent du miellat qui constitue un support très favorable au développement de la fumagine qui entrave l'activité photosynthétique. La nocivité du psylle dépend étroitement du nombre de larves par grappe florale (Chermiti, 1992). Une densité de 10 individus par grappe constitue le seuil de nuisibilité du psylle de l'olivier (Jardak *et al.*, 1985), pendant qu'il ne peut pas être supérieur à 5 larves par grappe florale selon Chermiti (1992). Le ravageur peut provoquer une perte de 50 à 60%, en cas de forte infestation (30 à 40 larves par grappe florale) (Arambourg, 1964). Les larves âgées causent le plus de dégâts en raison de leur taille (Chermiti, 1992).

A côté des insectes déprédateurs de l'olivier, évoluent un grand nombre d'espèces utiles et indifférentes (Mariau, 1997 ; Viggiani, 1986). Les espèces utiles contribuent à en assurer le contrôle et comprennent principalement des insectes prédateurs ou parasites et des acariens et sont beaucoup plus nombreuses que les espèces nuisibles (Viggiani, 1986). La conduite intensive des cultures rend, cependant, le milieu très favorable aux ravageurs en activant la croissance des arbres et en freinant l'action des auxiliaires (Atger, 1977), qui jouent un rôle déterminant dans la limitation des populations de ravageurs des cultures. De plus, ces ennemis naturels représentent de bons indicateurs de la biodiversité du fait que leur régime alimentaire est très lié à la présence des phytophages mais également de la flore (Villenave-Chasset et Leblond, 2019). D'après Arambourg (1986), une protection phytosanitaire efficace de l'olivier doit être basée sur la lutte intégrée qui implique, à priori, une parfaite connaissance de la bioécologie de la faune auxiliaire de l'olivier et de son environnement.

Les travaux de thèse dédiés à l'entomofaune de l'olivier en Algérie sont peu nombreux. Nous pouvons citer ceux de Gouar (1996) sur la biologie et le contrôle des populations de la mouche de l'olive, de Menzer (2016) portant sur l'entomofaune de l'olivier dans quelques régions d'Algérie, de Kherroubi (2016) qui traite des ravageurs de l'olivier et leurs auxiliaires en Grande Kabylie et de Bachouche (2019) sur la Bioécologie des trois principaux insectes ravageurs dans

Introduction

les régions de Tizi –Ouzou et de Bouira. Contrairement aux autres pays oléicoles voisins, tels que la Tunisie et le Maroc, où le psylle de l'olivier a bénéficié de beaucoup de travaux scientifiques. En Algérie, les publications scientifiques traitant du psylle de l'olivier sont inexistantes jusqu'en 2019 (Djellout *et al.*, 2019).

Ce présent travail de recherche comporte deux objectifs principaux, le premier consiste en une caractérisation morphologique pour s'affranchir de toute ambiguïté sur l'espèce de psylle inféodé à l'olivier dans les régions d'études. Le deuxième consiste à approfondir les connaissances sur la bioécologie du psylle de l'olivier, en mettant en évidence l'importance de la faune auxiliaire associée à ce ravageur.

La caractérisation morphologique du psylle de l'olivier a été orientée vers l'identification des psylles récoltés dans différentes oliveraies d'études, nous avons ainsi vérifié l'hypothèse de l'existence d'un éventuel polymorphisme, comme il en existe chez de nombreuses autres espèces de psylles. En effet, le polymorphisme a fait l'objet de nombreux travaux chez certaines espèces de psylles tels que les psylles du poirier, *Pyrus communis* L. (Oldfield, 1970 ; Mustafa et Hodgson, 1984 ; Rieux et Faivre d'Arcier, 1990 ; Soroker *et al.*, 2013) et celui du pistachier, *Pistacia vera* L. (Mehrnejad, 2002 ; Mehrnejad et Copland, 2005). En revanche, pour le psylle de l'olivier, aucune étude n'a été réalisée à notre connaissance sur ce phénomène. L'intérêt d'étudier le polymorphisme porte sur la connaissance de la structure des populations des principaux ravageurs économiquement importants dans les agrosystèmes oléicoles algériens, pour assurer un meilleur contrôle dans un programme de gestion intégrée. Par ailleurs, l'étude de la dynamique des populations du psylle de l'olivier nous renseigne sur l'évolution spatio-temporelle, à la fois des effectifs et de la structure de ses populations, ce qui permet l'élaboration de modèles prévisionnels en vue d'une intervention plus ciblée, permettant la réduction et l'optimisation des interventions chimiques (moduler les doses, choix du produit en fonction du stade du développement de cet insecte...) et la gestion rationnelle des moyens de lutte contre ce ravageur en vue d'une lutte intégrée.

L'étude de la faune auxiliaire dans des oliveraies conduites en extensif, le cas de nos vergers, est indispensable pour pouvoir mettre en évidence l'importance d'une gestion biologique.

Cette thèse est scindée en trois parties, la première comporte une synthèse bibliographique comprenant des rappels essentiels sur le ravageur étudié, la plante hôte et les méthodes de lutte. Le deuxième chapitre correspond à la partie expérimentale qui regroupe la méthodologie

Introduction

adoptée sur le terrain et au laboratoire. La troisième partie comprend la discussion des résultats obtenus. Enfin, nous terminons par une conclusion générale avec quelques perspectives.

1 Quelques généralités sur les psylles

Les psylles (Hemiptera : Psylloidea) sont des insectes minuscules qui ressemblent à de petites cigales, comptant quelque 4 000 espèces décrites dans le monde (Malenovský *et al.*, 2012). Le groupe apparut peut-être déjà au permien (Bekker-Migdisova, 1973), mais sa diversification principale eut lieu au crétacé, coïncidant avec celle des Angiospermes (Burckhardt, 1989). Ils se trouvent sur tous les continents où des plantes hôtes appropriées sont trouvées, à part l'antarctique, dans une grande variété de biotopes : des forêts tropicales à la toundra arctique ou subantarctique, des zones tempérées aux régions semi-désertiques, de la plaine jusqu'à l'étage alpin (Burckhardt, 1989 ; Hodkinson, 2009).

Les psylles sont inféodés aux Angiospermes, plus particulièrement aux Dicotylédones et manifestent une spécificité alimentaire étroite vis-à-vis de leur plante-hôte, souvent limitée à un groupe bien défini ou une famille, voir un genre botanique (Hodkinson, 1974 ; Burckhardt, 1989 ; Hodkinson, 2009 ; Burckhardt *et al.*, 2014). De plus, certains taxa apparentés de psylles ont souvent des hôtes apparentés, par exemple la famille Homotomidae qui est entièrement liée à des espèces du genre *Ficus* (Moraceae) (Burckhardt, 1989). Ils se nourrissent chez la plupart des espèces du phloème (Hodkinson, 2009), mais il existe des espèces cécidogènes qui sucent les cellules parenchymateuses (Raman, 1987).

Le cycle de vie des psylles comprend généralement un stade d'œuf, cinq stades larvaires et un stade adulte (Hodkinson, 2009), le développement larvaire se caractérise par la présence de fourreaux alaires à partir du deuxième stade, la production de sécrétions cireuses (Burckhardt, 1989) et un dimorphisme sexuel au dernier stade larvaire (Nguyen, 1969). Les adultes ne montrent généralement qu'un écart modéré par rapport à un sex-ratio équilibré (Hodkinson, 2009), sont toujours ailés et possèdent, pour la plupart, la faculté de sauter grâce à leur métathorax élargi comprenant une forte musculature, et une paire de pattes postérieures plus développées que les deux autres (Chermiti et Onillon, 1986b ; Burckhardt, 1989). Habituellement, leur reproduction est bisexuelle (Hodkinson, 2009). Le mâle est hétérogamétique (Bhattacharya, 1972), mais quelques rares espèces présentent une reproduction parthénogénétique qui se produit dans certaines populations de *Cacopsylla rara* (Tuthill), *Glycaspis operta* (Moore), *Glycaspis atkinsoni* Moore et *Cacopsylla myrtilli* (Wagner) (Hodkinson, 1983 ; Moore, 1983 ; Hodkinson et Bird, 2006). Le dimorphisme sexuel de la larve du 5ème stade est assez général chez les psylles (Nguyen, 1969).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Sous les climats chauds et humides, la succession des générations chez les espèces polyvoltines de psylle est continue avec un nombre allant de 8 à 16 par an (Hodkinson, 2009). Dans les zones tempérées et arctiques, les psylles présentent un arrêt de développement coïncidant avec la dormance hivernale du végétal-hôte (Lyoussoufi, 2014). Aux hautes altitudes, les psylles présentent un développement très lent allant jusqu'à deux ans pour compléter une génération, c'est le cas de *Strophingie ericae* sur *Calluna* (Hodkinson, 1973). Les adultes de plusieurs espèces de psylles n'hivernent pas sur leur plante-hôte, mais sur d'autres végétaux (Burckhardt *et al.*, 2014) et l'hivernation au stade œuf ou adulte est très répandue (Lyoussoufi, 2014).

Plusieurs espèces de psylles sont des ravageurs majeurs ou mineurs de plantes cultivées. Dans la région paléarctique de l'ouest, ce sont, par exemple, les psylles du poirier (*Cacopsylla pyri*, *C. pyricola*, *C. bidens*, *C. pyrisuga*), les psylles du pommier (*Cacopsylla malt*, *C. costalis*), les psylles de l'olivier (*Euphyllura olivina*, *E. straminea*, *E. phillyreae*), les psylles du pistachier (*Agonoscena pistaciae*, *Megagonoscena gallicola*, *M. viridis*), les espèces du complexe de *Bactericera nigricornis* (*B. nigricornis* s. str., *B. tremblayi*, *B. trigonica*) se développent sur les pommes de terre, les oignons, les carottes et d'autres légumes, et *Trioza apicalis* sur les carottes (Burkhardt, 1989).

Les dégâts dus à la pullulation des psylles résultent surtout des larves qui excrètent du miellat en abondance favorisant les brûlures du feuillage et surtout la prolifération des champignons du groupe des fumagines, aussi bien sur feuilles que sur fruits, ce qui peut entraîner la perte de récolte ou sa dépréciation et un affaiblissement général des arbres (Lyoussoufi, 2014). Les larves de certaines espèces provoquent des galles sur feuilles, bourgeons ou tiges (Hodkinson, 1984). Les pontes peuvent également être à l'origine de crispations du feuillage (Lyoussoufi, 2014). De plus, de nombreuses espèces de psylles sont connues comme de redoutables vecteurs de maladies à virus, mycoplasmes ou bactéries sur les espèces fruitières (Hodkinson, 1974, 1984) et forestières (Burckhardt et Ouvrard, 2012). Parmi ces maladies, on peut citer le "Greening" des agrumes (Bonani *et al.*, 2009; De Leon *et al.*, 2011; Tiwari *et al.*, 2011), "Pear Decline" du poirier (Jensen *et al.*, 1964; Ullman et MacLean 1988; Davies *et al.*, 1992; Giunchedi *et al.*, 1994; Carraro *et al.*, 1998; Ben Khalifa *et al.*, 2007), "Apple Proliferation" chez le pommier (Frisinghelli *et al.*, 2000; Jarausch *et al.*, 2003), "Peach Yellow Leaf Roll" du pêcher (Purcell et Suslow, 1984; Blomquist et Kirkpatrick, 2002) et "European stone fruit yellows" chez le prunier (Sauvion *et al.*, 2007).

2 Le psylle de l'olivier *Euphyllura olivina*

E. olivina a été décrite pour la première fois par COSTA en 1839, sous le nom de *Thrips olivina*. Par la suite, plusieurs synonymes ont été successivement donnés à cette espèce : *Psylla oleae* BOYER DE FONSCOLOMBE (1840) ; *Euphyllura oleae* FOERSTER (1848).

2.1 La position systématique

La position systématique d'*E. olivina*, selon Arambourg (1964) et Sagar et Balikai (2013) est la suivante :

Regne: Animalia

Phylum: Arthropoda

S/ Phylum: Hexapoda

Classe : Insecta

Super ordre : Hemipteroidea

Ordre : Hemiptera

Sous ordre : Sternorrhyncha

Super-famille : Psylloidea

Famille : Psyllidae

Sous –famille : Psyllinae

Genre : *Euphyllura*

Espèce : *Euphyllura olivina* (Costa, 1839)

2.2 Description morphologique des différents stades du développement d'*E. olivina*

Le psylle de l'olivier se développe en passant par 7 écophases : le stade de l'œuf, 5 stades larvaires et le stade adulte représenté par un mâle et une femelle (Arambourg, 1964)

2.2.1 L'œuf

Il mesure environ 343 µm de longueur sur 140 µm de largeur. Il est de forme elliptique, son extrémité antérieure est hémisphérique et porte en position ventrale un court pédoncule qui assure la fixation de l'œuf dans les tissus de la plante hôte (Arambourg et Chermiti, 1986) et probablement certains échanges pour éviter une éventuelle dessiccation. Son extrémité postérieure est légèrement amincie.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Fraichement pondu, l'œuf est blanchâtre et prend, au fur et mesure de son incubation, une couleur jaune-orangé. Peu avant son éclosion, les yeux de la jeune larve forment deux taches latérales rouges qui sont facilement décelables au travers le chorion (Figure 1).



Figure 1 : Les œufs déposés par les femelles d'*E. olivina* aux aisselles des jeunes feuilles et entre les écailles d'un bourgeon (GX80) (photographies originales).

2.2.2 Les larves

Comme chez toutes les espèces de psylles, l'évolution larvaire passe par cinq stades successifs définis par les caractères morphologiques de taille, de nombre de segments antennaires et de rhinaries, nombre de segments des pattes et de présence ainsi que l'importance des fourreaux alaires (Tableau 1) (Figure2).

Les larves d'*E. olivina* sont aplaties dorsoventralement et de couleur jaune ocre à jaune pâle ; elles ne portent aucune ornementation particulière mais sont recouvertes de soies de deux types, les unes de forme régulière, allongées et très pointues, les autres de formes lancéolées ; les premières, plus nombreuses, sont réparties sur l'ensemble du corps, les autres sont localisées en majorité sur la partie postérieure de l'abdomen (Arambourg et Chermiti, 1986). Leurs yeux, situées un peu plus bas que les antennes et presque au même niveau que les premières paires de pattes, sont de couleur rouge vif. Le rostre (Figure 3) est inséré sur la face ventrale à la limite postérieure de la tête (Chermiti et Onillon, 1986b).

Sur la partie postérieure, l'abdomen porte les aires cirières, constituées par les pores des glandes cirières formant des amas ponctiformes ou en arc de cercle (Arambourg et Chermiti, 1986). La caractéristique des larves d'*E. olivina* est la production d'une cire blanche, abondante qui les recouvre complètement (Butkhardt, 1989), et lors de fortes attaques, forme sur l'olivier,

Chapitre I : Synthèse bibliographique

spécialement autour des jeunes pousses ou les grappes florales, des amas comparables à du coton ou de la neige (Figure 4).

Tableau 1 : Caractéristiques morphologiques des différents stades larvaires d'*E. olivina* (Chermiti, 1983).

	longueur du corps	Antennes		Fourreaux	Articles des pattes
		Articles	Rhinaires		
L ₁	400 μ	2	1	Absents	3
L ₂	560 μ	3	1	Apparents	3
L ₃	800 μ	4	2	Individualisés	3
L ₄	1300 μ	6	3	Léger chevauchement	3
L ₅	1500 μ	8	4	Large Chevauchement	4

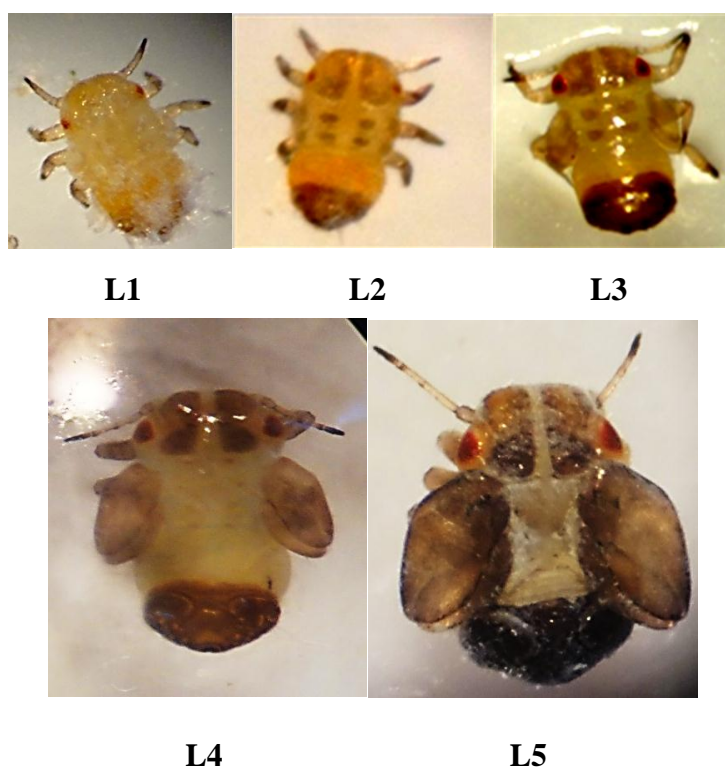


Figure 2 : Les cinq stades larvaires d'*E. olivina* (GX80) (photographies originales).



Figure 3 : Le rostre d'une larve âgée d'*E. olivina* (GX80) (photographie originale).

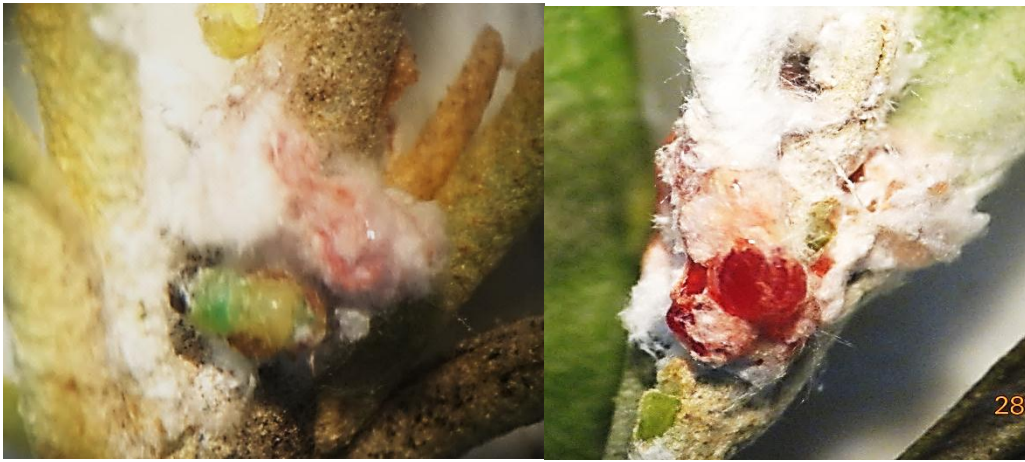


Figure 4 : Les amas cotonneux secrétés par les larves d'*E. olivina* (GX40) (photographies originales).

2.2.3 Les adultes

E. olivina est un psylle de petite taille, de forme massive et trapue. Au repos, les ailes sont repliées en forme de toit. La femelle est un peu plus grande que le mâle (Figure 5), sa taille varie de 2,4 à 2,8 mm, les ailes comprises, contre 2 à 2,4mm pour le mâle (Chermiti et Onillon, 1986a ; Arambourg et Chermiti, 1986). Les jeunes adultes sont de couleur vert pâle ; plus âgés, ils sont noisette verdâtre plus ou moins foncés (Chermiti et Onillon, 1986b). La distinction du mâle de la femelle se fait aisément par l'observation du complexe genito-anal (Figure 6).

Les ailes antérieures sont membraneuses, de couleur jaune pâle, translucides, deux fois plus longues que larges ; elles sont de forme rectangulaire et arrondies dans leur partie postérieure; elles présentent également deux taches noires (la première située à l'apex de la branche proximale de la cubitale I et la deuxième près de la bifurcation de la médiane et de la cubitale) et de nombreuses pigmentations de couleur brune ou noirâtre disposées de manière variée sur

Chapitre I : Synthèse bibliographique

toute l'aile (Chermiti et Onillon, 1986b). Les ailes postérieures sont transparentes, fines et de taille plus réduite .

Les antennes (Figure 7) sont filiformes, composées de dix articles, les deux premiers sont courts, gros, de surface rugueuse et portent quelques soies courtes, le fouet est formé de 8 articles cylindriques, allongés, minces et d'aspect annelé ; les articles 4, 6, 8 et 9 portent à leur extrémité distale une rhinarie bien visible et le dixième article se termine par deux soies de longueur égale (Chermiti et Onillon, 1986b).



Figure 5 : Les adultes d'*E. olivina*, femelle à gauche et le mâle à droite, observés sous loupe binoculaire (GX80) (photographies originales).

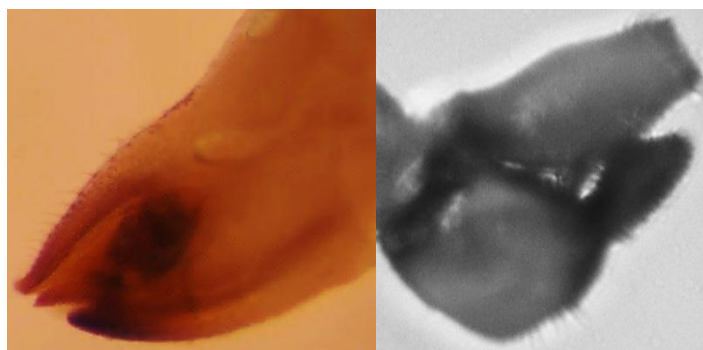


Figure 6 : Les complexes génito-anal des adultes d'*E. olivina*, femelle à gauche et male à droite, observés sous loupe binoculaire (GX160) (photographies originales).

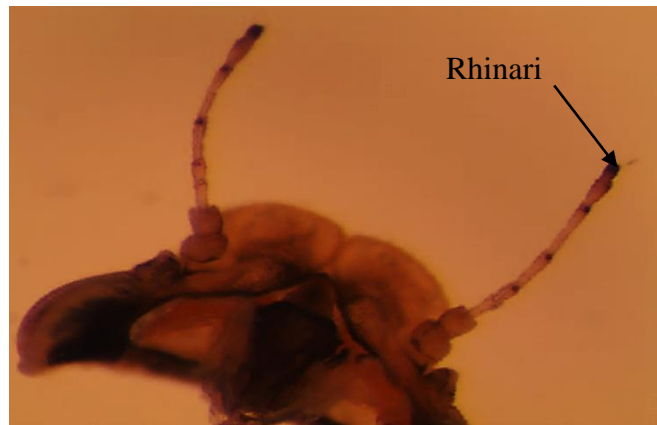


Figure 7 : Les antennes d'un adulte d'*E. olivina* (GX160) (photographie originale).

2.3 Eléments de biologie

La biologie d'*E. olivina* est étroitement liée à l'état végétatif de la plante hôte et aux conditions climatiques. Ces dernières agissent de prime abord sur la plante-hôte en favorisant plus ou moins un déclenchement précoce des processus de débourrement et ensuite sur le ravageur lui-même en altérant ou en exacerbant les paramètres de son potentiel biotique (Onillon, 1975).

E. olivina est un insecte à haute potentialité de reproduction, les femelles, en effet peuvent avoir une fécondité supérieure à 1000 œufs, avec une durée de préoviposition de l'ordre d'une semaine, lorsque les conditions climatiques sont favorables, c'est-à-dire entre 20 et 25°C ; par contre les fortes températures, au-dessus de 27°C, se traduisent par la diminution et l'arrêt des pontes et les basses température la diminuent, mais les femelles sont encore capables de pondre à 10°C (Arambourg et Chermiti, 1986). La durée d'incubation est très variable, dépendant essentiellement des conditions climatiques, de la température en particulier (7 jours à 25°C, 9 jours à 20°C, 14 jours à 15°C) (Arambourg, 1964). La durée du développement embryonnaire et larvaire est inversement proportionnelle à la température dans une gamme allant de 12 à 22°C (Chermiti et Onillon, 1986a). Ce phytophage présente une longévité moyenne de l'ordre de 3 mois (Arambourg et Chermiti, 1986).

Insecte suceur de sève, aux stades adulte et larvaires, le psylle de l'olivier, comme la plupart des autres espèces de psylles inféodés aux essences ligneuses ou herbacées, s'attaque aux organes jeunes en cours de croissance (bourgeons, jeunes rameaux et grappes florales). Les adultes, présents toute l'année dans la frondaison de l'olivier, se retrouvent principalement sur les rameaux de l'année et plus précisément sur les organes tendres (rejets à la base du tronc, pousses de printemps et jeunes grappes florales) (Arambourg, 1964 ; Onillon, 1975).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Le psylle de l'olivier hiverne sous forme d'adulte, il se tient en général sur les jeunes rameaux à l'aisselle des bourgeons axillaires, ainsi que sur les rejets tendres à la base du tronc (Arambourg et Chermiti, 1986). Ailes repliés en toit, il demeure totalement immobile et se distingue mal de son support. Il ne décèle sa présence que par son mouvement, tournant autour de la brindille avant de sauter, lorsqu'on cherche à le capturer. Il demeure ainsi pendant la période hivernale sans se nourrir (Arambourg, 1964).

La première génération de ce ravageur intervient, dès que les conditions climatiques s'améliorent, en fin de l'hiver (Arambourg, 1964). Ce dernier reprend peu à peu son activité, sans doute après une phase alimentaire, il s'accouple et pond entre les écailles des bourgeons terminaux ou axillaires et sur les jeunes feuilles terminales (Arambourg, 1964 ; Chermiti, 1994). Les jeunes larves se rassemblent en colonies plus ou moins denses et enfoncent leur rostre dans les tissus de la tige pour se nourrir de la sève et secrètent un revêtement cireux blanc qui les recouvre totalement ; celles-ci demeurent sur les organes qui les a vue naître et les différentes mues ont lieu sur place, par la suite les larves âgées se déplacent vers la face inférieure de la feuille et parfois l'aisselle d'un pétiole pour effectuer la mue imaginale (Arambourg, 1964) .

En ce qui concerne la seconde génération, l'évolution se fera généralement sur les grappes florales. En effet, dès l'apparition des boutons floraux, les femelles d'*E. olivina* viennent coloniser très rapidement ces organes tendres, déposant leurs œufs entre les boutons des grappes florales, sur les boutons non encore éclos et entre le calice et les pétales des boutons floraux non encore épanouis (Arambourg et Chermiti, 1986 ; Chermiti, 1994), leur extrémité apparaît hors du calice, mais ils peuvent être entièrement dissimulés à l'intérieur de celui-ci (Arambourg, 1964). Cette occupation se maintient jusqu'à la chute des jeunes olives et il n'est pas rare de trouver en juin-juillet des larves du dernier stade sur le pédoncule des olives (Onillon, 1975). Dès les fortes chaleurs, les adultes issus de cette génération entrent en repos estival, en raison des hautes températures et du ralentissement de l'évolution végétative de l'arbre lui-même, et la reprise d'activité intervient lorsque les températures descendent au dessous de 27° ou que des pluies ont provoqué la remise en végétation des l'olivier, il se développe alors une troisième génération et les pontes peuvent se prolonger jusqu'en décembre (Arambourg et Chermiti, 1986).

Généralement, *E. olivina* est connu pour son polyvoltinisme, mais des cas de monovoltinisme sont signalés chez cette espèce (Saeb, 2003).

2.4 Les dégâts occasionnés par le psylle de l'olivier

La production de l'olivier est déjà compromise par deux événements physiologiques qui interviennent, l'un tous les deux ans et constitué par l'alternance marquée de l'olivier, phénomène favorisé par les techniques culturales, l'autre chaque année, et qui est représenté par les processus d'autorégulation de la production chez les espèces ligneuses qui éliminent entre 70 et 80% du potentiel initial ne permettant à l'arbre de ne garder que la fraction de la production qui pourra être menée à terme (Onillon, 1975). Ces phénomènes sont accentués par la présence du psylle de l'olivier qui exerce une action positive sur l'augmentation de la chute des fleurs ou des jeunes olives (Chermiti, 1992). De plus, ce ravageur attaque l'olivier à des moments clés de son cycle phénologique, à savoir la différenciation florale et la floraison comptant parmi les déterminants de la production. En effet, celui-ci ponctionne une partie de la sève, aussi bien à l'état larvaire qu'imaginal, grâce au stylet inséré dans le rostre et altère le développement normal de l'organe végétal sur lequel il se trouve (Zouiten *et al.*, 2001). Cette pratique induit la stérilité des fleurs (Jardak *et al.*, 1985), la chute des grappes florales, les boutons floraux, les fleurs et les jeunes olives, engendrant une diminution de la production (Chermiti, 1989). De plus, les larves qui s'installent sur certains organes (jeunes pousses et boutons floraux) sécrètent du miellat qui constitue un support très favorable au développement de la fumagine qui entrave l'activité photosynthétique. Ce ravageur peut occasionner ainsi des dégâts responsables de pertes pouvant atteindre 50 à 60%, en cas de forte infestation (Arambourg, 1964).

2.5 Les méthodes de lutte contre *E. olivina*

Les aspects phytosanitaires viennent au premier plan parmi les facteurs de production conditionnant la qualité des olives et de l'huile ainsi que la gestion des ressources naturelles (Jardak *et al.*, 2007). Plusieurs méthodes de lutte, seules, ou combinées sont utilisées pour limiter les dégâts commis par les populations du ravageur étudié.

2.5.1 La lutte biologique

Selon Van Driesche et Bellows (1996), la lutte biologique est un processus agissant au niveau des populations et par lequel la densité de population d'une espèce est abaissée par l'effet d'une autre espèce qui agit par prédation, parasitisme, pathogénicité ou compétition. Elle se base sur la régulation préventive et durable d'importants ravageurs par leurs ennemis naturels (Dib, 2010), et constitue le moyen de protection le plus prometteur, particulièrement en arboriculture fruitière (Zouiten *et al.*, 2001).

➤ Les ennemis naturels (auxiliaires ou antagonistes) du psylle de l'olivier

La faune auxiliaire peut jouer un rôle essentiel dans la régulation des populations des ravageurs (Hafsi, 2016), et constitue une ressource naturelle d'une valeur exceptionnelle en matière de protection des cultures, du fait qu'elle est gratuite, omniprésente, renouvelable et même auto gouvernable (Jourdeuil, 1984). Ces insectes utiles sont souvent efficaces dans le contrôle des populations du psylle de l'olivier (Gharbi *et al.*, 2012).

2.5.1.1 Les prédateurs

Parmi la faune prédatrice présente sur l'olivier, trois principales espèces s'attaquent à *E. olivina* : un Syrphidae sans doute *Xanthandrus comptus* HAAR., qui s'alimente des larves d'*E. olivina* ; un Chrysopidae, *Chrysoperla carnea* STEPHENS, un Anthocoridae ; *Anthocoris nemoralis* FABR., généralement en activité au moment de la floraison et dont les pontes sont déposées dans les tissus du calice et des boutons floraux (Arambourg et Chermiti, 1986 ; Gharbi *et al.*, 2012).

2.5.1.2 Les parasitoïdes

Psyllaephagus euphylluræ (Hymenoptera : Encyrtidae) (Figure 8) est la principale espèce de parasitoïde primaire d'*E. olivina* dans tous les pays oléicoles, celle-ci exerce une action importante sur les populations de ce ravageur (Chermiti *et al.*, 1986). D'après le même auteur, tous les stades larvaires peuvent être parasités, mais avec une préférence pour les plus âgés (4^{ème} et 5^{ème} stades). *Alloxysta eleaphila* (Hymenoptera : Cynipidae) (Figure 9) est un hyperparasitoïde qui se développe au dépend de cet Encyrtidae (Arambourg et Chermiti, 1986). Ces parasitoïdes laissent souvent des traces de leur activité notamment les momies des larves du dernier stade larvaire de leur hôte (Figure 10).



Figure 8 : *Psyllaephagus euphyllurae* observé sous loupe binoculaire (GX160) (photographie originale).



Figure 9 : *Alloxysta eleaphila* observé sous loupe binoculaire (GX160) (photographie originale).



Figure 10 : Momie d'une larve parasitée après la sortie du parasitoïde (GX80) (photographie originale).

2.5.2 La lutte culturale

- La taille de l'olivier permet une meilleure circulation de l'air chaud en été, ce qui permet une diminution de l'humidité de l'air à l'intérieur des arbres, entraînant une forte mortalité des stades sensibles (œufs et premiers stades larvaires) du psylle de l'olivier (Hilal *et al.*, 2002)
- Élimination des rejets et des gourmands en été et en automne-hiver (Jardak *et al.*, 2007).
- Le choix de variétés résistantes car certaines variétés d'olivier sont plus favorables à la ponte de l'insecte que d'autres (Zouiten *et al.*, 2000). C'est le cas des variétés riches en polyphénols (Ouguas *et al.*, 2010).

2.5.3 La lutte chimique

Trente-deux insecticides sont homologués contre le psylle de l'olivier, les matières actives utilisées appartiennent essentiellement aux organophosphorés, pyréthrinoides et organochlorés (Meftah *et al.*, 2011). Les produits chimiques utilisés sont des insecticides à large spectre d'action (diméthoate, deltaméthrine, lambdacyalothrine, endosulfan, phosphamidon et parathion-méthyl) (Zouiten *et al.*, 2001).

Toutefois la lutte chimique contre le psylle de l'olivier peut être raisonnée sur la base d'une bonne connaissance du cycle biologique et de l'évaluation qualitative des populations du ravageur (Hilal *et al.*, 2002), pour mieux cibler le moment opportun pour l'intervention. Car en cas de nécessité, les traitements doivent être dirigés contre les jeunes stades avant l'apparition des larves âgées (Chermiti et Onillon, 1993), qui en plus des dégâts qu'elles occasionnent, sont bien protégées par le miellat et les sécrétions cireuses et donc inaccessibles aux produits chimiques, quel que soit leur mode d'utilisation (Chermiti, 1992).

Le seuil de tolérance économique justifiant un traitement est de 50 à 60% des grappes infestées ou 2 à 3 larves/grappe florale pour un prélèvement de 10 rameaux sur une dizaine d'arbre par hectare (Jardak *et al.*, 2007).

2.5.4 La lutte intégrée

La lutte intégrée implique l'emploi combiné et judicieux de toutes les méthodes de lutte disponibles, les plus efficaces et les plus respectueuses pour l'environnement, la faune auxiliaire et l'Homme permettant de limiter le nombre d'interventions chimiques à l'indispensable (Hafsi, 2016). Celle-ci doit inclure la lutte biologique, des pratiques culturales adéquates pour augmenter les rendements, l'introduction de cultivars résistants pour réduire les mesures

Chapitre I : Synthèse bibliographique

phytosanitaires, une lutte chimique rationalisée (quantités et choix des produits pour leur moindre incidence sur la faune utile et l'environnement) et réfléchi (périodes de traitements) (Zouiten *et al.*, 2001) et dans les meilleurs des cas leur remplacement par des produits plus respectueux pour l'environnement, tel que les extraits phénoliques oléicoles (Ouguas *et al.*, 2010) et extraits bruts aqueux obtenus de fruits *Capsicum frutescens*, *Melia azedarach* et *Peganum harmala* qui ont démontré leur efficacité pour lutter contre le psylle de l'olivier (Meftah *et al.*, 2011).

Cette stratégie de lutte est primordiale pour assurer une meilleure protection phytosanitaire de l'olivier (Hilal *et al.*, 2002). En effet, son application contre le psylle de l'olivier peut assurer le maintien ces populations au-dessous du seuil de nuisibilité (Zouiten *et al.*, 2001), et permet de préserver l'équilibre biologique des vergers (Hilal *et al.*, 2002).

3 Taxonomie de l'olivier

L'olivier appartient à l'ordre botanique des Ligustrales, la famille des Oléacées et au genre *Olea* (Green, 2002). Cette famille comprend de 500 à 900 espèces regroupées en 24 ou 29 genres (Savournin et Regli, 2002), localisées dans les régions tropicales et subtropicales de l'Afrique, de l'Asie et de l'Océanie (Figure 11). Le genre *Olea* comprend une soixantaine d'espèces (Chevalier, 1948 ; Savournin et Regli, 2002) parmi lesquelles seul *Olea europaea* (olivier), qui regroupe l'olivier sauvage (*Olea europaea* Sylvestris) et l'olivier cultivé (*Olea europaea* Sativa), a des fruits comestibles (Crossa –Raynaud, 1985).

Selon Argenson *et al.* (1999) l'olivier présente la classification suivante :

Embranchement : Phanérogames

Sous Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Serie : Terebinthales

Ordre : Ligustrales

Famille : Oléacées

Genre : *Olea* (Toutefort)

Espèce : *europaea* L.

Sous espèce : sativa (Hoffm. Et Link) l'olivier cultivé

Sous espèce : oleaster ou var. sylvestris (Miller) l'oléaste

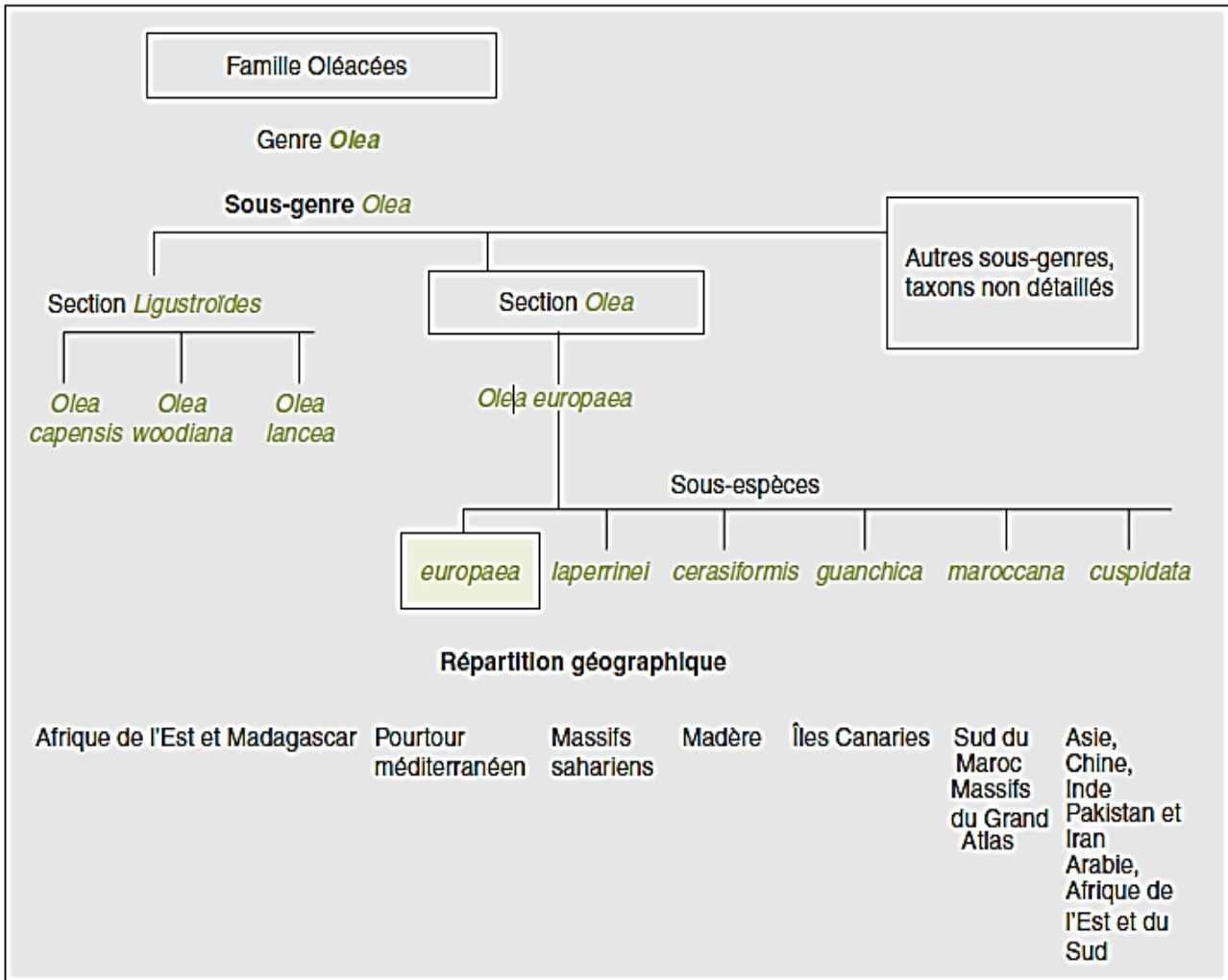


Figure 11 : Schéma de la taxonomie du genre *Olea* (Oleaceae) (Green, 2002) simplifiée (d'après Breton *et al.*, 2006) et répartition géographique des taxons.

4 Le cycle annuel de l'olivier

Le déroulement du cycle annuel de l'olivier est en étroite relation avec les conditions climatiques de son aire d'adaptation (Lousert et Brousse, 1978). D'après Boulouha (1995) le cycle biologique de l'olivier est caractérisé par le chevauchement de deux fonctions physiologiques différentes :

- La floraison et la fructification de l'année en cours qui se manifestent sur les rameaux d'un an ;
- La croissance végétative des nouvelles ramifications qui naissent sur les rameaux d'un an ou sur d'autres âges différents.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

D'après Colbrant et Fabre (1981) les stades repères du cycle annuel de l'olivier sont illustrés dans la (Figure 12). Le même auteur considère qu'un stade est atteint lorsque plus de 50% des organes végétatifs répondent à sa définition.

A - Stade hivernal

Le bourgeon terminal et les yeux axillaires sont en repos végétatif.

B – Réveil végétatif

Le bourgeon terminal et les yeux axillaires amorcent un début d'allongement.

C - Formation des grappes florales

En s'allongeant, la grappe fait apparaître les différents étages de boutons.

D – Gonflement des boutons floraux

Les boutons s'arrondissent en gonflant, ils sont portés par un pédicelle court. Les bractées situées à leur base s'écartent de la hampe florale.

E – Différenciation des corolles

La séparation du calice et de la corolle est visible, les pédicelles s'allongent, écartant les boutons floraux de l'axe de la grappe.

F – Début de floraison

Les premières fleurs s'épanouissent après que leurs corolles soient passées du vert au blanc.

F1 – Pleine floraison

La majorité des fleurs sont épanouies.

G – Chute des pétales

Les pétales brunissent et se séparent du calice. Ils peuvent subsister un certain temps au sein de la grappe florale.

H – Nouaison

Les jeunes fruits apparaissent, mais dépassent peu la cupule formée par le calice.

I – Grossissement des fruits, 1er stade

Les fruits subsistants grossissent jusqu'à atteindre la taille d'un grain de blé.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I1 – Grossissement des fruits, 2ème stade

Les fruits les plus développés atteignent 8 à 10 mm de long et lignification du noyau.

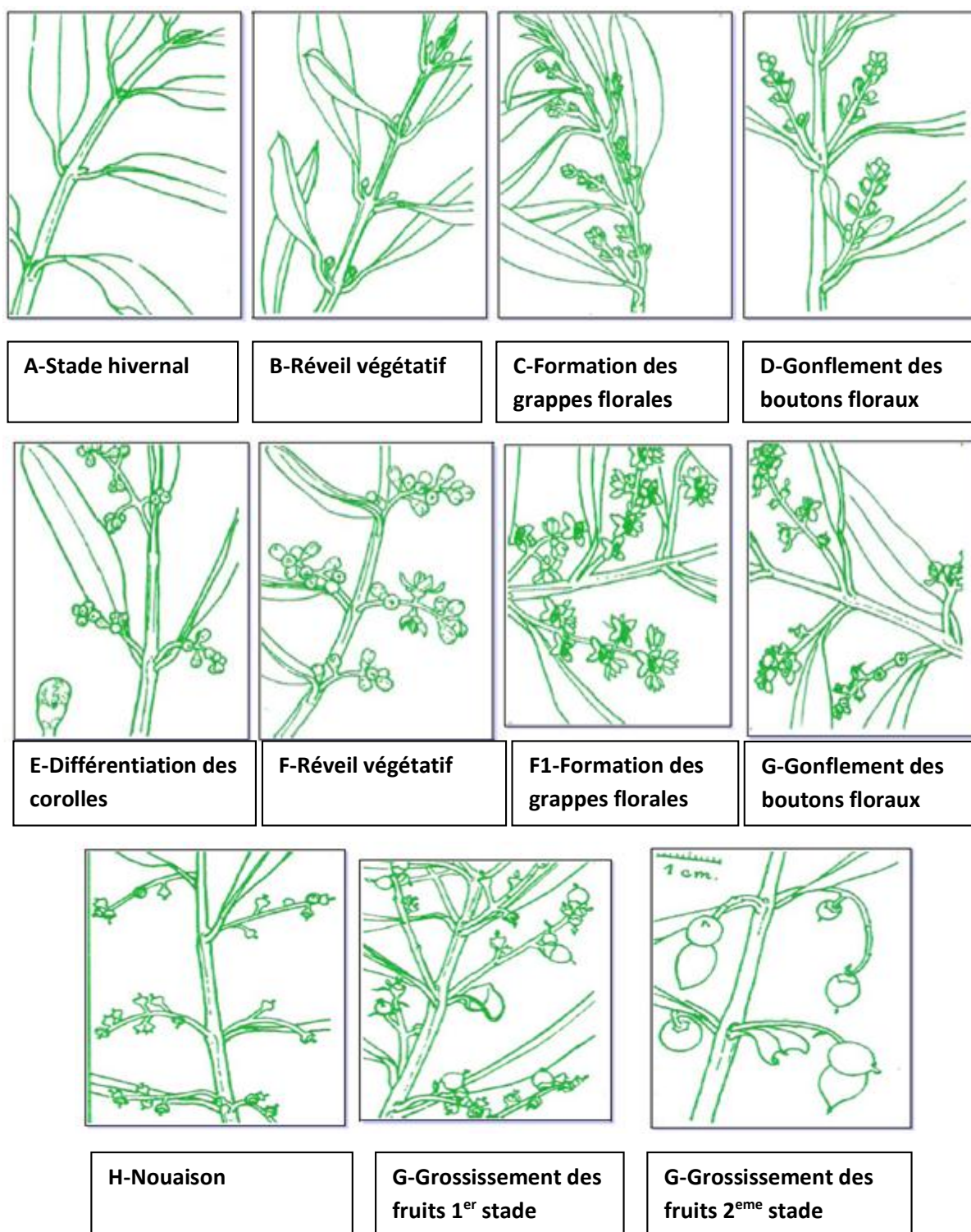


Figure 12 : Les stades repères de l'olivier (stades phénologiques) d'après Colbrant et Fabre (1981)

Chapitre II : Matériel et méthodes

1 Présentation des régions d'études

L'étude a été menée, durant les années 2014 et 2015, dans trois oliveraies de la région de Tizi-Ouzou (Algérie) : Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, conduites en agriculture biologique et dont la principale variété cultivée est la Chemlal. Les travaux culturaux dont ont fait l'objet ces oliveraies se limitent à une taille de fructification après la récolte et un labour en automne. Les critères justifiant le choix des parcelles d'étude sont les suivants :

- L'accessibilité ;
- La localisation dans des zones à vocation oléicole ;
- La biodiversité caractérisant ces oliveraies.

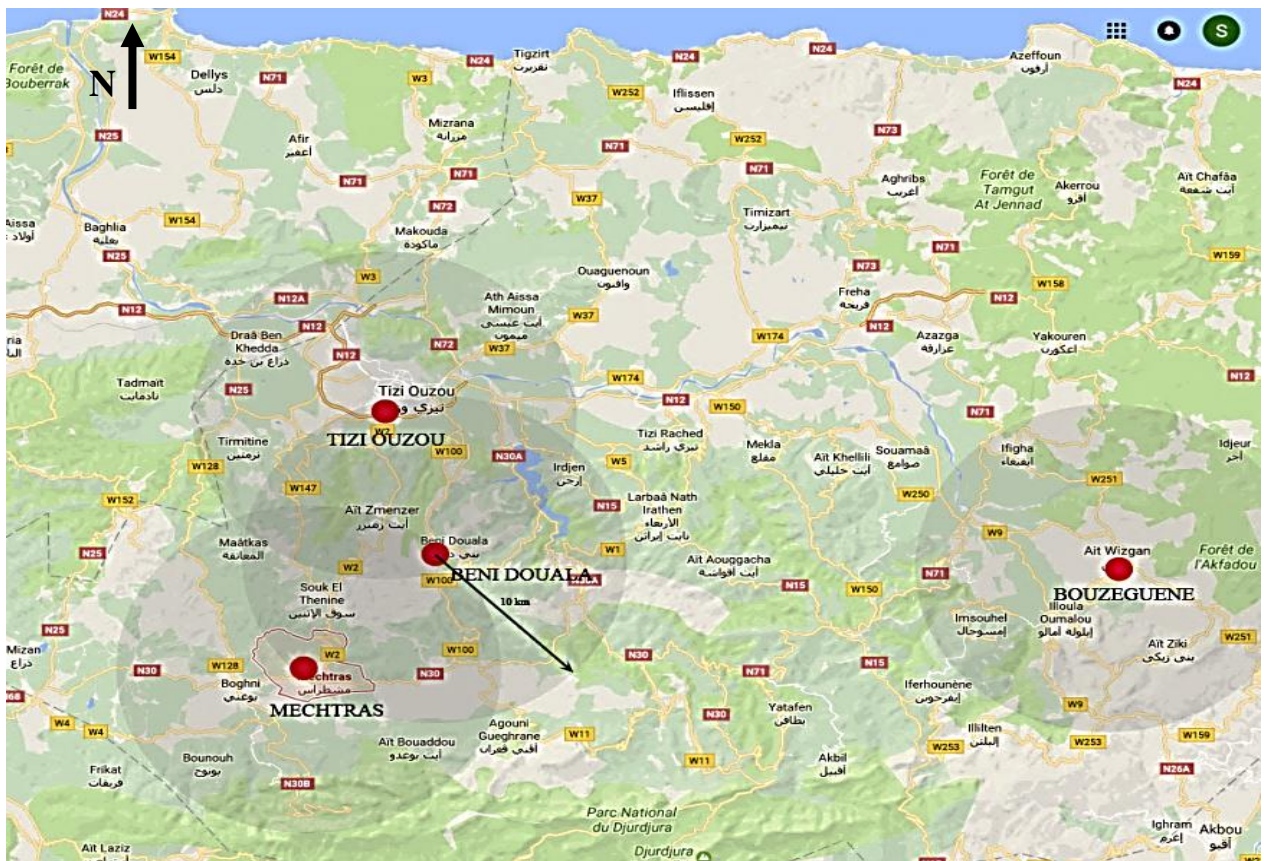


Figure 13 : Localisation des oliveraies prospectées, durant les années 2014 et 2015.

L'oliveraie de Mechtras ($36^{\circ} 32' 41''$ Nord, $4^{\circ} 00' 18''$ Est) est située à une altitude de 380 m ; sa superficie est de 0,7 ha ; elle est composée de 36 oliviers plantés en 1971 avec une distance de plantation de $8m \times 8m$. Le côté Nord de l'oliveraie est délimité par une haie composite comportant les espèces végétales suivantes : l'Eucalyptus commun ou Gommier

Chapitre II : Matériel et méthodes

bleu, *Eucalyptus globulus* Labill (Myrtaceae) comme espèce dominante, le Roseau commun, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud. (Poaceae), le Figuier de Barbarie, *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. (Cactaceae), l'Orme champêtre, *Ulmus sp.* (Ulmaceae), le Micocoulier, *Celtis sp.* (Ulmaceae), la Ronce commune, *Rubus fruticosus* (L.) (Rosaceae) ainsi que l'Inule visqueuse, *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (Asteraceae) entre les oliviers.

L'oliveraie de Beni-Douala (36° 37' 00" Nord, 4° 04' 00" Est), âgée de 50 ans, se situe à une altitude de 750 m, sa superficie est de 0,8 ha. Les 25 oliviers composant cette parcelle sont répartis d'une manière aléatoire. Le verger est entouré des espèces végétales suivantes : l'Amandier, *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb (Rosaceae), le Gredier, *Punica granatum* L. (Lythraceae), le Frêne commun, *Fraxinus sp.* (Oleaceae), *R. fruticosus* et *Ulmus sp.*, comme espèces dominantes.

L'oliveraie de Bouzeguène (36° 37' 00" Nord, 4° 28' 47" Est), située à une altitude de 600m, est composée de 50 oliviers âgés de 23 ans, plantés d'une manière aléatoire et occupant une superficie de 1,5 ha. La haie composite entourant le verger est composée de plus d'une vingtaine d'espèces végétales dont les plus dominantes sont : le Lentisque, *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae), le Myrtilleur commun, *Vaccinium myrtillus* L. (Ericaceae), *D. viscosa*, le Chêne vert, *Quercus ilex* L. (Fagaceae), *R. fruticosus*, le Genévrier commun, *Juniperus communis* L. (Cupressaceae), la Lavande vraie, *Lavandula angustifolia* Mill. (Lamiaceae), le Genêt à balais, *Cytisus scoparius* (L.) Link (Fabaceae), le Romarin, *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) et l'Aubépine monogyne, *Crataegus monogyna* Jacq. (Rosaceae).

2 Méthodes de prélèvement dans les oliveraies

2.1 Méthodes d'échantillonnage

L'échantillonnage est réalisé dans chacune des trois oliveraies, à raison d'une fois par quinzaine, du mois de janvier jusqu'au mois de décembre, durant les années 2014 et 2015. Les méthodes d'échantillonnage que nous avons utilisées sont : la technique de Fauvel *et al.* (1981b) ainsi que celle de Vasseur et Schvester (1957) qui répondent parfaitement aux objectifs de notre étude, du fait qu'elles permettent la collecte des stades mobiles et immobiles du phytophage étudié ainsi que la récupération de la faune auxiliaire associée à celui-ci.

Chapitre II : Matériel et méthodes

2.1.1 La technique de battage

Le battage est l'une des meilleures méthodes pour la récolte des insectes, des acariens ou des araignées (Martin, 1983). Elle consiste à frapper à coups secs les branches de l'olivier pour faire tomber et récupérer la faune qui s'y trouve. Le battage est réalisé à hauteur d'homme du côté Sud de 10 arbres choisis au hasard dans chacun des vergers d'études (Vasseur et Schvester, 1957).

Les outils utilisés sont :

- Un entonnoir en plastique de 30 cm de diamètre auquel nous avons adapté un disque de grillage en plastique à mailles carrées de 5 mm à sa mi-hauteur pour arrêter les gros débris, entre autre, ceux du végétale (feuille, bourgeons, fruits ...);
- Un bâton en bois de 2cm de diamètre et 50 cm de longueur pour le battage ;
- Une bouteille en plastique dont l'ouverture est adaptée à l'entonnoir ;
- De l'alcool à 70° ;
- Des étiquettes portant la date de l'échantillonnage et le nom de la région pour éviter toute confusion entre les échantillons ;
- Un appareil photo ;
- Une boussole.

La bouteille en plastique est remplie d'un centimètre d'alcool à 70° pour éviter la remontée exagérée et gênante du liquide au moment du battage. Entre les battages des branches de deux arbres successifs, on donne quelques coups sur le bord de l'entonnoir en plastique de manière à faire tomber les animaux accrochés à ses parois. Une fois le battage sur les branches du dernier arbre réalisé, on rince l'entonnoir avec un jet d'alcool avant de retirer la bouteille en plastique (le réceptacle).

➤ **Avantages et limites de la technique de battage**

a. Avantages

- L'entomofaune de l'olivier (ravageurs, prédateurs, visiteur occasionnels...) est facilement décelée par cette technique ;
- Exige peu de moyens et facile à réaliser.

b. Limites

- C'est une technique destructive du fait que le battage induit l'endommagement des bourgeons, des fleurs et également la chute des fruits, depuis la période de nouaison

Chapitre II : Matériel et méthodes

jusqu'au stade de la récolte des olives ; cela provoque des pertes d'autant que le travail se fait du côté sud de l'arbre, partie la plus chargée en fruits ;

- Chute des feuilles ;
- Chute des larves du psylle et d'autres arthropodes ;
- Rupture du stylet des psylles engagés dans l'activité alimentaire, une technique à éviter dans le cas de réalisation des élevages d'adultes.

2.1.2 Coupage des rameaux

Le coupage des rameaux consiste à prélever deux rameaux de 10 cm par direction cardinale, à hauteur d'homme, sur 10 arbres choisis de façon aléatoire. C'est ainsi que 80 rameaux ont été prélevés, par parcelle, tous les 15 jours, soit 1920 rameaux par an dans chaque oliveraie, avec un total de 11520 rameaux pour l'ensemble de la période d'étude. Cette technique permet, principalement, d'estimer l'infestation par les différentes écophases du psylle de l'olivier.

➤ **Avantage et limite de la technique**

a. Avantages

- Fourniture des informations sur le site de déroulement des différentes écophases du phytophage étudié, notamment les sites de pontes, de développement des larves, observation des mues imaginale... ;
- Observation de la prédation sur le phytophage étudié ;
- Récupération des larves parasitées du psylle ;
- Récupération des adultes et larves de la faune auxiliaire qui s'active sur les rameaux, notamment les larves de chrysope, coccinelle, syrphes ... ;
- Observation du déroulement de la mue imaginale et la mélanisation des adultes de psylles et, occasionnellement, émergence de parasitoïde primaire ou hyperparasitoïde des larves momifiées ;
- Observation des dégâts d'*E. olivina* et d'autres ravageurs tels que la teigne, le thrips de l'olivier, la mouche de l'olive ... ;
- S'affranchir des effets des conservateurs sur la décoloration ou dénaturation des échantillons après conservation (prise des photos sur des échantillons intacts).

b. Limites

- C'est une technique périlleuse, du fait qu'elle prenne beaucoup de temps en verger surtout au moment de fortes chaleurs ainsi qu'en hiver ;

Chapitre II : Matériel et méthodes

- Fuite des adultes du psylle et de la faune auxiliaire au moment du coupage des rameaux.

3 Au laboratoire

Une fois au laboratoire, les arthropodes récupérés par les deux techniques d'échantillonnage, triés et comptés, sont observés sous la loupe binoculaire (GX80) et (G X160).

3.1 Comptage des œufs, des larves et des adultes d'*E.olivina*

3.1.1 Les œufs

Les bourgeons et les inflorescences sont disséqués, pièce par pièce, pour compter les œufs déposés par le ravageur étudié du moment qu'ils peuvent être entièrement dissimulés à l'intérieur de ces sites de ponte.

3.1.2 Les larves

Les larves sont délicatement récupérées avec une aiguille et un pinceau très fin, et mises dans une goutte d'eau pour les débarrasser des amas cotonneux et du miellat, en vue d'une meilleure observation. Celles-ci sont comptabilisées selon le stade de leur développement (de la L1 jusqu'à la L5).

3.1.2.1 Récupération et isolement des larves parasitées

Les larves parasitées sont récupérées délicatement des rameaux et mises individuellement dans des tubes Eppendorf étiquetés et conservés à la température ambiante du laboratoire, afin de récupérer le ou les parasitoïdes qui vont émerger de celles-ci. On verse l'alcool 70° dans le même tube pour éviter le déchiquètement du parasitoïde et de la larve qui l'a hébergé, du fait que celle-ci oriente l'identification.

3.1.2.2 Calcul du taux de parasitisme ou prévalence

Le taux de parasitisme ou prévalence (Margolis *et al.*, 1982) est exprimé en pourcentage de larves momifiées : le nombre d'individus de l'espèce hôte infesté par une espèce particulière de parasite /le nombre d'hôtes examinés.

3.1.3 Les adultes

Une fois les adultes récupérés, identifiés et séparés selon leur couleur (colorés ou non) et leur sexe.

Chapitre II : Matériel et méthodes

3.1.3.1 Identification des adultes

L'identification des adultes est réalisée à travers l'observation microscopique (Gx100) (GX400), en se basant sur la nervation du ptérostigma de l'aile antérieure et la forme du paramère.

3.1.3.2 Calcul du sex-ratio

La sex-ratio (nb. mâles/nb. femelles) (Lyoussoufi, 1994), est l'un des paramètres qui renseigne sur la structure de la population des adultes du ravageur étudié.

3.2 Identification de la faune auxiliaire

L'entomofaune récoltée par les deux techniques d'échantillonnage, une fois triée, et comptée a été identifiée par M^{me} BRAHMI K. et M^r KELLOUCHE A. de l'UMMTO, M^r RIEUX R. et M^r DEBRAS J.F. de l'INRA d'Avignon, M^r NOYES J.S. et M^r OUVRARD D. (spécialistes des psyllidae) du musée de Londres.

3.2.1 Etude écologique de la faune auxiliaire

3.2.1.1 Indice de diversité

Selon Villenave-Chasset et Leblond (2019) l'indice de Shannon-Weiner est sans doute l'indicateur le plus utilisé en écologie pour mesurer la diversité spécifique du peuplement, il prend en compte l'abondance relative des espèces, en plus de leur nombre. Cet indice est calculé par la formule suivante :

$$H' = -\sum p_i \cdot \log_2(p_i)$$

On désigne par p_i l'abondance relative de l'espèce i dans l'échantillon, soit :

$p_i = q_i/Q$ avec q_i l'effectif de la population d'espèce i .

q_i : nombre d'individus par espèce

Q : nombre total d'individus

La valeur de l'indice de diversité est maximale lorsque toutes les espèces du peuplement ont la même abondance, cette valeur théorique s'exprime en fonction de la richesse spécifique :

$$H_{\max} = \log_2 S \quad (3,322 \log S)$$

S : richesse spécifique de l'échantillon.

Chapitre II : Matériel et méthodes

3.2.1.2 Indice d'équitabilité

L'équitabilité est exprimée en rapport entre la diversité spécifique réelle et la diversité théorique maximale (Ramade, 2003). La formule est :

$$E = H/H_{\max} \times 100$$

L'équitabilité varie de 0 à 1 : elle tend vers 0, quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce ; elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Villeneuve-Chasset et Leblond, 2019).

3.2.1.3 Constance (fréquence d'occurrence)

La fréquence d'occurrence d'une espèce est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de prélèvements où cette espèce est notée est le nombre total de prélèvements effectués (Dajoz, 1985). La constance est calculée par la formule suivante :

$$C \% = P_i \times 100 / P$$

P_i = Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P = Nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur C , on distingue les catégories suivantes :

- Des espèces sont constantes, si $C \geq 50\%$;
- Des espèces sont accessoires, si $25\% \leq C \leq 49\%$;
- Des espèces sont accidentelles, si $10\% \leq C \leq 24\%$.
- Des espèces sont dites très accidentelles que nous qualifierons de sporadiques quand la constance $C \leq 10\%$.

3.2.1.4 Fréquence (abondance relative)

La fréquence (Fr) est le pourcentage d'individus d'une espèce donnée par rapport au total des individus (Dajoz, 1971).

$$Fr = F / F_t \times 100$$

Fr : fréquence

Chapitre II : Matériel et méthodes

F : nombre d'individus d'une espèce

Ft : nombre total des individus toutes les espèces confondues

3.3 Analyse des données

Les données récoltées sont analysées à l'aide du logiciel R3.1.1.

I. L'identification des psylles collectés en oliveraies et étude du polymorphisme chez *E. olivina*

1. Résultats

1.1 L'identification des psylles

L'identification des psylles collectés dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtas et Beni Douala a été réalisée par Mr. OUVRARD D. (spécialiste des Psyllidae) en se basant sur la nervation du pterostigma (nombre de cellules) de l'aile antérieure et la forme du paramère (Figures 14 et 15).

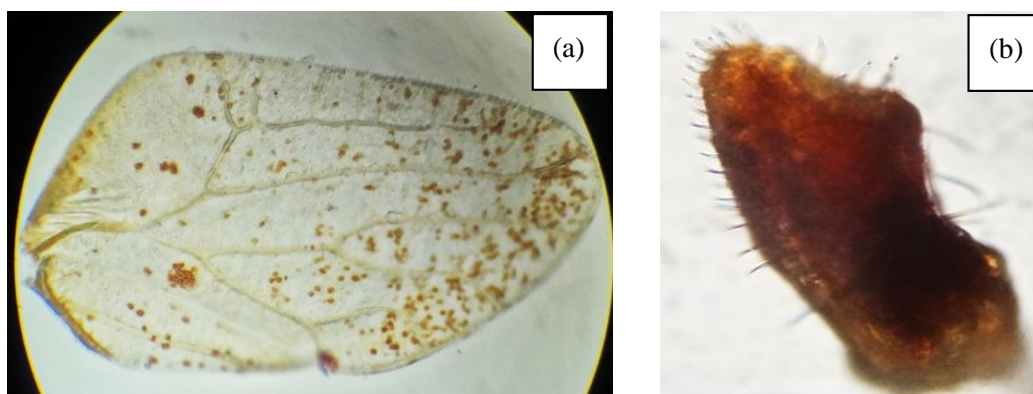


Figure 14 : Structure de l'aile antérieure (a) et du paramère (b) d'*E. olivina* observés sous microscope optique (Gx100) (a), (Gx 400) (b) (photographies originales).

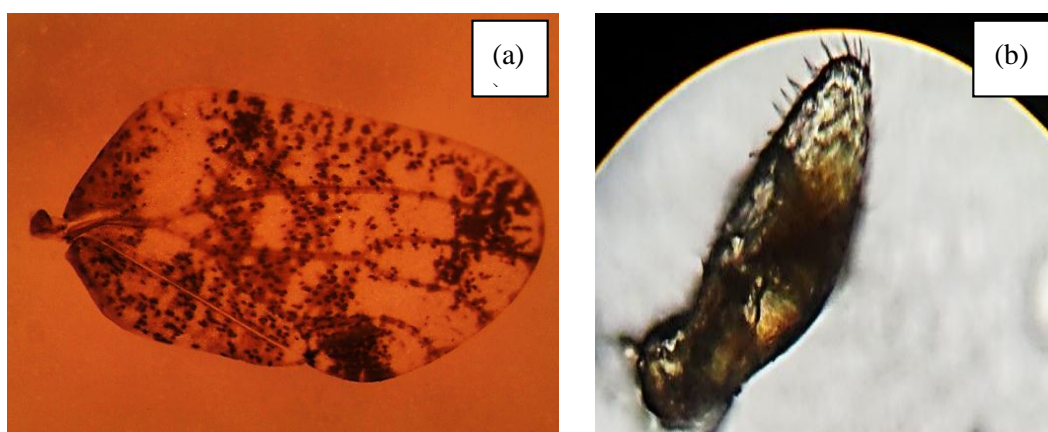


Figure 15 : Structure de l'aile antérieure (a) et du paramère (b) d'*E. phillyreae* observés sous microscope optique (Gx100) (a), (Gx 400) (b) (photographies originales).

Chapitre III : Résultats et discussions

1.2 L'étude du polymorphisme chez *E. olivina*

Les observations réalisées sous loupe binoculaire sur les individus des deux sexes ont révélé la présence de deux formes chez *E. olivina*, la première correspondant à celle qui est habituellement décrite (F1), à savoir de jeunes adultes de couleur verte et des individus plus âgés de couleur noisette (Figures 16, 17, 18 et 19).

La deuxième forme (F2) est caractérisée par des segments abdominaux dont les couleurs alternent entre le vert clair et le brun chez les jeunes adultes, et entre le brun et la couleur noisette chez les adultes plus âgés. Ce mélanisme, plus ou moins important, ne touche que les structures chitineuses mais pas les zones membraneuses inter-segmentaires, donnant un aspect strié à ces psylles. Par ailleurs, la coloration des terminalia varie entre le marron foncé et le brun chez les femelles, mais elle est brune chez les mâles. Pour ce qui est de la pigmentation alaire, elle reste plus ou moins accentuée selon les individus (Figures 16, 17, 18 et 19).

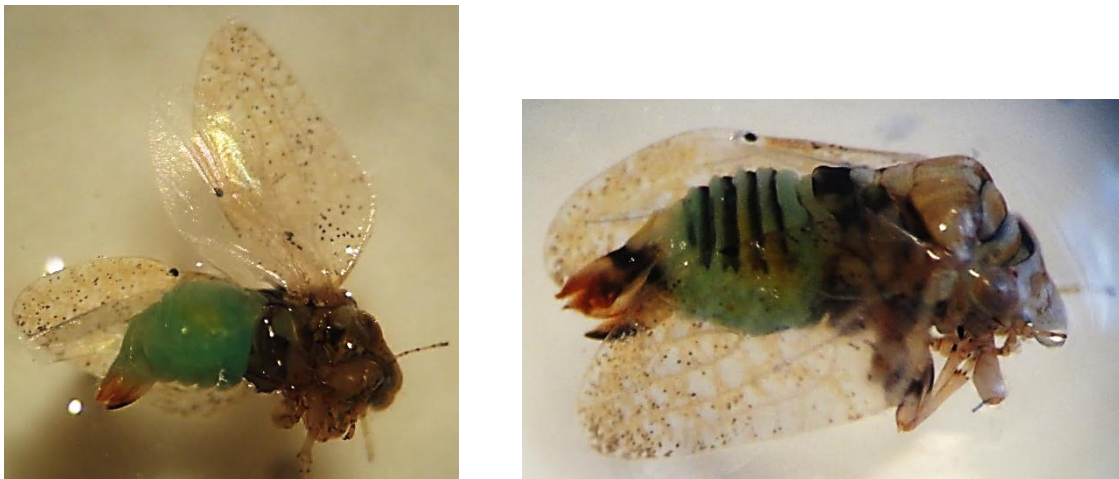


Figure 16 : Photographies des jeunes femelles d'*E. olivina* (Femelle F1 à gauche et femelle F2 à droite) (Gx80) (photographies originales).

Chapitre III : Résultats et discussions

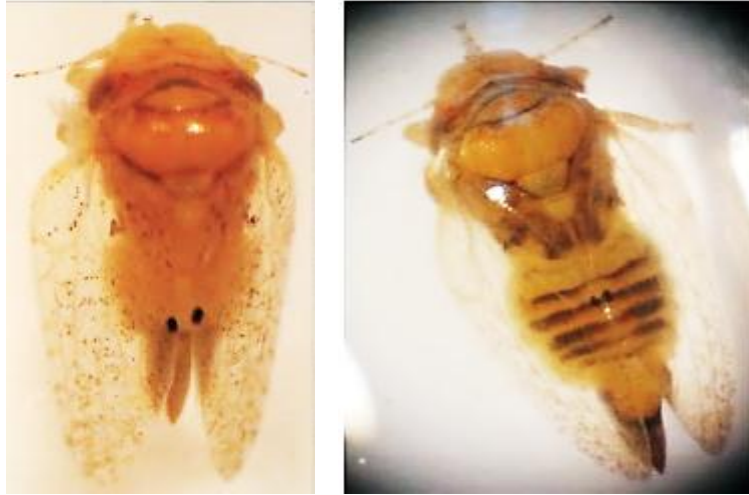


Figure 17 : Photographies des femelles âgées d'*E. olivina* (Femelle F1à gauche et femelle F2à droite) (Gx80) (photographies originales).

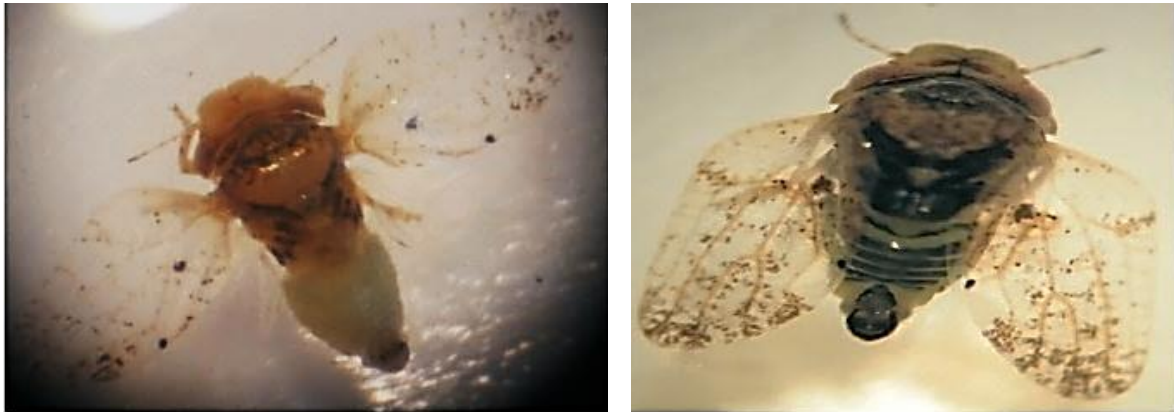


Figure 18 : Photographies des jeunes mâles d'*E. olivina* (male F1à gauche et mâle F2 à droite) (Gx80) (photographies originales).



Figure 19 : Photographies des mâles âgés d'*E. olivina* (male F1à gauche et mâle F2 à droite) (Gx80) (photographies originales).

Chapitre III : Résultats et discussions

Nous avons également récolté de jeunes adultes (F2) émergeant de leur cocon de nymphose qui se distinguent par la présence de segments abdominaux colorés en brun et vert de manière alternée (Figure 20).



Figure 20 : Jeune adulte d'*E. olivina* émergeant d'une exuvie (G x 80) (photographie originale).

Il faut également préciser que les deux formes décrites sont présentes tout au long des années 2014 et 2015 dans les trois vergers d'étude (Tableau 2).

Le test de Pearson's Chi-squared montre qu'il n'existe pas de lien entre la présence des deux formes et l'année d'échantillonnage ($X^2 = 0.0076$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.9306$).

D'autre part, le test de Kruskal-Wallis révèle que l'effet station d'étude n'agit pas de façon significative sur la présence des formes 1 et 2 considérées séparément, et sur les deux formes considérées simultanément ($X^2 = 0.1333$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.9355$ pour la forme 1 et $X^2 = 0.651$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.7222$, pour la forme 2 et $\chi^2 = 0.6783$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.7124$, pour l'ensemble des deux formes). Par ailleurs, une différence très hautement significative est mise en évidence en considérant l'évolution des effectifs des deux formes de psylle durant les différents mois d'échantillonnage (Kruskal-Wallis $\chi^2 = 47.439$, $df = 11$, $p\text{-value} = 1.797e-06$ pour la forme 1 et Kruskal-Wallis $\chi^2 = 34.6532$, $df = 11$, $p\text{-value} = 0.0002826$ pour la forme 2).

Le test de Mann-Whitney révèle l'existence d'une différence très hautement significative entre les effectifs des deux formes, $W = 4078.5$, $P\text{-value} = 2.266e-09$.

Chapitre III : Résultats et discussions

Un total de 1503 individus a été enregistré dans les trois régions pendant les deux années d'étude. Les effectifs d'individus récoltés varient de façon significative selon la forme (F1 et F2) et le sexe (Tableau 2). En effet, l'effectif des individus de la forme 1 est toujours plus élevé que celui de la forme 2. D'autre part, le nombre de femelles (FF) est souvent plus important que celui des mâles (MF), plus particulièrement pour la forme 1 (FF1) (Tableau 2).

Tableau 2 : Effectifs des deux formes de psylle récoltées en 2014 et 2015 dans les trois oliveraies

Année	2014				2015				Total (2014+2015)
Vergers	MF1	FF1	MF2	FF2	MF1	FF1	MF2	FF2	
V1	92	128	24	27	117	115	22	38	563
V2	72	119	25	20	102	83	21	26	468
V3	66	99	23	34	65	132	26	27	472
Total	230	346	72	81	284	330	69	91	1503

MF1: mâle de la première forme ; FF1 : femelle de la première forme ; FF2 : femelle de la deuxième forme ; MF2: mâle de la deuxième forme ; V1 : verger de Bouzeuguène ; V2 : verger de Mechtras; V3 : verger de Beni Douala.

Les adultes des deux formes sont présents tout au long des deux années d'échantillonnage avec des effectifs variables selon les mois. Les effectifs les plus importants, pour les deux formes, sont observés durant le mois de mai et celui de novembre (Tableau 3). Par ailleurs, le premier pic des populations de psylle est atteint en avril pour la forme 1 et plutôt (en mars) pour la forme 2 (Tableau 3). D'autre part, le nombre de psylles reste relativement important pour la forme 1 durant les mois de juin et de juillet, alors que pour la deuxième forme, les effectifs subissent une baisse très significative (Tableau 3).

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 3 : Effectifs des populations des deux formes d'*E. olivina* selon les périodes de prélèvement, durant les deux années 2014 et 2015 (test de Kruskal-Wallis) (moyenne \pm erreur-type ; dans une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne diffèrent pas de façon significative, au seuil P=5%).

Mois	Moyenne (\pm erreur -type) pour la forme 1	Moyenne (\pm erreur-type) pour la forme 2
Janvier	7 \pm 3 (G)	2 \pm 2 (EF)
Février	15 \pm 1 (G)	8 \pm 2 (BCDE)
Mars	23 \pm 1 (FG)	17 \pm 11 (DEF)
Avril	86 \pm 52 (CD)	6 \pm 22 (AB)
Mai	686 \pm 534 (A)	124 \pm 20 (A)
Juin	109 \pm 59 (AB)	10 \pm 2 (CDEF)
Juillet	93 \pm 18 (BCD)	9 \pm 9 (BC)
Aout	23 \pm 13 (EFG)	10 \pm 00 (CDEF)
Septembre	20 \pm 8 (FG)	0 \pm 00 (F)
Octobre	30 \pm 10 (CDE)	5 \pm 1 (BCDE)
Novembre	62 \pm 24 (BC)	26 \pm 4 (BC)
Décembre	31 \pm 5 (DEF)	7 \pm 3 (BCD)

2. Discussion

L'identification précise des ravageurs économiquement importants tels que le psylle de l'olivier revêt d'un intérêt fondamental. En effet, la ressemblance morphologique très marquée entre les espèces de psylles qui attaquent l'olivier (Asadi *et al.*, 2009), a souvent induit des erreurs d'identification dans de nombreux pays. L'espèce dont la biologie a été étudiée dans le Nord de la Grèce par Prophetou et Tzanakakis (1977) est *E. phillyreae*, mais a été signalée à tort comme *E. olivina* (Lauterer *et al.*, 1986). En Iran, ils ont considéré, pendant longtemps, que les psylles de l'olivier sont au nombre de quatre : *E. olivina*, *E. pakistanica* et *E. straminea* *E. phillyreae* au lieu de deux *E. pakistanica* et *E. straminea* (Burckhardt et Lauterer, 1993 ; Asadi *et al.*, 2009). En fait, la première étape cruciale de tout programme de lutte biologique ou intégrée est l'identification avec précision des ravageurs (Adams et Clark, 1996).

Chapitre III : Résultats et discussions

L'identification des psylles collectés dans les oliveraies d'études a permis de noter la présence de deux espèces : *E. olivina* et *E. phillyreae*. La première est la principale espèce qui attaque l'olivier dans les régions d'études. Cependant, nous n'avons collecté qu'une dizaine d'individus appartenant à la deuxième espèce dans l'ensemble des oliveraies durant toute la période d'études ; l'observation de celle-ci peut être expliquée par la présence de la Phillaire (*Phillyrea angustifolia* et ou/*Phillyrea latifolia*) qui est connue comme seconde plante hôte de cette espèce, à proximité des oliveraies. Des observations plus ciblées doivent être réalisées pour mieux comprendre la bioécologie de cette seconde espèce dans nos oliveraies.

Nos observations ont permis de constater la présence d'un polymorphisme caractéristique, correspondant à deux formes de couleurs différentes chez *E. olivina*. Trois facteurs explicatifs peuvent être avancés pour tenter d'identifier son origine, à savoir : un polymorphisme saisonnier, l'âge des adultes ou les conditions dans lesquelles les larves se sont développées.

Une large gamme de polymorphismes phénotypiques est rencontrée dans la nature, elle correspond, par exemple, à la spécialisation dans la reproduction, l'alimentation, la dispersion et la protection contre les prédateurs (West-Eberhard, 2003). Nombreuses sont les espèces d'insectes dont les adultes présentent des phénotypes saisonniers distinctifs. Ceux-ci peuvent être ailés ou aptères. Ils peuvent également se distinguer par la taille des différentes parties du corps, avoir des préférences alimentaires ou bien des caractéristiques de reproduction et des motifs de couleurs différentes (Nijhout, 1999).

Le changement saisonnier de couleur se produit chez les adultes de beaucoup d'espèces de psylle qui passent la diapause sous forme d'œufs. Les adultes sont typiquement vert clair lors de l'émergence, en début d'été, et subissent un changement de couleur rapide allant vers un brun rougeâtre foncé à la mi-août (Tauber *et al.*, 1986). Cependant, les espèces de psylles qui hivernent sous forme de nymphes ou d'adultes, que ce soit sur les hôtes qui leurs servent d'abris ou sur leurs vrais hôtes, respectivement, selon Burckhardt *et al.* (2014), montrent simplement un assombrissement progressif de couleur au cours de leur vie imaginale (Sutton, 1983). Les adultes de nombreuses espèces univoltines de psylle subissent un changement marqué de couleur tout au long de la saison qui peut se produire progressivement sur plusieurs mois, et est souvent associé à une diapause reproductrice (Hodkinson, 2009). Les espèces de psylle du poirier, comme *Cacopsylla pyricola* (Foerster, 1848), *Carcopsylla pyri* (L., 1758) et *Carcopsylla bidens* (Šulc, 1907), hivernent sous forme d'adultes et présentent une couleur

Chapitre III : Résultats et discussions

pâle en été et sombre en hiver (Oldfield, 1970 ; Mustafa et Hodgson, 1984; Horton *et al.*, 2007 ; Soroker *et al.*, 2013). La coloration sombre permet à ces espèces de mieux profiter du rayonnement solaire (Lyoussoufi, 1994). Le psylle de l'olivier, pour sa part, hiverne sous forme d'adultes sur son hôte spécifique (Arambourg et Chermiti, 1986) et passe d'une couleur vert clair à une couleur noisette à l'âge adulte.

Les adultes des deux formes de ce ravageur sont observés tout au long de la période d'échantillonnage dans les trois oliveraies que nous avons étudiées. Les effectifs les plus importants sont rencontrés au mois de mai ; ceux-ci correspondent aux adultes issus des pontes de la première génération (mars-avril). Ces derniers vont, ensuite, pondre à leur tour pour donner une deuxième génération dont les adultes apparaîtront à partir du mois de juin. Après une diapause estivale, ces adultes vont engendrer une troisième génération (octobre-novembre). Les adultes de cette génération automnale vont subir une diapause hivernale, à l'issue de laquelle ils donneront la première génération printanière de l'année suivante.

L'augmentation du nombre d'individus, chez la deuxième forme, au moment du réveil végétatif et de la floraison est probablement en relation avec la diversification et l'abondance des ressources alimentaires, en l'occurrence, les jeunes pousses et les boutons floraux qui constituent les sites d'attraction de l'insecte ravageur (Zouiten *et al.*, 2000 ; Zouiten *et al.*, 2001)

Par ailleurs, la coloration des segments abdominaux et des terminalia, chez la deuxième forme du psylle de l'olivier, n'est, cependant, pas due à l'âge des individus puisque les adultes nouvellement exuviés possèdent déjà ce caractère. Ceci laisse penser que ce sont les conditions dans lesquelles les larves se sont développées qui détermineront les caractères du polymorphisme des futurs adultes. D'après Nguyen (1972), différentes caractéristiques du polymorphisme chez *C. pyri*, tels que les motifs alaires ou la couleur du corps, dépendent des températures et de la photopériode auxquelles les stades larvaires ont été soumis. Contrairement à la deuxième forme d'*E. olivina*, chez laquelle les caractères morphologiques spécifiques apparaissent dès l'émergence des adultes, chez les genres *Cacopsylla* et *Psylla*, la coloration change de façon progressive, des couleurs pâles tels que le vert et le jaune aux couleurs foncées comme le rouge foncé, le brun et le noir (Hodkinson, 2009).

La diversification nutritive est dépendante du stade phénologique de la plante hôte, lequel agit à son tour sur le stade de développement du bio-agresseur. Les adultes qui sont, de fait, plus mobiles et ont plus de choix pour leur nourriture, comparativement aux larves qui demeurent

Chapitre III : Résultats et discussions

sur les organes qui les ont vu naître jusqu'à la mue imaginale, après laquelle elles gagnent la surface inférieure des feuilles (Arambourg, 1964). L'alimentation des larves est très dépendante du choix des sites de ponte des femelles du psylle, lequel est étroitement lié à la phénologie de la plante hôte. En effet, l'état végétatif des arbres est l'un des déterminants de la mise en place des formes saisonnières (Rieux et Faivre D'Arcier, 1990). Les adultes de *Cacopsylla peregrine* (Forester, 1848), par exemple, sont d'une couleur vert clair à leur émergence au printemps, correspondant à celle des feuilles de leur plante hôte, *Crataegus monogyna* (Jacq. 1775) (Rosaceae), sur laquelle ils se sont développés (Hodkinson, 2009). A la maturation sexuelle, les adultes se déplacent des feuilles vers les parties les plus sombres, comme le pédoncule, pour la ponte, cela étant accompagné d'un changement de la coloration qui devient très discrète (brun et rouge) pour un meilleur camouflage (Sutton, 1983).

II. Etude de la dynamique des populations d'*E. olivina* dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni douala, durant les années 2014 et 2015

Dans cette partie, nous allons traiter les divers aspects de la dynamique des populations d'*Euphyllura olivina* (numérique, structural) à différentes échelles écologiques (verger, arbre). L'aspect numérique est la résultante du comptage des effectifs de ponte, larves et adultes pour estimer l'importance des populations du ravageur étudié. L'aspect structural, quant à lui, concerne la composition des populations du psylle de l'olivier, c'est-à-dire les différentes écophases (œufs, larves et adultes).

Dans les graphiques, les dates de sortie sont désignées par la première lettre alphabétique de chacune des mois de l'année, suivie des chiffres 1 ou 2 pour désigner la première et la deuxième quinzaine du mois.

1. Résultats

1.1. Les pontes

1.1.1. Répartition spatio-temporelle des effectifs moyens des pontes

1.1.1.1 Selon les années

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence non significative entre les pontes durant les deux années (p -value = 0.1448).

Chapitre III : Résultats et discussions

1.1.1.2 Selon les mois

La figure 21 montre que l'activité de ponte de l'insecte est observée durant la période s'étalant du mois de février au mois de juin et celle allant d'octobre à décembre. L'analyse de la variance montre que les pontes varient d'une manière très hautement significative selon les différents mois de l'année ($p=2.2e^{-16}$). Le test Student Newman Keuls classe les effectifs de pontes en 5 groupes homogènes : le mois de mars avec l'effectif le plus élevé des pontes est classé dans le groupe (a), il est suivi des mois de mai (b), d'avril (c), de novembre (d) puis des autres mois de l'année (e).

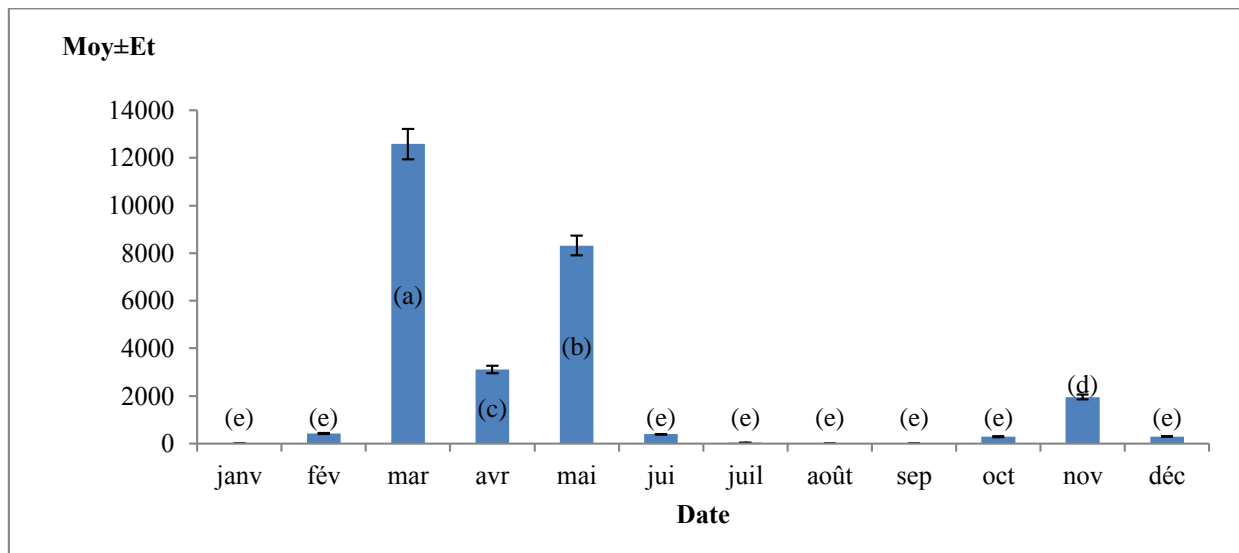


Figure 21 : Effectifs moyens des pontes d'*E olivna*, selon les mois d'échantillonnage, durant les années 2014/2015.

1.1.1.3 Selon les vergers

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les effectifs des œufs déposés par les adultes d'*E. olivina* dans les différentes régions d'études ($p=1.821e-09$ ***). Le test de Student Newman Keuls classe les trois régions en deux groupes homogènes : Mechtras et Beni Douala (a) et Bouzeguène (b).

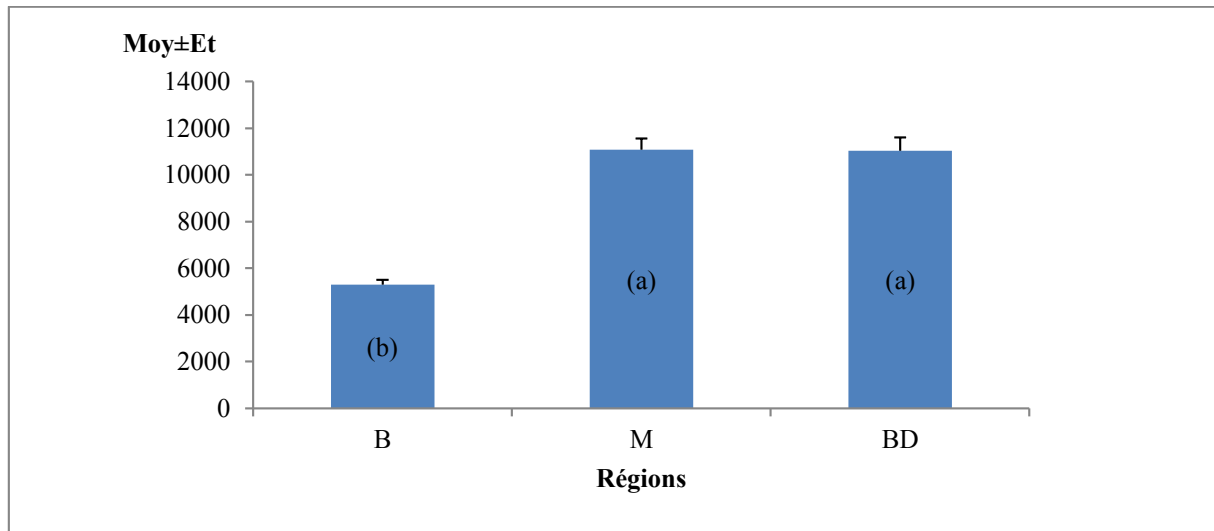


Figure 22 : Les effectifs moyens des pontes dans les vergers de Bouzeguène (B), Mechtas (M) et Beni-Douala (BD), durant les années 2014/2015.

1.1.1.4 Selon les quatre points cardinaux de l'arbre

L'analyse de la variance au seuil de 5% montre que la direction affecte d'une manière non significative la répartition des pontes ($p=0.1035$).

1.1.2 Evolution des effectifs de pontes dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni -Douala durant les années 2014 /2015.

1.1.2.1.L'oliveraie de Bouzeguène

La figure 24 montre que les pontes débutent dès la première quinzaine du mois de février avec 10 et 19 œufs, respectivement durant 2014 et 2015. Celles-ci augmentent progressivement durant les deux années pour atteindre le maximum à la deuxième quinzaine du mois de mars avec 695 œufs en 2014 et 772 en 2015.

Vers la deuxième quinzaine du mois d'avril, les effectifs chutent brutalement pour atteindre 20 œufs en 2014 et un seul œuf en 2015, marquant ainsi la fin de la première génération. Par la suite, les effectifs grimpent rapidement, en une quinzaine de jours, pour atteindre un deuxième pic de la deuxième génération, avec 290 œufs en 2014 et 236 pour 2015.

Les pontes de cette seconde génération, s'arrêtent à la deuxième quinzaine du mois de juin pour l'année 2014 et se poursuivent jusqu'à la première quinzaine du mois de juillet pour l'année 2015.

Chapitre III : Résultats et discussions

Pour ce qui est des pontes de la troisième génération, elles débutent à la première quinzaine du mois d'octobre en 2014 et à la deuxième quinzaine du même mois en 2015 et s'achèvent à la première quinzaine de décembre pour les deux années d'études.

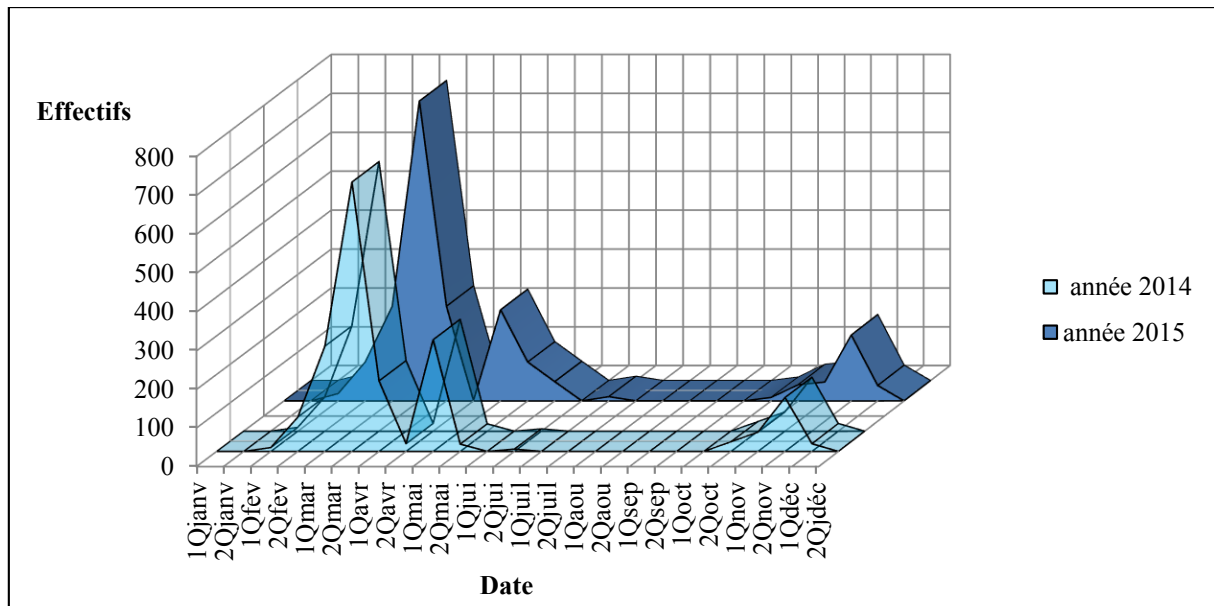


Figure 23 : Effectifs des œufs d'*E. olivina* dans l'oliveraie de Bouzeguène, durant les années 2014/2015.

1.1.2.2.L'oliveraie de Mechtras

La figure 24 montre que l'évolution des effectifs de pontes se fait en trois phases pour les deux années. Les dépôts d'œufs débutent à la première quinzaine du mois de février pour les années 2014 et 2015. Les effectifs augmentent progressivement pour atteindre un premier pic à la deuxième quinzaine du mois de mars pour les deux années, avec 1239 œufs en 2014 et 1391 en 2015. Durant la deuxième quinzaine du mois d'avril, les effectifs chutent et atteignent 55 et 0 œufs pour les années 2014 et 2015, successivement. Par la suite, les effectifs grimpent de nouveau pour atteindre leurs pics à la première quinzaine du mois de mai (812 œufs/2015 et 956 œufs /2014). Une chute progressive des effectifs puis un arrêt des pontes s'observe à la deuxième quinzaine du mois de juin en 2014 et la deuxième quinzaine du mois de juillet en 2015, marquant ainsi la fin de cette deuxième génération. La troisième période de ponte débute pendant la deuxième quinzaine du mois d'octobre, pour l'année 2014 et au cours de la première quinzaine du même mois en 2015. Pour les deux années, le pic des pontes est atteint lors de la deuxième quinzaine du mois de novembre et les dernières pontes sont observées à la deuxième moitié du mois de décembre.

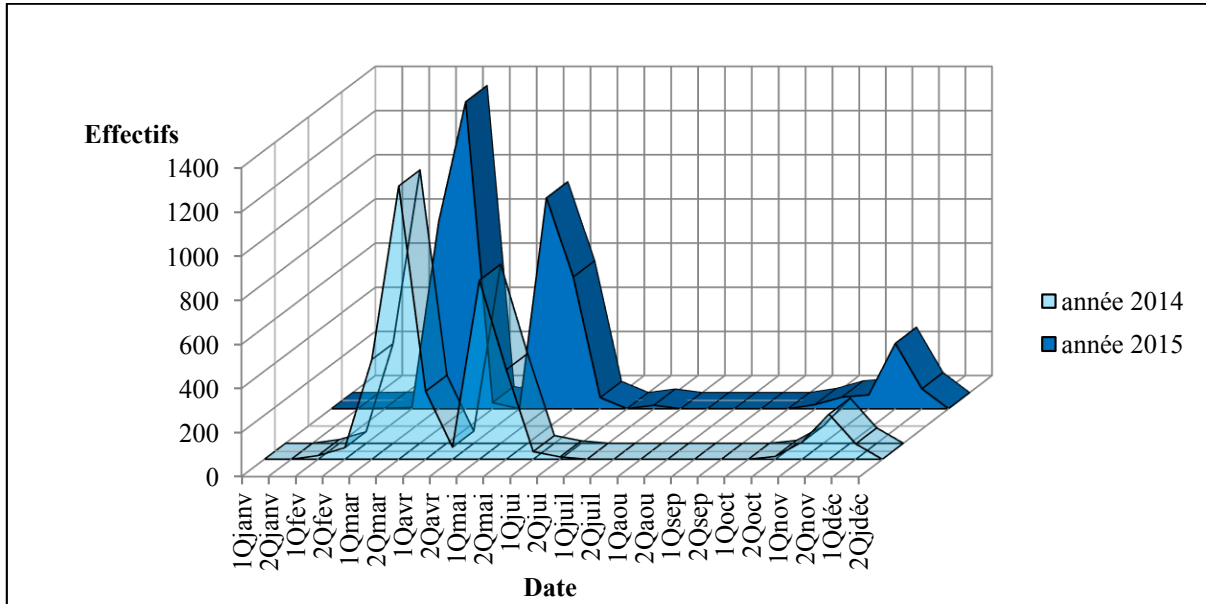


Figure 24 : Les effectifs des œufs dans l’oliveraie de Mechtras durant les années 2014/2015.

1.1.2.3. L’oliveraie de Béni Douala

Les résultats obtenus dans l’oliveraie de Béni Douala montrent que les premiers œufs sont déposés durant la première quinzaine du mois de mars en 2014 et à la deuxième quinzaine du mois de février en 2015. Les pics caractérisant la première et la deuxième période de ponte, des années 2014 et 2015, sont notés simultanément pendant la deuxième quinzaine des mois de mars et de mai, et les pontes s’achèvent au cours de la première quinzaine de juin en 2014 et de la deuxième moitié du même mois pour l’année suivante. Concernant la troisième période des pontes, elle débute lors de la deuxième quinzaine d’octobre et s’achève pendant la deuxième moitié de novembre, pour les deux années.

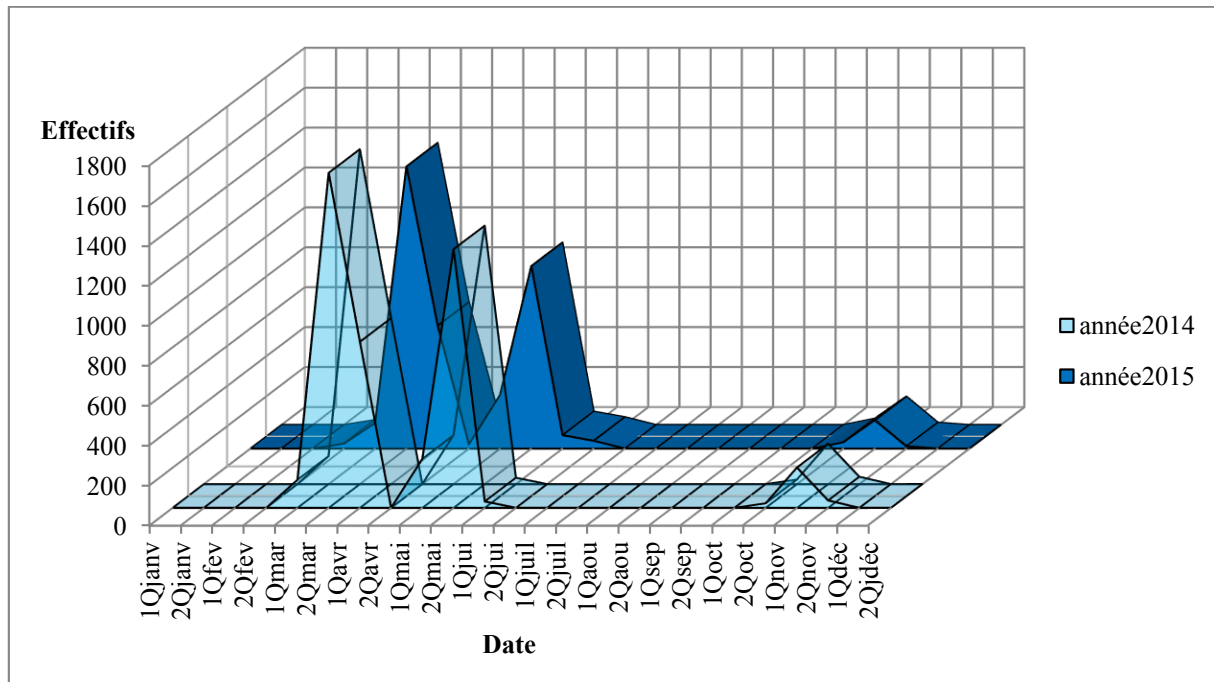


Figure 25 : Les effectifs des œufs dans l'oliveraie de Béni-Douala durant les années 2014/2015.

1.2. Les larves

1.2.1. Répartition spatio-temporelle des effectifs moyens des larves

1.2.1.1. Selon les années

L'analyse de la variance montre que les effectifs des larves ne diffèrent pas d'une manière significative d'une année à l'autre ($p\text{-value} = 0.8477$).

1.2.1.2 Selon les mois

En revanche, l'analyse de la variance montre une différence très hautement significative ($p < 2.2e-16$) entre les effectifs moyens des larves durant les différents mois d'échantillonnage. Les plus importants sont enregistrés pendant les mois d'avril et de mai. Ils sont classés par le test de Student Newman Keuls dans le groupe a, ils sont suivis des mois de mars et novembre (b et c, successivement). Le reste des mois de l'année sont rangés dans les groupes cd et d.

Chapitre III : Résultats et discussions

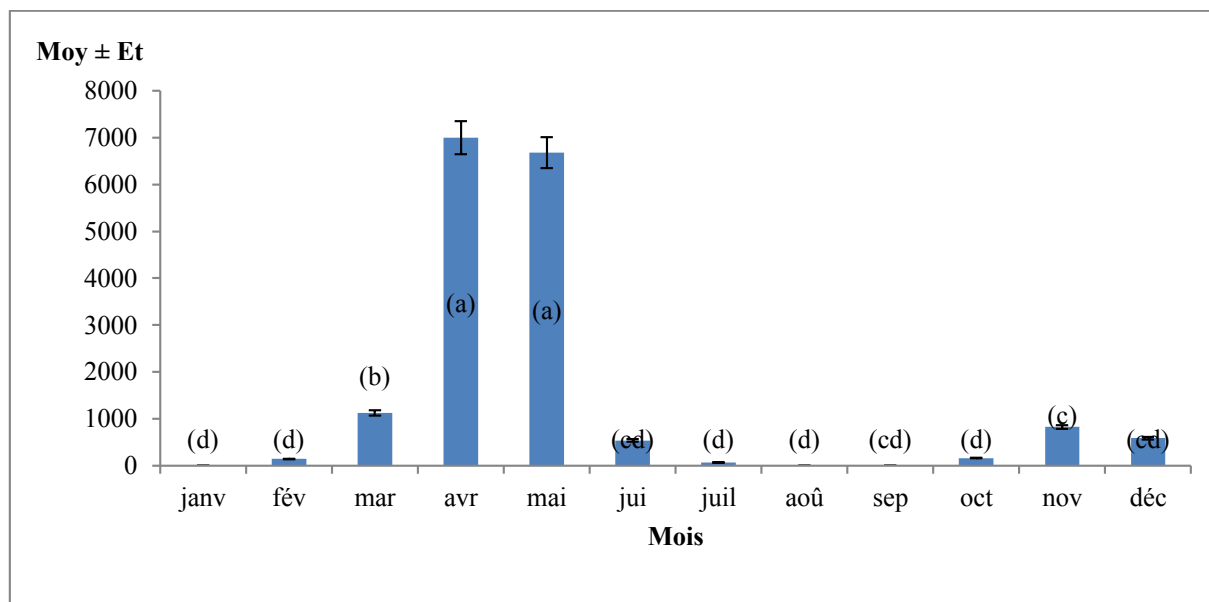


Figure 26 : Les effectifs moyens des larves selon les mois des années 2014 et 2015.

1.2.1.3 Selon les vergers

L'analyse de la variance montre également une différence très hautement significative entre les effectifs moyens des larves dans les trois régions d'études (p -value < $2.2e-16$). Le test de Student Newman Keuls classe les vergers en deux groupes homogènes : Beni- Douala (a) puis Bouzeguène et Mechtras (b).

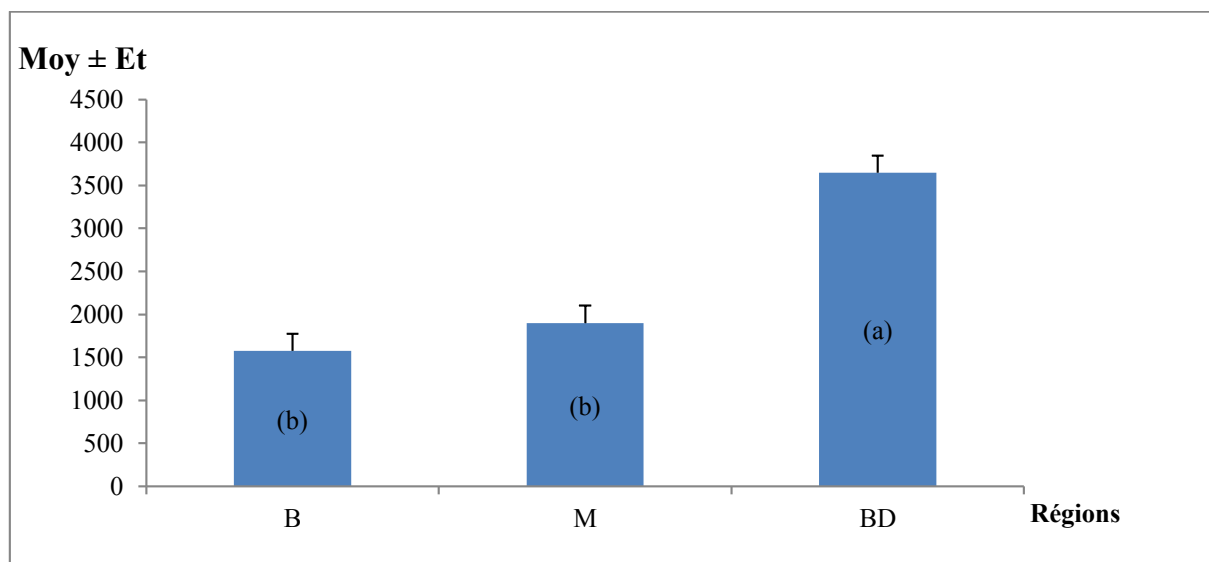


Figure 27 : Les effectifs moyens des larves dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014/2015.

Chapitre III : Résultats et discussions

1.2.1.4 Selon les quatre points cardinaux de l'arbre

L'analyse de la variance au seuil de 5% montre que la direction affecte d'une manière non significative la répartition des larves ($p=0.2366$) dans toutes les oliveraies durant les deux années d'observation.

1.2.2. Evolution des effectifs de différents stades larvaires dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 /2015

Le dénombrement des cinq stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5) a permis de suivre leur évolution dans chacune des oliveraies d'études au courant des années 2014 et 2015.

1.2.2.1 L'oliveraie de Bouzeguène

La figure 28 montre que larves du premier et du second stade sont observées, successivement, durant la première et la deuxième quinzaine du mois de février. Celles du troisième stade font leur apparition pendant la première quinzaine de mars. Celles-ci sont accompagnées du quatrième stade larvaire en 2014 et des deux derniers stades (L4 et L5) en 2015.

Les effectifs les plus importants de tous les stades larvaires (de L1 à L5) sont observés à la première quinzaine du mois d'avril. Les effectifs chutent brutalement, notamment, pour les stades jeunes (L1 à L3) au courant de la deuxième quinzaine du même mois pour les deux années.

Les jeunes larves réapparaissent pendant la première quinzaine du mois de mai. A la deuxième quinzaine du même mois, tous les stades larvaires vont atteindre leurs pics, en particulier le dernier stade (L5).

Les effectifs chutent ensuite brutalement durant la première quinzaine du mois de juin, avec une absence totale de tous les stades larvaires à la deuxième quinzaine du même mois, en 2014. A cette période, il ne reste que quelques jeunes larves en 2015. Nous avons, par contre, observé des larves de tous les stades au cours de la première quinzaine du mois de juillet.

Les jeunes larves sont observées, de nouveau, à la première quinzaine du mois de novembre en 2014 et à la deuxième quinzaine du mois d'octobre en 2015. Les larves âgées sont présentes durant les secondes et premières quinzaïnes de décembre pour les années 2014 et 2015, respectivement.

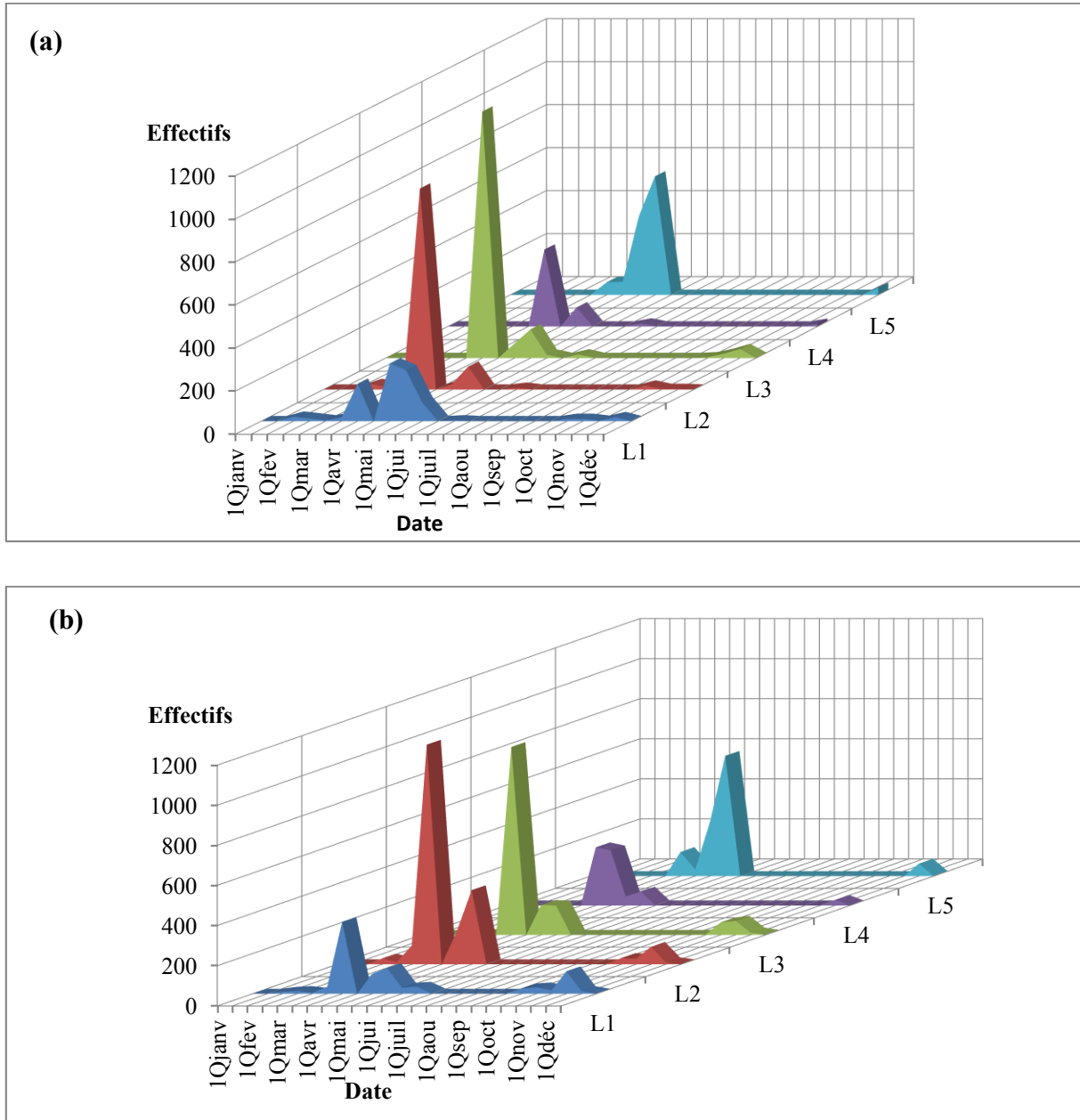


Figure 28 : Effectifs des différents stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5) dans le verger de Bouzeguène durant les années 2014(a) et 2015(b).

1.2.2.2. L'oliveraie de Mechtras

La figure 29 montre que les larves du premier stade sont observées pendant la première quinzaine du mois de février, avec 21 et 10 individus en 2014 et 2015, respectivement. Celles-ci sont suivies des larves des deuxièmes et troisièmes stades à la seconde quinzaine du mois de février et la première quinzaine de mars pour deux les années successives. Les larves âgées font leur apparition à partir de la première quinzaine du mois de mars en 2014 et la deuxième quinzaine du même mois en 2015.

Chapitre III : Résultats et discussions

Pour les deux années, les effectifs de tous les stades larvaires augmentent pour atteindre le premier pic à la première quinzaine du mois d'avril puis chutent brutalement durant la quinzaine de jours suivante.

A la première quinzaine du mois de mai, nous avons noté la présence des cinq stades larvaires dont les effectifs augmentent pour atteindre leur pic au cours de la deuxième quinzaine de mai pour 2014, et la première quinzaine de ce même mois en 2015

Une chute brutale des effectifs est observée à la première quinzaine de juin pour les deux années, mais les différents stades larvaires restent présents mais avec des effectifs assez faibles et ce jusqu'à la deuxième quinzaine de juillet 2014, alors qu'aucune larve n'a été observée à partir de la deuxième quinzaine de juin 2015.

Les premiers stades larvaires de la troisième génération du psylle de l'olivier font leur apparition à la deuxième quinzaine du mois d'octobre et la première quinzaine de ce mois pour les années 2014 et 2015, respectivement. Les larves âgées sont visibles à partir de la première quinzaine de novembre pour les années 2014 et de la deuxième en 2015. Le pic des populations larvaires est observé lors de la deuxième quinzaine de décembre pour l'année 2014 et la deuxième semaine de novembre 2015.

Chapitre III : Résultats et discussions

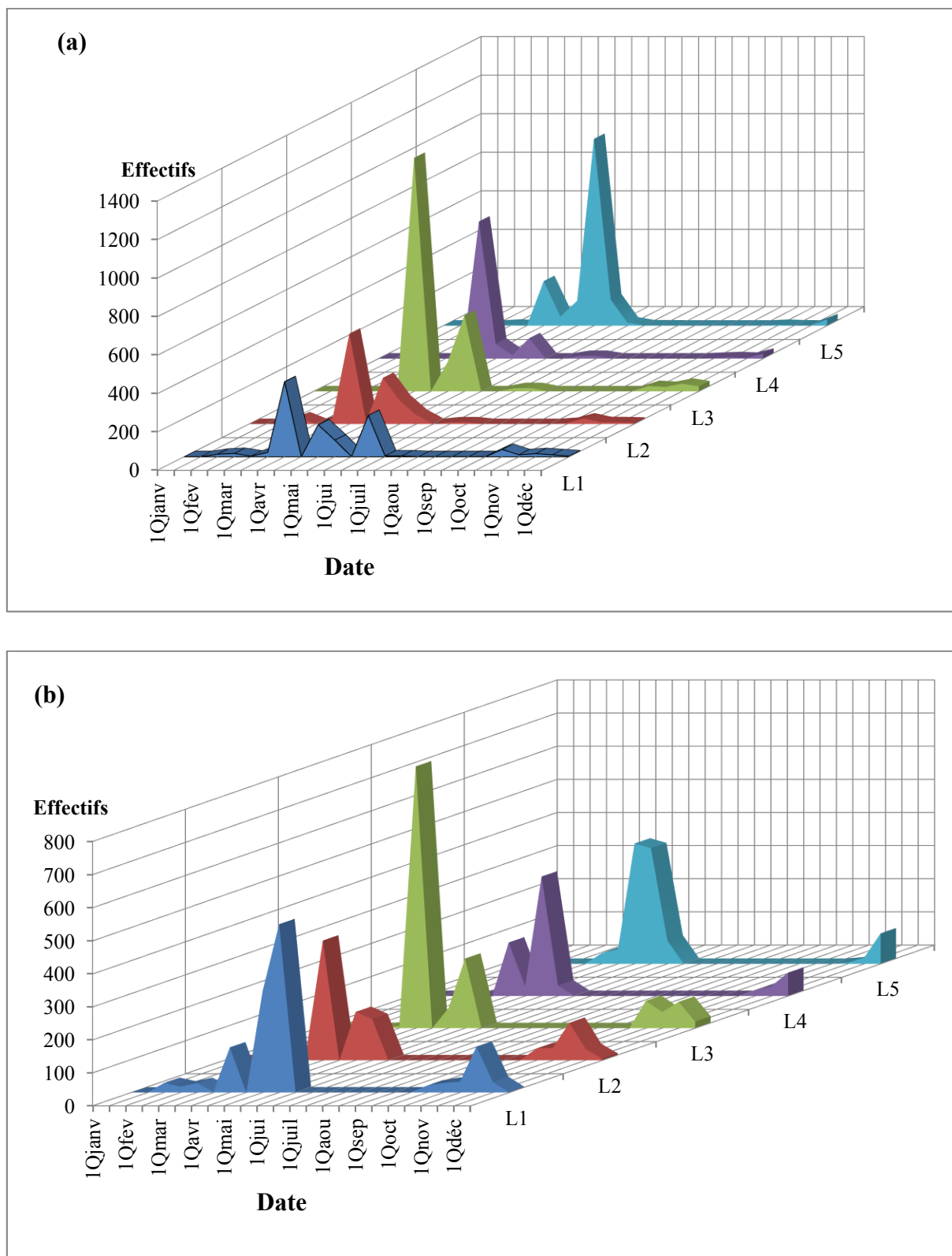


Figure 29 : Effectifs des différents stades larvaires (L, L2, L3, L4 et L5) dans le verger de Mechtras, durant les années 2014(a) et 2015(b).

Chapitre III : Résultats et discussions

1.2.2.3 L'oliveraie de Beni Douala

La figure 30 révèle que durant les deux années d'études, les larves du premier stade sont observées à la deuxième quinzaine du mois de février et celles des deuxièmes et troisièmes stades larvaires apparaissent à la première quinzaine du mois de mars. Les effectifs de ces jeunes larves atteignent leur pic au courant de la deuxième quinzaine de mars.

Les larves âgées (L4 et L5) s'installent dans les oliveraies à partir de la première quinzaine du mois d'avril en 2014 et de la première quinzaine du mois de mars en 2015, induisant ainsi une augmentation progressive des effectifs de tous les stades larvaires qui atteignent un deuxième pic lors de la seconde quinzaine du mois d'avril.

Les effectifs de tous les stades larvaires diminuent progressivement jusqu'à la première quinzaine du mois de mai puis augmente à nouveau pour atteindre un troisième pic durant la deuxième quinzaine du même mois. Pour l'année 2014, les dernières larves de cette génération sont observées pendant la première quinzaine du mois de juin. Pour ce qui est de l'année 2015, les effectifs larvaires chutent brutalement au cours de la deuxième quinzaine du mois de juin et disparaissent complètement à la première quinzaine de juillet.

Pour les deux années, le premier stade larvaire de la troisième génération est observé à la deuxième quinzaine du mois d'octobre, il est suivi des deuxièmes et troisièmes stades pendant la première quinzaine de novembre. Par ailleurs, les larves des quatrièmes et cinquièmes stades font leur apparition à la première quinzaine du mois de décembre 2014 et la deuxième quinzaine de novembre 2015. Les effectifs larvaires les plus importants sont observés lors de la deuxième quinzaine de novembre.

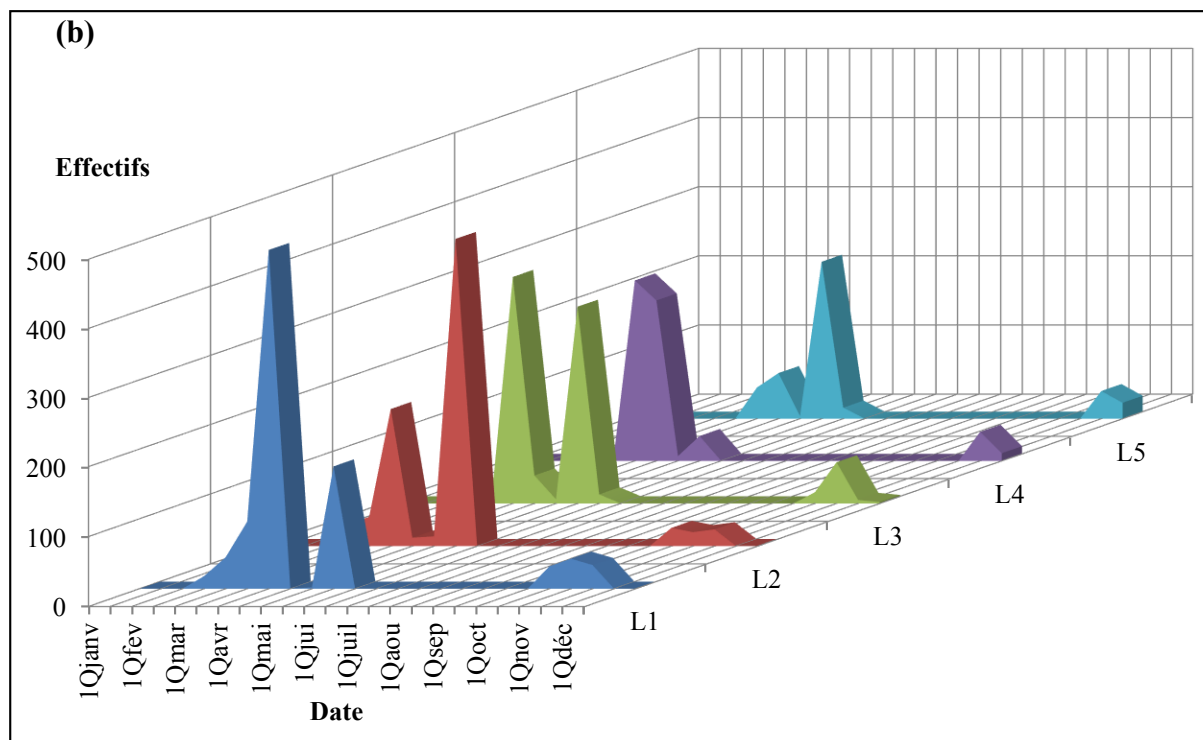
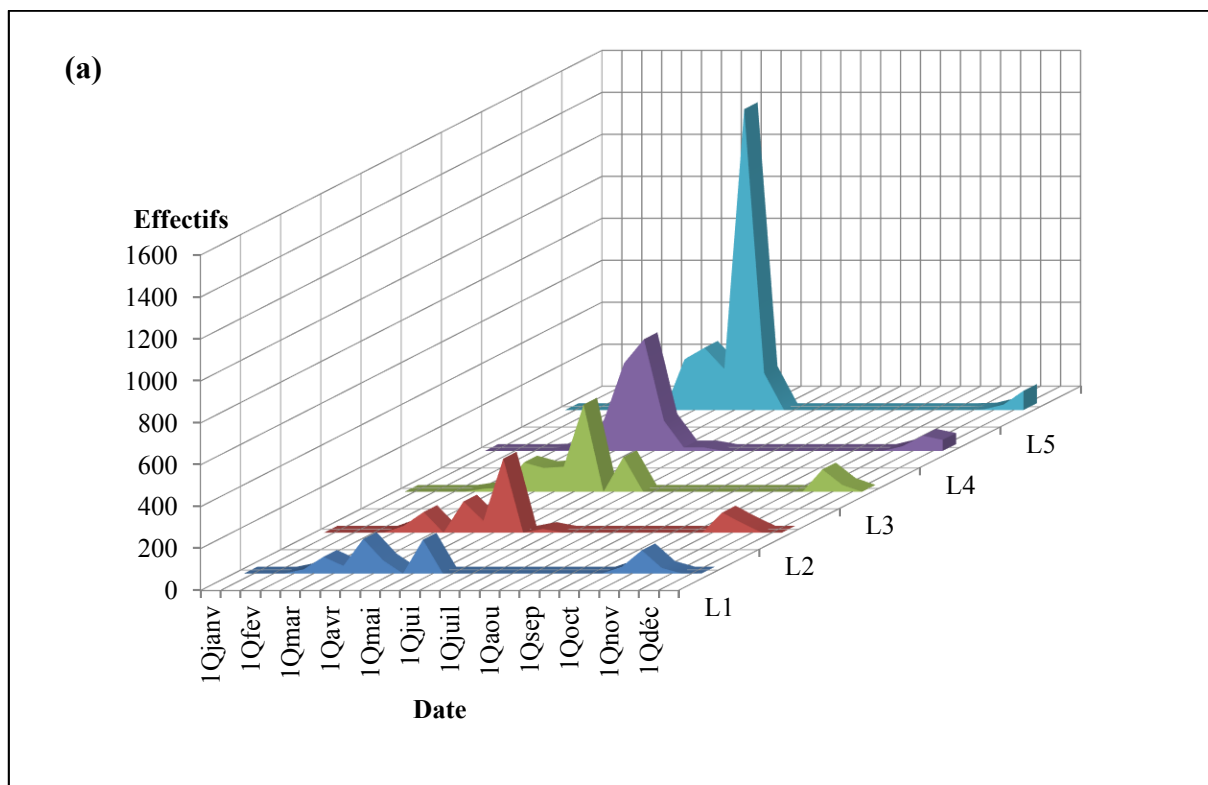


Figure 30 : Effectifs des différents stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5) dans le verger de Beni Douala, durant les années 2014 (a) et 2015(b).

1.3. Adultes

Dans cette partie illustrant l'évolution des populations adultes du psylle, nous avons confondu les deux formes de l'espèce (F1et F2), ce paramètre a été déjà traité dans la partie polymorphisme.

1.3.1. Répartition spatio-temporelle des effectifs moyens des adultes

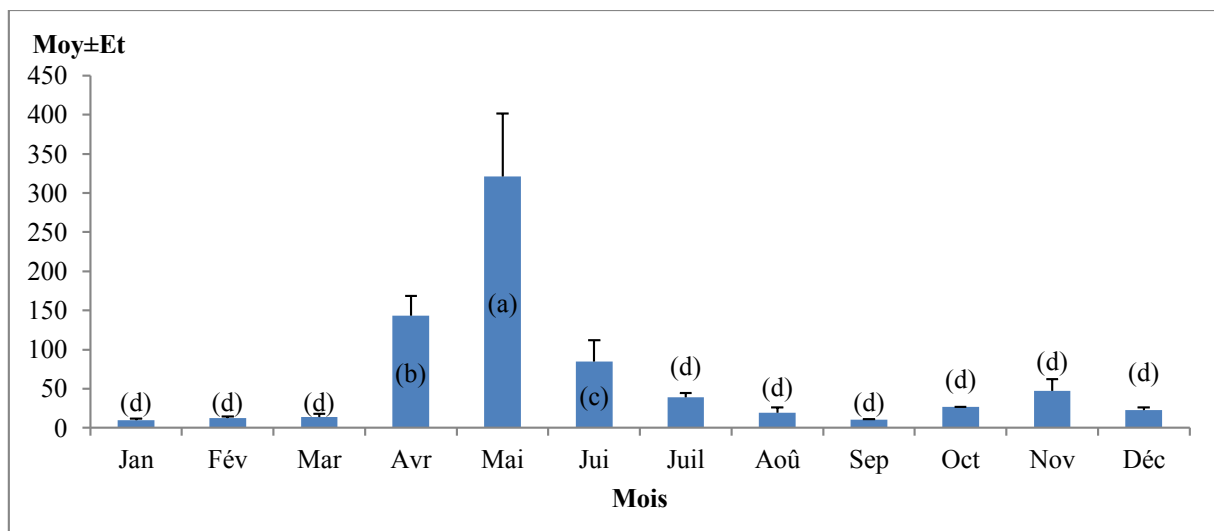
1.3.1.1 Selon les années

L'analyse de la variance montre que les effectifs des adultes ne diffèrent pas d'une manière significative d'une année à l'autre ($p = 0.359$) pour l'ensemble des oliveraies étudiées.

1.3.1.2 Selon les mois

Les adultes marquent leur présence tout au long des mois de l'année. L'effectif le plus important est observé au mois de mai. L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les effectifs des adultes durant tous les mois d'échantillonnage ($p = < 2.2e-16$).

Le test de Student Newman Keuls classe les mois en quatre groupes homogènes : le mois de mai avec l'effectif le plus important est classé dans le groupe a, il est suivi des mois d'avril (b), de juin (c), et des autres mois de l'année (d).



Figur 31: La répartition des effectifs moyens d'adultes selon les mois d'échantillonnage, durant les années 2014/2015.

Chapitre III : Résultats et discussions

1.3.1.3 Selon les vergers

L'analyse de la variance montre que les effectifs d'adultes ne diffèrent pas d'une manière significative selon la région ($p=0.2319$) pour les deux années d'observation.

1.3.1.4 Selon les quatre points cardinaux de l'arbre

L'analyse de la variance révèle par contre qu'il existe une différence très hautement significative entre la répartition des adultes dans les quatre directions cardinales ($p<0.0001137$ ***).

Le test de Student Newman Keuls classe les directions Ouest et Sud dans le groupe a et celles des expositions Est et Nord dans le groupe b.

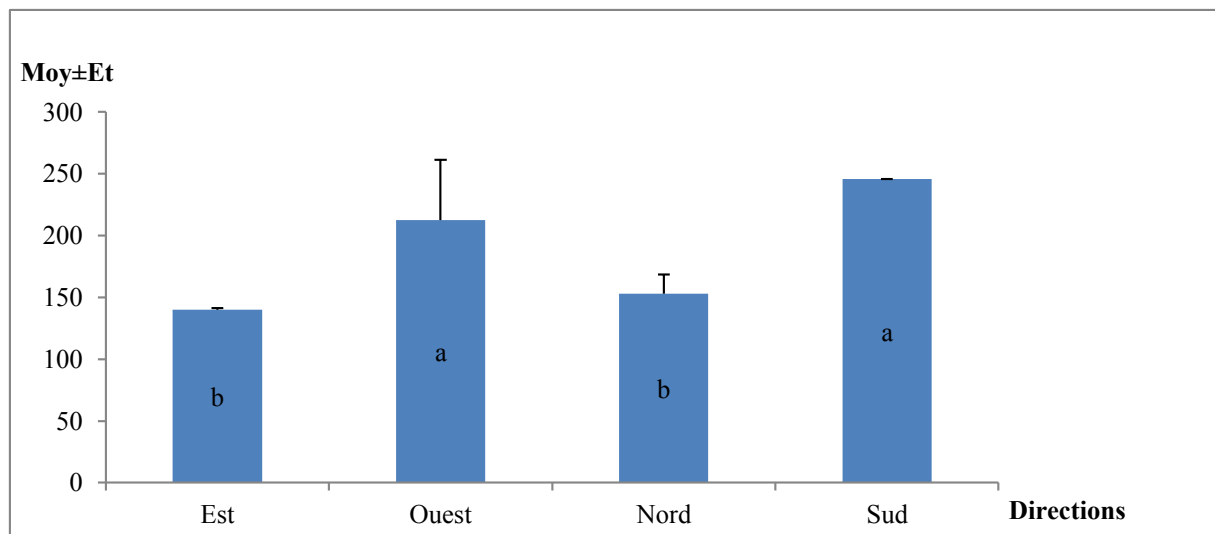


Figure 32 : La répartition des effectifs moyens d'adultes selon les directions cardinales, durant les années 2014 et 2015.

1.3.2 Evolution des effectifs des adultes dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala

Les courbes de l'évolution des psylles adultes présentent, globalement, la même tendance dans les trois oliveraies, malgré les différences enregistrées dans les effectifs des populations des deux années d'observation, dans les trois régions prospectées et au sein des générations accomplies par le ravageur étudié.

Chapitre III : Résultats et discussions

1.3.2.1 L'oliveraie de Bouzeguène

L'analyse de la figure 33 montre qu'au début de l'échantillonnage, les effectifs des psylles adultes capturés sont faibles, puis ils augmentent progressivement pour chuter brutalement dès la première quinzaine du mois d'avril. Les courbes reprennent des allures croissantes et atteignent un premier pic lors de la deuxième quinzaine de mai. Un deuxième pic est ensuite enregistré pendant la seconde quinzaine de juin en 2014 et la première quinzaine de juin en 2015. Les effectifs régressent de nouveau progressivement jusqu'à la deuxième quinzaine du mois de juillet. Au cours de la deuxième quinzaine du mois de novembre, le nombre d'adultes augmente à nouveau pour atteindre un troisième pic qui est suivi plus tard d'une chute des effectifs lors de la seconde quinzaine de décembre.

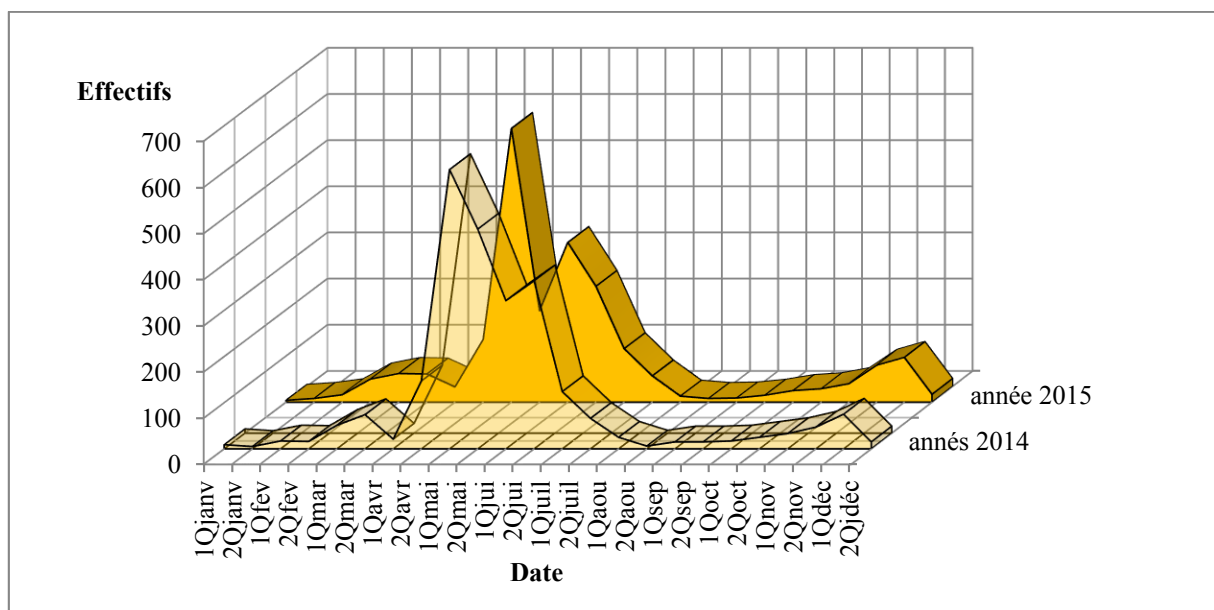


Figure 33 : Effectifs des adultes d'*E. olivina* dans l'oliveraie de Bouzeguène, durant les années 2014/2015.

1.3.2.2 L'oliveraie de Mechtras

La figure 34 montre que l'évolution des effectifs d'adultes dans l'oliveraie de Mechtras montre des allures presque identiques durant les années 2014 et 2015, des pics coïncidant au cours des mêmes périodes.

Les effectifs collectés durant les prospections du mois de décembre sont relativement faibles, puis ils augmentent progressivement durant la période allant de la première quinzaine du mois de février jusqu'à la deuxième quinzaine du mois de mars. Une chute brutale est ensuite observée pendant la première quinzaine du mois d'avril, suite à quoi les courbes reprennent une

Chapitre III : Résultats et discussions

allure exponentielle pour atteindre leurs pics durant la seconde quinzaine du mois de mai. Il s'ensuit une chute des effectifs à la première quinzaine de juin, on assiste ensuite à une légère augmentation qui est de nouveau notée pendant la deuxième quinzaine du même mois. On atteint ensuite l'effectif le plus élevé lors de la deuxième quinzaine du mois de novembre.

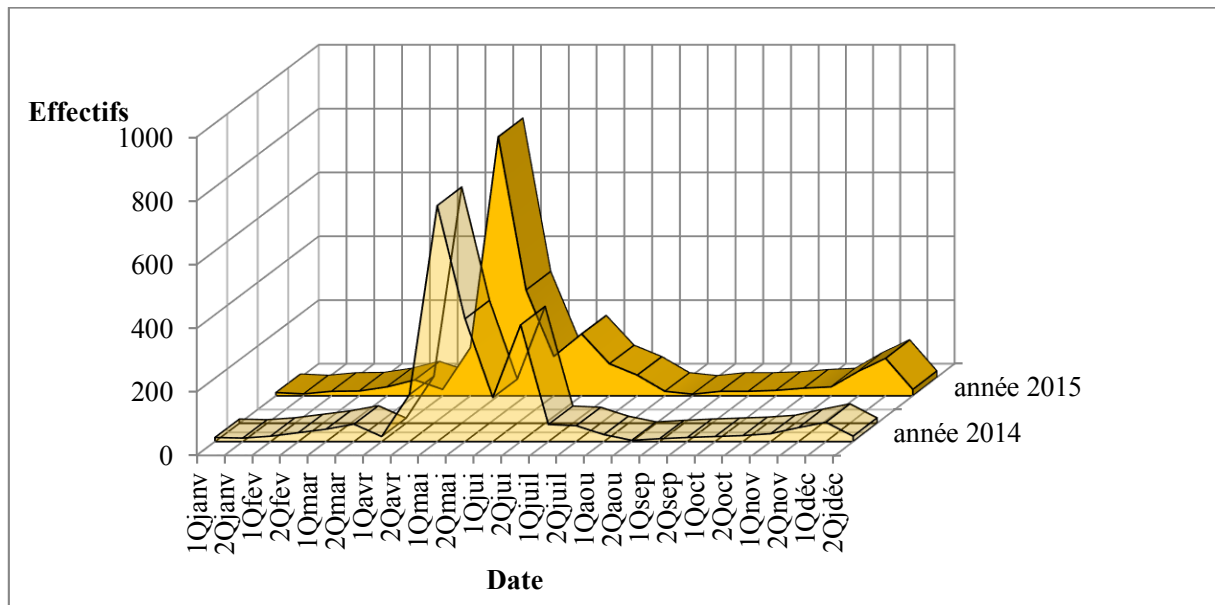


Figure 34 : Effectifs des adultes d'*E. olivina* dans l'oliveraie de Mechtras, durant les années 2014/2015.

1.3.2.3. L'oliveraie de Béni-Douala

La figure 35 montre que le nombre d'individus capturés dans l'oliveraie de Béni-Douala est relativement faible au début des deux années avec une évolution progressive des effectifs, d'une quinzaine à une autre. Les courbes prennent ensuite une allure croissante pendant la première quinzaine du mois de mai et atteignent leurs pics lors de la deuxième quinzaine du même mois. Un second pic a été observé lors de la deuxième quinzaine du mois de juin, suite à quoi les effectifs chutent progressivement. Le troisième pic d'adultes est observé plus tard, au cours de la première quinzaine de décembre pour l'année 2014 et de la deuxième quinzaine de novembre pour 2015.

Chapitre III : Résultats et discussions

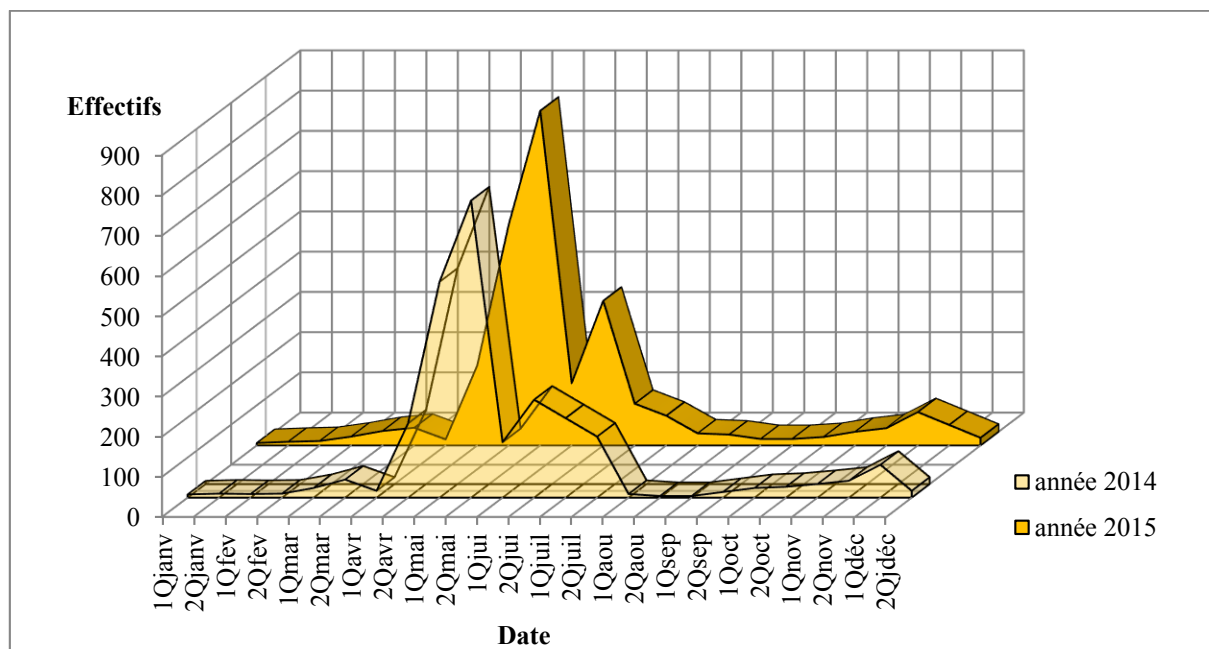


Figure 35 : Effectifs des adultes *d'E. olivina* dans l'oliveraie de Béni-Douala, durant les années 2014/2015

1.4. Le sex-ratio

Les résultats du tableau 4 montrent clairement que le sex-ratio des psylles récoltés est en faveur des femelles dans les trois localités et durant les deux années d'études. Le sex-ratio global de l'espèce est de (1 : 1.39).

Tableau 4 : Les résultats du calcul du sexe ratio du psylle de l'olivier dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

	2014	2015
Bouzeguène	(1 :1.44)	(1 :1.23)
Mechtras	(1 :1.70)	(1 :1.47)
Beni Douala	(1 :1.14)	(1 :1.38)

2. Discussion

La dynamique des populations du psylle de l'olivier, *E. olivina*, a été étudiée dans trois biotopes algériens de la wilaya de Tizi-Ouzou, à savoir Bouzeguène, Mechtras et Beni douala, durant les années 2014 et 2015. Le suivi de l'évolution des pontes a montré l'existence de trois générations

Chapitre III : Résultats et discussions

annuelles chez ce ravageur : deux premières générations successives et chevauchantes se développent, principalement, au printemps et une troisième génération qui se manifeste en automne. Nos résultats concordent avec ceux de Bachouche (2019) qui a observé trois générations dans des oliveraies de la région de Tizi-Ouzou et de celles de Bouira. En Tunisie, selon les années et les biotopes, ce ravageur peut développer deux à quatre générations : deux printanières, une automnale et une hivernale, celle-ci, passe souvent inaperçue (Arambourg, 1964 ; Chermiti, 1989 ; Chermiti et Onillon, 1993 ; Dibo et Ksantini, 2011). Au Maroc, deux générations sont observées dans la région du Haouz et trois dans celle d'Essaouira (Tajnari, 1992 ; Hilal *et al.*, 1997 ; Meftah *et al.*, 2014b).

A priori, *E. olivina* peut présenter d'une à six générations annuelles, contrairement à l'espèce voisine *Euphyllura phillyreae* dont le cycle est monovoltin (Lauterer *et al.*, 1986 ; Prophetou_Athanasiadou, 1993 ; Del Bene *et al.*, 1997 ; Saeb, 2003). La limitation du nombre de générations, enregistrée dans les régions d'études, pourrait être expliquée par l'arrêt des pontes entre les différentes générations. En plus de l'interruption relevée entre la troisième et la première génération, *E. olivina* marque un deuxième arrêt -assez long- entre la deuxième et la troisième génération durant quatre mois en moyenne. Ce résultat confirme les observations de nombreux auteurs, ayant étudié l'écologie de ce phytophage et qui ont démontré que le repos estival est à l'origine du nombre limité de générations annuelles de ce ravageur (Arambourg, 1964 ; Chermiti, 1989 ; Tajnari, 1992 ; Chermiti et Onillon, 1993).

Par ailleurs, nous avons observé une reprise de l'activité de ponte d'*E. olivina*, suite aux rares pluies du mois de juillet et des précipitations automnales ayant stimulé une nouvelle poussée végétative des oliviers. En effet, dès qu'elles sont placées dans des conditions favorables de température et un support végétal en cours de croissance, en l'occurrence des jeunes pousses fraîches, les femelles entament les pontes (Chermiti et Onillon, 1986b ; Hilal *et al.*, 1997). Par ailleurs, d'après Chermiti et Onillon (1993) l'importance des générations chez cette espèce n'est pas une caractéristique biologique intrinsèque, mais le résultat d'une étroite adaptation du ravageur à la phénologie de la plante hôte, à travers laquelle le phytophage réagit aux variations qui s'opèrent dans le milieu environnant.

Les pontes ont démarré d'une manière plus ou moins décalée, dépendamment des vergers et des années d'études. Elles ont débuté avec un retard d'une quinzaine de jours en 2014 et d'un mois en 2015 à Béni Douala, par rapport à Bouzeguène et Mechtras où les premières pontes ont

Chapitre III : Résultats et discussions

eu lieu au début du mois de février, durant la même période. Cela est certainement dû à l'altitude plus élevée de la première région qui a eu pour conséquence un prolongement de la période de froid qui a engendré un ralentissement du réveil végétatif de la plante hôte. Selon Arambourg (1964), la reprise d'activité des pontes d'*E. olivina* dépend des conditions climatiques de l'année, en particulier, celle de la période hivernale. S'agissant du psylle du poirier, *Psyllapyri*, Lyoussoufi (1994) stipule que le retard ou la précocité de la première génération dépendent surtout des conditions climatiques, notamment, les températures en période hivernale et printanière. Selon le même auteur, celles-ci agissent, d'une part, sur la plante-hôte (levée de la dormance et débourrement) et permettent la fixation des larves dans les bourgeons, et d'autre part, sur l'insecte lui-même (évolution de la diapause, la ponte et le développement des différents stades).

Nos résultats montrent que le nombre d'œufs déposés par les femelles d'*E. olivina* subit une grande variation mensuelle. Et pour cause, les adultes ayant subi les diapauses hivernale et estivale sont successivement à l'origine des pontes massives du début de printemps et celles, de moindre importance numérique, de la troisième génération. Les pontes de la deuxième génération proviennent des adultes issus de celles de la première génération. Les adultes ayant subi la diapause hivernale semblent plus féconds que ceux issus de la première génération et de ceux sortant de la diapause estivale. Par conséquent, les pontes de la première génération, malgré le faible effectif des adultes dont elles proviennent, sont plus importantes que celles de la seconde génération issues d'une population imaginaire nettement plus importante. De plus, en deuxième génération, l'état végétatif de l'arbre et les conditions climatiques sont loin d'être limitant, pour les pontes et paraissent, au contraire, favorables à cette activité. Ce défaut d'œufs peut être expliqué, en partie, par l'action de la faune auxiliaire qui est très active durant cette période. Les pontes de la première génération sont également supérieures à celles provenant des adultes ayant subi la diapause estivale et ayant à leur disposition des organes végétatifs supports de pontes semblables ceux de la première génération. Nos observations rejoignent celles de Meftah *et al.* (2014b) qui a enregistré le maximum de dépôt des œufs (24,75œufs/rameau) durant la première génération printanière, à la deuxième semaine de mars, et un pic de 7œufs/rameau durant la deuxième génération. Ces pontes importantes en début de printemps coïncident avec la transition des basses températures hivernales vers des températures plus douces du printemps (Lyoussoufi, 2014). En effet, la variation des températures, en stimulant la vitellogenèse, augmentent les dépôts d'œufs (Bonnemaison et

Chapitre III : Résultats et discussions

Missonnier, 1956), de plus, l'hivernation des espèces polyvoltines de psylles a un impact positif sur leurs performances reproductives (Hodkinson, 2009). Par ailleurs, les fortes températures estivales exercent une certaine influence sur le potentiel reproductif des adultes d'*E. olivina* (Arambourg, 1964), puisqu'en général les pontes automnales sont beaucoup moins importantes que celles du printemps. En effet, Hilal *et al.* (1997) ont montré que la totalité des femelles d'*E. olivina* capturées au verger, une fois la diapause hivernale écoulée, reprennent l'activité de ponte avec une fécondité moyenne de 259 œufs/femelle. Cependant, après la diapause estivale, l'oviposition n'a concerné que 30 à 40% des femelles dont la fécondité moyenne est de 25 œufs/femelle. Chez *Angonoscena pistaciae* (Hemiptera : Psylloidea), la fécondité moyenne est de 893 et 1087 œufs chez les femelles ayant subi, successivement, les diapauses estivale et hivernale (Mehranjad et Coplant, 2005). Le même comportement de ponte a été observé chez le psylle du poirier (Bonnemaison et Missonnier, 1956 ; Rieux *et al.*, 1992; Lyoussoufi, 1994).

Les effectifs des œufs et ceux des stades larvaires d'*E. olivina* ne varient pas significativement d'une année à une autre, du fait que ceux des adultes, à l'origine du démarrage du cycle annuel de l'insecte sont pratiquement les mêmes durant les deux années dans chacun des vergers étudiés. Dans les oliveraies de Mechtras et Beni douala les pontes sont plus importantes comparativement à celles enregistrées à Bouzeguène. Les effectifs de larves les plus élevés qui en résultent sont recensés dans l'oliveraie de Beni Douala, plaçant celle de Bouzeguène et Mechtras en dernière position. Ce phénomène peut être expliqué par l'activité des prédateurs oophages et larvipages (*Anthocoris nemoralis*, larves de chrysopes, larves de syrphes...) dans les vergers de Mechtras et Bouzeguène ainsi que par l'action de la faune d'hyménoptères parasitoïdes notamment *Psyllaephagus euphyllura* Silv. (Encyrtidae), qui semble jouer un rôle important dans la limitation des populations larvaires du phytophage étudié (Arambourg et Chermi, 1986).

Dans les trois régions d'études, les effectifs d'adultes ne diffèrent pas de manière significative. Pour expliquer cette observation, nous pouvons évoquer l'action des différents facteurs naturels de régulation des populations de ce ravageur, comme les conditions climatiques, dont les fortes chaleurs estivales et le froid hivernal, ainsi que les ennemis naturels que nous avons recensés (*Anthocoridae*, *Syrphidae*, *Chrysopidae*, ...).

La présence des premiers stades larvaires coïncide avec celle des premières pontes, qui ont sans doute commencé bien avant nos premiers prélèvements. Le nombre de larves âgées reste quasi

Chapitre III : Résultats et discussions

nul avant le mois d'avril, cela est probablement dû à l'allongement de la durée de développement des stades larvaires sous l'effet des basses températures hivernales. D'après Chermiti et Onillon (1986b) la durée totale de développement des différents stades larvaires est inversement proportionnelle à la température : dans les conditions contrôlées, elle est de 79.5 jours à 12°C, contre 50.2 jours à 17°C et 27.4 jours à 22°C.

L'infestation larvaire la plus importante, en première génération, est observée durant la première quinzaine du mois d'avril. Elle résulte des pontes importantes déposées au mois de mars. Cette population, issue des pontes de la première génération, constitue une transition entre la première et la deuxième génération. Leur développement avec les larves de la seconde génération met en évidence un chevauchement entre les deux premières générations.

La baisse des effectifs des jeunes larves, lors de la deuxième quinzaine du mois d'avril, résulterait d'une forte diminution des pontes à la fin de la première génération qu'on peut attribuer à la mortalité liée au vieillissement des adultes sortant de la diapause. Quant à celle des larves âgées, elle peut être associée à la transformation des prénymphe en adultes.

Nos résultats ont montré que la population larvaire la plus importante est observée durant la deuxième quinzaine du mois de mai, correspondant à la période de floraison, avec des densités variant de 3 à 6 larves par inflorescence selon la région. Durant cette période, les colonies larvaires sont composées de jeunes larves et surtout de larves âgées. Ces dernières sont plus susceptibles de commettre le plus de dégâts, en raison de leur taille plus grande et par conséquent de leurs besoins plus importants (Chermiti, 1992), ainsi que leur durée de vie plus longue comparativement aux autres stades larvaires (Chermiti et Onillon, 1986b). Une fois installées sur les grappes florales, elles provoquent le dessèchement et la chute des inflorescences (Chermiti, 1992), ce qui risque de compromettre la production, notamment, en cas de forte infestation.

Malgré l'importance des pontes et la forte présence des jeunes larves au mois de mai, nous avons constaté un effondrement des populations larvaires à partir de la première quinzaine du mois de juin. Cette chute pourrait s'expliquer par la hausse brutale des températures qui impactent négativement sur les pontes et le développement des jeunes larves, en particulier (Dibo et Ksantini, 2011). En effet, le développement larvaire accuse un ralentissement très net à 27 °C et s'accompagne d'une forte mortalité (sur 316 œufs au début d'une expérience, 9 adultes ont été récupérés) (Chermiti et Onillon, 1986a). Par ailleurs, la résistance à la chaleur

Chapitre III : Résultats et discussions

augmente au fur et à mesure de l'évolution des différents stades (Arambourg, 1964). A l'effet de température, s'ajoute celui de l'action de la faune auxiliaire (prédateur et parasitoïde), en particulier de la punaise *Anthocoris nemoralis* qui manifeste la plus grande activité prédatrice sur les populations du psylle de l'olivier (Chermiti, 1989), à cette période de l'année (Gharbi *et al.*, 2012).

L'augmentation des effectifs d'adultes, au mois de juin, résulterait de l'évolution des larves âgées du mois de mai qui semblent mieux supporter des températures plus élevées. Cela pourrait être attribué à l'importante quantité de miellat qu'elles secrètent, les amas cotonneux ainsi que leur mobilité qui leur permettent de se protéger des rayons solaires.

Les premiers stades larvaires de la troisième génération sont observés à partir du mois d'octobre, dans les trois régions d'études. Dès la deuxième quinzaine du mois de novembre, la population post embryonnaire s'enrichit des stades larvaires âgés. Les derniers stades larvaires sont observés au mois de décembre qui marque la fin de cette génération. Les larves âgées qui y sont issues s'achemineront vers le stade adulte. Ces individus entrent, ensuite, en diapause hivernale, en attendant le retour des conditions favorables. Cette génération automnale coïncide avec la période de la récolte des olives. Arambourg (1964) rapporte que cette génération peut être gênante pour la récolte et pour la trituration des pâtes d'olives. Pour leur part, Chermiti et Onillon (1993) ont noté que les dommages provoqués, par les individus de cette génération, se traduisent par le dessèchement et la chute des grappes d'olives ; ce qui engendre des pertes économiquement importantes, atteignant 31.8% de la charge initiale de l'arbre.

Les adultes d'*E. olivina* manifestent une préférence pour les directions Sud et Ouest par rapport à celles de l'Est et du Nord, en raison de leur ensoleillement qui favorise la poussée de rejets tendres et d'inflorescences, organes de choix pour la nourriture et les pontes. Meftah *et al.* (2014b) ont observé le maximum d'adultes dans les directions Ouest et Sud de l'arbre et maintient que, lors du beau temps, les adultes sont observés sur les extrémités des rameaux abrités et les plus exposés au soleil surtout du côté sud, alors que, par temps froid, ils trouvent refuge à l'aisselle des bourgeons axillaires ou entre les feuilles sommitales des pousses. Dans notre cas, les effectifs des pontes et des larves ne diffèrent pas d'une manière significative entre les quatre directions, malgré la préférence des adultes pour les directions Sud et Ouest. Par ailleurs, Ouguas *et al.* (2006) ont noté une infestation homogène par l'insecte entre les

Chapitre III : Résultats et discussions

différentes directions cardinales de l'arbre et expliquent cette répartition par le fait que l'insecte a trouvé des conditions favorables à son développement.

Le sex ratio d'*E. olivina* est en faveur des femelles, dans les trois localités, durant les deux années d'études, avec un sex- ratio de (1 : 1,39). Pour sa part, Saeb (2003) a obtenu chez la même espèce un sex ratio (mâles/ females) d'environ (1.1:1) sur des populations collectées au champs. Mefeh *et al.* (2014 a) ont obtenu, dans des élevages d'*E. olivina* réalisés sous abris un sex-ratio maximum de 0.85 sur la picholine marocaine et minimum de 0.79 sur la variété maranilla. Amin *et al.* (2013) maintiennent que le sex- ratio, chez l'espèce voisine *Euphyllura straminea*, dépend des températures auxquelles l'insecte est exposé, et ont obtenu un sex- ratio (mâle /femelle) de (1 :1.8) à 25°C, (1 :7) à 30°C et (1 :1.6) à 20°C. Mohamed *et al.* (2007) ont obtenu chez la même espèce un sex-ratio de (1 :1.4). Le sexe ratio obtenu en conditions contrôlées peut être différent de celui obtenu dans la nature (Meftah *et al.*, 2014a). Chez *Diclidophlebia xuani*, (Aléné *et al.*, 2005), ont obtenu un sex-ratio en faveur des mâles au laboratoire et à l'avantage du sexe opposé dans les populations collectées au champ. Selon ces auteurs, cette inversion des proportions est expliquée par la faible longévité des mâles et l'effet des conditions environnementales sur le taux de mortalité des deux sexes.

III. Etude de la faune auxiliaire

1. Résultats

1.1. Faune auxiliaire associée à *E. olivina* dans les vergers d'études

L'utilisation des techniques de battage etprélèvement des rameaux, dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant la période allant de janvier 2014 jusqu'à décembre 2015, a permis de collecter 70 espèces représentant la faune auxiliaire. Celles-ci sont rangées dans 6 ordres et 21 familles (Tableau 5).

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 5 : Les prédateurs et parasitoïdes collectés par les techniques de battage et prélèvement des rameaux dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala durant la période allant de janvier 2014 jusqu'à décembre 2015.

Ordre	Familles	Genres et espèces
Aranea	Cheiracanthiidae	<i>Cheiracanthium sp.1</i>
		<i>Cheiracanthium sp.2</i>
	Philodromidae	<i>Philodromus sp.1</i>
		<i>Philodromus sp.2</i>
	Salticidae	<i>Heliophanus cupreus</i> Walckenaer
	Thomisidae	<i>Synaema globosum</i> Fabricius
		<i>synaema sp2</i>
	Coleoptera	Cantharidae
<i>Cantharis lateralis</i> L.		
<i>Cantharis livida</i> L.		
<i>Rhagonycha fulva</i> Scopoli		
Coccinellidae		<i>Adalia bipunctata</i> L.
		<i>Adalia decempunctata</i> L.
		<i>Chilocorus bipustulatus</i>
		<i>Coccinella septempunctata</i> L.
		<i>Oenopia doublieri</i>
		<i>Pharoscymnus setulosus</i>
		<i>Scymnus apetzi</i> Mulsant
		<i>Scymnus quadrimaculatus</i> Herbst
		<i>Scymnus rubromaculatus</i> Goeze
		<i>Scymnus subvillosus</i> Goeze
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> De Geer
		<i>Pipiza luteitarsis</i> Zetterstedt
		<i>Sphaerophoria scripta</i> L.
		<i>Syrphus corollae</i> Fabricius
		<i>Xanthandrus comtus</i> Harris
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemoralis</i> Fabricius
		<i>Anthocoris nemorum</i> L.
		<i>Orius laevigatus</i> Fieber
		<i>Orius majusculus</i> Reuter
	Lygaeidae	<i>Geocoris sp.1</i>
		<i>Geocoris sp.2</i>
		<i>Geocoris sp.3</i>

Chapitre III : Résultats et discussions

	Miridae	<i>Campyloneura virgula</i> Herrich-Schäffer
		<i>Deraeocoris punctulatus</i> Fallén
		<i>Deraeocoris punctum</i> Rambur
		<i>Deraeocoris ruber</i> L.
		<i>Macrolophus pygmaeus</i> Rambur
	Nabidae	<i>Nabis sp.1</i>
<i>Nabis sp.2</i>		
Hymenoptera	Braconidae	<i>Apanteles sp.</i>
		<i>Meteorus rubens</i> Nees
		<i>Meteorus sp.2.</i>
		<i>Psytalia concolor</i> Szépligeti
	Cynipidae	<i>Alloxista eleaphila</i>
	Diapriidae	<i>Trichopria sp.1</i>
		<i>Trichopria sp.2</i>
	Encyrtidae	<i>Ageniaspis sp.</i>
		<i>Metaphycus sp.</i>
		<i>Microterys sp.</i>
		<i>Psyllaephagus euphyllurae</i> Masi
	Eulophidae	<i>Trechnites sp.</i>
		<i>Elasmus flabellatus</i> Fonscolombe
	Eupelmidae	<i>Elasmus sp.</i>
		<i>Eupelmus urozonus</i> Dalman
		<i>Eupelmus sp.2</i>
	Formicidae	<i>Cataglyphis bicolor</i> Fabricius
		<i>Crematogaster scutellaris</i> Olivier
		<i>Messor barbara</i> L.
		<i>Messor sp.2</i>
		<i>Plagiolepis pygmaea</i> Latreille
		<i>Tapinoma nigerrimum</i> Nylander
	Pteromalidae	<i>Pachyneuron sp.</i>
<i>Scutellista sp.</i>		
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa pallens</i> Rambur
		<i>Chrysoperla affinis</i> Stephens
		<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens
		<i>Chrysoperla vulgaris</i>
	Hemerobiidae	<i>Micromus angulatus</i>
		<i>Hemerobius sp.</i>

1.1.1. L'abondance relative et richesse spécifique des ordres composant la faune auxiliaire

La composition faunistique est représentée dans la (Figure 36) qui montre que l'ordre des Hyménoptères prédomine aussi bien en richesse spécifique (27%) qu'en nombre (76%) par rapport à l'effectif global de la faune auxiliaire. Les ordres des Hémiptères et Coléoptères, quant à eux, arrivent en deuxième position avec la même richesse spécifique et une abondance de 11% et 6%, respectivement. L'ordre des Aranea occupe la troisième position pour la richesse spécifique suivi de celui des Névroptères avec lequel il présente la même abondance (2% des individus collectés). L'ordre des Diptères présente la richesse spécifique et l'abondance les plus faibles.

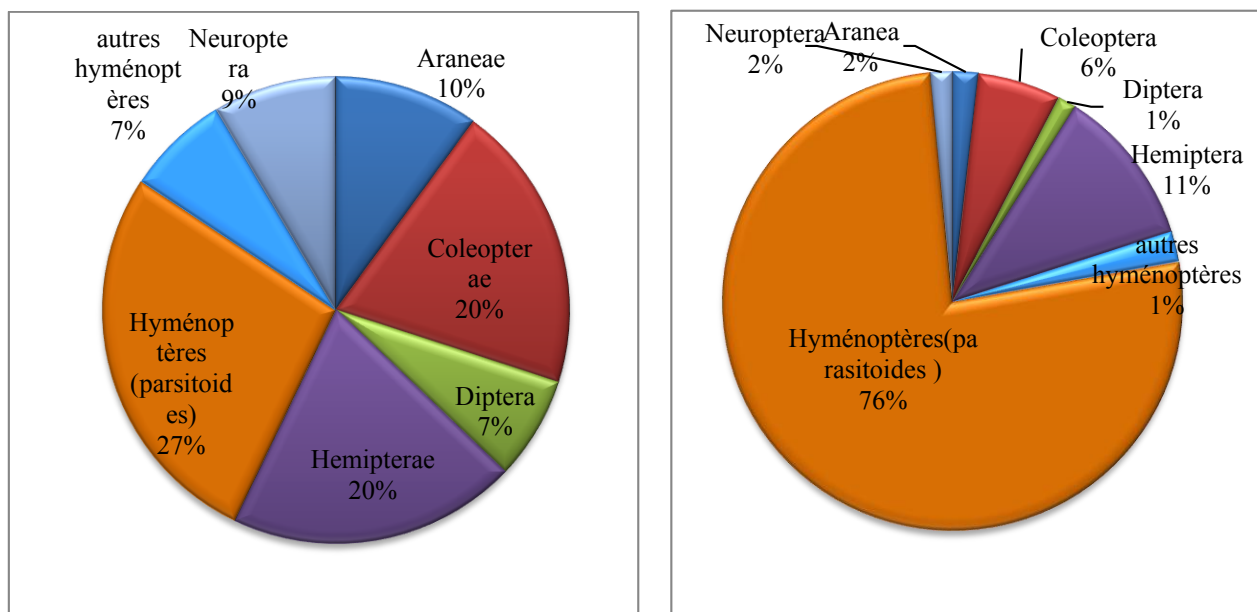


Figure 36 : La richesse spécifique et l'abondance relative des ordres représentant la faune auxiliaire collectée dans les régions de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

1.1.2. Analyse écologique de la faune auxiliaire associée à *E. olivina* dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala

Dans le but d'estimer l'importance et le statut des espèces ainsi que pour interpréter la structure de l'entomofaune utile collectée dans les trois oliveraies d'études, durant les deux années d'études, nous avons opté pour le calcul de la fréquence des espèces (Annexe), leur constance (Annexe) ainsi que l'Indice de diversité de Shannon (H).

Chapitre III : Résultats et discussions

1.1.2.1. La fréquence ou abondance relative

L'abondance relative calculée pour les espèces auxiliaires associées à *E. olivina*, dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala est représentée dans la (Figure 37) qui montre que la plupart des espèces sont caractérisées par une fréquence relativement faible, hormis les Hyménoptères parasitoïdes, telles que *Psyllaephagus euphyllurae* Masi (33%), *Alloxista eleaphila* (24%), *Pachyneuron sp.* (11%) et la punaise prédatrice *Anthocoris nemoralis* Fabricius (3.27%).

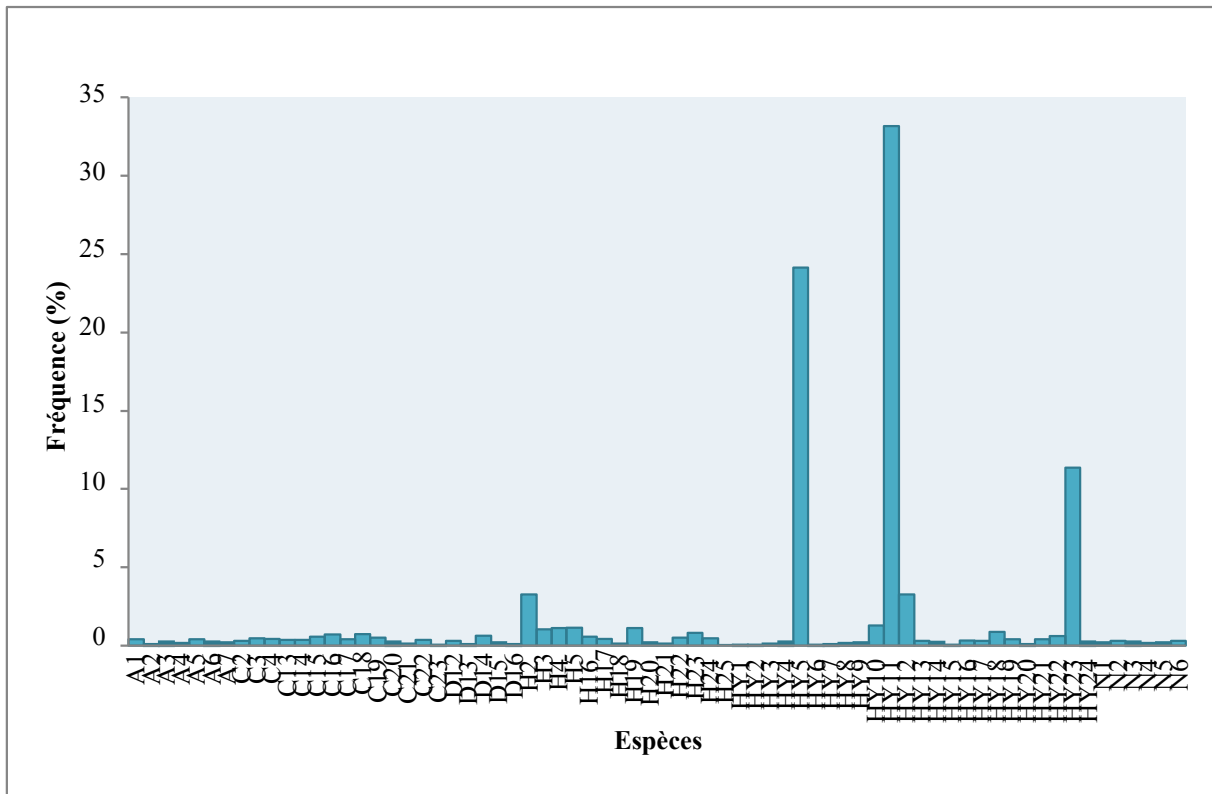


Figure 37 : Abondance relative des espèces de faune auxiliaire collectée dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

1.1.2.2. La fréquence d'occurrence ou constance

Les valeurs de la fréquence d'occurrence permettent de comprendre comment se répartit chaque espèce dans l'ensemble des oliveraies. La (Figure 38) montre que les espèces d'auxiliaires sont de quatre niveaux de constance. Le premier niveau renferme les espèces constantes dont la présence est marquée dans plus de 50 % des relevés, c'est le cas de : *Alloxista eleaphila*, *P. euphyllurae*, *Trechnites sp.*, *Pachyneuron sp.* Le deuxième niveau renferme deux espèces accessoires, *A. nemoralis* et *Orius laevigatus*, rencontrées dans 25 à 49% des relevés. Le troisième niveau est composé de 15 espèces accidentelles, retrouvées

Chapitre III : Résultats et discussions

dans 10% à 24 % des relevés. Enfin, le quatrième niveau rassemble 49 espèces sporadiques qui sont présentes dans moins de 10% des prélèvements.

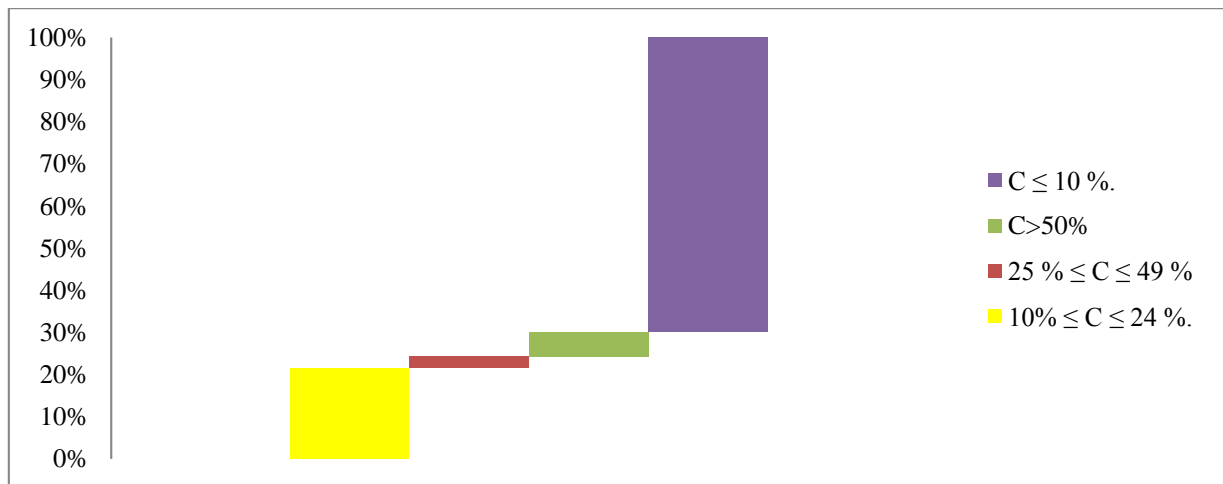


Figure 38 : Importance des différentes espèces de la faune auxiliaire selon leur occurrence dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

1.1.2.3. La richesse spécifique et l'abondance des espèces de la faune auxiliaire associée à *E. olivina*

La figure 39 montre que la richesse spécifique évolue de la même façon que l'abondance des espèces dans les trois oliveraies prospectées. La richesse spécifique et l'abondance des espèces les plus importantes sont observées dans les vergers de Bouzeguène, avec 61 espèces collectées et 1407 individus, suivi du verger de Beni Douala, avec de 46 espèces et 1338 individus. L'oliveraie de Mechtras est la moins riche avec 26 espèces et 1287 individus.

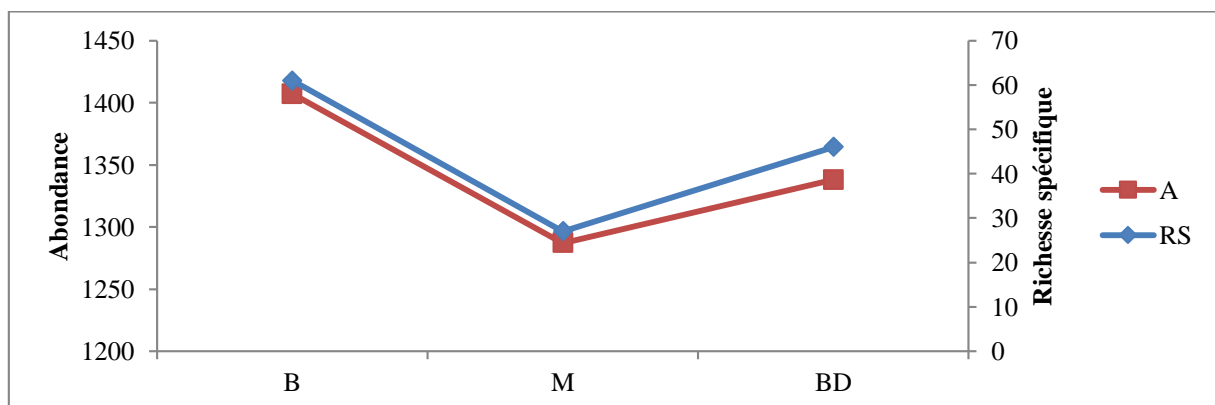


Figure 39 : Répartition de la richesse spécifique (RS) et de l'abondance (A) des espèces de la faune auxiliaire dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

Chapitre III : Résultats et discussions

1.1.2.4. La diversité (l'indice de Shannon) et l'équitabilité (E) de la faune auxiliaire collectée dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala

Les valeurs de la diversité et d'équitabilité, calculées pour les espèces utiles dans les trois vergers, révèlent une certaine corrélation entre la valeur de la diversité (H) et celle de l'équitabilité, dans les oliveraies d'études. Les valeurs les plus élevées sont notées dans le verger de Bouzeguène et les moins élevées dans celui de Mechtras.

Tableau 6 : Indice de diversité et d'équitabilité des espèces qui composent la faune auxiliaire collectée dans les régions de Bouzeguène (B), Mechtras (M) et Beni Douala (BD), durant les années 2014 et 2015.

Verger	Indice de Shannon (H)	Indice de Shannon théorique (H max)	Equitabilité
B	3.76	5.93	0.63
M	1.41	4.75	0.29
BD	3.39	5.52	0.61

1.1.3. Les prédateurs potentiels et parasitoïdes spécifiques d'*E. olivina*

1.1.3.1. Les prédateurs potentiels d'*E. olivina*

1.1.3.1.1. L'abondance relative des familles de prédateurs potentiels d'*E. olivina*

L'importance relative des familles de prédateurs collectés est représentée dans la figure 40 qui montre que la famille des Anthocoridae prédomine avec 26%. La famille des Coccinellidae vient en deuxième position avec une abondance relative de 17%. Les familles des Cantharidae et Miridae montrent des abondances similaires avec 11 %. Les Chrysopidae et Ligidae ont des abondances relatives similaires de 4% des effectifs collectés. Enfin, les Hemerobidae présente l'abondance relative la plus faible avec seulement 2%.

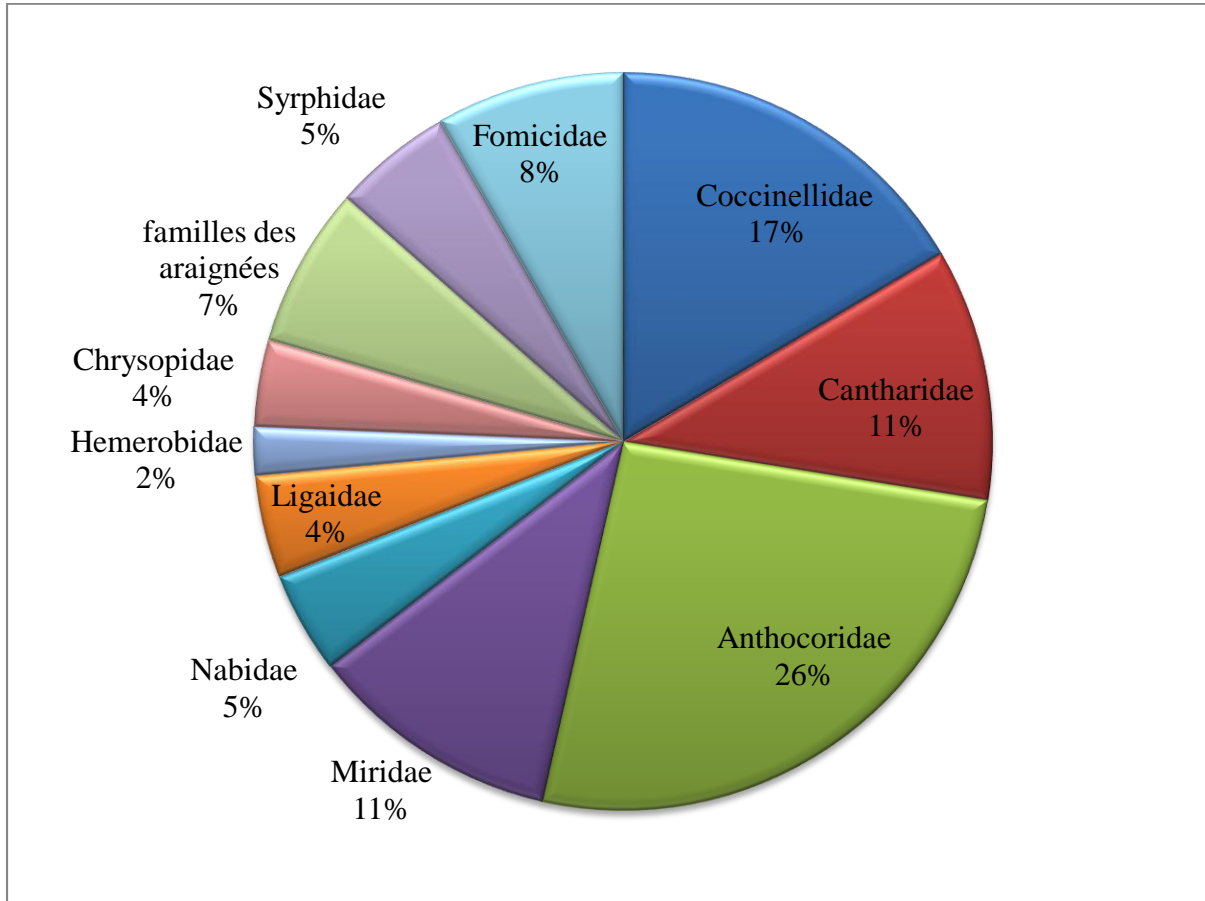


Figure 40 : Abondance relative des prédateurs potentiels d'*E.olivina* collectés dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

1.1.3.1.2. Importance des prédateurs potentiels d'*E.olivina* dans les trois régions d'études durant les années 2015 et 2015

La figure 41 montre que l'ordre des Coléoptères est composé de deux familles, à savoir les Coccinellidae (60%) et les Cantharidae (40%). Ces derniers représentent 17 et 11% de l'effectif des prédateurs collectés, respectivement.

Les espèces qui composent la famille des Coccinellidae sont au nombre de dix et les plus abondantes sont *Coccinella septempunctata*, avec 18% des effectifs collectés, suivie de *Chilocorus bipustulatus* (17%) et celles qui sont les moins représentées sont *Scymnus quadrimaculatus* (Figure 47 D) (4%) et *Scymnus subvillosus* (2%).

La figure 41 révèle également la présence de toutes les espèces de coccinelles dans le verger de Bouzeguène, durant les deux années d'échantillonnage, est une présence exclusive de trois

Chapitre III : Résultats et discussions

espèces, à savoir *Scymnus subvillosus* Goeze, *Scymnus quadrimaculatus* Herbst et *Scymnus apetzi* Mulsant.

Dans le verger de Mechtras, la famille des Coccinellidae n'est représentée que par deux espèces : *Scymnus rubromaculatus* Goeze et *Adalia bipunctata* L., celles-ci ont été observées durant les deux années d'études et représentent 7% des effectifs collectés.

Pour ce qui est du verger de Beni Douala, six espèces ont été retrouvées en 2014 : *Scymnus apetzi* Mulsant, *Pharoscyrnus setulosus*, *Oenopia doublieri* (Figure 47 E), *Coccinella septempunctata* L., *Chilocorus bipustulatus* et *Adalia decempunctata* L. En 2015, nous avons noté l'absence de *Scymnus apetzi* Mulsant. Les espèces de Coccinellidae collectées dans cette région représentent 49% de l'effectif total.

Les espèces de Cantharidae collectées, durant les années 2014 et 2015, sont : *Cantharis fusca* L., *Cantharis lateralis* L., *Cantharis livida* L., et *Rhagonycha fulva* Scopoli. Cette dernière espèce n'est présente que dans la région de Bouzeguène. L'importance relative des espèces de cette famille est respectivement de 21%, 35%, 29% et 15%.

Les espèces de Cantharidae citées précédemment sont toutes présentes dans le verger de Bouzeguène où elles représentent 39% de l'effectif total. Une seule espèce est notée à Mechtras, *Cantharis lateralis* L., elle cumule 16% de l'effectif total de cette famille.

Trois espèces ont été retrouvées dans le verger de Beni Douala : *Cantharis fusca* L., *Cantharis lateralis* L., *Cantharis livida* L., représentant 45% de l'effectif des Cantharidae collectés.

Chapitre III : Résultats et discussions

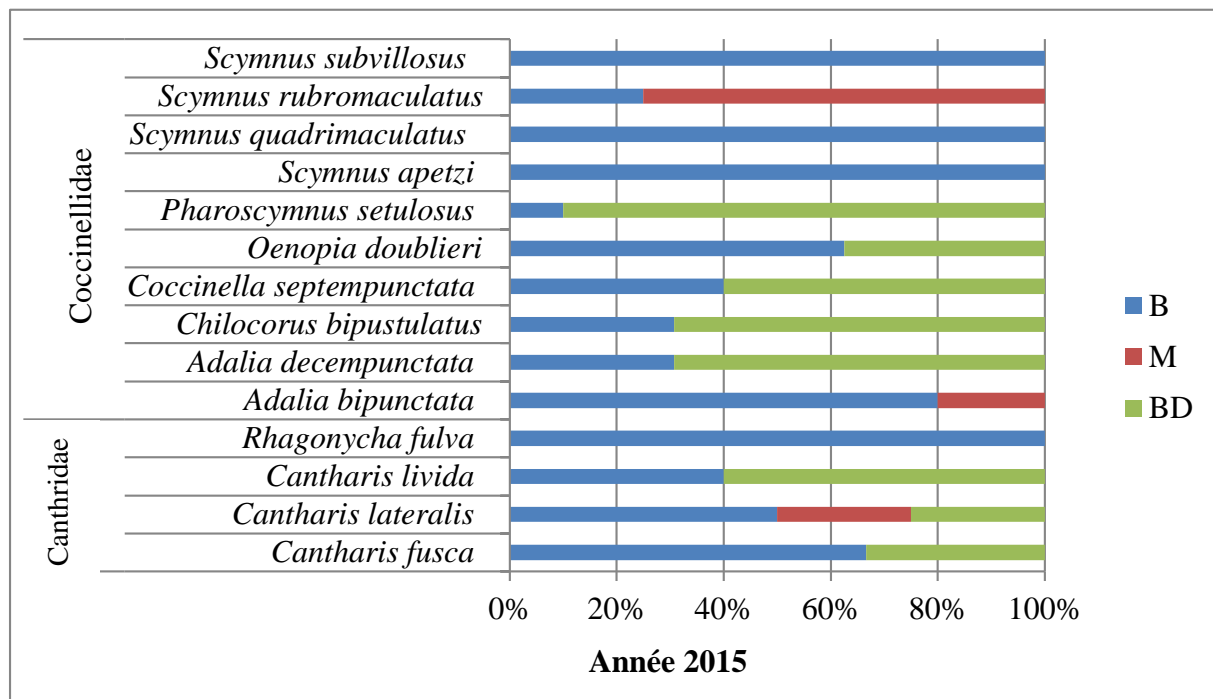
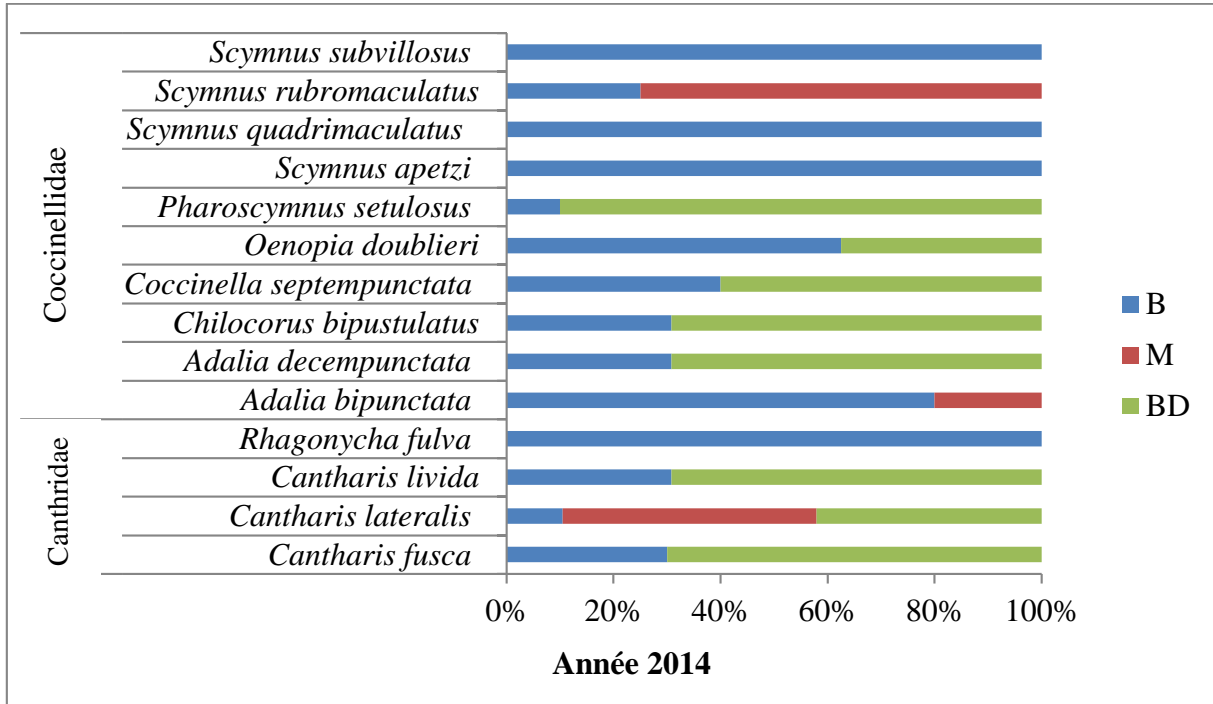


Figure 41 : Importance des espèces qui composent les familles appartenant à l'ordre des Coléoptères dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

La figure 42 montre que l'ordre des Hémiptères est composé de quatre familles : Anthocoridae, Lygaeidae, Miridae et Nabidae. La famille des Anthocoridae est représentée par quatre espèces : *Anthocoris nemoralis* (Figure 47 H), *Anthocoris nemorum*, *Orius majusculus* et *Orius*

Chapitre III : Résultats et discussions

laevigatus. L'espèce la plus abondante est *Anthocoris nemoralis*, avec 50% de l'effectif, elle est suivie par *Orius majusculus* (18%), *Orius laevigatus* (17%) et *Anthocoris nemorum* (16%).

Les espèces d'Anthocoridae collectées sont toutes présentes dans la région de Bouzeguène, avec une présence exclusive d'*Anthocoris nemorum*. L'importance relative des individus de cette famille est de 52% des individus collectés. Le verger de Mechtras compte trois espèces d'Anthocoridae : *A. nemoralis* Fabricius, *O. laevigatus* et *O. majusculus* Reuter ; ces espèces représentent 28% de l'effectif global de cette famille. L'oliveraie de Beni Douala n'héberge que deux espèces à savoir : *A. nemoralis* et *O. laevigatus* Fieb.

La famille des Lygaeidae comportant 4% des individus prédateur collectés, est composée de trois espèces du genre *Geocoris*.

La famille des Miridae comprend cinq espèces dont l'importance relative est comme suit : *Campyloneura virgula* (40%) (Figure 47 J), *Deraeocoris punctum* (29%), *Deraeocoris ruber* L. (18%), *Deraeocoris punctulatus* (8%) et *Macrolophus pygmaeus* (4%) (Figure 47 K). Ces cinq espèces sont toutes présentes dans les vergers de Bouzeguène en 2014, alors que *M. pygmaeus* n'a pas été observée en 2015. L'importance relative des individus qui composent la famille des Miridae dans ce verger est de 33%. Deux espèces sont collectées dans l'oliveraie de Mechtras : *C. virgula* et *M. pygmaeus* avec 44% de l'effectif total. Pour ce qui est du verger de Beni Douala, nous avons inventorié trois espèces de Miridae : *C. virgula*, *D. punctulatus* et *D. ruber* L.

La famille des Nabidae est composée de deux espèces, dont l'une *Nabis sp1* est présente dans les trois régions d'études alors que la seconde *Nabis sp2* est exclusivement présente dans l'oliveraie de Bouzeguène. La région de Mechtras compte 55% des individus de cette famille.

Chapitre III : Résultats et discussions

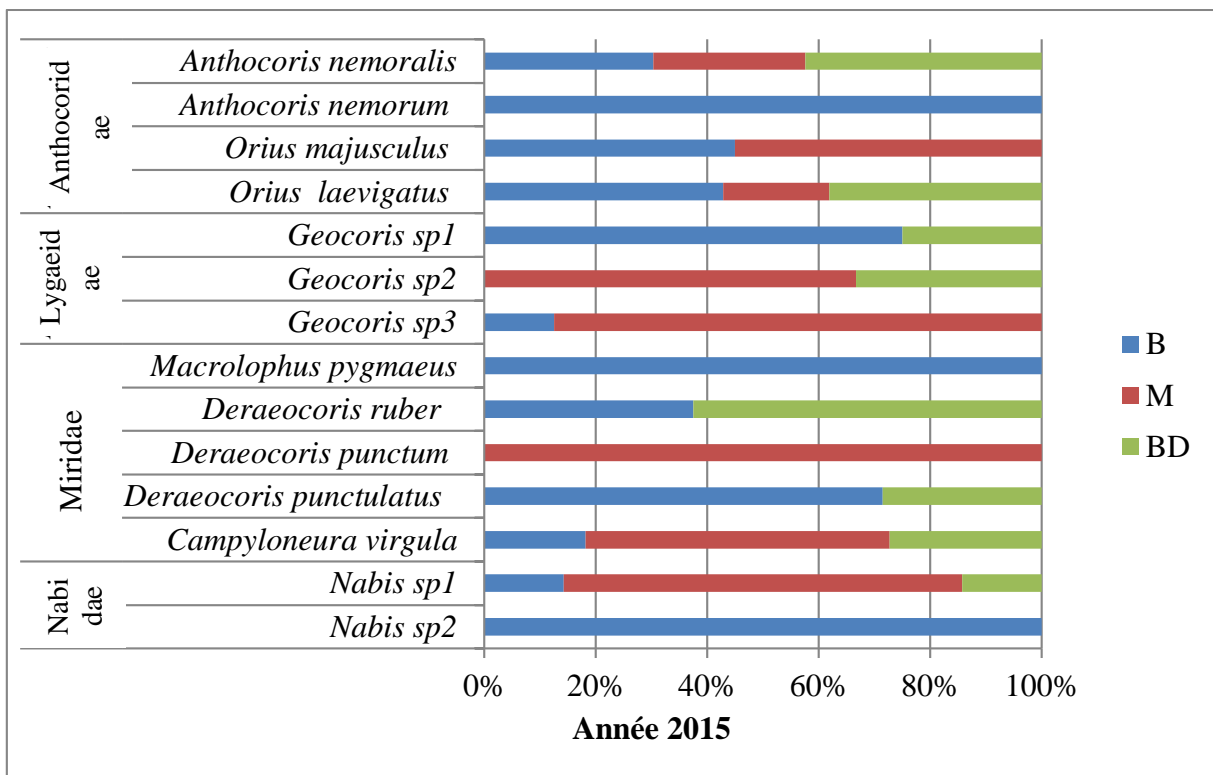
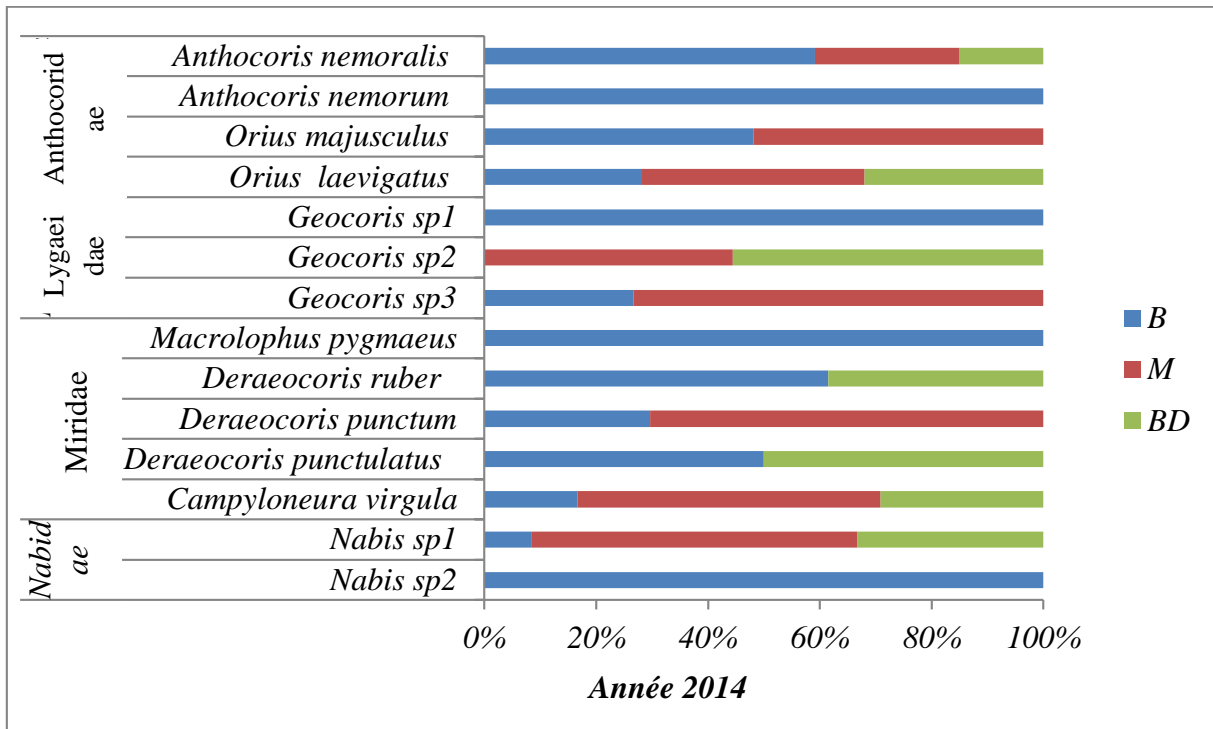


Figure 42 : Importance des espèces qui composent les familles appartenant à l'ordre des Hémiptères dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

Chapitre III : Résultats et discussions

La figure 43 montre que la famille des Syrphidae est composée de cinq espèces dont l'importance relative est comme suit : *Sphaerophoria scripta* (46%), *Episyrphus balteatus* (Figure 46 A) (22%), *Xanthandrus comtus* (18%), *Pipiza luteitarsis* (7%) et *Syrphus corollae* (6%). Toutes ces espèces sont présentes dans le verger de Bouzeguène, avec une présence exclusive de *Pipiza luteitarsis* et *Syrphus corollae* dans cette oliveraie où sont collectées 50% des Syrphidae. *Sphaerophoria scripta* est l'espèce commune aux trois oliveraies d'études et l'unique espèce retrouvée dans la région de Mechtras ; celle-ci présente 26% des échantillons. Dans le verger de Beni Douala, les espèces de Syrphidae sont : *Episyrphus balteatus*, *Sphaerophoria scripta* et *Xanthandrus comtus* avec 24% de l'effectif total.

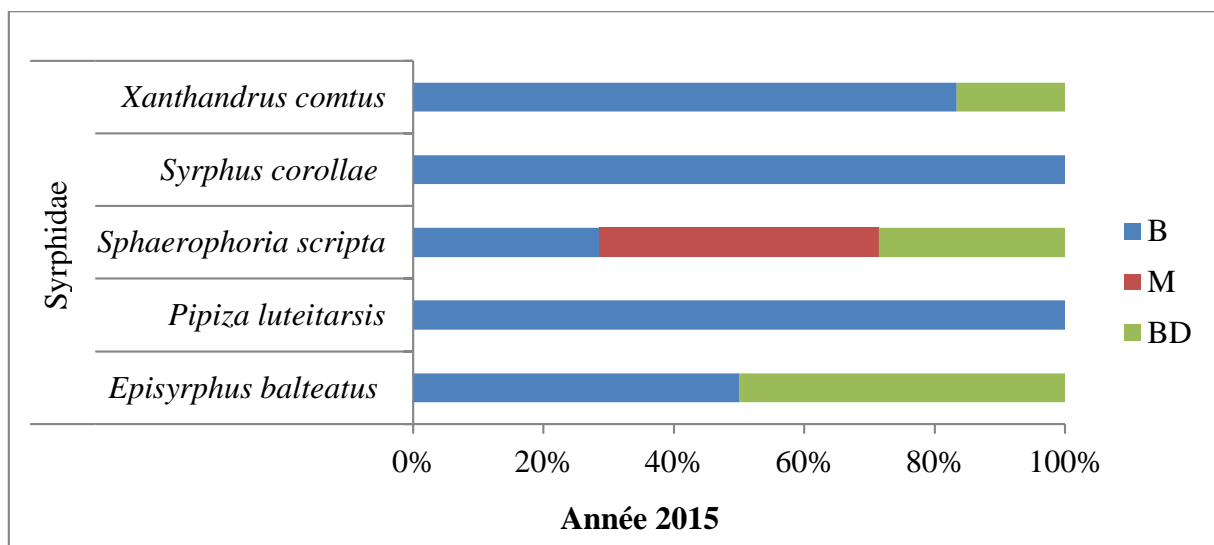
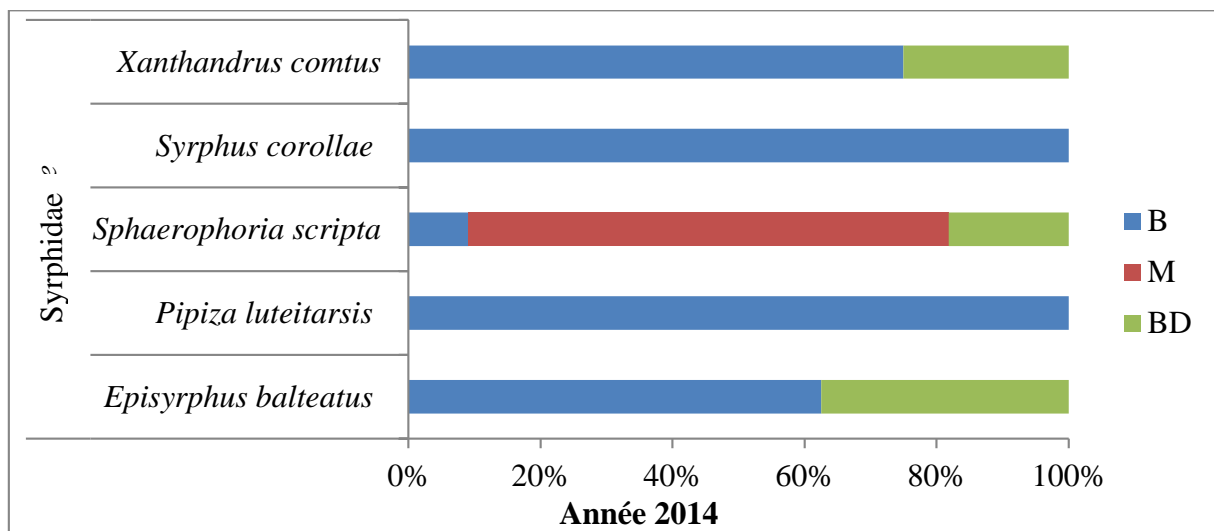


Figure 43 : Importance des espèces qui composent la famille des Syrphidae dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

Chapitre III : Résultats et discussions

Les résultats obtenus (Figure 44) indiquent que la famille des Chrysopidae est représentée par quatre espèces : *Chrysoperla carnea* (51%) (Figure 46 M), *Chrysoperla affinis* (23%), *Chrysopa pallens* (18%) et *Chrysoperla vulgaris* (8%). *Chrysoperla vulgaris* est exclusivement présente dans la région de Bouzeguène ; celle-ci cohabite avec de *Chrysoperla carnea* et *Chrysopa pallens*. Ces trois espèces constituent 56% de l'effectif global des Chrysopes collectés. *Chrysoperla affinis* est l'unique espèce présente dans le verger de Mechtras, son importance relative est de 17%. Pour ce qui est de la région de Beni Bouala, l'effectif relatif des Chrysopidae est de 28%. Les espèces retrouvées sont : *Chrysoperla carnea*, *Chrysoperla affinis* et *Chrysopa pallens*.

La famille des Hemerobidae est composée de deux espèces : *Hemerobius sp.* (59%) et *Micromus angulatus* (41%). Ces deux espèces ont été uniquement collectées dans les vergers de Beni Douala et Bouzeguene.

Chapitre III : Résultats et discussions

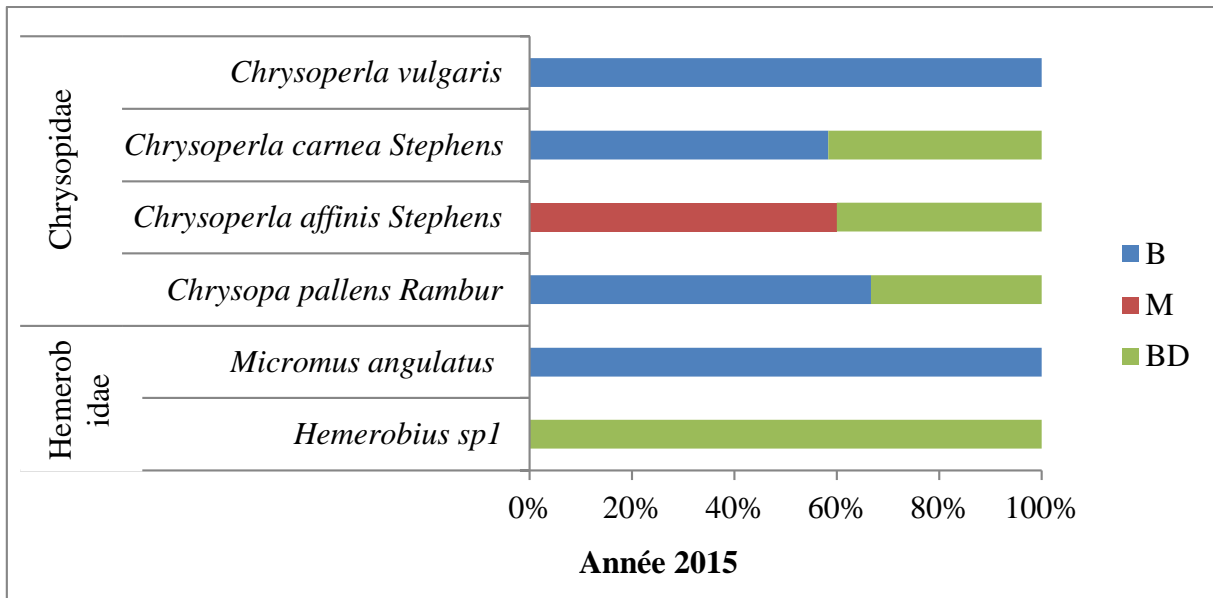
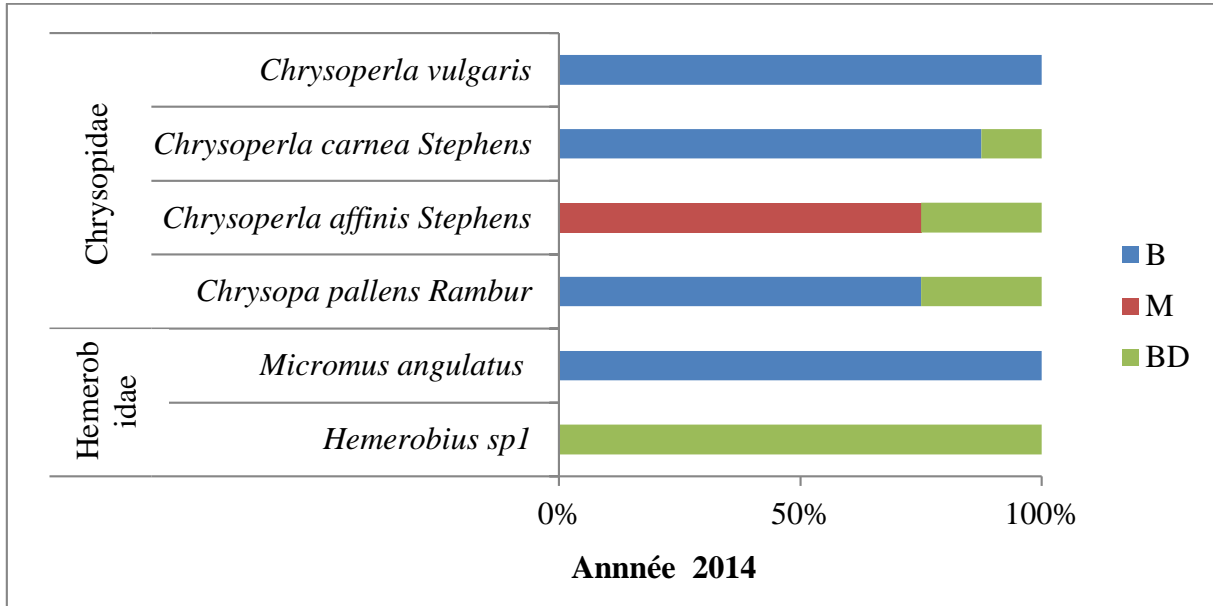


Figure 44 : Importance des espèces qui composent les familles appartenant à l'ordre des Neuropterae dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala durant les années 2014 et 2015.

La figure 45 montre que l'ordre des Araneae est composé de quatre familles : Cheiracanthiidae, Philodromidae, Salticidae et Thomisidae. Les espèces capturées appartiennent au genre *Cheiracanthium* (2) et à celui de *Philodromus* (2), ainsi que *Heliophanus cupreus*, *Synaema globosum* (Figure 47 N) et *synaema sp.* Dans le verger de Bouzeguène, cinq espèces d'araignées sont inventoriées et leur importance relative est de 33% de l'effectif global. Celles collectées à

Chapitre III : Résultats et discussions

Mechtras et Béni Douala sont au nombre de quatre dans chacune des régions, avec une importance relative de 36 % et 32%, respectivement.

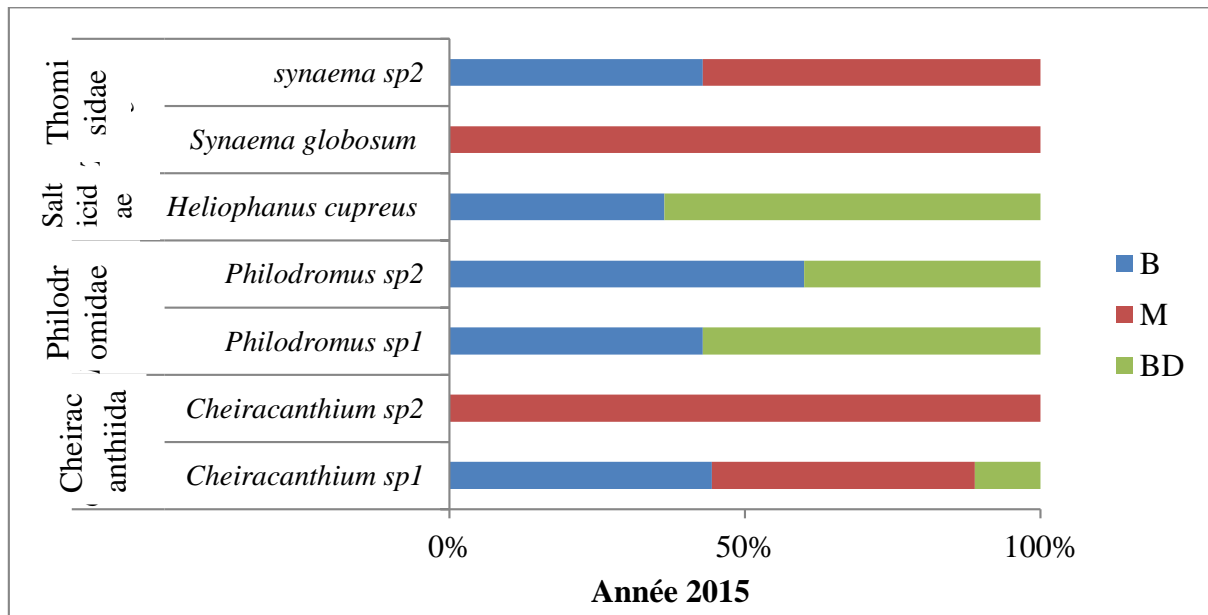
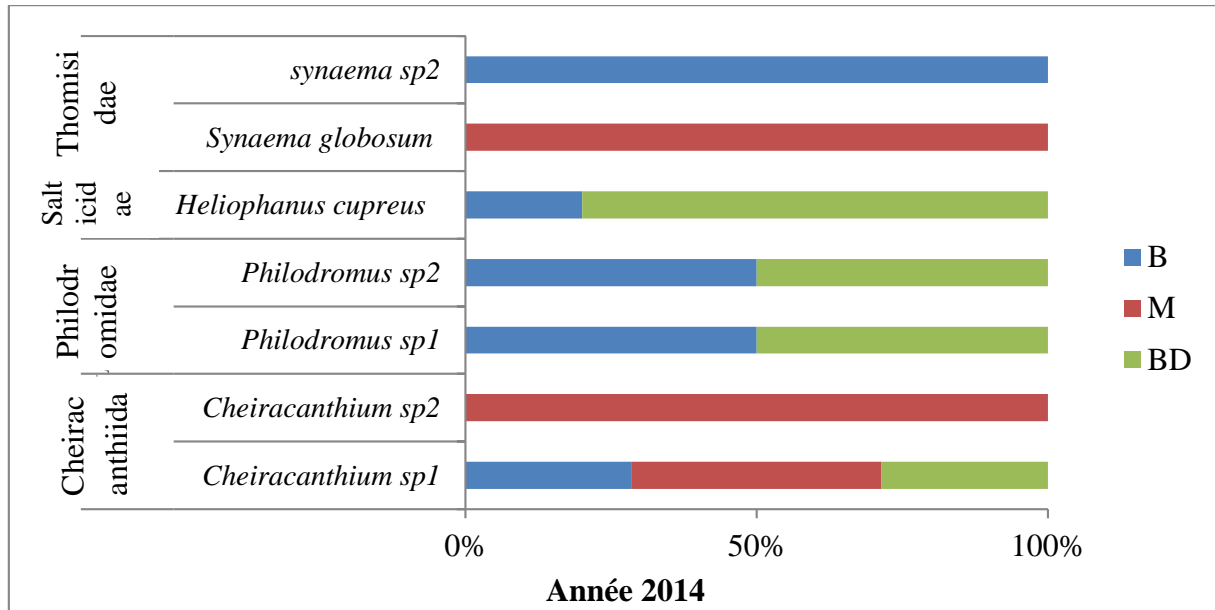


Figure 45 : Importance des espèces qui composent les familles appartenant à l'ordre des araneae dans les vergers de Bouzeuguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

La famille des Formicidae est composée de cinq espèces *Cataglyphis bicolor* Fabricius, *Crematogaster scutellaris* Olivier, *Messor barbara* L., *Messor sp.2*, et *Plagiolepis pygmaea* Latreille. L'oliveraie de Bouzeuguène compte trois espèces : *Cataglyphis bicolor* Fabricius,

Chapitre III : Résultats et discussions

Crematogaster scutellaris Olivier et *Messor sp.2*. Une seule espèce est collectée dans le verger de Mechtres et quatre autre dans le verger de Beni Douala : *Cataglyphis bicolor* Fabricius, *Messor barbara* L., *Messor sp.2*, et *Plagiolepis pygmaea* Latreille.

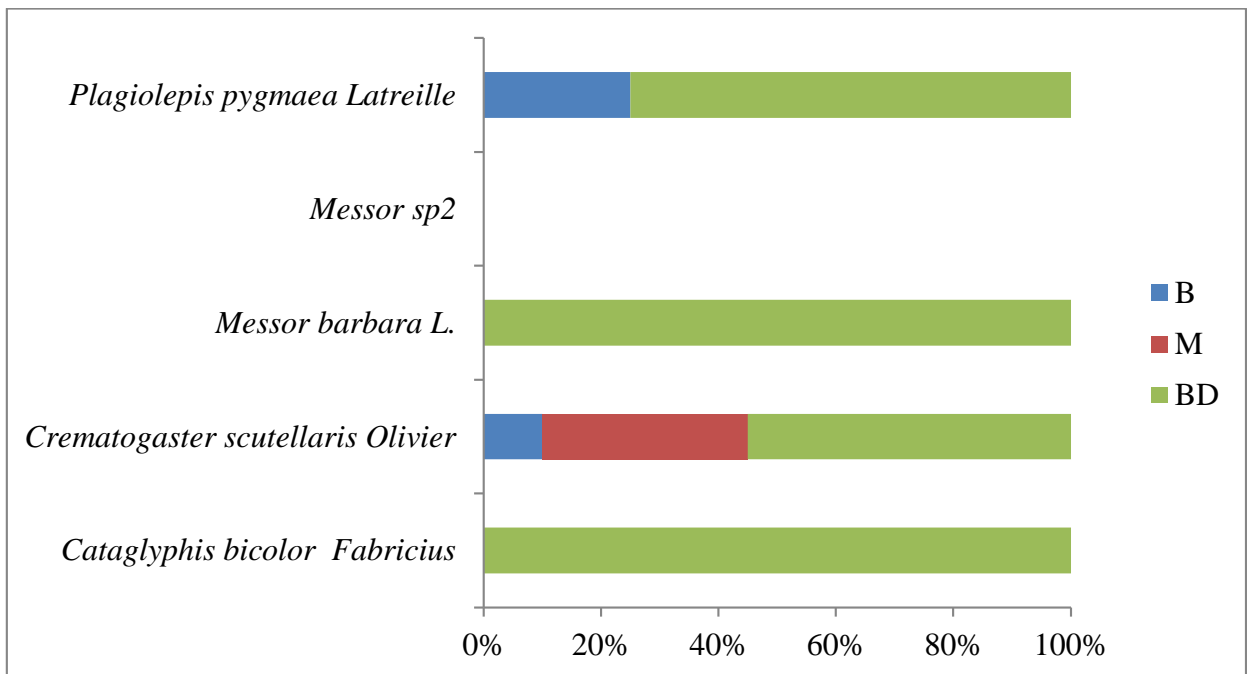
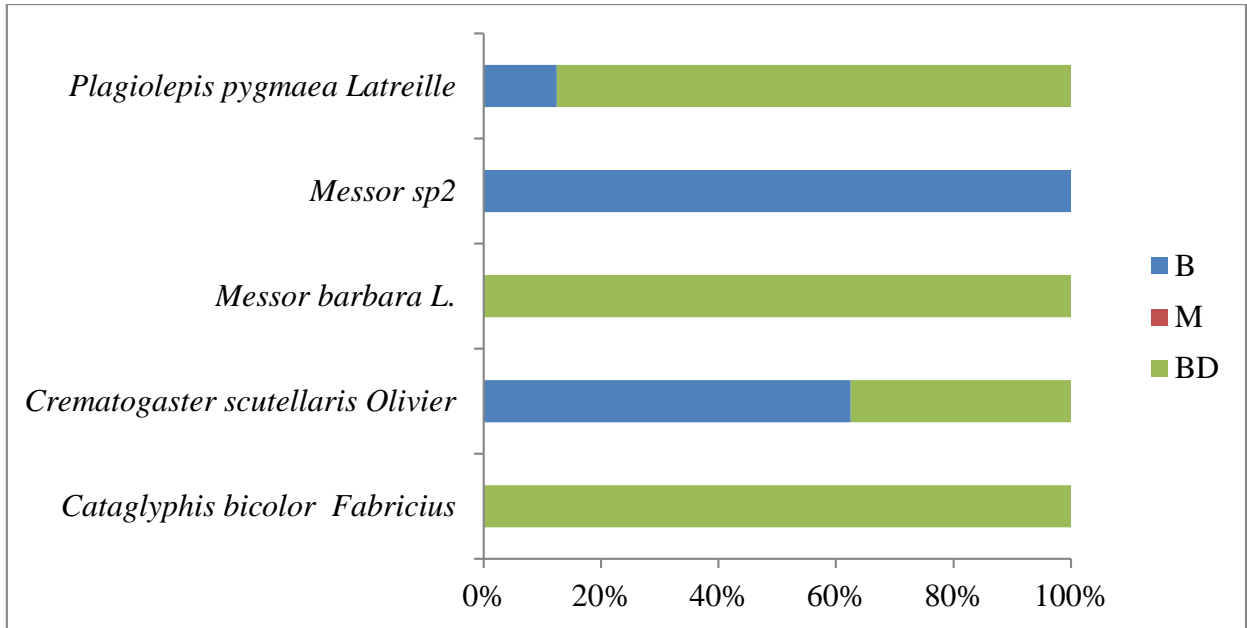


Figure 46 : Importance des espèces de la famille des Formicidae dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

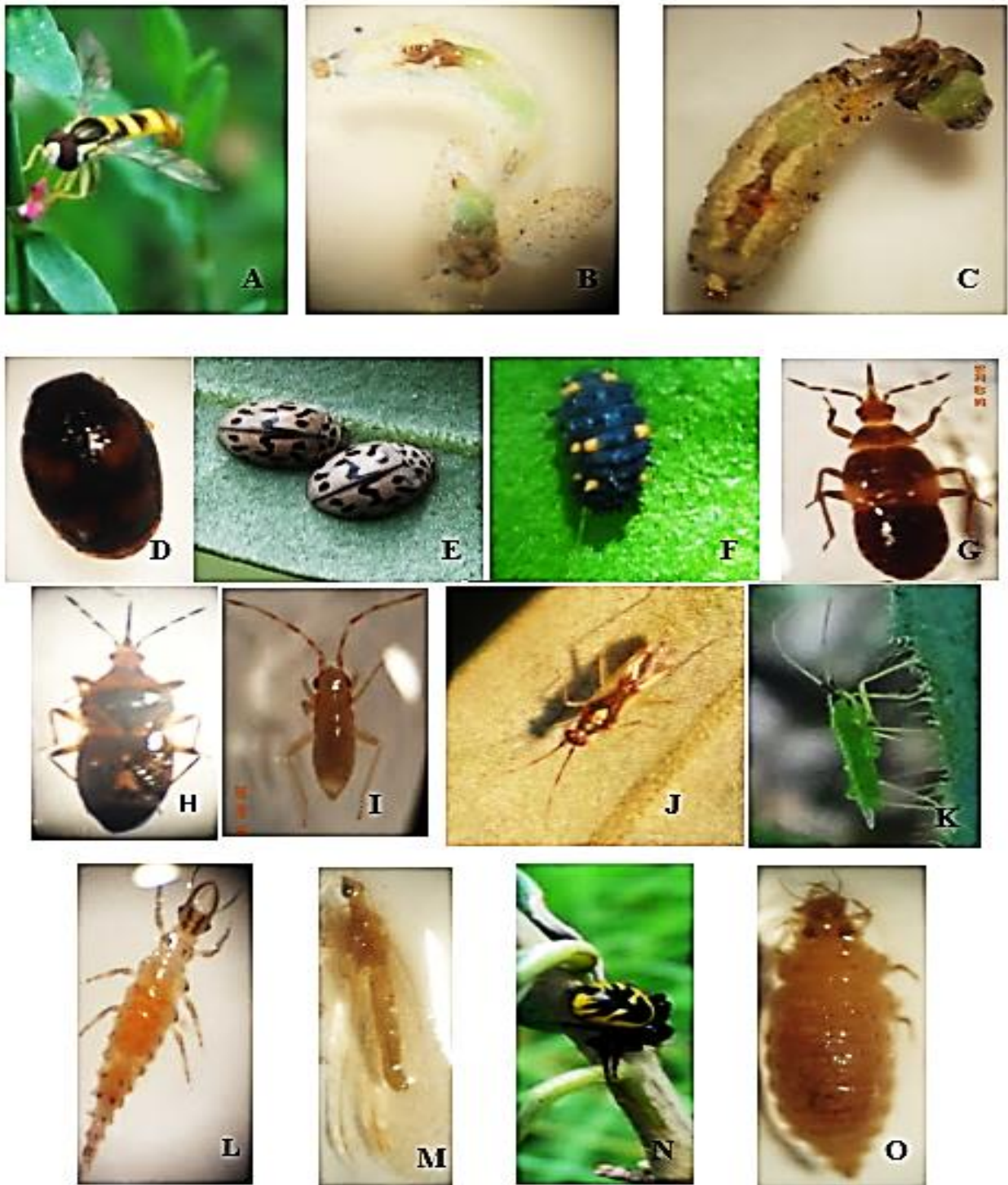


Figure 47 : Présentation de quelques prédateurs collectés dans les oliveraie d'études : (A) *Episyphus balteatus*, (B et C) larves de syrphes s'attaquant à un adulte et une larve d'*E. olivina*, (D) *Scymnus quadrimaculatus*, (E) *Oenopia doublieri*, (F) larve de coccinelle, (G) larve d'*Anthocoridae*, (H) *Anthocoris nemoralis*, (I et J) larve et adulte de *Campyloneura virgula*, (K) *Macrolophus pygmaeus*, (L et M) larve et adulte de *Chrysoperla carnea*, (N) *Synaema globosum*, (O) larve d'hémérobe (photographies originales, 2015).

1.1.3.2. Parasitoïdes spécifiques d'*E. olivina*

Les larves de psylle parasitées sont reconnues par une forme caractéristique, la couleur vire de marron claire à marron foncé, voir brunâtre, avant l'émergence du parasitoïde primaire ou de l'hyper parasitoïde visible par transparence à travers le tégument de la larve hôte momifiée (Figure 48). Selon nos observations, celles-ci se trouvent fixées à l'aisselle d'un pétiole, sous le limbe de la feuille, ces endroits semblent être ceux de la dernière mue imaginale du ravageur, notamment sous la feuille. Mais nous n'avons jamais trouvé de larves parasitées sur la face supérieure des feuilles.

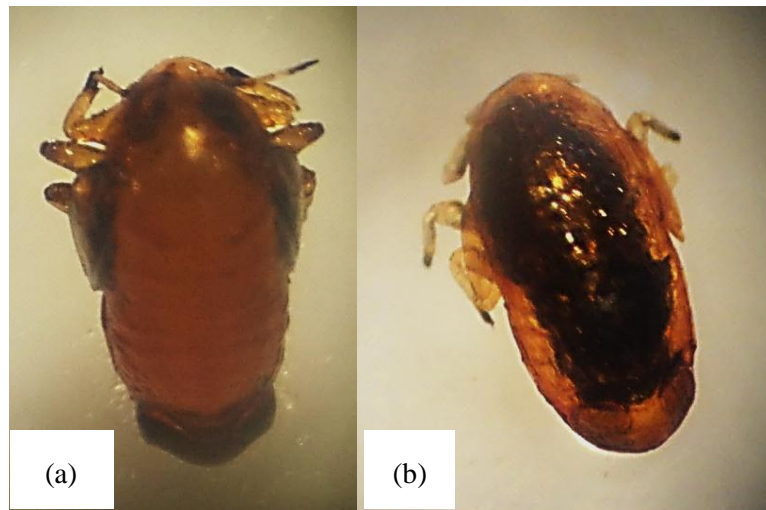


Figure 48 : Larves parasitées d'*E. olivina* (a et b) et parasitoïde visible par transparence à travers le tégument (b) (GX80) (photographies originales).

La collecte et l'isolement des larves d'*E. olivina* momifiées et d'aspect bombé a permis d'obtenir quatre espèces de parasitoïdes, avec un taux d'émergence avoisinant 95%, à savoir : deux espèces de parasitoïdes primaires : *Psyllaephagus euphylluræ* (Masi) (Hymenoptera, Encyrtidae) (Figure 49) et *Trichnites* sp. (Figure 50) ainsi que deux espèces d'hyper parasitoïdes *Alloxysta eleaphila* (Figure 51) et *Pachineuron* sp. (Figure 52).

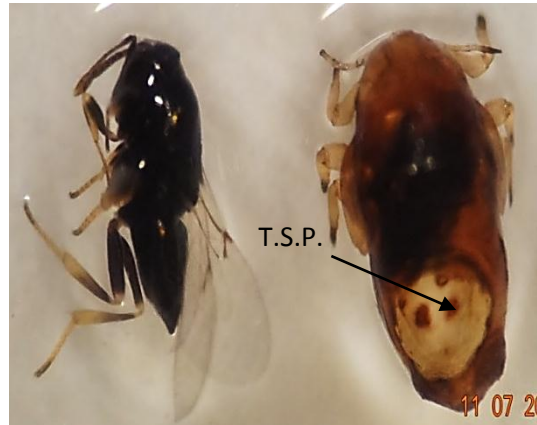


Figure 49 : *Psyllaephagus euphyllurae* (GX80) (photographie originale) (T.S.P: Trou de sortie du parasitoïde).



Figure 50 : *Trichnites* sp. (GX80) (photographie originale).



Figure 51 : *Alloxysta eleaphila* (GX80) (photographie originale)



Figure 52 : *Pachineuron sp.* (Une émergence tertiaire à droite et solitaire à gauche)
(GX80)(photographies originales)

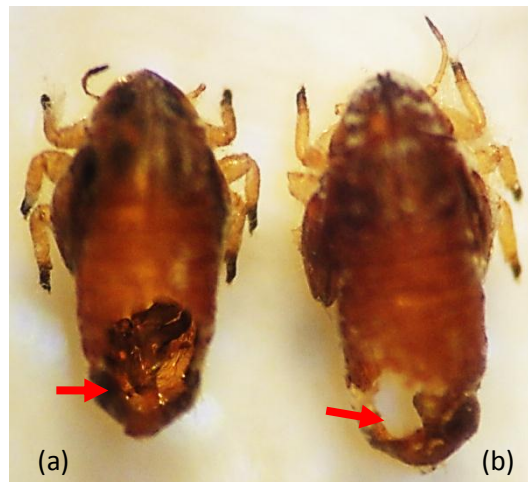


Figure 53 : Larve avec deux trous de sortie des parasitoïdes à droite (b) et avec un seul trou de sortie (a) à gauche (GX80) (photographie originale).

1.1.3.2.1. L'abondance relative des quatre espèces de parasitoïdes identifiés dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015

La figure 54 montre que les espèces de parasitoïdes primaires représentent 52% de l'effectif total des parasitoïdes collectés. *Psyllephagus euphyllura* présente à lui seule 47% des parasitoïdes collectés et 91% de l'effectif des parasitoïdes primaires, *Trichnites sp.* ne présente que 5% de l'effectif de parasitoïdes collectés. *Alloxista eleaphila* représente 33% des parasitoïdes collectés et 68% des hyperparasitoïdes et le reste est attribué à *Pachyneuron sp.*

Chapitre III : Résultats et discussions

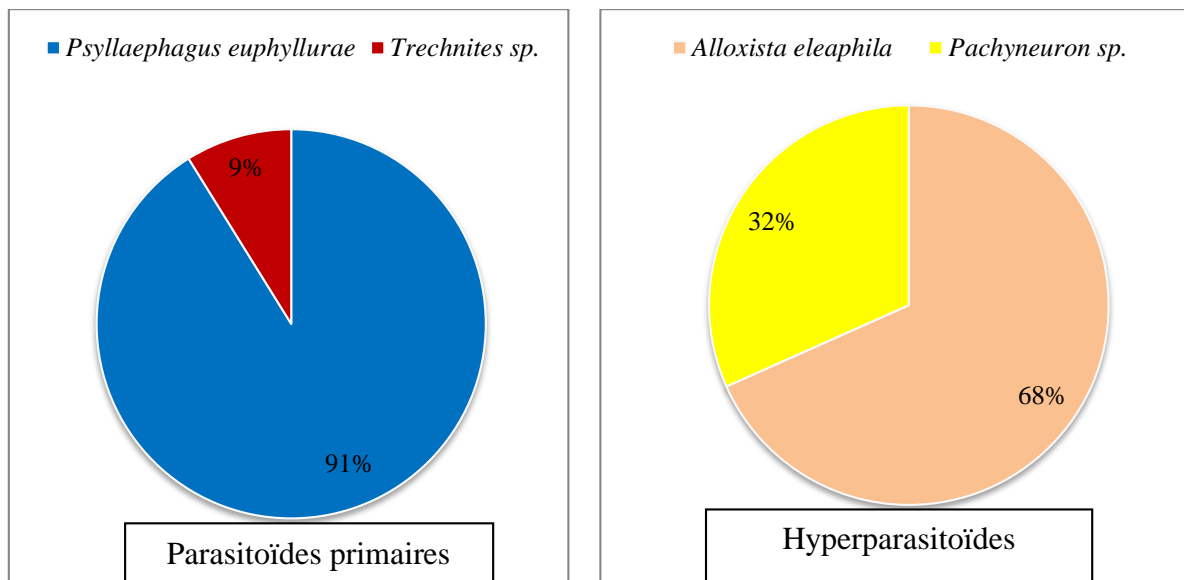
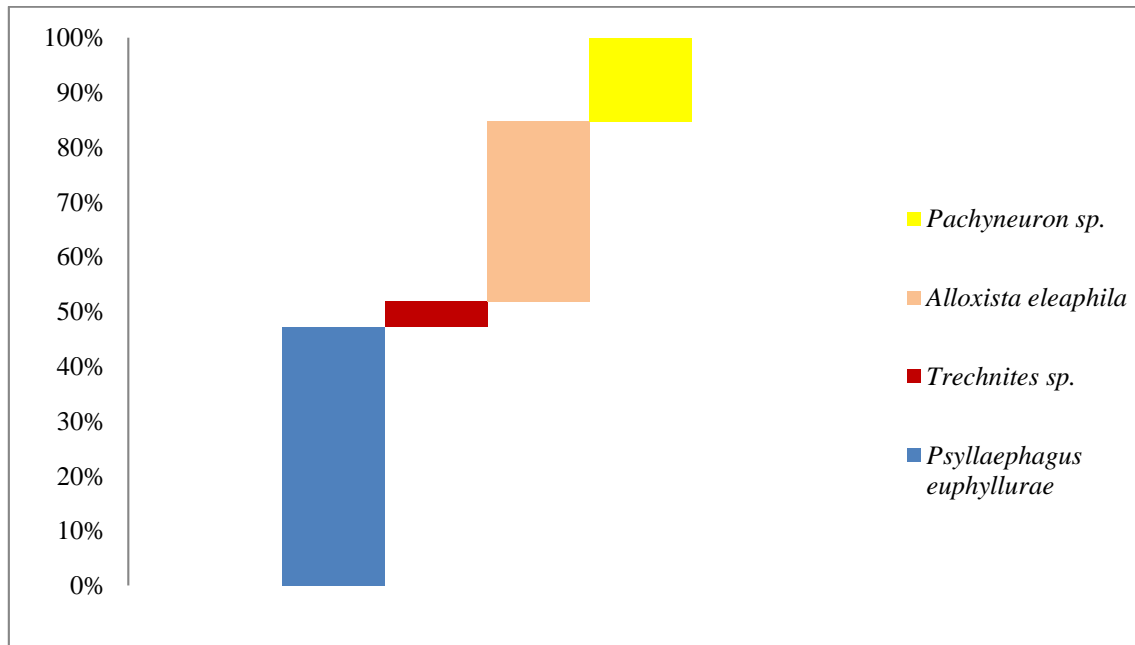


Figure 54 : L'abondance relative des quatre espèces de parasitoïdes identifiés dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

1.1.3.2.2. Evolution du taux de parasitisme selon les mois d'échantillonnage

Le test de Bartlett de l'homogénéité des variances montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les prévalences observées durant les différents mois de l'année ($p=2.2 \times 10^{-16}$). Le test de Student Newman Keuls classe les mois de l'année en cinq groupes homogènes comme le montre la figure. C'est durant le mois de mai que nous avons enregistré le plus fort taux de parasitisme, près de 40%.

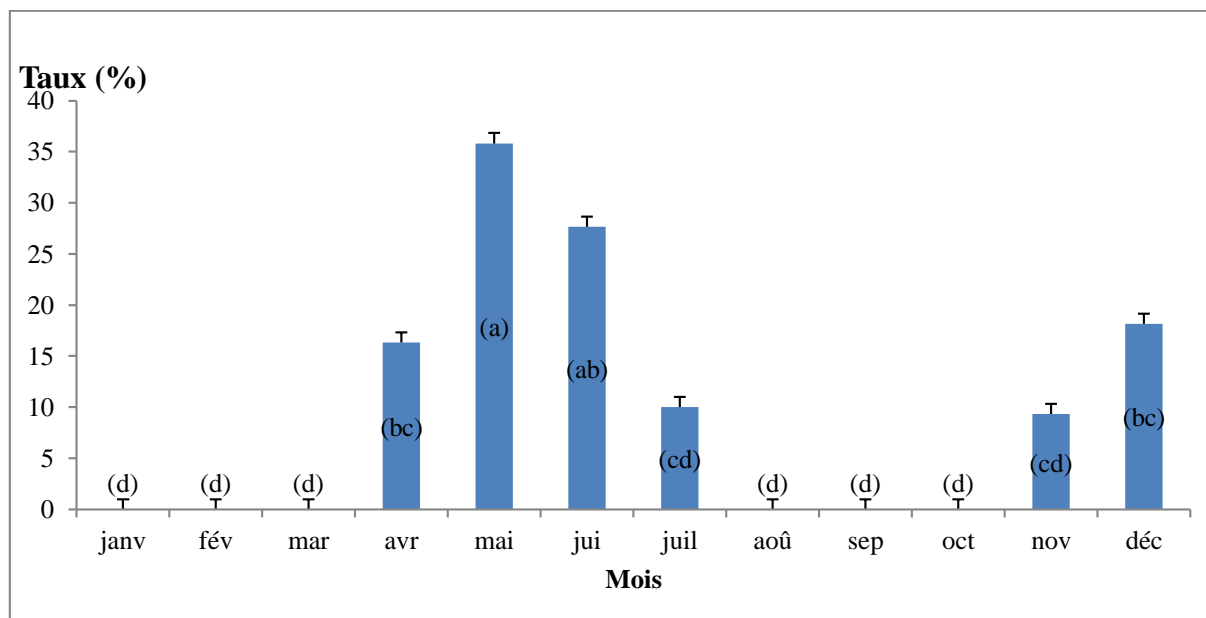


Figure 55 : Le taux de parasitisme moyen selon les mois d'échantillonnage, durant les années 2014 et 2015.

1.1.4. Évolution mensuelles des ennemis naturels d'*E. olivina* (prédateurs potentiels et parasitoïdes spécifiques)

Le test de Bartlett d'homogénéité des variances montre l'existence d'une différence très hautement significative dans la distribution de la faune auxiliaire selon les mois de l'année (p -value $< 2.2e-16$).

Le test de Student Newman Keuls classe les mois de l'année dans quatre groupes homogènes : le mois de mai avec l'effectif le plus important dans le groupe (a), il est suivie du mois de juin dans le (b), et avril (c), durant les autres mois de l'année (d) on enregistre les effectifs de la faune auxiliaire les plus faibles.

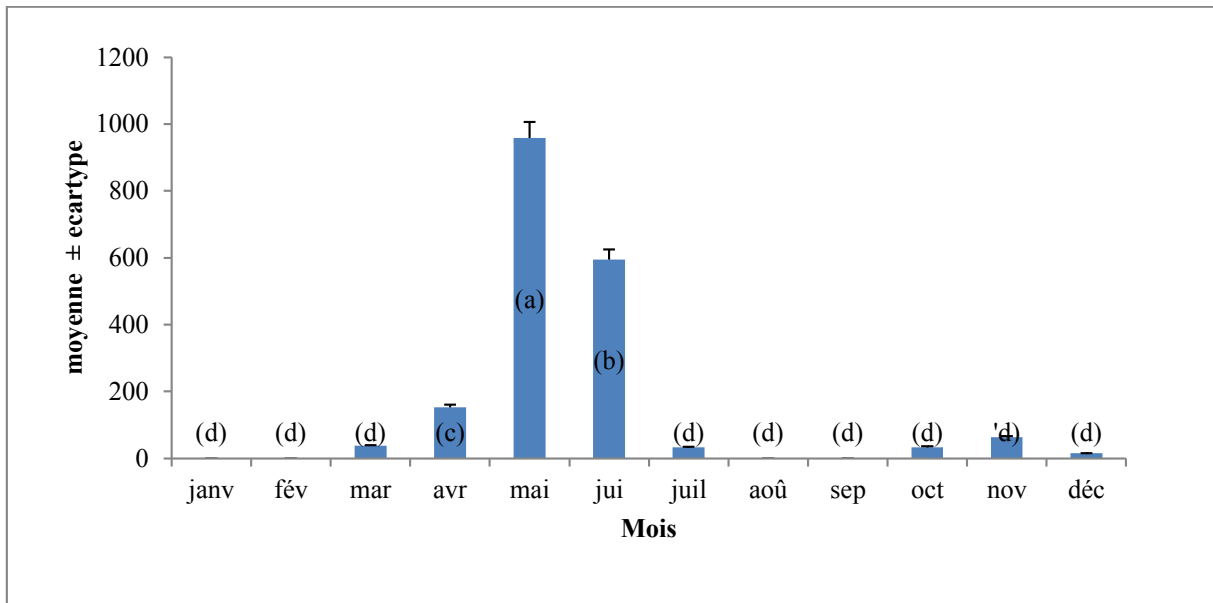
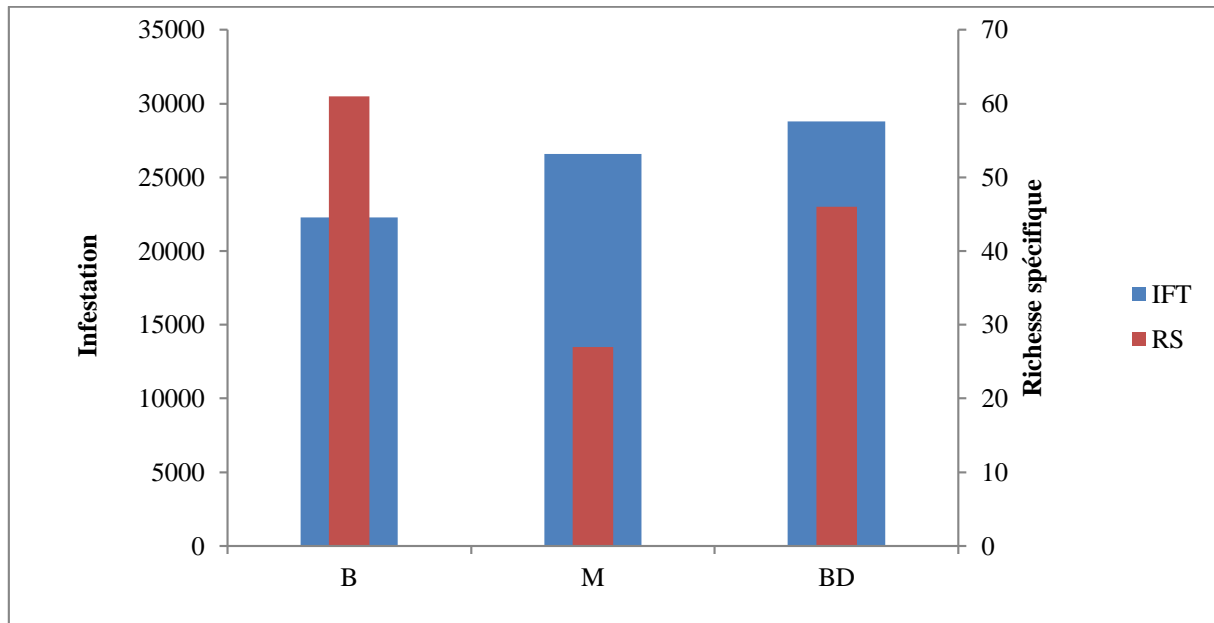


Figure 56 : Distribution des effectifs moyens de la faune auxiliaire selon les mois d'échantillonnage dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

1.1.5. La richesse spécifique de la faune auxiliaire et l'infestation des oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala par les populations d'*E. olivina*

L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative entre l'infestation des trois vergers d'études par le psylle de l'olivier ($p=0.005211$ **). Le test de Student Newman Keuls classe les trois vergers dans deux groupes homogènes : les oliveraies de Mechtras et Beni Douala dans le groupe (a) et Bouzeguène dans le groupe (b).

D'autre part, la richesse spécifique la plus importante est observée dans le verger de Bouzeguène, avec 61 espèces, elle est suivie de Mechtras avec 25 espèces, puis Beni Douala avec 46 espèces.



Figur 57 : L'infestation (IFT) par *E. olivina* et richesse spécifique (RS) de ses ennemis naturels dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015.

2. Discussion

2.1 Faune auxiliaire associée à *E. olivina* dans les vergers d'études

L'étude de la faune auxiliaire associée à *E. olivina* a nécessité l'utilisation de la méthode de battage et des prélèvements de rameaux de façon régulière dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant la période allant de janvier 2014 jusqu'au mois de décembre 2015.

La frondaison de l'olivier s'est révélée être un milieu extrêmement riche en faune entomophage. En effet, pas moins de 70 espèces ont été récoltées ; elles sont rangées dans 6 ordres et 21 familles : Aranea (Cheiracanthiidae, Philodromidae, Salticidae et Thomisidae), Coleoptera (Cantharidae et Coccinellidae), Diptera (Syrphidae), Hemiptera (Anthocoridae, Lygaeidae, Miridae et Nabidae), Hymenoptera (Braconidae, Cynipidae, Diapriidae, Encyrtidae, Eulophidae, Eupelmidae, Pteromalidae et Formicidae) et Neuroptera (Chrysopidae et Hemerobiidae). La variabilité et l'abondance des ordres d'arthropodes présents dans la canopée de l'olivier, a été mise en évidence par plusieurs auteurs (Arambourg, 1986 ; Gonçalves et Andrade, 2012 ; Vitanović *et al.*, 2018 ; Ruiz et Montiel, 2000 ; Ruiz et Montiel, 2001). D'après Viggiani (1986), le complexe entomophage lié à l'olivier est largement représenté par les Hémiptères, les Névroptères, les Coléoptères, les Acariens, les Diptères prédateurs, ainsi que

Chapitre III : Résultats et discussions

de nombreux Hyménoptères parasites et affirme que les espèces d'insectes utiles (prédateurs et parasitoïdes) sont plus nombreuses que les autres espèces inféodées à l'olivier. En effet, Bachouche (2019) a identifié 43 espèces représentant la faune auxiliaire dans certaines oliveraies des régions de Tizi Ouzou et de Bouira. Alors que Menzer (2016) n'a collecté que 2 prédateurs et 5 parasitoïdes dans des oliveraies des régions de Blida, Boufarik et Khemis El Khachna. En revanche, Gonçalves et Andrade (2012) ont collecté une faune auxiliaire répartie sur 5 ordres et rangée en 12 familles dans un inventaire réalisé dans deux oliveraies du Sud du Portugal.

Nos résultats révèlent que l'ordre des Hyménoptères montre l'abondance et la richesse spécifiques les plus importantes. Cet ordre est représenté, principalement, par les Hyménoptères parasitoïdes qui comptent, à eux seuls, 32% des espèces de l'entomofaune utile identifiée et 76% d'abondance. D'après Viggiani (1986) : « indubitablement la faune entomophage la plus riche est représentée par les Hyménoptères parasitoïdes ». L'auteur évoque le fait que chacune des espèces de phytophage inféodées à l'olivier a au moins 3 à 4 espèces de parasitoïdes en moyenne ; et certaines espèces comme *Prays olea* en compte pas moins de dix parasitoïdes. Les ordres des Hémiptères et des Coléoptères sont classés en deuxième position en terme de richesse spécifique, avec 19 espèces chacun, mais l'abondance du premier ordre est plus importante, les autres ordres recensés (Aranea, Diptera et Neuroptera) sont faiblement représentés notamment en terme d'abondance.

Par ailleurs, nos résultats montrent que la faune auxiliaire est dominée par la présence d'espèces rares alors que seulement 4 % des espèces sont constantes. *Psyllaephagus euphyllurae* et *Alloxista eleaphila* présentent les fréquences les plus élevées avec 33% et 24%, respectivement. Toutefois, une espèce représentée par un très petit nombre d'individus pourra avoir une forte constance si elle est présente dans beaucoup de prélèvements (Chevin, 1965). La disparité dans la répartition des espèces d'auxiliaires pourrait être expliquée par leur phénologie ainsi que la présence de leurs proies (pour les prédateurs) ou d'hôtes réceptifs (pour les parasitoïdes) en oliveraie, c'est le cas notamment de ces deux Hyménoptères parasitoïdes cités précédemment et dont la présence est tributaire de celle des larves âgées d'*E. olivina*.

L'indice de diversité le plus important été observé dans le verger de Bouzeguène, avec 3.76 bits, avec une équitabilité de 0.63 ; le verger de Beni Douala suit avec une diversité de 3.39 bits et une équitabilité de 0.61 ; enfin l'oliveraie de Mechtras présente une diversité de 1.41 bits

Chapitre III : Résultats et discussions

et une équitabilité de 0.29. Les indices de diversité de la faune auxiliaire sont considérés comme de bons indicateurs d'une biodiversité (Deutsch *et al.*, 2005), en raison du régime alimentaire mixte combinant la prédation de phytophages et la flore sur laquelle les adultes se nourrissent de pollen et de nectar (en alimentation stricte ou mixte) (Villenave-Chasset et Leblond, 2019).

Contrairement aux vergers de Bouzeguène et de Beni Douala, l'oliveraie de Mechtras présente une certaine hétérogénéité dans la répartition des espèces d'entomophages qui présentent un nombre d'individus élevé pour un nombre d'espèces peu important, par rapport aux deux autres régions, cela peut être attribué, en partie, à la situation de cette oliveraie et par conséquent son environnement. En effet, Thienneman (1939) stipule que : « lorsque les conditions de vie, dans un milieu donné sont favorables, de nombreuses espèces sont observées et chacune d'elles est représentée par un petit nombre d'individus et l'indice de diversité est alors élevé. Lorsque les conditions sont défavorables, un petit nombre d'espèces est observé, mais chacune d'elles est représentée par un grand nombre d'individus et la valeur de la diversité est ainsi faible ».

La richesse et l'abondance des entomophages dans les vergers d'études pourraient être expliquées par deux principales raisons. La première est liée au mode de conduite de l'oléiculture de type biologique, sans utilisation des traitements phytosanitaires, qui d'après Debras (2017) sont des éléments majeurs affectant les peuplements des vergers, notamment les organismes non ciblés telle que la faune auxiliaire. La deuxième raison est attribuée à la richesse du couvert végétal dans les oliveraies ainsi que dans leurs environnements. En effet, une augmentation de la diversité végétale fournit aux auxiliaires des cultures, des conditions favorables à une augmentation de leur diversité (abri, ressources...), et, au sein des niveaux trophiques, une augmentation de leur efficacité sur la régulation des ravageurs (Root, 1973). Ainsi, la richesse spécifique exceptionnelle en entomophages du verger de Bouzeguène et son incidence sur la limitation des populations du ravageur étudié, peut être attribuée à la présence remarquable d'une végétation spontanée sous les oliviers et aux alentours du verger. Au niveau de l'oliveraie de Beni Douala, par contre, il y a une certaine intervention sur la végétation spontanée, du fait que celle-ci se situe à proximité des habitations. Le verger de Mechtras se localise dans un centre de formation en agriculture, à proximité des serres de cultures maraichères et des vergers d'arboriculture fruitière où sont souvent utilisés des traitements phytosanitaires, ce qui pourrait avoir un impact sur l'entomofaune de cette oliveraie. De fait, les oliveraies, comme tous les biotopes, interagissent avec leur environnement. De nombreux déplacements de prédateurs comme d'auxiliaires s'effectuent depuis les différents biotopes

Chapitre III : Résultats et discussions

entourant les vergers (Van Emden, 1965 ; Macé et Gratraud, 2011), la richesse faunistique des alentours a donc une influence directe sur la biodiversité à l'intérieur de l'oliveraie (Macé et Gratraud, 2011), particulièrement celle des ennemis naturels qui est affectée par les pratiques agricoles à l'échelle de la parcelle et du paysage (Puech, 2014). De plus l'augmentation de la diversité végétale entraîne une augmentation de la diversité des phytophages et en conséquence de leurs prédateurs et parasitoïdes (Southwood *et al.*, 1979). Et il est généralement avancé que la diversité des espèces végétales peut favoriser les ennemis naturels en leur apportant des hôtes, proies alternatives, ou encore une alimentation complémentaire ainsi que plus de possibilité d'abris pour résister aux conditions défavorables (Landis *et al.*, 2000, Landis *et al.*, 2005). La présence d'adventices en verger crée un microclimat favorable à la ponte et au développement des prédateurs polyphages (Powell *et al.*, 1985) et constituent des réservoirs d'auxiliaires dans lesquels ils peuvent se réfugier et se nourrir en vue de les conserver sur les parcelles agricoles (Villeneuve-Chasset et Leblond, 2019). C'est le cas des pontes et larves de coccinelles que nous avons observées sur l'inule visqueuse présente dans les oliveraies prospectées (Figure 47 E). La présence des arbres constitue, aussi, des habitats pour l'entomofaune et leur caractère pérenne est un facteur de stabilité de la communauté des arthropodes (Halaj *et al.*, 2000). De plus, les prédateurs et les parasitoïdes sont particulièrement favorisés par des plantes plus grandes, plus denses, pouvant abriter plus d'arthropodes, et plus attractives pour les floricoles (Villeneuve-chasset, 2013), offrant ainsi du pollen et du nectar, ressources alimentaires complémentaires ou exclusives pour les adultes de nombreuses espèces d'auxiliaires : comme les Coccinellidae, les Chrysopidae, les Hemerobiidae, ... (Villeneuve *et al.*, 2005 ; Robinson *et al.*, 2008) ; ce qui influe directement la fécondité et la fertilité des femelles, qui mieux elles sont nourries, plus elles sont prolifiques (Villeneuve chaser et Mafayon, 2010) induisant ainsi une augmentation des effectifs des pontes et par conséquent celui des larves résultantes qui, contrairement à la majorité des espèces d'adultes dont elles proviennent, sont des agents de contrôle biologique des populations des déprédateurs (Sommagio, 1999 ; Meyer *et al.*, 2009). La diversité des plantes est donc un des facteurs principaux qui structurent les réseaux trophiques (Scherber *et al.*, 2010), et pourrait constituer un levier pour améliorer la régulation des ravageurs (Chaplin-Kramer *et al.*, 2011 ; Letourneau *et al.*, 2011 ; Dassou, 2014). Plusieurs méta-analyses ont montré que l'abondance des prédateurs est positivement corrélée avec la diversité des plantes alors que celle des herbivores est négativement corrélée avec la diversité de celles-ci. Bommarco et Banks (2003) ont montré, en se basant sur une littérature couvrant une période de 18 ans, que l'abondance des herbivores diminue et celle des prédateurs augmente

Chapitre III : Résultats et discussions

dans des systèmes où la diversité de la végétation augmente. En se référant à 45 articles publiés sur 10 ans, Letourneau *et al.* (2011) ont également montré que la diversité des plantes réduit les populations des herbivores et augmente celles des prédateurs.

Par ailleurs, nos résultats montrent que l'évolution temporelle des ennemis naturels est synchronisée avec celle des populations d'*E. olivina*. Les premiers auxiliaires arrivent en oliveraies avec les pontes massives du ravageur étudié, au mois de mars et le maximum est atteint au mois de mai qui est caractérisé par la présence massive de tous les stades du ravageur, notamment, les populations larvaires très attractives pour les prédateurs et les parasitoïdes, avec un taux de parasitisme le plus important avoisinant 40 %, grâce à la présence du miellat en abondance (Pinheiro *et al.*, 2015). En effet, les déplacements d'auxiliaires ont lieu entre les plantes avoisinantes et le verger en relation avec les effectifs de la proie (Debras, 2007). Cette période coïncide, également, avec le stade de floraison de l'olivier procurant une nourriture en pollen pour les adultes d'auxiliaires floricoles. D'après Andow et Risch (1985), le pic d'apparition des prédateurs est enregistré pendant la période de floraison des cultures où des plantes avoisinantes.

2.2. Les prédateurs potentiels d'*E. olivina*

60% des coléoptères recensés, durant les deux années dans les trois vergers d'études, sont des coccinelles qui représentent 17% des effectifs de prédateurs. Elles sont au nombre de dix : *Adalia bipunctata*, *Adalia decempunctata*, *Chilocorus bipustulatus*, *Coccinella septempunctata*, *Oenopia doublieri*, *Pharoscyrnus setulosus*, *Scymnus apetzi*, *Scymnus quadrimaculatus*, *Scymnus rubromaculatus* et *Scymnus subvillosus*.

Nous avons constaté la présence des larves de coccinelles dans les colonies larvaires et pontes d'*E. olivina*. Elles jouent un rôle important dans la réduction des populations de nombreux ravageurs de culture tels que les psylles, les pucerons et les cochenilles (Sahraoui et Gourreau, 2000; Debras, 2007). Ces entomophages manifestent une absence totale de monophagie quelle que soient les proies habituellement chassées (Sahraoui, 2016). Cela s'explique par la présence de deux types de nourritures chez ces insectes (Ipert, 1966), une première dite « essentielle » ou préférentielle, qui est la plus recherchée et une deuxième dite « alternative » qui assure la survie des adultes sexuellement inactifs et qui peut être constituée d'œufs, de larves d'insectes, d'acariens, de spores de champignons, de miellat, de pollen et même de débris de végétaux.

Chapitre III : Résultats et discussions

Les dix espèces collectées font partie des 46 coccinelles prédatrices collectées en Algérie par Sahraoui (2016). *Scymnus (Pullus) subvillosus* et *Chilocorus bipustulatus* L., font partie des espèces les plus communes des oliveraies du bassin méditerranéen (Argyriou et Katsoyannos, 1977). *Chilocorus bipustulatus* L. est très prometteuse dans le cadre de la lutte biologique en oliveraie, en raison de sa voracité aux stades adulte et larvaire (Santos *et al.*, 2009).

Par ailleurs, nous avons dénombré quatre espèces de Cantharides : *Cantharis fusca*, *C. lateralis*, *C. livida* et *Rhagonycha fulva*. Elles sont toutes présentes dans le verger de Bouzeguène caractérisé par, une présence exclusive de *Rhagonycha fulva*. Une seule espèce est collectée à Mecchtras : *C. lateralis* et trois dans le verger de Beni douala : *C. fusca* L., *C. lateralis* et *C. livida*. Les individus de cette famille représentent 11% du cortège des prédateurs et ont un régime alimentaire mixte (mycetophages) : les larves sont exclusivement prédatrices par contre les adultes ont une alimentation mixte, complétée avec du nectar et du pollen (Villenave-Chasset, 2013 ; Debras, 2017). Ces prédateurs généralistes sont très actifs dans les colonies *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera : Aphididae) en vergers de pommiers (Dib, 2010).

Qualifiés de petits prédateurs (Carayon, 1961), les familles d'arthropodes collectées dans l'ordre des Hémiptères sont : Anthocoridae, Miridae, Nabidae et Lygidae. La famille des Anthocoridae représente 26 % des prédateurs collectés avec quatre espèces : *Anthocoris nemoralis*, *A. nemorum*, *Orius majusculus* et *O. laevigatus*. L'espèce la plus abondante est *A. nemoralis*, avec 50% de l'effectif des Anthocoridae.

Nous avons observé, dans les trois oliveraies, une présence remarquable des individus de la famille des Anthocoridae (larves et adultes), qui s'activent dans les colonies larvaires, notamment, à la deuxième quinzaine du mois de mai où l'activité du phytophage étudié est importante. En effet, les espèces de cette famille sont attirées par les plants infestés de psylles et présentent une préférence pour les stades immobiles des proies attaquées (Aléné *et al.*, 2004), tel est le cas des pontes et des jeunes stades larvaires d'*E. olivina*. Les espèces appartenant au genre *Orius* exercent une prédation plus polyphage que celle du genre *Anthocoris* (Debras, 2007) qui est étroitement lié aux psylles (Fauvel *et al.*, 1981a). Une différence entre les espèces du genre *Anthocoris* est également observée. *A. nemoralis* et *A. nemorum* peuvent se nourrir d'une grande variété de proies (pucerons, acariens, œufs de lépidoptères ...) et la première espèce a une forte préférence pour les psyllidés (Sigsgaard *et al.*, 2006). L'expérience au laboratoire a montré qu'*A. nemorum* a préféré se nourrir de pucerons plutôt que de *C. pyri*

Chapitre III : Résultats et discussions

pendant que *A. nemoralis* consomme *C. pyri* plutôt que les pucerons (Sigsgaard, 2005). Cette dernière compte pour la moitié des effectifs de la famille des Anthocoridae collectés. La présence notable de cette espèce, dans les oliveraies d'études, pourrait être liée aux conditions écologiques favorables comme la disponibilité des ressources trophiques, notamment, la présence importante des populations du psylle de l'olivier. Pour leur part, Gharbi *et al.*, (2012) ont montré que l'ennemi naturel d'*E. olivina* le plus abondant en oliveraie est *A. Nemoralis* qui représente 49% de la totalité des auxiliaires collectés. Une inféodation préférentielle de cette punaise prédatrice au psylle de l'olivier et son efficacité comme agent de lutte contre ce ravageur est constatée par Ba M'hamed et Chemseddine (1999) selon lesquels plus de 600 larves sont détruites au cours du développement d'une seule larve d'*A. nemoralis*. Ces deux auteurs ont remarqué que les individus de cette espèce présentent une longévité et fécondité élevées ainsi qu'un cycle de développement plus court lorsqu'ils sont nourris de psylles de l'olivier (proie naturelle). En revanche, ces potentialités sont nettement plus faibles lorsque l'alimentation est constituée de larves de pucerons. De plus, ce prédateur montre vis-à-vis du psylle une voracité trois fois plus élevée que celle manifestée envers les larves de pucerons.

La famille des Miridae représente 11% des prédateurs et comprend cinq espèces : *Campyloneura virgula* 40%, *Deraeocoris punctum* Rambur 29%, *Deraeocoris ruber* 18%, *Deraeocoris punctulatus* 8% et *Macrolophus pygmaeus* 4%. Nos résultats montrent que *C. virgula* constitue la proportion la plus importante de la famille des Miridae avec 40 % des individus. La même observation est faite par Herard (1986) dans les vergers de poiriers où celle-ci constitue l'une des espèces des Miridae les plus répandues. D'après ce même auteur, *C. virigula* est aussi abondante dans le Sud de la France et la région parisienne où elle fréquente l'aubépine. Ce prédateur polyphage est également réparti dans toute l'Europe, en Afrique du Nord et au Proche-Orient où il est observé sur divers arbres à feuilles caduques comme *Fraxinus*, *Tilia*, *Alnus* et *Fagus* (Wagner et Weber, 1964). Cette espèce est également signalée par Larbaoui (2019) comme prédatrice de pucerons dans les vergers d'agrumes, en Algérie.

Les espèces du genre *Deraeocoris* représentent également une part importante de la famille des Miridae et manifestent une polyphagie plus grande par rapport aux *Anthocoris* (Fauvel *et al.*, 1981a). Elles sont réputées pour la prédation de psylles et d'aphidiens (Favet *et al.*, 2012), faisant d'elles des candidats intéressants pour la limitation des populations du phytophage étudié. Les espèces du genre *Deraeocoris* ont été également signalées comme ennemis naturels du psylle du poirier *Psylla pyri* (Bonnemaison, 1964), du psylle des agrumes (Van Den Berg *et*

Chapitre III : Résultats et discussions

al., 1987), de pucerons sur tilleul et chêne (Wagner et Weber, 1964) et divers insectes et acariens dans les vergers de pommiers et poiriers (Fauvel *et al.*, 1981a).

Macrolophus pygmaeus ne représente que 4% des Miridae, celle-ci est utilisée à des fins de lutte biologique, elle se nourrit principalement de petits insectes mais également par piqûres sur la plante (Bout *et al.*, 2019). Par ailleurs, plusieurs études ont démontré l'efficacité de ce prédateur zoophytophage dans la lutte contre divers ravageurs de cultures (pucerons, Lépidoptères, aleurodes, thrips, ...), notamment dans les cultures sous serre (Perdikis *et al.*, 2011 ; Perez-Hedo et Urbaneja, 2015 ; Perez-Hedo *et al.*, 2015 ; Alomar *et al.*, 2015 ; Sylla *et al.*, 2016). Cette espèce est produite en masse et commercialisée depuis les années 1994, elle est désormais couramment utilisée en lutte biologique dans une vingtaine de pays (Europe, Afrique du Nord, et Afrique du Sud) (Lenteren, 2012).

L'évaluation de l'efficacité comparée des Miridae et Anthocoridae réalisée par Unruh et Higbee (1994) dans un programme de lutte biologique contre le psylle du poirier a montré que les Anthocoridae était plus prometteurs que les Miridae.

La famille des Nabidae représente 5% des prédateurs rencontrés lors de notre étude. Elle est composée de deux espèces appartenant au genre *Nabis*. Ces insectes présentent un spectre de prédation étendu depuis des œufs les plus divers qu'ils perforent et vident de leur contenu (Villiers, 1952) aux adultes de psylles, de pucerons, decicadelles, de mouches, et de larves de coléoptères et de lépidoptères (Favet *et al.*, 2012).

La famille des Lygidae représente 4% des prédateurs collectés. Elle est composée de trois espèces appartenant au genre *Geocoris*. D'après Carayon (1961), les individus appartenant à ce genre s'attaquent à de petits hémiptères phytophage, dont les psylles et peuvent jouer un rôle non négligeable dans la réduction de leurs populations. Ce même auteur rajoute que parmi les Lygidae, il n'existe qu'une faible proportion d'espèces prédatrices. *Geocoris punctipes*, à titre d'exemple, s'attaque au Psylle du Gommier rouge (*Glycaspis brimblecombei* Moore) (Cocquempot *et al.*, 2012). Cette dernière est également connue comme prédatrice des adultes du psylle africain des agrumes (Van Den Berg *et al.*, 1987). Les larves et imagos de *Geocoris amabilis* Stål (Lygaeidae) ont été observés sur *Ricinodendron heudelotii* alors qu'elles se nourrissaient de larves et de jeunes adultes du psylle *Diclidophlebia xuani* (Aléné *et al.*, 2004). Et selon ce même auteur, les individus de ce genre s'attaquent aussi aux pucerons et aux larves de petits hétéroptères.

Chapitre III : Résultats et discussions

Les Syrphidae représentent la seule famille de prédateurs de l'ordre des Diptères collectés, avec cinq espèces : *Sphaerophoria scripta*, *Episyrphus balteatus*, *Xanthandrus comtus*, *Pipiza luteitarsis* et *Syrphus corollae*.

Lors de l'analyse de l'entomofaune récoltée sur les rameaux, nous avons observé des larves de syrphes s'attaquant aux larves et adultes d'*E. olivina*, celles-ci sucent l'hémolymphe de ces insectes d'une manière vorace (Figure 47 B et C). De ce fait, les Syrphidae pourraient jouer un rôle non négligeable dans la limitation des populations de ce phytophage.

Dans l'ordre des Nevroptères, près de 4% des prédateurs collectés sont des Chrysopes représentés par quatre espèces : *Chrysoperla carnea*, *C. affinis*, *Chrysopa pallens*, *C. vulgaris*.

Ces prédateurs sont considérés comme très actifs dans les oliveraies des pays du bassin méditerranéens (Arambourg et Chermiti, 1986), avec quinze espèces récoltées par Alrouechdi (1984) dans une oliveraie du Sud-Est de la France et dix espèces recensées par Herrera *et al.*, (2019) en Espagne. Nos résultats montrent que *C. carnea* représente la moitié des individus collectés dans les vergers d'études. La dominance de cette espèce a été également constatée en oliveraies par Neuenschwander et Michelakis (1980) et dans les vergers de poirier (Herard, 1986).

Les deux espèces d'Hemerobidae que nous avons collectées sont : *Hemerobius sp.* et *Micromus angulatus*, elles représentent 2% des prédateurs. Le faible effectif de ces prédateurs est compensé par leur efficacité, du fait que les larves et les adultes de cette famille sont des prédateurs très voraces (Neuenschneider, 1976 ; New, 1999), il faut ajouter à cela la diversité des proies du régime alimentaire de cette famille d'insecte. Par exemple, la larve de *Hemerobius pacificus* Banks a besoin de 350 individus proies d'espèces différentes pour pouvoir entrer au stade nymphal (Villeneuve-Chasset, 2006), ce qui fait d'eux des auxiliaires de culture intéressants (Bouchard *et al.*, 1982).

Les Hémérobés, en général, peuvent consommer les psylles du poirier, *Cacopsylla pyri* L. et *Psylla pyrisuga* Forster (Nguyen *et al.*, 1984), celles du genre *Micromus* se nourrissent des larves de psylle et de pucerons des agrumes (Van Den Berg *et al.*, 1987).

Les araignées capturées représentent 7% des prédateurs et sont représentées par sept espèces : deux *Cheiracanthium sp.*, deux *Philodromus sp.* ainsi que *Heliophanus cupreus*, *Synaema*

Chapitre III : Résultats et discussions

globosum et *Synaema sp.2*. La richesse spécifique de cet ordre témoigne du caractère biologique des oliveraies du fait que les araignées sont considérées comme les arthropodes les plus sensibles aux pesticides (Alzubik Belkair, 2018).

Les araignées semblent être de bons candidats pour la lutte biologique. Plusieurs études ont, en effet, démontré la régulation des ravageurs par les araignées en culture pérenne (Marc, 1993 ; Isaia *et al.*, 2008, Boreau de Roince *et al.*, 2013 ; Markó et Keresztes, 2014 ; Pekar et Toft, 2015 ; Lefebvre, 2016). Certaines espèces apprécient beaucoup plus les petits hémiptères, dont les psylles, et constituent de véritables agents potentiels de lutte biologique contre ces ravageurs notamment, en vergers de poiriers (Fauvel *et al.*, 1981) et d'agrumes (Van Den Berg *et al.*, 1987). Elles se nourrissent également du psylle d'eucalyptus *Glycaspis brimblecombei* Moore (Laudonia et Garonna, 2010 ; Valente et Hodkinson, 2009).

D'après Alzubik Belkair (2018), les araignées hivernales peuvent être considérées comme des agents de lutte biologique généralistes très efficaces. Ces prédateurs servent clairement de "tampons" qui limitent la croissance exponentielle initiale des populations de *Cacopsylla* au printemps en verger de poiriers (Pekar *et al.*, 2015), et celle du puceron en vergers de pommier (Boreau de Roince *et al.*, 2013), indiquant ainsi leur importance dans le contrôle précoce des populations de ces phytophages. Ceci suggère que la suppression des ravageurs par les prédateurs généralistes (comme les araignées) peut commencer déjà en hiver et pourrait être à l'origine de la suppression d'une partie des adultes hivernants du psylle de l'olivier, à l'origine de démarrage d'importantes populations printanières.

Dans l'ordre des hyménoptères, la famille des formicidés représente 8% de l'effectif des prédateurs recensés et compte cinq espèces : *Cataglyphis bicolor*, *Crematogaster scutellaris*, *Messor barbara*, *Messor sp.2*, et *Plagiolepis pygmaea*. Bien que certaines espèces de fourmis sont réputées pour être prédatrices, tel que celles du genre *Crematogaster*, celles observées dans les colonies larvaires d'*E. olivina* sont certainement attirées par le miellat sécrété par les larves de psylle. En effet, cette substance sucrée utilisée par les ennemis naturels comme source d'énergie aide à les maintenir en agrosystème et augmente leur longévité (Pinheiro *et al.*, 2015). De plus la présence du miellat est connue pour augmenter la capacité des parasitoïdes à trouver leurs hôtes (Hågvar et Hofsvang, 1989; Budenberg, 1990) et des prédateurs (Sutherland *et al.*, 2001 ; Choi *et al.*, 2004) à localiser leurs proies et sa consommation par les fourmis contribue à réduire l'activité des auxiliaires. Cette famille renferme des prédateurs efficaces du

Chapitre III : Résultats et discussions

psylle des agrumes (Van Den Berg *et al.*, 1987) et de moindre importance sur les psylles du poirier (Nguyen *et al.*, 1981).

2.3 Parasitoïdes spécifiques d'*E.olivina*

Les hyménoptères parasitoïdes constituent l'un des groupes d'insectes les plus importants dans la lutte contre des insectes ravageurs des cultures. Cependant, leur utilisation est généralement difficile car il est des fois impossibles de les identifier au niveau de l'espèce (Ferrer-Suay *et al.*, 2019).

Nos résultats révèlent que le psylle de l'olivier *E. olivina* est attaqué par deux espèces de parasitoïdes primaires, *Psylleaphagus euphyllura* et *Trechnites sp.* qui sont à leurs tours parasitées par deux espèces d'hyperparasitoïdes, représentées par *Alloxysta eleaphila* et *Pachyneuron sp.* En revanche, Bachouche (2019) n'a observé qu'une seule espèce, *P. euphyllurae*, et n'a pas signalé d'hyperparasitoïdes, dans les oliveraies des régions de Tizi Ouzou et Bouira. C'est également le cas en Tunisie, où différents auteurs (Arambourg, 1964 ; Gharbi *et al.*, 2012 ; Meftah *et al.*, 2014b) ont signalé *P. euphyllura* comme principale espèce de parasitoïdes primaires d'*E.olivina*. Par ailleurs, en Espagne, l'inventaire des parasitoïdes d'*E. olivina* montre l'existence de deux parasitoïdes primaires de la famille d'Encyrtidae : *P. euphyllura* et *P. pulchellus* (Mercet) ainsi que deux hyperparasitoïdes, *Apocharips trapezoidea* et *Pachyneuron sp.* (Triapitsyn *et al.*, 2014 ; Jones *et al.*, 2016).

Nous avons observé que l'hyperparasitoïde *Pachyneuron sp.* émerge de la larve hôte en solitaire ou en nombre de trois à travers deux trous de sortie. Triapitsyn *et al.* (2014) ont observé *Pachyneuron sp.* en solitaire, alors que Chermiti *et al.*, (1986) ont noté que *P. euphyllura* dépose souvent plusieurs œufs dans un seul hôte, mais il n'y a qu'une seule larve qui arrive au terme de sa croissance et la même constatation est réalisée en cas du surparasitisme (émergence d'un seul parasitoïde).

Nos résultats montrent que *P. euphyllura* présente l'effectif le plus important avec 47% de l'ensemble des parasitoïdes collectés et 91% des parasitoïdes primaires ; à l'opposé, *Trechnites sp.* est le moins représenté avec 5% de l'ensemble des parasitoïdes. *Alloxysta eleaphila* représente 33% de l'ensemble des parasitoïdes et 68% des hyperparasitoïdes, alors que *Pachyneuron sp.* compte 15% de l'ensemble des parasitoïdes collectés. Les parasitoïdes primaire comptent pour 52% des individus qui ont émergé et le reste correspond à des hyperparasitoïdes. Pour leur part, Triapitsyn *et al.* (2014) ont obtenu 61% de parasitoïdes

Chapitre III : Résultats et discussions

primaires représentés par *P. euphyllurae* et 39% d'hyperparasitoïdes constitué d'*Apocharips trapézoïdale* et un seul spécimen de *Pachyneuron sp.*

Toutefois, *P. euphyllura* reste l'espèce de parasitoïdes primaires la plus dominante vis à vis d'*E. olivina*, dans la plupart des pays du bassin méditerranéen (Aversenq *et al.*, 2005 ; Triapitsyn *et al.*, 2014 ; Jones *et al.*, 2016). Son aire de répartition couvre l'Espagne, la France, l'Italie, le Portugal, la Tunisie et l'Algérie (Arambourg et Chermiti, 1986 ; Bachouche, 2019). De plus, ce parasitoïde exerce une action importante dans la limitation des populations d'*E. olivina* (Chermiti *et al.*, 1986). La présence importante des hyperparasitoïdes pourrait, par contre, limiter les populations des parasitoïdes primaires et constituer un handicap à leur multiplication. D'après Tamesse *et al.* (2001), les populations d'hyménoptères hyperparasitoïdes devraient être maintenues à de bas effectifs afin de favoriser le développement des parasitoïdes primaires et d'optimiser le taux de parasitisme des psylles dans les conditions naturelles.

La collecte des larves parasitées concorde avec la disponibilité des stades de larves âgées du ravageur étudié. Par conséquent, nous avons récolté les premières larves à partir de la première quinzaine du mois d'avril. Nos résultats confirment ceux de Chermiti *et al.* (1986) qui atteste que ce ravageur a une préférence pour les larves âgées (L4 et L5). L'absence totale de larves parasitées durant la période estivale est due à l'absence d'hôtes réceptifs. La reprise de l'activité de parasitisme est marquée par l'arrivée des larves âgées de la troisième génération.

Conclusion

Les deux objectifs principaux de notre travail de recherche sur le psylle de l'olivier sont, premièrement, la caractérisation morphologique afin de s'affranchir de toute ambiguïté sur l'espèce de psylle inféodée à l'olivier dans les régions d'études. Le deuxième consiste à enrichir les connaissances sur quelques paramètres de la bioécologie du psylle de l'olivier, en mettant particulièrement en évidence l'importance de la faune auxiliaire associée à ce ravageur dont les parasitoïdes spécifiques et les prédateurs potentiels.

Pour atteindre les objectifs de cette étude, nous avons prélevé observé un total de 11520 rameaux et utilisé la technique de battage de façon régulière dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant la période allant de janvier 2014 à décembre 2015.

Les résultats obtenus révèlent que les adultes du psylle de l'olivier *E. olivina* étaient présents durant toute la période d'échantillonnage avec la capture de quelques individus d'une espèce voisine, *Euphyllura phillyreae*. Nos observations ont également révélé pour la première fois dans les oliveraies algériennes, l'existence d'un important polymorphisme de coloration chez *E. olivina* qui semble dépendre de la phénologie de la plante hôte et/ou des conditions dans lesquelles se sont développées ses larves.

Par ailleurs, le suivi de l'évolution des pontes a montré l'existence de trois générations annuelles chez ce bioagresseur : les deux premières sont successives, chevauchantes et se développent, principalement, au printemps et une troisième génération qui se manifeste en automne. Les pontes de la première et la troisième génération prennent place entre les écailles des bourgeons terminaux, les axillaires et sur les jeunes feuilles terminales; les oeufs de la deuxième génération sont généralement déposés entre les boutons des grappes florales, sur les boutons non encore épanouis, entre le calice et les pétales des boutons floraux.

La limitation du nombre de générations enregistré dans les régions d'études, pourrait être expliqué par l'arrêt des pontes entre les différentes générations. En plus de l'interruption hivernale relevée entre la troisième et la première génération, *E. olivina* marque un deuxième arrêt estival, assez long, entre la deuxième et la troisième génération, durant quatre mois, en moyenne. Les pontes de la première génération, malgré le faible effectif des adultes dont elles proviennent, sont plus importantes que celles de la seconde génération issue d'une population imaginaire nettement plus importante.

Conclusion

Nos résultats ont montré que la population larvaire la plus importante est observée durant la deuxième quinzaine du mois de mai, correspondant à la période de floraison, avec des densités variant de 3 à 6 larves par inflorescence, selon la région. Durant cette période, les colonies larvaires sont composées de jeunes larves et surtout de larves âgées susceptibles de commettre des dégâts plus importants.

Nos observations ont également révélé que les adultes d'*E. olivina* manifestent une nette préférence pour les directions Sud et Ouest, comparativement à celles de l'Est et du Nord. Les effectifs des pontes et des larves ne diffèrent pas d'une manière significative entre les quatre directions. Le sex-ratio d'*E. olivina* est en faveur des femelles, dans les trois localités et durant les deux années d'études.

La frondaison de l'olivier s'est révélée être un milieu extrêmement riche en arthropodes entomophages qui appartiennent à 70 espèces rangées dans 6 ordres et 21 familles : Aranea (Cheiracanthiidae, Philodromidae, Salticidae et Thomisidae), Coleoptera (Cantharidae et Coccinellidae), Diptera (Syrphidae), Hemiptera (Anthocoridae, Lygaeidae, Miridae et Nabidae), Hyménoptera (Braconidae, Cynipidae, Diapriidae, Encyrtidae, Eulophidae, Eupelmidae, Pteromalidae et Formicidae) et Neuroptera (Chrysopidae et Hemerobiidae).

Par ailleurs, nos résultats révèlent que l'ordre des Hyménoptères se caractérise par une abondance et une richesse spécifiques des plus importantes. Cet ordre est représenté, principalement, par les Hyménoptères parasitoïdes qui comptent 32% des espèces de l'entomofaune utile identifiée et 76% de leur abondance. Les ordres des Hémiptères et Coléoptères sont classés en deuxième position, en terme de richesse spécifique, avec 19 espèces chacun, mais l'abondance du premier ordre est plus importante. Les autres ordres recensés (Araneae, Diptera et Neuroptera) sont faiblement représentés, notamment en termes d'abondance.

La faune auxiliaire recensée est dominée par la présence des espèces rares et seulement 4 % des espèces sont constantes. Parmi ces dernières, *Psyllaephagus euphylluræ* et *Alloxista eleaphila* présentent les fréquences les plus élevées avec 33% et 24%, respectivement.

La richesse spécifique et l'abondance des espèces les plus importantes sont observées au niveau du verger de Bouzeguène avec 61 espèces collectées et comportant 1407 individus ; il est suivi

Conclusion

du verger de Beni Douala avec une richesse de 46 espèces, comprenant 1338 individus. L'oliveraie de Mechtras est la moins riche, avec 26 espèces et 1287 individus.

L'indice de diversité le plus important est observé au niveau du verger de Bouzeguène avec 3.76 bits et une équitabilité de 0.63 ; il est suivi du verger de Beni-Douala caractérisé par une diversité de 3.39 bits et une équitabilité de 0.61 ; enfin l'oliveraie de Mechtras arrive en troisième position avec une diversité de 1.41 bits et une équitabilité de 0.29.

Pour les Coléoptères, les espèces de coccinelles inventoriées, durant les deux années et dans les trois vergers d'études, représentent 17% des effectifs de prédateurs collectés et 60% de cet ordre. Elles sont au nombre de dix : *Adalia bipunctata*, *Adalia decempunctata*, *Chilocorus bipustulatus*, *Coccinella septempunctata*, *Oenopia dublieri*, *Pharoscymnus setulosus*, *Scymnus apetzi*, *Scymnus quadrimaculatus*, *Scymnus rubromaculatus* et *Scymnus subvillosus*.

Nous avons également dénombré quatre espèces de Cantharides : *Cantharis fusca.*, *Cantharis lateralis.*, *Cantharis livida*, et *Rhagonycha fulva*.

Les familles collectées dans l'ordre des Hémiptères sont au nombre de quatre : Anthocoridae, Miridae, Nabidae et Lygidae. Les Anthocoridae représente 26 % des prédateurs collectés, avec quatre espèces : *Anthocoris nemoralis*, *Anthocoris nemorum*, *Orius majusculus* et *Orius laevigatus*. L'espèce la plus abondante est *A. nemoralis*, avec 50% de l'effectif des Anthocoridae.

Par ailleurs, nous avons observé, dans les trois oliveraies, une présence remarquable d'individus de la famille des Anthocoridae (larves et adultes), qui s'activent dans les colonies larvaires, notamment, durant la deuxième quinzaine du mois de mai où l'activité du phytophage étudié est plus importante.

La famille des Miridae représente 11% des prédateurs et comprend cinq espèces dont les effectifs relatifs sont repartis comme suit : *Campyloneura virgula* 40%, *Deraeocoris punctum* Rambur 29%, *Deraeocoris ruber* 18%, *Deraeocoris punctulatus* 8% et *Macrolophus pygmaeus* 4%. Nos résultats montrent que chez *C. virgula*, on dénombre 40% de la population des Miridae.

La famille des Nabidae représente 5% des prédateurs recensés lors de notre étude, elle est composée de deux espèces appartenant au genre *Nabis*.

Conclusion

La famille des Lygaidae représente 4% des prédateurs collectés et comporte trois espèces du genre *Geocoris*.

Dans l'ordre des Diptères, les Syrphidae représentent la seule famille de prédateurs inventoriés et comporte cinq espèces : *Sphaerophoria scripta*, *Episyrphus balteatus*, *Xanthandrus comtus*, *Pipiza luteitarsis* et *Syrphus corollae*.

Dans l'ordre des Névroptères, les Chrysopidae représentent 4% des prédateurs. Les espèces collectées sont au nombre de quatre : *Chrysoperla carnea*, *Chrysoperla affinis*, *Chrysopa pallens* et *Chrysoperla vulgaris*.

Les deux espèces d'Hemerobidae rencontrées dans les oliveraies d'études sont : *Hemerobius sp.* et *Micromus angulatus*, avec 2% de l'effectif des prédateurs.

Les araignées capturées représentent 7% de des prédateurs et sont représentées par sept espèces : deux appartenant au genre *Cheiracanthium*, deux autres au genre *Philodromus* ainsi que *Heliophanus cupreus*, *Synaema globosum* et *Synaema sp.*

Les Hyménoptères comportent des formicidae, avec 8% de l'effectif des prédateurs recensés et comptent cinq espèces : *Cataglyphis bicolor*, *Crematogaster scutellaris*, *Messor barbara*, *Messor sp.* et *Plagiolepis pygmaea*.

Nos résultats montrent, par ailleurs, que le psylle de l'olivier *E. olivina* est attaqué par deux espèces de parasitoïdes primaires à savoir *Psylleaphagus euphyllura* et *Trechnites sp.* et deux espèces d'hyperparasitoïdes, représentées par *Alloxysta eleaphila* et *Pachyneuron sp.* *Psylleaphagus euphyllura* présente l'effectif le plus important avec 47% de l'ensemble des parasitoïdes collectés et 91% des parasitoïdes primaires ; à l'opposé, *Trechnites sp.* présente l'effectif le moins important, avec 5% de l'ensemble des parasitoïdes. *Alloxysta eleaphila* représente 33% de l'ensemble des parasitoïdes et 68% des hyperparasitoïdes et *Pachyneuron sp.* représente 15% de l'ensemble des parasitoïdes collectés. Les parasitoïdes primaires cumulent 52% des spécimens qui ont émergé des larves hôtes et le reste correspond à des hyperparasitoïdes.

La richesse spécifique exceptionnelle en entomophages du verger de Bouzeguène a une incidence marquée sur la limitation des populations du ravageur étudié. L'évolution temporelle des ennemis naturels est synchronisée avec celle des populations d'*E. olivina*. Les premiers

Conclusion

auxiliaires arrivent dans les oliveraies au moment des pontes massives du ravageur étudié, au mois de mars et le maximum est atteint au mois de mai, durant lequel on note la présence importante de tous les stades du ravageur, notamment, les populations larvaires qui constituent des proies et hôtes de choix pour les prédateurs et les parasitoïdes, respectivement.

Perspectives

- Envisager une étude biométrique des deux formes d'*E. olivina* que nous avons mises en évidence.
- Faire également un travail de recherche pour étudier l'importance des populations d'*E. phillyreae* dans d'autres oliveraies de la région.
- Elargir l'opération de prospection du polymorphisme de ce ravageur dans d'autres régions oléicoles.
- Le déterminisme du polymorphisme observé fera également l'objet de nos prochaines investigations. En effet, afin de préciser la signification biologique et écologique de ce phénomène, une étude génétique est envisagée.
- Mise en place d'un essai pilote de lutte intégrée contre les principaux insectes ravageurs de l'olivier en Kabylie, en instaurant des conditions plus favorables à l'activité de la faune auxiliaire.

Références bibliographiques

1. **Abou-Kaf N., Hamoudi O., 1999.** Evaluation of damage caused by olive psylla *Euphyllura straminea* Loginova (Hom.: Aphalaridae) in Syria. *Arabian Journal of Plant Protection*, 17: 71–76.
2. **Adams R.G., Clark C.J., 1996.** Northeast Sweet Corn Production and Integrated Pest Management Manual. Connecticut Cooperative Extension System in the Office of Communications and Information Technology, College of Agriculture and Natural Resources, University of Connecticut, 120 p.
3. **Aléné D.C., Messi J., Quilici S., 2005.** Quelques aspects de la biologie de *Diclidophlebia xuani* Messi et al. (Hemiptera : Psyllidae), ravageur de *Ricinodendron heudelotii* Baill. (Euphorbiaceae) au Cameroun. *Fruits*, 60(4): 279-287.
4. **Aléné D.C., Messi J., Quilici S., 2004.** Contribution à la connaissance de la faune d'arthropodes associée à *Ricinodendron heudelotii* Baill. (Euphorbiaceae) au Cameroun. *Fruits*, 60(2) : 121–132.
5. **Alomar O.Á., Goula M., Albajes R., 2015.** Colonisation of tomato fields by predatory mirid bugs (Hemiptera: Heteroptera) in northern Spain. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 89(1) :105-115.
6. **Alrouechdi K., 1984.** Les Chrysopides (Neuroptera) en Oliveraie. *Progress in World's Neuropterology*. Graz Gepp J-H. Aspöck & H. Hölzel ed, 265 p.
7. **Alzubik Belkair S., 2018.** Lutte biologique par conservation dans les verges de pommiers : peut-on manipuler les communautés d'araignées pour augmenter leur efficacité contre certains ravageurs ? Université d'Avignon .180p.
8. **Amin A.H., Helmi A., El-Wan E.A., Youssef A.S., 2013.** Bionomic and life table parameters of olive psyllid, *Euphyllura straminea* on olive seedlings under three constant temperatures. *Munis Entomology and Zoology*, 8(1) :294-304.
9. **Andow D.A., Risch S.J., 1985.** Predation in diversified agroecosystems: relations between a coccinellid predator *Coleomegilla maculata* and its food. *Journal of Applied Ecology*, 22(2) : 357-372.
10. **Angles S., 2012.** L'olivier et les territoires méditerranéens, in BRETON C., BERVILLE A., (coord.), 2012. L'histoire de l'olivier. Versailles. Quæ, 195-211.
11. **Angles S., 2016.** Oléiculture, systèmes oléicoles et territoires méditerranéens : de la filière au paysage. *Géographie*. Université Paris 13. 163p.

Références bibliographiques

12. **Arambourg Y., 1964.** Caractéristiques du peuplement entomologique de l'olivier dans le Sahel de Sfax. Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie ,37 :1-140.
13. **Arambourg Y., 1986.** Traité d'Entomologie Oléicole (Facicule 1). Conseil Oleicole International, Espagne .360 p.
14. **Arambourg Y., Chermiti B., 1986.** *Euphyllura olivina* Costa (Psyllidae), In : Traité d'Entomologie Oléicole. Conseil Oléicole International, Espagne, 163-171.
15. **Argenson C., Régis C., Jourdain J.M., Vaysse P., 1999.** Lolivier. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. Lavoisier, 201p.
16. **Argyriou L.C., Katsoyannos R., 1977.** Coccinellidae species found in the olive groves of Greece. Annales de l'institut Phytopathologique Benaki (N.S.), 11 :331–345.
17. **Asadi R., Talebi A. A., Burckhardt D., Khalgani J., Fathipour Y., Moharramipour S., 2009.** On the identity of the olive psyllids in Iran (Hemiptera, Psylloidea). Bulletin de la Société Entomologique Suisse, 82 : 197–200.
18. **Atger P., 1977.** Le psylle du poirier est - il un faux problème ? Déf. Vég., 187 : 310-316.
19. **Aversenq S., Gratraud C., Pinatel C., 2005.** Ravageurs et auxiliaires des oliviers : Synthèse de trois ans d'observations dans le sud-est de la France : Dossier ravageurs. Phytoma, la défense des végétaux, 586 : 32-36 .
20. **Ba M'hamed T., Chemseddine M., 1999.** Evaluation d'Anthocoris nemoralis (Heteroptere, Anthocoridae) pour lutter contre *Euphyllura olivina* (Homoptere, Psyllidae). Journée nationale sur la protection de l'olivier, Marakeche le 27 mai 1999, 32-39 .
21. **Bachouche N., 2019.** Etude de l'entomofaune de l'olivier (*Olea europaea*) et Bioécologie de ses principaux insectes ravageurs dans les régions de Tizi-Ozou et de Bouira. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi -Ouzou, Algérie. 191p.
22. **Bekker-Migdisova E.E., 1973.** Systematics of the Psyllomorpha and the position of the group within the order Homoptera. Doklady na dvadzat chetvertom ezheghodnom chteniipamyati N. A. Kholodkovskogo, 1-2 aprelya 1971, Leningrad, edited by E. P. Narchik, 90-117.
23. **Ben Khalifa M., Marrakchi M., Fakhfakh H., 2007.** Candidatus Phytoplasma pyri infections in pear orchards in Tunisia. Journal of Plant Pathology, 89(2):269–272.
24. **Bhattacharya A.K., 1972.** The chromosomes of a psyllid (Sternorrhyncha, Homoptera). Current Science, 41 (8): 295-296.

Références bibliographiques

25. **Blomquist C.L, Kirkpatrick B.C., 2002.** Identification of phytoplasma taxa and insect vectors of peach yellow leaf roll disease in California. *Plant Disease*, 86(7):759–763.
26. **Bommarco R., Banks J.E., 2003.** Scale as modifier in vegetation diversity experiments: effects on herbivores and predators. *OIKOS*, 102(2) : 440-448.
27. **Bonani J.P., Fereres A., Garzo E., Miranda M.P., Appezzato-Da-Gloria B., Lopes J.R.S., 2009.** Characterization of electrical penetration graphs of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, in sweet orange seedlings. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 134(1) : 35-49.
28. **Bonnemaison L., Missonnier J., 1956.** Le psylle du poirier (*Psylla pyri* L.). Morphologie et biologie. Méthodes de lutte. *Annales des Épiphyties*, 2: 263-331.
29. **Bonnemaison L., 1964.** Les psylles du poirier. C.R. 95 Cong. Soc. pomol. Fr. Nîmes, 15-18 oct. éd., Villefranche, Rhône, 172-183p.
30. **Boreau de Roince C., Lavigne C., Mandrin J.-F., Rollard C., Symondson W.O.C., 2013.** Early-season predation on aphids by winter-active spiders in apple orchards revealed by diagnostic PCR. *Bulletin of entomological research*, 103:148-154.
31. **Bouchard D., Tourneur J.C., Paradis R.O., 1982.** Le complexe entomophage limitant les populations d'*Aphis pomi* De Geer (Homoptera : Aphididae) dans le sud-ouest du Québec. Données préliminaires. *Annales de la Société Entomologique du Québec*, 27 :80-93.
32. **Boulouha B., 1995.** Contribution à l'amélioration de la productivité et la régularité de production chez l'olivier (*Olea europaea* L.) « Picholine Marocaine ». *Olivae*, 58 : 54-57.
33. **Bout A., Lam bion J., Quaglietti B., Ion Scotta M., Ruiz I., Le Goff I., Ris N., Streito J.C., 2019** : *M. pygmaeus*, une punaise auxiliaire pleine de ressources. *Bioagresseurs. Phytoma*, 724 : 41-44.
34. **Boyer de Fonscolombe E.L.J.H., 1840.** Second mémoire sur les insectes qui attaquent l'olivier. *Annales de la Société entomologique de France*, 9: 101-116.
35. **Breton C., Médail F., Pinatel C., Bervillé A., 2006.** De l'olivier à l'oléastre : origine et domestication de l'*Olea europaea* L. dans le Bassin méditerranéen. *Cahiers Agricultures*, 15(4) :329-336.
36. **Budenberg W.J., 1990.** Honeydew as a contact kairomone for aphid parasitoids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 55(2):139-148.
37. **Burckhardt D., 1989.** Les psylles (Insecta, Homoptera, Psylloidea) de L'ALGERIE. *Archs. Sci. Geneve*, 42 :(2)367-424.

Références bibliographiques

38. **Burckhardt D., Lauterer P., 1993.** The jumping plant-lice of Iran (Homoptera, Psylloidea). *Revue suisse de zoologie*, 100 :829 :898.
39. **Burckhardt D., Ouvrard D., 2012.** A revised classification of the jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea). *Zootaxa*, 3509: 1–34.
40. **Burckhardt D., Ouvrard D., Queiroz Percy D., 2014.** psyllid host-plants (Homoptera: Psylloidea): resolving a semantic problem. *Florida Entomologist*, 97(1):242-246.
41. **Carayon J., 1961.** Quelques remarques sur les Hémiptères-Hétéroptères : Leur importance comme insectes auxiliaires et les possibilités de leur utilisation dans la lutte biologique. *Entomophaga*, 6 :133–141.
42. **Carraro L., Loi N., Ermacora P., Gregoris A., Osler R., 1998.** Transmission of pear decline by using naturally infected *Cacopsylla pyri*. *Acta Horticulturae*, 472 :665–668.
43. **Chaplin-Kramer R., Megan E., Rourke O., Eleanor J.B., Kremen C., 2011.** A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecology Letters*, 14: 922–932.
44. **Chermiti B., Onillon J.C., 1986a.** Influence de la température sur l'expression du potentiel biotique du psylle de l'olivier. Réunion sur la protection phytosanitaire de l'olivier. *Sphax –Tunisie*, 229-245.
45. **Chermiti B., Onillon J.C., 1986b.** Etude morphologique et biométrique des différents stades du psylle de l'olivier, *Euphyllura olivina* (Costa) (Homoptera : Psylloidea, Aphalaridae). Réunion sur la Protection Phytosanitaire de l'Olivier de Sfax (Tunisie), 247-266.
46. **Chermiti B., Onillon J.C., 1993.** Essais d'évaluation des dégâts causés par la génération automnale du psylle de l'olivier : *Euphyllura olivina* (Costa) (Homoptera, Aphalaridae) à Hedacta (Monastir, Tunisie). *Med. Fac. landbouww. Univ. gen. 58/2b*, 667–676.
47. **Chermiti B., 1983.** Contribution à l'étude bio-écologique du Psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* COSTA (Homoptera : Psyllidae) et de son endoparasite *Psyllaephagus euphyllurae* Silv. (Hymenoptera ; Encyrtidae). Thèse Doc. Ing., Université d'Aix-Marseille, France, 134 p.
48. **Chermiti B., 1989.** Dynamique des populations du psylle de l'olivier *E. olivina*, en conditions méditerranéennes. Thèse de Doctorat. Université Paul Cézanne, France, 224p.
49. **Chermiti B., 1992.** Approche d'évaluation de la nocivité du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* COSTA (Homoptera ; Aphalaridae). *Olivae*, 43 :34-42.

Références bibliographiques

50. **Chermiti B., 1994** Determination of the preferred laying sites of the olive psyllid, *Euphyllura olivina* (Costa) (Homoptera, Aphalaridae). *Olivae*, 50:48-55.
51. **Chermiti B., Hawlitzky N., Boulay C., Onillon J.C., 1986.** Quelques caractéristiques du développement de l'endoparasite *Psyllaephagus euphyllurae* [Hymenoptere, Encyrtidae] et exploitation de son hôte *Euphyllura olivina* [Homoptere, Psyllidae]. *Entomophaga*, 31(4) :351–361.
52. **Chevalier A., 1948.** L'origine de l'olivier cultivé et ses variations. *Rev. Int. de Bot. Appl. et d'Agri. Trop.* N°303-304. 1-124.
53. **Chevin H.R., 1965** .Végétation et peuplement entomologique des terrains sablonneux de la côte ouest du Cotentin. Société nationale des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg, 138 p.
54. **Choi M.Y., Roitberg B.D., Shani A., Raworth D.A., Lee G.H., 2004.**Olfactory response by the aphidophagous gall midge, *Aphidoletes aphidimyza* to honeydew from green peach aphid, *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 111:37–45.
55. **Cocquempot C., Malausa J.C., Thaon M., Brancaccio L., 2012.** Le Psylle du Gommier rouge (*Glycaspis brimblecombei* Moore) introduit sur les eucalyptus de France (Hemiptera, Psyllidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 117(3): 363-370.
56. **Colbrant P., Fabre P., 1981.**Stades repères de l'Olivier. In R. Maillard "L'Olivier" Comité Technique de l'Olivier. Section Spécialisée du C.T.I.F.L. Edit. Invuflec.
57. **Costa O.G., 1839.** Monografia degl' insetti ospitanti sull' ulivo e nelle olive. In: Costa O. G. 1839 - Corrispondenza zoologica destinata a diffondere nel regno delle Due Sicilie tutto cio che si va discuoprendo entro e fuori Europa (e vice versa) riguardante la zoologia in generale, Azzolino e Compagno, Naples (Italy), 91-136.
58. **Cotes B., Ruano F., Garcva P., Pascual F., Tinaut A., Pepa A., Campos M., 2007.** Differences in insects within the olive orchard agroecosystem under integrated management regime in south Spain. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.*, 30(9) : 297.
59. **Crossa-Raynaud P., 1985.**Action thématique programmée INRA/Région PACA Abricotier année 1984 : réunion du 25 avril 1985. Montfavet [FRA] : INRA, 22p.
60. **Dajoz R., 1971.** Précis d'écologie, Dunod (2^{ème} édition) Paris, 434p.
61. **Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. Edition 6 .Dunod, 551p.

Références bibliographiques

- 62. Dassou A.J., 2014.** Effet de la diversité des cultures sur les réseaux trophiques des arthropodes et la régulation du charançon du bananier par les prédateurs généralistes dans les systèmes pluri-spécifiques à base de plantain. Thèse de Doctorat : Ecosystèmes et Sciences Agronomiques.Montpellier.140p.
- 63. Davies D.L, Guise C.M., Clark M.F., Adams A.N., 1992.** Parry's disease of pears is similar to pear decline and is associated with mycoplasma-type organisms transmitted by *Cacopsylla pyricola*. Plant Pathology, 41:195–203.
- 64. De Leon J.H., Setamou M., Gastaminza G.A., Buenahora J., Caceres S., Yamamoto P.T., Bouvet J. P., Logarzo G.A., 2011.** Two separate introductions of Asian Citrus Psyllid populations found in the American continents. Annals of the Entomological Society of America, 104(6): 1392–1398.
- 65. Debras J.F., 2007.** Rôles fonctionnels des haies dans la régulation des ravageurs: Le cas de Psylle *Cacopsylla pyri* L. dans les vergers du Sud- est de la France.Thèse de Doctorat en sciences de la vie. Université D'Avignon, pays de VAUCLUSE. 240 p.
- 66. Del Bene G., Gargani E., Landi S., 1997.**Observations on the life cycle and diapause of *Euphyllura olivina* (Costa) and *Euphyllura phillyreae* Foerster (Homoptera : Aphalaridae). Advances in Horticultural Science, 11 (1): 10-16.
- 67. Deutsch B., Paulian M., Thierry D., Canard M., 2005.** Quantifying biodiversity in ecosystems with green lacewing assemblages. Agronomy for Sustainable Development, 25 :337–343.
- 68. Dib H., 2010.** Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphididae) en vergers de pommiers. Thèse de Doctorat. Université d' Avignon . 239 p.
- 69. Dibo A., Ksantini M., 2011.** Study on reproduction and development of olive tree psylla *Euphyllura olivina* Costa (Hemiptera: Psyllidae) under different plantation types. Arab Journal of Plant Protection, 29: 141-148.
- 70. Djellout K., Debras J.F., Djellout F., Kellouche A., 2019.** Polymorphism in *Euphyllura olivina* (Costa, 1839) (Hemiptera: Aphalaridae) in olive groves in Algeria. African Entomology, 27(1): 18–24.
- 71. Fauvel G., Atger P., Cotton D., Faivre d'Arcier F., 1981a.** Etude de l'évolution des insectes auxiliaires et de leurs relations avec le psylle du poirier (*Psylla pyri* L.) et l'acarien rouge (*Panonychus ulmi* Koch) dans deux vergers du Sud-Est de la France en 1979. Agronomie, EDP Sciences, 1 (9) :813-820.

Références bibliographiques

- 72. Fauvel G., Rambier A., Balduque –Martin R., 1981b.** La technique du battage pour la surveillance des ravageurs en cultures fruitière et florale.I.Comparaison des résultats obtenus en verger de pommiers avec des entonnoirs rigides de taille moyenne et avec des entonnoirs en toile. Etude de l'influence de quelques facteurs sur l'efficacité du battage . Agronomie, 1(2) :105-113.
- 73. Favet C., Moulet P., Frapa P., 2012.** Contribution à la connaissance des insectes de la Réserve de biosphère Luberon-Lure (Vaucluse et Alpes-de-Haute-Provence) : Ordre des Hétéroptères. Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon et de la Réserve de biosphère Luberon-Lure. ISBN 2-913225-08-X, 112p.
- 74. Ferrer-Suay M., Selfa J., Pujade-Villar J., 2019.** Keys to world Charipinae (Hymenoptera, Cynipoidea, Figitidae). ZooKeys, 822: 79–139.
- 75. Foerster A., 1848.** Uebersicht der Gattungen und Arten in der Familie der Psylloden. Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Preussischen Rheinlande, 5: 65-98.
- 76. Frisinghelli C., Delaiti L., Grando M.S., Forti D., Vindimian M.E., 2000.** *Cacopsylla costalis* (Flor 1861) as a vector of apple proliferation in Trentino. Journal of Phytopathology, 148(7-8) :425–431.
- 77. Gharbi N., Dibo A., Ksantini M., 2012.** Observation of arthropod populations during outbreak of olive psyllid *Euphyllura olivina* in Tunisian olive groves. Tunisian Journal of Plan Protection, 7(1): 27-34.
- 78. Giunchedi L., Pollini C.P., Biondi S., Babini A.R., 1994.** PCR detection of MLOs in quick decline-affected pear trees in Italy. Annals of Applied Biology, 124 :399–403.
- 79. Gomes S., Martins-Lopes P., Guedes-Pinto H., 2012.**Olive Tree Genetic Resources Characterization Through Molecular Markers. In book: Genetic Diversity in Plants, ChapitreII. 16-28 p. DOI: 10.5772/32973.
- 80. Gonçalves M.A., Andrade L., 2012.** Entomofauna associated with the olive tree in southern Portugal.Integrated Protection of Olive Crops, IOBC-WPRS Bulletin, 79 :91-99.
- 81. Gouar N., 1996.** Apport de la biologie des populations de la mouche de l'olive *Bactrocera (Dacus) olea* Gmel (Diptera :Tephritidae) à l'optimisation de son contrôle dans la région de Tlemcen.Thèse de Doctorat .Université de Telemcen. 116p.
- 82. Green P.S., 2002.** A revision of *Olea*. (Oleaceae). Kew Bull., 57 : 91-140.
- 83. Hadjou L., Lamani O., Cheriet F., 2013.** Labellisation des huiles d'olive algériennes: contraintes et opportunités du processus? NEW MEDIT, 2 :35 :46.

Références bibliographiques

- 84. Hafsi A., 2016.** Gestion des populations par piégeage de masse en vergers et étude de la spécialisation d'hôte chez les diptères Tephritidae. Thèse de Doctorat. Université de Sousse. 203p.
- 85. Hågvar E.B., Hofsvang T., 1989.** Effect of honeydew and hosts on plant colonization by the aphid parasitoid *Ephedrus cerasicola*. Entomophaga, 34 : 495–501.
- 86. Halaj J., Ross D.W., Moldenke A.R., 2000.** Importance of habitat structure to the arthropod food-web in Douglas-Fir canopies. Oikos, 90(1):139-152.
- 87. Hamdan A.J., Alkam A., 2016.** Flight Activity and Population Dynamics of the Olive Psylla, *Euphyllura olivina* Costa [Homoptera: Psyllidae] Infesting Ten Olive Cultivars in the Southern Highlands of West-Bank, Palestine. American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences. 21(1):61-68 p.
- 88. Hauville A., 1953.** La répartition des variétés d'oliviers en Algérie et ses conséquences pratiques. Bulletin de la Soc. des Agric. d'Algérie, 580 :1-8.
- 89. Herard F., 1986.** Annotated list of the entomophagous complex associated with pear psylla, *Psylla pyri* (L.) (Hom. : Psyllidae) in France. Agronomie, EDP Sciences, 6 (1) :1-34.
- 90. Herrera R. A., Campos M., González-Salvadó M., Ruano F., 2019.** Abundance and population decline factors of chrysopid juveniles in olive groves and adjacent trees. Insects, 10(5):134.
- 91. Hilal A., Chemseddine M., Sekkat A., Tajnari H., Ouguas Y., 2002.** : Lutte intégrée contre les ravageurs de l'olivier. Séminaire international sur l'olivier. Marrakech. 260-275.
- 92. Hilal A., 1999.** Vers une lutte intégrée contre les principaux ravageurs de l'olivier. Journée nationale sur la protection de l'olivier, Marrakech le 27 mai 1999. 16-25 p.
- 93. Hilal A., Tajnari H., Sekkat A., Chemseddine M., 1997.** Mise en évidence d'une diapause de reproduction de psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae). Al Awamia, 98 (9): 23-33.
- 94. Hodkinson I.D., 1973.** The biology of *Strophingia ericae* (Homoptera Psylloidea) with notes on its primary parasite *Tetrastichus actis* (Hymenoptera Eulophidae). Norsk Entomologisk Tidsskrift, 20:237-243.
- 95. Hodkinson I.D., 1974.** The biology of the Psylloidea (Homoptera): a review. Bull Entomol Res. 64:325–338.

Références bibliographiques

- 96. Hodkinson I.D., 1983.** Facultative parthenogenesis in *Psylla myrtilli* (Homoptera: Psyllidae): the saga continues in Norway. Fauna Norvegia Ser. B, 30:1–2.
- 97. Hodkinson I.D., 1984.** The biology and ecology of the gall-forming Psylloidea. In: Ananthakrishnan R, editor. The biology of gall forming insects. London: Edward Arnold, 59–77.
- 98. Hodkinson I.D., 2009.** Life cycle variation and adaptation in jumping plant lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis. Journal of Natural History, 43 (1–2): 65-179.
- 99. Hodkinson I.D., Bird J.M., 2006.** Facultative parthenogenesis in *Cacopsylla myrtilli* (Wagner) (Hemiptera: Psylloidea) in northern Sweden. Entomologisk Tidskrift, 127(4):157–160.
- 100. Horton D.R., Guedot C., Landolt P.J., 2007.** Diapause status of females affects attraction of male pear psylla, *Cacopsylla pyricola*, to volatiles from female-infested pear shoots. Entomologia Experimentalis et Applicata, 123 :185-192.
- 101. Hougardy E., Wang X., Hogg B.N., Johnson M.W., Daane K.,M., Pickett C. H., 2020.** Current Distribution of the Olive Psyllid, *Euphyllura olivina*, in California and Initial Evaluation of the Mediterranean Parasitoid *Psyllaephagus euphyllurae* as a Biological Control Candidate. Insects, 146 :1-11.
- 102. Ipertti G., 1966.** Comportement naturel des Coccinelles aphidiphages du Sud-Est de la France: Leur type de spécificité, leur action prédatrice sur *Aphis fabae* L. Entomophaga, 11 : 203–210.
- 103. Isaia M., Beikes S., Paschetta M., Sarvajayakesavalu S., Badino G., 2008.** Spiders as potential biological controllers in apple orchards infested by *Cydia* spp. (Lepidoptera: Tortricidae). European Arachnology (W. Nentwig, M. Entling & C. Kropf eds.), Natural History Museum, Bern, 2010. ISSN 1660-9972 (Proceedings of the 24th European Congress of Arachnology, Bern, 25–29 August 2008).79–88 p.
- 104. Jarausch B., Schwind N., Jarausch W., Krczal G., Dickler E., Seemuller E., 2003.** First report of *Cacopsylla picta* as a vector of apple proliferation phytoplasma in Germany. Plant Disease, 87(1):101.
- 105. Jardak T., Ali Triki M., Rhouma A., Mohieddine K., 2007.** Protection phytosanitaire. In : Technique de production en oleiculture. Conseil Oléicole International, 212-310.

Références bibliographiques

- 106. Jardak T., Smiri H., Moalla M., Khalfallah H., Cavallaro R., Crovetto A., 1985.** Tests to assess the damage caused by the olive psyllid *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae): Preliminary data on the harmfulness threshold. In: Cavallaro R., Crovetto A., editors. Integrated Pest Control in Olive Groves. Proceedings of the CEC/FAO/IBOC International Joint Meeting. A.A. Balkema; Rotterdam, The Netherlands, 270–284.
- 107. Jensen D.D., Griggs W.H., Gonzales C.Q., Schneider H., 1964.** Pear decline virus transmission by pear psylla. *Phytopathology*, 54 :1346–1351.
- 108. Jones J.M.L., Pickett C., Triapitsyn S.V., Hoddle M.S., 2016.** New host record for *Psyllaephagus pulchellus* (Mercet, 1921) (Hymenoptera, Encyrtidae) as a parasitoid of *Euphyllura olivina* (Costa, 1839) (Hemiptera, Liviidae), in Spain *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 40 (1-2): 67-84.
- 109. Jourdeuil P., 1984.** Le rôle des entomophages. Faune et flore auxiliaires en agriculture, Association de Coordination Technique Agricole, hal-02853294
- 110. Kherroubi S., 2016.** Contribution à l'étude des ravageurs de l'olivier et de leurs auxiliaires en Grande Kabylie. Thèse Doctorat, E.N.S.A. El harach .153p.
- 111. Kumral N.A., Kovanci B., Akbudak B., 2008.** Using degree-day accumulations and host phenology for predicting larval emergence patterns of the olive psyllid, *Euphyllura phillyreae*. *Journal of Pest Science*, 81(63): 297.
- 112. Lamani O., Ilbert H., 2016.** Spécificités de l'oléiculture en montagne (région kabyle en Algérie) : pratiques culturelles et enjeux de la politique oléicole publique. In: Ater M. (ed.), Essalouh L.(ed.), Ilbert H. (ed.), Moukhli A. (ed.), Khadari B. (ed.). L'oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques. Montpellier : CIHEAM, 149 -159 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n .118)
- 113. Landis D.A., Menalled F.D., Costamagna A.C., Wilkinson T.K., 2005.** "Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes," *Weed Science*, 53(6): 902-908.
- 114. Landis D.A., Wratten S., D., Gurr G.M., 2000.** Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45(1):175–201.

Références bibliographiques

- 115. Larbaoui M.Z.D., 2019.** Aménagement de la protection phytosanitaire contre les psylles des agrumes dans le Nord-Ouest algérien en faveur d'une lutte biologique durable. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle. Université de Mostaganem. 139p.
- 116. Laudonia S., Garonna A.P., 2010.** The red gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*, a new exotic pest of *Eucalyptus camaldulensis* in Italy. Bulletin of Insectology, 63 (2): 233-236.
- 117. Lauterer P., Prophetou D.A., Tzanakakis M.E., 1986.** Occurrence of *Euphyllura phillyrae* Forester (Homoptera, Aphalaridae) on olives of the Greek Mainland. Annals of the Entomological Society of America, 79 (1):7-10.
- 118. Lefebvre M., 2016.** Régulation des ravageurs par les araignées en verger. Thèse de Doctorat. INRA Avignon. 284p.
- 119. Lenteren J.V., 2012.** The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. BioControl, 57(1):1-20.
- 120. Letourneau D. K. , Armbrecht I., Rivera B.S., Lerma J.M., Carmona E. J., Daza M.C., Escobar S., Galindo V., Gutiérrez C., López S.D., Mejía J.L., Rangel A.M.A., Rangel J. H., Rivera L., Saavedra C.A., Torres A.M., Trujillo A.R., 2011.** Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. Ecological Applications, 21(1) : 9–21.
- 121. Loussert R., Brousse G., 1978.** L'Olivier. Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, 24^e année, bulletin n°4, 347 p.
- 122. Lyoussoufi A., 1994.** Bioécologie et dynamique de population du psylle du poirier *Cacopsylla pyri* (L.) (Homoptera : Psyllidae). Influence de la phénologie et de la structure de l'arbre. Thèse de doctorat, Université Paul Cézanne, Aix Marseille 3. Tomes 1 et 2, 200 p.
- 123. Macé C., Gratraud C., 2011.** Rôle fonctionnel des haies dans la régulation des ravageurs : étude d'une haie composite en vergers d'oliviers. Le nouvel Olivier, 84 :22-28.
- 124. Malenovský I., Lauterer P., Labina E., Burckhardt D., 2012.** Jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) of Afghanistan. Acta entomologica musei nationalis prae, 52(1) : 1–22.
- 125. Marc P., 1993.** Analyse de facteurs eco-etho-physiologiques impliqués dans les capacités prédatrices des aranéides : application à la lutte contre des ravageurs en milieu arbustif d'intérêt agronomique. Thèse de Doctorat. Rennes 1. 391 p.

Références bibliographiques

- 126. Margolis L., Esch G. W., Holmes J. C., Kuris A. M., Schad G. A., 1982.** The Use of Ecological Terms in Parasitology (Report of an Ad Hoc Committee of the American Society of Parasitologists). The Journal of Parasitology, 68(1) : 131-133.
- 127. Mariau D., 1997.** Rôle des parasitoïdes dans le contrôle des défoliateurs du palmier à huile. Plantations, Recherche, Développement, 4 (5) : 297-303.
- 128. Markó V., Keresztes B., 2014 .**Flowers for better pest control? Ground cover plants enhance apple orchard spiders (Araneae), but not necessarily their impact on pests. Biocontrol Science and Technology, 24(5): 574-596.
- 129. Martin J.E.H., 1983.** Les insectes arachnides du Canada partie 1 Recolte, preparation et conservation des Insectes, des Acariens et des Araignees. Agriculture Canada, 201p.
- 130. Meftah H., Boughdad A., Bouchelta A., 2011.** Effet biocide des extraits aqueux bruts de *Capsicum frutescens*, *Melia azedarach* et *Peganum harmala* sur *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) en verger. Cahiers Agricultures, 20 :463-467.
- 131. Meftah H., Boughdad A., Bouchelta A., 2014a.** Comparison of biological and demographic parameters of *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) on four varieties of olive. Olivae, 120 :3-17
- 132. Meftah H., Boughdad A., Bouchelta A., 2014b.** Infestation et cycle biologique d'*Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) au centre du Maroc. Science Lib Éditions Mersenne, N° 140402, 6 : 1-25.
- 133. Mehrnejad M.R., 2002.** Bionomics of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, in Iran. Acta Horticulturae. III International Symposium on Pistachios and Almonds, 591: 535-539.
- 134. Mehrnejad M.R., Copland M.J.W., 2005.** The seasonal forms and reproductive potential of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hem., Psylloidea). Journal of Applied Entomology, 129(6):342–346.
- 135. Mendil M., Sebai A., 2006.** Catalogue des variétés algériennes de l'olivier. Institut Technique de L'Arboriculture Fruitière et de la Vigne, 100p.
- 136. Menzer N., 2016.** Entomofaune de l'olivier dans quelques regions d'Algerie : Etude des principaux ravageurs. Tèse de Doctorat. E.N.S.A. El -harrach. 79 p.
- 137. Meyer B., Jauker F., Steffan-Dewenter I., 2009.** Contrasting resource-dependent responses of hoverfly richness and density to landscape structure. Basic and Applied Ecology, 10(2) : 178-186.

Références bibliographiques

- 138. Mohamad A.A.M., Ismail A., Gadal L., Husein A. R.E., Hamza M. K.A., 2007.** Studies on the bionomics of olive psyllid, *Euphyllura straminea* Loginova (Homoptera: Aphalaridae) with special reference to olive cultivar effects. Bulletin of the Entomological Society of Egypt, 84 :(41-51)
- 139. Moore K.M., 1983.** New species and records of *Glycaspis Taylor* (Homoptera, Spondyliaspidae) with phyletic groupings. Australian journal of Entomology, 22(3):177–184.
- 140. Mustafa T.M., Hodgson C.J., 1984.** Observations on the effect of photoperiod on the control of polymorphism in *Psylla pyricola*. Physiological Entomology, 9: 207-213.
- 141. Neuenschwander P., 1976.** Biology of the Adult *Hemerobius pacificus*. Environmental Entomology, 5 (1): 96-100.
- 142. Neuenschwander P., Michelakis S., 1980.** The seasonal and spatial distribution of adult and larval Chrysopids on olive-trees in Crete. Acta Oecologica/Oecologia Applicata, 1 (1): 93-102.
- 143. New T.R., 1999.** Neuroptera and Biological Control (Neuropterida). Stapfia, 60 :147-166.
- 144. Nguyen T. X., Bouyjou B., Delvare G., Dargagnon D., 1981.** Les psylles du poirier et leur complexe parasitaire. Défense des Végétaux, 209 : 221-226.
- 145. Nguyen T.X., Delvare G., Bouyjou B., 1984.** Biocénose des psylles du poirier (*Psylla pyri* L. et *Psylla pyrisuga* Förster) dans la région toulousaine, France. Bulletin OILB/SROP, 7(5) :191-197.
- 146. Nguyen T.X., 1969.** Mise en évidence d'un dimorphisme sexuel chez les larves des Psylles [Hom. Psyllidae]. Bulletin de la Société entomologique de France, 74(5-6) : 110-116.
- 147. Nguyen T.X., 1972.** Etudes de la diapause imaginale de *Psylla pyri* L. (Homoptera : Psyllidae). Déterminisme du polymorphisme saisonnier des adultes. Annales de Zoologie et d'Ecologie Animale, 4 :281-309.
- 148. Nijhout H.F., 1999.** Control mechanisms of polyphenic development in insects. Bio Science, 49 (3) 181-192.
- 149. Oldfield G.N., 1970.** Diapause and polymorphism in California populations of *Psylla pyricola* (Homoptera: Psyllidae). Annals of the Entomological Society of America, 63:180-184.

Références bibliographiques

- 150. Onillon J.C., 1975.** Oreintations des recherches sur le psylle de l'olivier *Euphyllura olivina*. Réunion FAO, Tunis, 5p.
- 151. Ouguas Y., Hilal A., Elhadrami I., 2010.** Effet biocide des extraits phenoliques oleicoles sur les adultes du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* costa (Homoptera : Psyllidae) sur deux varietes d'oliviers menara et arbequine au maroc. Revue Ezzaitouna, 11 (1) :1-17.
- 152. Ouguas Y., Hilal A., Elhadrami I., 2006.** Infestation de l'olivier par le psylle, *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) et effet biocide des extraits phénoliques oléicoles sur ses adultes dans le Haouz. Al Awamia 118/119, 3(2-3) :5-19.
- 153. Pekár S., Michalko R., Loverre P., Líznavá E., Cernecká L., 2015.** Biological control in winter: novel evidence for theimportance of generalist predators. Journal of Applied Ecology, 52 (1):270–279.
- 154. Pekár S., Toft S., 2015.** Trophic specialisation in a predatory group: The case of prey-specialised spiders (Araneae). Biological Reviews, 90(3):744-761.
- 155. Perdikis D., Fantinou A., Lykouressis D., 2011.** Enhancing pest control in annual crops by conservation of predatory Heteroptera. Biological Control, 59 (1) :13-21.
- 156. Perez-Hedo M., Bouagga S., Jaques J.A., Flors V., Urbaneja A., 2015 .**Tomato plant responses to feeding behavior of three zoophytophagous predators (Hemiptera: Miridae).Biological Control, 86 :46-51.
- 157. Perez-Hedo M., Urbaneja A., 2015.** Prospects for predatory mirid bugs as biocontrol agents of aphids in sweet peppers. Journal of Pest Science, 88(65):73.
- 158. Pinheiro L.A., Torres L.M., Raimundo J., Santos S.P., 2015.** Effects of pollen, sugars and honeydew on lifespan and nutrient levels of *Episyrphus balteatus*. BioControl, 60:47–57.
- 159. Powell W., Dean GJ., Dewar A., 1985.** The influence of weeds on polyphagous arthropode predators in winter wheat. Crop Protection, 4(3): 298-312.
- 160. Prophetou D. A., Tzanakakis M. E., 1977.** Seasonal development and number of generations of *Euphyllura olivina* in Halkidiki (N. Greece) [Olive insect pest]. Annals-Entomological-Society-of-America. 70(5): 707-710.
- 161. Prophetou-Athanasidou D.A., 1997.** Occurrence of immature stages of olive psyllid *Euphyllura phjllyreae* (Horn., Aphalaridae) in *Phjllyrea lafifolia* and *Olea eurupaea* in coastal northern Greece. Journal of Applied Entomology, 121(1-5):383- 387.

Références bibliographiques

- 162. Prophetou-Athanasidou D.A., 1993.** Diapause termination and phenology of the olive psyllid, *Euphyllura phillyreae* on two host plants in coastal northern Greece. *Entomologia Experimentalis Applicata*, 67(2): 193-197.
- 163. Puech C., 2014.** Hétérogénéité des pratiques agricoles biologiques et conventionnelles dans les paysages bretons : effets sur les communautés d'insectes auxiliaires à différentes échelles. Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1. 215 p.
- 164. Purcell A.H., Suslow K.G., 1984.** Surveys of leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) and pear psylla (Homoptera: Psyllidae) in pear and peach orchards and the spread of peach yellow leaf roll disease. *Journal of Economic Entomology*, 77(6):1489–1494.
- 165. Ramade F., 2003.** Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale, édition 3. Dunod, 690p.
- 166. Raman A., 1987.** On the cecidogenesis and nutritive tissues of the leaf galls of *Garuga pinnata* Roxburgh (Burseraceae) induced by *Phacopteron lentiginosum* Buckton (Pauropsyllinae: Psyllidae: Homoptera). *Phytophaga*, 1:141–159.
- 167. Rieux R., Lyousoufi A., Armand E., Faivre D'Arcier F., 1992.** Dynamique des populations hivernales et post-hivernales du psylle du poirier *Psylla pyri* (L.) (Hom., Psyllidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 27 (1-4): 545-549.
- 168. Rieux R., Faivre D'Arcier F., 1990.** Polymorphisme saisonnier des populations naturelles des adultes de *Psylla pyri* (L.) (Hom., Psyllidae). *Journal of Applied Entomology*, 109 : 120-135.
- 169. Robinson K.A., Jonsson M., Wratten S.D., Wade M.R., Buckley H.L., 2008.** Implications of floral resources for predation by an omnivorous lacewing. *Basic and Applied Ecology*, 9(2) :172-181.
- 170. Root R.B., 1973.** Organization of a Plant-Arthropod Association in Simple and Diverse Habitats: The Fauna of Collards (*Brassica Oleracea*). *Ecological Monographs*, 43(1) :95-124.
- 171. Ruíz M.T., Montiel A.B., 2000 :** Introducción al conocimiento de la Entomofauna del olivar en laprovincia de Jaén. Aspectos cualitativos. (I). *Bol. San. Veg. Plagas*, 26 : 129-147.
- 172. Ruíz M.T., Montiel A.B., 2001.** Introducción al conocimiento de laentomofauna del olivar en la provinciade jaén. Aspectos Cuantitativos (II) *Bol. San. Veg. Plagas*, 27: 531-560.

Références bibliographiques

- 173. Saeb H., 2003.** Bioecological studies on the olive psylla, *Euphyllura olivina* Costa (Hom., Aphalaridae) in Guilan province. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 9(4) :125 – 139.
- 174. Sagar D., Balikai R.A., 2013.** Psyllid pests of horticultural and forage crops: Taxonomy, biology and their management. Journal of Experimental Zoology India, 16(1) :1-18.
- 175. Saharaoui L., Gourreau J. M., 2000.** Les coccinelles d'algerie : inventaire et régime alimentaire (*Coleoptera, Coccinellidae*). Recherche Agronomique, 6 :11-27.
- 176. Saharaoui L., 2016.** Les coccinelles algériennes (*Coleoptera, Coccinellidae*) : analyse faunistique et structure des communautés. Thèse de Doctorat. Université Toulouse III - Paul Sabatier.194p.
- 177. Santos S.A.P., Pereira J.A., Torres L.M., Nogueira A.J.A., 2009.** Voracity of coccinellid species on different phenological stages of the olive pest *saissetiaoleae* (homoptera, coccidae). Applied Ecology AND Environmental Research, 7(4): 359-365.
- 178. Santos S.A.P., Pereira J.A., Torres L.M., Nogueira A.J.A., 2009.** Voracity of coccinellid species on different phenological stages of the olive pest *Saissetia oleae* (Homoptera, Coccidae). Applied Ecology and Environmental Research, 7(4): 359-365.
- 179. Sauvion N., Lachenaud O., Genson G., Rasplus J.Y., Labonne G., 2007.** Are there several biotypes of *Cacopsylla pruni*? Bulletin of Insectology, 60 (2): 185-186.
- 180. Savournin C., Regli P., 2002.** L'Olivier (*Olea europaea* L.): taxonomie et origine de la culture. Acta Botanica Gallica, 148(1) : 111-121.
- 181. Scherber C., Eisenhauer N., Weisser W. W., Schmid B., Voigt W., Fischer M., Schulze E.D., Roscher C, Weigelt A., Allan E., Beßler H., Bonkowski M., Buchmann N., Buscot F., Clement L.W., Ebeling A., Engels C., Halle S., Kertscher I., Klein A.M., Koller R., König S., Kowalski E., Kummer V., Kuu A., Lange M., Lauterbach D., Middelhoff C., Migunova V.D., Milcu A., Müller R., Partsch S., Petermann J.S., Renker C., Rottstock T., Sabais A., Scheu S., Schumacher J., Temperton V.M., Tschardt T., 2010.** Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. Nature, 468: 553-556.
- 182. Scherber C., Eisenhauer N., Weisser W W., Schmid B., Voigt W., Fischer M., Schulze E D., Roscher C., Weigelt A., et al., 2010.** Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. Nature, 468(7323):553-6

Références bibliographiques

- 183. Sigsgaard L., 2005.** Prey preferences of *A. nemoralis* and *A. nemorum* (Hemiptera: Anthocoridae) and their predation behaviour towards Pear psyllid, *Cacopsylla pyri*. IOBC-WPRS Bulletin, 28(7): 225-228.
- 184. Sigsgaard L., Esbjerg P., Philipsen H., 2006.** Controlling pear psyllids by massreleasing *Anthocoris nemoralis* AND *A. nemorum* (Heteroptera: Anthocoridae). Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 14 (3) : 89-98
- 185. Šimala M., Masten Milek T., Maslinina B., 2012.** *Euphyllura olivina* (Costa, 1839) (Hemiptera: psyllidae) povremeni štetnik masline. Glasilo biljne zaštite, 12 (4): 298-303.
- 186. Sommaggio D., 1999.** Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? Agriculture, Ecosystems & Environment, 74 (1-3):343-356.
- 187. Soroker V., Alchanatis V., Harari A., Talebaev S., Anshelevich L., Reneh S., Levsky S., 2013.** Phenotypic plasticity in the pear psyllid, *Cacopsylla bidens* (Šulc) (Hemiptera, Psylloidea, Psyllidae) in Israël. Israël Journal of entomology, 43: 21-31.
- 188. Southwood T. R. E., Brown V. K., Reader P M., 1979.**The relationships of plant and insect diversities in succession. Biological Journal of the Linnean Society, 12 (4): 327-348.
- 189. Sutherland J.P., Sullivan M.S., Poppy G.M., 2001.** Oviposition behaviour and host colony size discrimination in *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). Bulletin of Entomological Research, 91: 411-417.
- 190. Sutton R.D., 1983.** Seasonal color changes, sexual maturation and oviposition in *Psylla peregrine* (Homoptera: Psylloidea). Ecology Entomology, 8:195-202.
- 191. Sylla S., BreÂvault T., Diarra K., Bearez P., Desneux N., 2016.** Life-History Traits of *Macrolophus pygmaeus* with Different Prey Foods. PLoS ONE, 11(11): e0166610.
- 192. Tajnari H., 1992.** Étude bio-écologique d'*Euphyllura olivina* Costa (Hom. Psyllidae) dans les régions du Haouz et d'Essaouira : mise en évidence d'un état de diapause ovarienne. Thèse de troisième cycle, École Nationale d'Agriculture de Meknès, Maroc. 153 p.
- 193. Tamesse J.L., Messi J., Soufon E.S., Kambou J., Tiago A.B., Ndongo A.O., Dzokou V.J., 2001.** Complexe des parasitoïdes de *Trioza erytrae* (Del Guercio) (Homoptera : Triozidae), psylle des agrumes au Cameroun. Fruits, 57, (1) : 19–28.
- 194. Tauber M.J., Tauber C.A., Masaki S., 1986.** Seasonal adaptations of insects. New York: Oxford University Press.

Références bibliographiques

195. **Thienneman A., 1939** Grundzüge einer allgemeinen Ökologie. Arch. Hydrob., 35 : 267-285.
196. **Tiwari S., Gondhalekar A. D., Mann R. S., Scharf M. E., Stelinski L. L., 2011.** Characterization of five *CYP4* genes from Asian citrus psyllid and their expression levels in *Candidatus* Liberibacter asiaticus- infected and uninfected psyllids. Insect Molecular Biology, 20(6): 733–744.
197. **Triapitsyn, S.V., Jones J.M.L., Pickett C.H., Buffington M.L., Rugmanjones P.F., Daane K.M., 2014.** Description of the male of *Psyllaephagus euphyllurae* (Masi) (Hymenoptera, Encyrtidae), a parasitoid of the olive psylla, *Euphyllura olivina*(Costa) (Hemiptera, Liviidae), with notes on its reproductive traits and hyperparasitoids. Journal of Entomological and Acarological Research, 46: 112-118.
198. **Ullman D.E., MacLean D.L., 1988.**The probing behavior of the summer-form pear psylla. Entomologia Experimentalis et Applicata, 47(2):115–126.
199. **Unruh T.R., Higbee B.S. 1994.** Releases of laboratory reared predators of pear psyllademonstrate their importance in pest suppression. Bulltin OILB / SROP, 17(2) :146-150.
200. **Valente C., Hodkinson I.H., 2009. :** First record of the Red Gum Lerp Psyllid, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hem.: Psyllidae), in Europe. Journal of applied Entomology, 133 (4): 315-317.
201. **Van Den Berg M. A., Deacon V. E., Fourie C. J., Anderson S. H., 1987.** Predators of the citrus psylla, *Trioza erythrae* (Hemiptera: Triozidae), in the Lowveld and Rustenburg areas of Transvaal. Phytophylactica, 19(3): 285-289.
202. **Van Driesche R.G., Bellows T.S., 1996.** Biological control. Chapman & Hall, New York. 539 p.
203. **Van Emden H., 1965.** The rôle of uncultivated land in the biology of crop pests and bénéficial insects. Scientific Horticulture, 17 : 121-136.
204. **Vasseur A., Schvester D., 1957.** Biologie et écologie du pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*) en France. [Biology and ecology of the San José louse (*Quadraspidiotus perniciosus*) in France]. Annales des Ephiphyties et de phytogénétiques, 8:5-61.
205. **Viggiani G., 1986.** La protection phytosanitaire en oléiculture. In Traité d'Entomologie Oléicole. Conseil Oléicole International, Espagne. 339-346 p.

Références bibliographiques

- 206. Villenave J., Thierry D., Al mamun A., Lodé T., Rat-Morris E., 2005.** The pollens consumed by common green lacewings *Chrysoperla* spp.(Neuroptera: Chrysopidae) in cabbage crop environment in western France. *European Journal of Entomology*, 102: 547–552.
- 207. Villenave-Chasset J., 2006.** Etude de la Bio-écologie des Névroptères dans une perspective de lutte biologique par conservation. Interactions entre organismes. Thèse de Doctorat. Université d'Angers. 280p.
- 208. Villenave-Chasset J., 2013.** Les plantes attractives pour les insectes auxiliaires. AFPP –3^{eme} conférence sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles, Toulouse – 15, 16 et 17 octobre 2013.
- 209. Villenave-Chasset J., Mafayon C., 2010.** Les insectes- auxiliaires des cultures et d'élevage (Dossier auxiliaire). Institut Technique de l'Agriculture Biologique, 103:12-21.
- 210. Villenave-Chasset J., Leblond S., 2019.** Des bandes fleuries pour les auxiliaires dans les grandes cultures : Oui, mais lesquelles ? *Innovations Agronomiques*, INRA, 75 : 137-151.
- 211. Villiers A., 1952.** Hémiptères de l'Afrique noire : punaises et cigales. Dakar : IFAN, serie N°2, 256 p.
- 212. Vitanović E., Ivezić M., Kačić S. ; Katalinić M., Durbešić P., Igrc Barčić J., 2018.** Arthropod communities within the olive canopy as bioindicators of different management systems. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16 (2), e0301, 13 p.
- 213. Wagner E., Weber H.H., 1964.** Faune de France : Hétéroptères miridae. Federation Francaise des Societies des Sciences Naturelles, Paris, 67 :589.
- 214. West-Eberhard M. J., 2003.** Developmental plasticity and evolution. Oxford: Oxford University Press.
- 215. Zouiten N., Ferrière N., Hilal A., El Hadrami I., 2001.** Interaction olivier-psylla : approche histocytologique et caractérisation des composés phénoliques des sites. In: Des modèles biologiques à l'amélioration des plantes. [Interaction olive tree -psylla: histocytological approach and characterization of the phenolic compounds of the sites. In: From biological models to plant improvement.] Hamon Serge Ed. AUF. Paris : IRD, 707-708. (Colloques et séminaires /IRD).
- 216. Zouiten N., Ouguass Y., Hilal A., Ferriere N., Macheix J.J., El Hadrami I., 2000.** Interaction olivier-psylla : caractérisation des composés phénoliques des jeunes pousses et des grappes florales et relation avec le degré d'attraction ou de répulsion des

Références bibliographiques

cultivars. [Interaction olive tree-psylla: characterization of phenolic compounds of young shoots and floral clusters and relation with the degree of attraction or repulsion of cultivars] *Agrochimica*, 44:1-12.

Annexes

Tableau 1 : Fréquences et constances des espèces auxiliaires collectées par les techniques de battage et prélèvement des rameaux dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant la période allant de janvier 2014 jusqu'à décembre 2015.

	Genres et espèces	Fréquence des espèces (%)	Constance des espèces (%)
A1	<i>Cheiracanthium sp.1</i>	0.3968254	8.33333333
A2	<i>Cheiracanthium sp.2</i>	0.09920635	2.08333333
A3	<i>Philodromus sp.1</i>	0.27281746	5.55555556
A4	<i>Philodromus sp.2</i>	0.17361111	4.16666667
A5	<i>Heliophanus cupreus</i> Walckenaer	0.3968254	6.94444444
A6	<i>Synaema globosum</i> Fabricius	0.27281746	4.86111111
A7	<i>synaema sp.2</i>	0.1984127	4.16666667
C2	<i>Cantharis fusca</i> L.	0.29761905	6.25
C3	<i>Cantharis lateralis</i> L.	0.47123016	9.72222222
C4	<i>Cantharis livida</i> L.	0.44642857	8.33333333
C13	<i>Rhagonycha fulva</i> Scopoli	0.37202381	6.94444444
C14	<i>Adalia bipunctata</i> L.	0.37202381	11.11111111
C15	<i>Adalia decempunctata</i> L.	0.57043651	14.58333333
C16	<i>Chilocorus bipustulatus</i>	0.71924603	14.58333333
C17	<i>Coccinella septempunctata</i> L.	0.3968254	8.33333333
C18	<i>Oenopia doublieri</i>	0.76884921	13.8888889
C19	<i>Pharoscymnus setulosus</i>	0.52083333	11.11111111
C20	<i>Scymnus apetzi</i> Mulsant	0.27281746	5.55555556
C21	<i>Scymnus quadrimaculatus</i> Herbst	0.14880952	3.47222222
C22	<i>Scymnus rubromaculatus</i> Goeze	0.37202381	9.02777778

Annexes

C23	<i>Scymnus subvillosus</i> Goeze	0.07440476	0.69444444
D12	<i>Episyrphus balteatus</i> De Geer	0.29761905	6.94444444
D13	<i>Pipiza luteitarsis</i> Zetterstedt	0.09920635	2.77777778
D14	<i>Sphaerophoria scripta</i> L.	0.64484127	14.58333333
D15	<i>Syrphus corollae</i> Fabricius	0.1984127	4.16666667
D16	<i>Xanthandrus comtus</i> Harris	0.09920635	2.08333333
H2	<i>Anthocoris nemoralis</i> Fabricius	3.27380952	41.6666667
H3	<i>Anthocoris nemorum</i> L.	1.06646825	14.58333333
H4	<i>Orius laevigatus</i> Fieber	1.14087302	26.3888889
H5	<i>Orius majusculus</i> Reuter	1.1656746	21.5277778
H16	<i>Geocoris sp.1</i>	0.57043651	11.1111111
H17	<i>Geocoris sp.2</i>	0.44642857	9.02777778
H18	<i>Geocoris sp.3</i>	0.12400794	2.77777778
H19	<i>Campyloneura virgula</i> Herrich-Schäffer	1.14087302	22.2222222
H20	<i>Deraeocoris punctulatus</i> Fallén	0.22321429	4.16666667
H21	<i>Deraeocoris punctum</i> Rambur	0.12400794	2.08333333
H22	<i>Deraeocoris ruber</i> L.	0.52083333	10.4166667
H23	<i>Macrolophus pygmaeus</i> Rambur	0.81845238	13.8888889
H24	<i>Nabis sp.1</i>	0.49603175	4.86111111
H25	<i>Nabis sp.2</i>	0.04960317	1.38888889
HY1	<i>Apanteles sp.</i>	0.07440476	0.69444444
HY2	<i>Meteorus rubens</i> Nees	0.07440476	1.38888889
HY3	<i>Meteorus sp.2</i>	0.14880952	3.47222222
HY4	<i>Psytalia concolor</i> Szépligeti	0.27281746	4.16666667
HY5	<i>Alloxista eleaphila</i>	24.1319444	53.4722222
HY6	<i>Trichopria sp.1</i>	0.07440476	1.38888889
HY7	<i>Trichopria sp.2</i>	0.09920635	2.08333333

Annexes

HY8	<i>Ageniaspis sp.</i>	0.17361111	2.77777778
HY9	<i>Metaphycus sp.</i>	0.22321429	2.77777778
HY10	<i>Microterys sp.</i>	1.28968254	15.2777778
HY11	<i>Psyllaephagus euphyllurae</i> Masi	33.1597222	58.3333333
HY12	<i>Trechnites sp.</i>	3.27380952	52.7777778
HY13	<i>Elasmus flabellatus</i> Fonscolombe	0.32242063	4.16666667
HY14	<i>Elasmus sp. 2</i>	0.24801587	3.47222222
HY15	<i>Eupelmus urozonus</i> Dalman	0.07440476	2.08333333
HY16	<i>Eupelmus sp.2</i>	0.34722222	4.86111111
HY17	<i>Cataglyphis bicolor</i> Fabricius	0.32242063	6.94444444
HY18	<i>Crematogaster scutellaris</i> Olivier	0.89285714	17.3611111
HY19	<i>Messor barbara</i> L.	0.3968254	8.33333333
HY20	<i>Messor sp.2</i>	0.09920635	2.08333333
HY21	<i>Plagiolepis pygmaea</i> Latreille	0.3968254	4.86111111
HY22	<i>Tapinoma nigerrimum</i> Nylander	0.62003968	10.4166667
HY23	<i>Pachyneuron sp.</i>	11.3839286	53.4722222
HY24	<i>Scutellista sp.</i>	0.27281746	5.55555556
N1	<i>Chrysopa pallens</i> Rambur	0.22321429	5.55555556
N2	<i>Chrysoperla affinis</i> Stephens	0.29761905	6.94444444
N3	<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens	0.27281746	6.25
N4	<i>Chrysoperla vulgaris</i>	0.17361111	3.47222222
N5	<i>Micromus angulatus</i>	0.22321429	5.55555556
N6	<i>Hemerobius sp.1</i>	0.32242063	5.55555556

Table des matières

Remerciement

Liste des figures

Liste des tableaux

Sommaire

Introduction 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Quelques généralités sur les psylles	6
2. Le psylle de l'olivier <i>Euphyllura olivina</i>	8
2.1. La position systématique	8
2.2. Description morphologique des différents stades du développement d' <i>E.olivina</i>	8
2.2.1. L'œuf	9
2.2.2. Les larves.....	9
2.2.3. Les adultes	11
2.3. Eléments de biologie	14
2.4. Les dégâts occasionnés par le psylle de l'olivier	15
2.5. Les méthodesde lutte contre <i>E .olivina</i>	15
2.5.1. La lutte biologique	15
2.5.1.1. Les prédateurs	16
2.5.1.2. Les parasitoïdes	16
2.5.2. La lutte culturelle.....	18
2.5.3. La lutte chimique	18
2.5.4. La lutte intégrée	18

Table des matières

3. Taxonomie de l'olivier	19
4. Le cycle annuel de l'olivier	20

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Présentation des régions d'études.....	23
2. Méthodes de prélèvement dans les oliveraies	24
2.1. Méthodes d'échantillonnage	24
2.1.1. La technique de battage	25
2.1.2. Coupage des rameaux	26
3. Au laboratoire	27
3.1. Comptage des œufs, des larves et des adultes d' <i>E.olivina</i>	27
3.1.1. Les œufs	27
3.1.2. Les larves.....	27
3.1.2.1. Récupération et isolement des larves parasitées	27
3.1.2.2. Calcul du taux de parasitisme ou prévalence	27
3.1.3. Les adultes.....	27
3.1.3.1. Identification des adultes	28
3.1.3.2. Calcul du sexe ratio	28
3.2. Identification de la faune auxiliaire.....	28
3.2.1. Etude écologique de la faune auxiliaire	28
3.2.1.1. Indice de diversité	28
3.2.1.2. Indice d'équitabilité.....	29

Table des matières

3.2.1.3. Constance (fréquence d'occurrence).....	29
3.2.1.4. Fréquence (abondance relative).....	29
3.3. Analyse des données	30

Chapitre III : Résultats et discussions

I. L'identification des psylles collectés en oliveraies et étude du polymorphisme chez <i>E. olivina</i>	31
1. Résultats	31
1.1 L'identification des psylles	31
1.2 L'étude du polymorphisme chez <i>E. olivina</i>	32
2. Discussion.....	36
II. Etude de la dynamique des populations d' <i>E. olivina</i> dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras, et Beni douala durant les années 2014 et 2015	39
1. Résultats	39
1.1. Les pontes.....	39
1.1.1. Répartition spatio-temporelle des effectifs moyens pontes.....	39
1.1.1.1. Selon les années	39
1.1.1.2. Selon les mois.....	39
1.1.1.3. Selon les vergers	40
1.1.1.4. Selon les quatre points cardinaux de l'arbre	41
1.1.2 Evolution des effectifs de pontes dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 /2015.	41
1.1.1.1. L'oliveraie de Bouzeguène.....	41

Table des matières

1.1.1.2. L'oliveraie de Mechtras	42
1.1.2.3. L'oliveraie de Béni Douala	43
1.2. Les larves	44
1.2.1. Répartition spatio-temporelle des effectifs moyens des larves	44
1.2.1.1. Selon les années	44
1.2.1.2. Selon les mois.....	44
1.2.1.3. Selon les vergers	45
1.2.1.4. Selon les quatre points cardinaux de l'arbre	46
1.2.2. Evolution des effectifs de différents stades larvaires dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 /2015.....	46
1.2.2.1 L'oliveraie de Bouzeguène.....	46
1.2.2.2. L'oliveraie de Mechtras	47
1.2.2.3. L'oliveraie de Beni Douala	50
1.3. Adultes	52
1.3.1. Répartition spatio-temporelle des effectifs moyens des adultes	52
1.3.1.1. Selon les années	52
1.3.1.2. Selon les mois.....	52
1.3.1.3. Selon les vergers	53
1.3.1.4. Selon les quatre points cardinaux de l'arbre	53
1.3.2. Evolution des effectifs des adultes dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala	53
1.3.2.1. L'oliveraie de Bouzeguène	54
1.3.2.2. L'oliveraie de Mechtras	54

Table des matières

1.3.2.3. L'oliveraie de Béni-Douala	55
1.4. Le sex-ratio	56
2. Discussion	56
III. Etude de la faune auxiliaire	62
1. Résultats	62
1.1. Faune auxiliaire associée à <i>E. olivina</i> dans les vergers d'études	62
1.1.1. L'abondance relative et richesse spécifique des ordres composant la faune auxiliaire	65
1.1.2. Analyse écologique de la faune auxiliaire associée à <i>E. olivina</i> dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala.....	65
1.1.2.1 La fréquence ou abondance relative	66
1.1.2.2. La fréquence d'occurrence ou constance	66
1.1.2.3. La richesse spécifique et l'abondance des espèces de la faune auxiliaire associée à <i>E. olivina</i>	67
1.1.2.4. La diversité (l'indice de Shannon) et l'équitabilité (E) de la faune auxiliaire collectée dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala	68
1.1.3. Les prédateurs potentiels et parasitoïdes spécifiques d' <i>E. olivina</i>	68
1.1.3.1. Les prédateurs potentiels d' <i>E. olivina</i>	68
1.1.3.1.1. L'abondance relative des familles de prédateurs potentiels d' <i>E. olivina</i>	68
1.1.3.1.2. Importance des prédateurs potentiels d' <i>E. olivina</i> dans les trois régions d'études durant les années 2015 et 2015	69
1.1.3.2. Parasitoïdes spécifiques d' <i>E. olivina</i>	80
1.1.3.2.1. L'abondance relative des quatre espèces de parasitoïdes identifiés dans les vergers de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala, durant les années 2014 et 2015	82

Table des matières

1.1.3.2.2..Evolution du taux de parasitisme selon les mois d'échantillonnage	83
1.1.4. Évolution mensuelles des ennemis naturels d' <i>E. olivina</i> (prédateurs potentiels et parasitoïdes spécifiques).....	84
1.1.5. La richesse spécifique de la faune auxiliaire et l'infestation des oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala par les populations d' <i>E. olivina</i>	85
2. Discussion	86
2.1. Faune auxiliaire associée à <i>E. olivina</i> dans les vergers d'études	86
2.2. Les prédateurs potentiels d' <i>E. olivina</i>	90
2.3. Parasitoïdes spécifiques d' <i>E. olivina</i>	96
Conclusion	98
Références bibliographiques	103
Annexes	123
Table des matières	126
Résumé.	

Etude de la biologie de l'un des principaux insectes ravageurs de l'olivier, *Euphyllura olivina* (Hemiptera : Aphalaridae) et de la faune auxiliaire associée, dans quelques oliveraies de la région de Tizi- Ouzou

Résumé

Le psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa (Hemiptera : Aphalaridae) est l'un des principaux ravageurs de l'olivier en Algérie. L'étude réalisée sur la structure des populations de ce phytophage dans les oliveraies de Bouzeguène, Mechtras et Beni Douala durant les années 2014 et 2015, a permis de mettre en évidence, pour la première fois, l'existence d'un polymorphisme de coloration chez les adultes de ce ravageur. En effet, deux formes différentes ont été recensées dans l'ensemble des oliveraies étudiées. Les variations morphologiques affectent les différentes parties du corps des adultes des deux sexes, notamment l'abdomen et les terminalia. Par ailleurs, le suivi de la répartition spatiotemporelle des populations du psylle de l'olivier montre que les adultes de ce phytophage sont présents tout au long de la période d'échantillonnage. Ce ravageur accomplit trois générations annuelles : les deux premières générations successives et chevauchantes se développent, principalement au printemps et une troisième génération se manifeste en automne. La population larvaire la plus importante et qui est susceptible de commettre le plus de dégâts est observée durant la période de floraison, avec des densités variant de 3 à 6 larves par inflorescence selon la région. Les adultes d'*E. olivina* manifestent une préférence pour les directions Sud et Ouest comparativement à celles de l'Est et du Nord. Les effectifs des pontes et des larves ne diffèrent pas d'une manière significative entre les quatre directions. L'analyse écologique a révélé la richesse et la diversité spécifiques de la faune auxiliaire associée au psylle de l'olivier dans les trois oliveraies étudiées, en particulier celle de la région de Bouzeguène. Les prédateurs potentiels d'*E. olivina* recensés appartiennent à 51 espèces rangées dans 6 ordres et 14 familles. Les parasitoïdes spécifiques récoltés à partir des larves momifiées d'*E. olivina* sont *Psyllaephagus euphyllurae* (Masi) et *Trichnites sp.* (parasitoïdes primaires) et deux hyper parasitoïdes : *Alloxysta eleaphila* et *Pachineuron sp.*

Mots- clés : *Euphyllura olivina*, polymorphisme, oliveraies de Tizi-Ouzou, faune auxiliaire.

Biological study of one of the main olive tree's insect pests , *Euphyllura olivina* (Hemiptera: Aphalaridae), and the associated auxiliary fauna in some olive groves in Tizi- Ouzou region

Abstract

The olive psyllid *Euphyllura olivina* Costa (Hemiptera: Aphalaridae) is one of the main olive tree pests in Algeria. The study carried out on this phytophage's population structure in three olive groves (Bouzeguène, Mechtras and Beni Douala), during the years 2014 and 2015, allowed us to find out, for the first time, the existence of tow different forms of color polymorphism. In fact, morphological variations affect different parts of both sexes adults' bodies, including the abdomen and terminalia. Otherwise, monitoring the spatiotemporal distribution of olive psyllid populations reveals this phytophagus' adults presence all along the sampling period. This pest achieves three annual generations: the first two successive and overlapping generations develop mainly in spring while the third one occurs in autumn. The largest larval population, which is likely to cause the most damage, is observed during the flowering period, with densities varying from 3 to 6 larvae per inflorescence depending on the region. The adults of *E. olivina* show a preference for the South and West directions compared to East and North. The number of eggs and larvae did not differ significantly in the four directions. Furthermore, the ecological analysis revealed a high richness and diversity of the auxiliary fauna associated with the olive psyllid in the three olive groves studied, in particular that of the Bouzeguène region. Potential predators of *E. olivina* recorded belong to 51 species arranged in 6 orders and 14 families. The specific parasitoids collected from the mummified larvae of *E. olivina* are *Psyllaephagus euphyllurae* (Masi) and *Trichnites sp.* (primary parasitoids) and two hyper parasitoids: *Alloxysta eleaphila* and *Pachineuron sp.*

Keywords : *Euphyllura olivina*, polymorphism, olive groves of Tizi-Ouzou, auxiliary fauna.