

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة-الحراش-الجزائر

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURES D'AGRONOMIE-EL HARRACH-ALGER

THÈSE

En vue de l'obtention du diplôme de **Doctorat en Sciences
Agronomiques**

Option : santé végétale en milieu agricole et forestier.

Sujet

**Fluctuations de populations de *Gynaikothrips ficorum* (Marchal, 1908)
(Thysanoptera: Phlaeothripidae) et de *Macrohomotoma gladiata* (Kuwayama,
1908) (Hemiptera: Psylloidea) sur *Ficus retusa* : faune entomologique associée
et complexe parasites / prédateurs.**

Présenté par : ZIOUANI Khawla.

Devant le Jury :

Président : M. BICHE M.

Professeur E.N.S.A. EL Harrach.

Directeur de thèse : M. BENZEHRA A.

Professeur E.N.S.A. EL- Harrach.

Examineurs : Mme MARNICHE F.

Professeur E.N.S.V. El- Harrach.

Mme BENAHMED DJILALI A.

Maître de conférence A.

U.M.M.T.O. Tizi Ouzou.

Invité : M. SAHARAOU I L.

Docteur en Ecologie

Année Universitaire : 2020/2021.

ملخص

هاته الأطروحة تهدف الى دراسة كل من الإمكانية-الزمانية للتكاثر الحشري ومجموعاته الوظيفية المرتبطة بشجرة *F. retusa* ، و دراسة التقلب المكاني والزمني و أعدائهم الطبيعيين لإثنين من الحشرات الضارة والتي تتمثل في *G. Ficorum* و *M. gladiata* لشجرة ال فيكوس و في موقعين مختلفين. لهذا، قمنا بأخذ عينات من 10 أشجار تم اختيارها عشوائياً في كل موقع من المواقع جيث أخذنا منها 10 أوراق ملفوفة من كل شجرة (أي 100 ورقة) وأربعة أغصان صغيرة يبلغ طولها حوالي 20 سم بها براعم وأوراق صغيرة. تمكنا من تسليط الضوء على مجموعة متنوعة من 89,725 فرداً مقابل 77,576 تم جردها في عامي 2017 و2018 بثروة 30 نوع مقسما إلى 7 أصناف و10 عائلات. الأصناف التي تحتل المراتب الأولى من الوفرة هي المستهلكين الأساسيين مثل *G. ficorum* و *M. gladiata* والمستهلكون الثانويون يحتلون المراتب الوسطى. يقدم التوزيع الهرمي الزمني المكاني لتكاثر الحشرات إلى مجموعتين وظيفيتين، المجموعة الأولى تشمل كل من *G. ficorum* و *M. gladiata* والحيوانات المفترسة الخاصة بهم والمجموعة الثانية تشمل الخنافس المفترسة وفريستها البديلة. أظهرت لنا دراسة التقلبات المكانية والزمانية لـ *G. ficorum* أن البيض موجود طوال العام. و ستظهر يرقات L1 و L2 في يونيو أما الشرائق في يوليو قبل ظهور البالغين. تكشف دراسة التقلبات السكانية لـ *M. gladiata* أن أول ظهور للبيض تم تسجيله بين يناير ويوليو بينما من الواضح أن الحوريات مهمة من فبراير إلى أغسطس ومن أغسطس إلى ديسمبر بينما تكثر الحشرات البالغة بين يناير وسبتمبر وديسمبر. بالإضافة إلى ذلك، فإن الاختلاف الموسمي في البسيلا يظهر أن البيض وفير في الخريف ، و يرقات L1 و L2 بشكل رئيسي في الشتاء والخريف بينما تكون الحوريات مهمة في الربيع بما في ذلك الشتاء والخريف. يلاحظ البالغون بشكل رئيسي في الخريف على الرغم من قلة عدد أفرادهم أظهرت الداسة أيضا أن *M. gladiata* . واجد للبراعم الفتية للعام الجاري. إستطعنا تشخيص خلال دراستنا 5 أعداء *A. nemoralis* و *M. confusa* و *O. laevigatus* و *A. ramachandrai* و *A. gynaiokothripsi* و *P. punensis* التي تهاجم كل من *M. gladiata* و *G. ficorum*

الكلمات المفتاحية: التكاثر. *F. retusa*, *G. ficorum*, *M. gladiata*, التقلبات الشهرية والموسمية. الأعداء الطبيعية.

Résumé

Le travail consiste non seulement en une étude spatio-temporelle de l'entomocénose et ses groupes fonctionnels associée à l'arbre de *F. retusa*, mais aussi en une fluctuation spatio-temporelle de la population de deux déprédateurs du *Ficus retusa*, *G. ficorum* et *M. gladiata* et de leurs ennemis naturels dans deux sites. Pour cela, on a effectué un échantillonnage sur 10 arbres choisis au hasard dans chacun des sites dont nous avons prélevés 10 feuilles enroulées de chaque arbre (soit 100 feuilles) et quatre de jeunes rameaux de 20 cm d'environ ayant de jeunes bourgeons et de feuilles. Nous avons pu mettre en évidence une diversité de 89725 individus contre 77576 ont été inventoriés en 2017 et 2018 avec une richesse de 30 taxons qui se répartissent en 7 ordres et 10 familles. Les taxons qui occupent les premiers rangs d'abondance sont des consommateurs primaires tels que *G. ficorum* et *M. gladiata*) et que les consommateurs secondaires occupent les rangs moyens. La distribution hiérarchique spatio-temporelle de l'entomocénose du ficus présente deux groupements fonctionnels, le premier assemblage comprend *G. ficorum* et *M. gladiata* et leurs prédateurs et le deuxième assemblage regroupe les coccinelles prédatrices et leurs proies alternatives. L'étude de la fluctuation spatio-temporelle du *G. ficorum* montre que les œufs sont présentes sur toute l'année. Les larves L1 et L2 apparaissent en juin, les prénymphe et nymphes en juillet avant que les adultes émergent. L'étude de fluctuation de population de *M. gladiata* révèle que les premières émergences des œufs ont été enregistré entre janvier et juillet alors que les nymphes sont nettement importantes de février à août et d'août à décembre tandis que les adultes sont abondants entre janvier, septembre, et décembre. Par ailleurs, la variation saisonnière du psylle montre que les œufs sont abondants en automne, les larves L1 et les L2 principalement en hiver et en automne alors que les nymphes sont importantes en printemps y compris en hiver et en automne. Les adultes sont observés essentiellement en automne malgré leur faible population. *M. gladiata* affectionne les jeunes pousses de l'année. Nous avons recensé 5 ennemis *A. nemoralis*, *M. confusa*, *O. laevigatus*, *A. ramachandrai* et *A. gynaiokothripsi* et *P. punensis* qui s'attaquent à *G. ficorum* et *M. gladiata*

Mots clés : Entomocénose, *F. retusa*, *G. ficorum*, *M. gladiata*, Fluctuation, Ennemis naturels.

Abstract

This work consists not only in a spatio-temporal study of the entomocenosis and its functional groups associated with the *F. retusa* tree, but also in a spatio-temporal fluctuation of the population of two *Ficus retusa* pests, *G. ficorum* and *M. gladiata* and their natural enemies in two sites. For this purpose, we sampled 10 randomly selected trees at each site from which we took 10 rolled leaves from each tree (i.e. 100 leaves) and four young twigs of about 20 cm with young buds and leaves. We were able to highlight a diversity of 89725 individuals against 77576 were inventoried in 2017 and 2018 with a richness of 30 taxa that are divided into 7 orders and 10 families. Taxa that occupy the top ranks of abundance are primary consumers such as *G. ficorum* and *M. gladiata*) and secondary consumers occupy the middle ranks. The hierarchical spatio-temporal distribution of the ficus entomocenosis presents two functional groupings, the first assemblage includes *G. ficorum* and *M. gladiata* and their predators and the second assemblage includes predatory ladybugs and their alternative prey. The study of the spatio-temporal fluctuation of *G. ficorum* shows that the eggs are present throughout the year. L1 and L2 larvae will appear in June, pre-pupae and pupae in July before the adults emerge. The study of the population fluctuation of *M. gladiata* reveals that the first emergence of eggs was recorded between January and July while nymphs are clearly important from February to August and from August to December while adults are abundant between January, September, and December. Furthermore, the seasonal variation of psyllids shows that eggs are abundant in autumn, L1 larvae and L2 mainly in winter and autumn while nymphs are important in spring including winter and autumn. Adults are observed mainly in autumn despite their low population. *M. gladiata* likes young shoots of the year. We counted 5 enemies *A. nemoralis*, *M. confusa*, *O. laevigatus*, *A. ramachandrai* *A. gynaikothripsi* and *P. punensis* which attack *G. ficorum* and *M. gladiata*.

Keys words: *Entomocenosis, F. retusa, G. ficorum, M. gladiata, Fluctuation, Natural enemies.*

Dédicace

Je dédie cette thèse

À mes chers parents,

À ma mère, ma source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice.

À mon père, le meilleur de tous les pères du monde, tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi par tes qualités humaines, ta gentillesse et ton amour.

Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance pour vous. Je n'espère ne jamais vous décevoir, ni trahir votre confiance et vos sacrifices. Merci pour tous les sacrifices, l'encouragement, le soutien financier et morale que vous m'avez accordé pendant ces années d'étude. En ce jour,

j'espère réaliser l'un de vos rêves. Puisse Dieu tout puissant, vous préserver, vous accorder la santé, la longue vie et le bonheur. C'est grâce à vos prières et vos bénédictions qui m'ont été grand secours tout au long de ma vie que je suis arrivé jusqu'au là.

À ma grand-mère chérie, tu m'appris à être forte et rester digne malgré les difficultés. Tu attendais le jour de ma soutenance avec impatience mais ton âme si belle s'est envolée. Tu es une étoile qui ne nous quittera jamais et qui continuera à éclairer nos vies. Paix à ton âme.

« Une grand-mère est l'histoire vivante de la famille et sa force infailible »

Jean Gastaldi

À ma sœur Meriem, au cœur le plus douce, merci pour ton soutien pour ton écoute et ton encouragement.

À mes frères Mohsen et Fares, merci pour le soutien que vous m'avez assuré, vous étiez inquiète pour moi mais tout le temps d' derrière moi à tous moments.

À mes petits anges qui ont embelli notre vie de joie et bonheur vous étiez la cause de sourire au moments difficiles : à mon petit poussin Nizar, ma princesse Kawther, et les jumeaux Nef & Kosai.

À toute mes copines, copains et collègues avec qui j'ai partagé tous ces années d'étude des moments de bonheur et même les moments difficiles vous étiez là à tous moment. Je n'oublierai jamais ces merveilleux moments passés ensemble vous étiez une famille pour moi.

Il me sera très difficile de remercier tout le monde car c'est grâce à l'aide de nombreuses personnes que j'ai pu mener cette thèse à son terme.

Merci à tous

Remerciements

Après avoir rendu grâce à Dieu le tout-puissant, je remercie vivement tous ceux qui ont contribué et collaboré avec leurs aides pour la concrétisation de cette thèse.

Mes premières gratitudes remerciement vont à la personne qui m'a encadré et m'a fait partager ses brillantes intuitions sur tout au long de cette thèse, qu'il soit remercié aussi pour sa disponibilité, ses orientations, sa patience, ses judicieux conseils et pour l'environnement familial de travail qu'il m'a offert, j'ai nommé Monsieur BENZEHRA Abdelmadjid Professeur à L'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie.

J'adresse mes reconnaissances et mes s'insère remerciement à Mr. SAHARAOUI Lounes, EX Doctorant en écologie à l'E.N.S.A. pour sa collaboration, sa disponibilité et les nombreux encouragements qu'il m'a prodiguée. C'est à ses côtés que j'ai appris les méthodes d'indentifications.

Je remercie aussi Mr. POCELLI Francesco pour l'opportunité qu'il m'a accordée de de m'avoir accueilli pendant deux mois de stages au sein de son laboratoire. Je le remercie aussi pour les conseils prodigieux qu'il m'a partagés.

Mes s'sincères remerciements vont aussi aux membres de jury :

Je tiens à remercier Monsieur BICHE Mohammed professeur à l'ENSA, El Harrach-Alger, d'avoir accepté de présider les jurys de cette thèse.

Je remercie également Mme. MERNICHE Faiza professeur à l'ENSV, El Harrach Alger et Mm BENAHMED Adiba Maitre de Conférence à l'Université Mouloud-Mammeri de Tizi Ouzou de l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'être des examinatrices de cette thèse.

Je remercie également Mr. GUESSOUM Mohamed Maitre Conférence à l'ENSA pour son orientation et indentification de l'acarien.

Je tiens aussi à remercier tous les professeurs du département de Zoologie Agricole et Forestier de l'ENSA, grâce à qui je suis devant vous aujourd'hui

Table des matières

ملخص

Résumé

Abstract

Dédicaces et Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des annexes

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I

ETUDE SPATIO-TEMPORELLE DE L'ENTOMOCENOSE ASSOCIEE A *FICUS RETUSA*

INTRODUCTION.....	3
I. MATERIEL ET METHODE DE TRAVAIL.....	3
1. Objectif.....	5
2. Description des sites d'étude.....	5
2.1. Site Bab-Ezzouar	5
2.2. Site de Hassen Badi	6
3. Inventaire de l'entomocénose.....	6
4. Comptage et Identification de l'entomocénose	6
5. Estimation de la diversité	7
5.1. Richesse spécifique et indice de raréfaction	7
5.2. Indice de Shannon	7
5.3. Indice d'équitabilité ou de Piélou (E).....	7
5.4. Indice de Simpson D.....	7
5.5. Indice de Hill H.....	7
5.6. Indice de similarité de Morisita-Horn.....	8
5.7. Indice de Jaccard.....	8
6. Distribution d'abondance, Modèle de Motomura.....	8
6.1. Constante du milieu de Motomura (m).....	8
7. Fréquence centésimale.....	9

8. Constance.....	9
9. Traitement et analyse des données.....	9
II. RESULTATS.....	10
1. Inventaire de la faune associée au thrips et au psylle.....	10
1.1. Principales familles inventoriées.....	13
1.2. Inventaire selon le statut trophique.....	14
2. Richesse spécifique à Hassen Badi et Bab Ezzouar.....	14
3. Indices de diversité de Shannon et Equitabilité.....	13
4. Indice de Simpson.....	15
5. Indice de Hill.....	16
6. Indice de similarité de Morisita-Horn (Morisita-Horn index).....	16
7. Distribution d'abondance, modèle de Motomura.....	16
8. Distribution spatio-temporelle des espèces.....	17
9. Distribution selon l'organe de l'arbre.....	19
10. Statut écologique de l'entomocénose.....	21
10.1. Site de Hassen Badi 2017 et 2018.....	21
10.2. Site de Bab Ezzouar 2017 et 2018.....	22
III. DISCUSSION.....	23
IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	27

CHAPITRE II
FLUCTUATIONS DE POPULATIONS, PARASITISME ET
PREDATION NATURELS DE *GYNAIKOTHRIPS FICORUM*
(*THYSANOPTERA* : *PHLAEOTHRIPIDAE*) SUR *FICUS REUSA*
(*MORACEAE*)

INTRODUCTION.....	29
I. DONNEES BIBLIOGRAPHIE SUR LES THYSANOPTERES.....	31
1. Généralités sur les Thysanoptères.....	31
1.1. Caractères morphologiques	31
1.2. Caractères morphologiques distinctifs entre les Terebrantia et les Tubulifera.....	34
1.3. Classification des thysanoptères.....	35
2. Caractères morphologiques de <i>G. ficorum</i>	37
2.1. Description de l'adulte.....	37

2.2. Description et reconnaissance des stades larvaires et nymphaux.....	40
2.2.1. Larves du premier stade (L ₁)	40
2.2.2. Larves du deuxième stade (L ₂).....	40
2.2.3. Stades de pré nymphe et de nymphe.....	40
3. Position systématique et synonymies.....	41
4. Bio écologie de <i>G. ficorum</i>	41
4.1. Cycle de développement.....	41
4.2. Distribution géographique.....	41
4.3. Action des facteurs écologiques.....	42
4.3.1. Influence de la température.....	42
4.3.2. Alimentation.....	42
5. Plantes hôtes et Dégâts	43
6. Lutte contre les thrips.....	44
6.1. Lutte chimique.....	44
6.2. Lutte biologique.....	44
6.3. Ennemies naturels.....	46
II. FLUCTUATIONS DE POPULATIONS DE <i>GYNAIKOTHRIPS FICORUM</i>	47
(MARCHAL) (THYSANOPTERA :PHLAEOTHIRIPIDAE).....	
1. Matériel et méthode de travail.....	47
1.1. Objectif.....	47
1.2. Echantillonnage et prélèvement des feuilles.....	47
1.3. Comptage.....	47
1.4. Montage des insectes	48
1.5. Test de prédation de <i>M confusa</i>	48
1.5.1. Matériel biologique.....	48
1.5.2. Dispositif expérimental.....	49
2. Résultats.....	50
2.1. Site de Hassen Badi.....	50
2.1.1. Fluctuation mensuelle.....	50
2.1.1.1 Œufs	50
2.1.1.2. Œufs éclos	50
2.1.1.3. Œufs non éclos.....	51
2.1.1.4. Stades larvaires.....	51
2.1.1.5. Stades nymphaux.....	52

2.1.1.6. Stade adulte.....	52
2.1.2. Variation saisonnière	53
2.1.2.1. Œufs	53
2.1.2.2. Œufs éclos	54
2.1.2.3. Œufs non éclos.....	55
2.1.2.4. Stades larvaires	55
2.1.2.5. Stades nymphaux.....	56
2.1.2.6. Stade adulte.....	57
2.1.3. Taux de mortalité mensuel et saisonnier.....	57
2.2. Site de Bab Ezzouar.....	58
2.2.1. Fluctuations mensuelles.....	58
2.2.1.1. Œufs	58
2.2.1.2. Œufs éclos.....	58
2.2.1.3. Œufs non éclos.....	59
2.2.1.4. Stades larvaires.....	59
2.2.1.5. Stades nymphaux.....	60
2.2.1.6. Stade adulte.....	61
2.2.2. Variations saisonnières.....	61
2.2.2.1. Œufs	61
2.2.2.2. Œufs éclos	62
2.2.2.3 Œufs non éclos	62
2.2.2.4. Stades larvaires.....	63
2.2.2.5. Stades nymphaux.....	63
2.2.2.6. Stade adulte.....	64
2.2.3. Taux de mortalité mensuel et saisonnier.....	64
2.3. Dégâts de <i>G. ficorum</i>	65
2.4. Principaux Prédateurs et Parasitoides	66
2.4.1. <i>Tetrastacus gentilei</i>	66
2.4.2. <i>Adactylidium gynaiokothripsi</i>	68
2.4.2.1. Taux de prédation de <i>A. gynaiokothripsi</i> à Bab Ezzouar.....	68
2.4.2.2. Taux de prédation de <i>A. gynaiokothripsi</i> à Hassen Badi.....	70
2.4.2.3. Mode de parasitisme	70
2.4.3. <i>Androthrips ramachandrai</i>	71

2.4.4. <i>Montandoniola confusa</i>	72
2.4.5. <i>Chrysopa carnea</i>	73
2.5. Ordre d'arrivée des prédateurs et du parasitoides	73
3. Discussion.....	74
4. Conclusion et perspectives.....	78

CHAPITRE III
FLUCTUATION SPATIO-TEMPRELLE, PARASITISME ET
PREDATION NATURELS DE *MACROHOMOTOMA GLADIATA*
(KUWAYAMA) (PSYLLOIDEA : HOMOTOMIDAE) SUR *FICUS*
***REUSA* (MORACEAE)**

INTRODUCTION	80
I. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES PSYLLOIDAE	82
1. Description de l'adulte.....	82
1.1. Tête	82
1.2. Thorax.....	84
1.3. Abdomen.....	87
2. Taxonomie des Psylloidae.....	89
2.1. Classification phylogénique des Psylloidea.....	90
2.2. Arbre taxonomique <i>M. gladiata</i>	92
3. Quelques aspects biologiques des psylle.....	92
3.1. Cycle biologique.....	92
3.2. Fécondité.....	94
4. Quelques aspects écologiques des psylles	94
4.1. Origine et Distribution.....	94
4.2. Comportement des stades immatures.....	95
4.3. Dissémination.....	96
4.4. Sélection et effet de la plante hôte.....	96
5. Dégâts et plantes hôtes.....	98
6. Moyens de lutte	99
6.1. Lutte chimique.....	99
6.2. Lutte biologique.....	100
6.3. Parasitoides	101

II. FLUCTUATIONS SPATIO-TEMPORELLES, PARASITISME ET PREDATION NATURELS DES POPULATIONS DE <i>MACROHOMOTOMA GLADIATA</i> (KUWAYAMA).....	102
1. Matériel et méthodes	102
1.1. Objectif.....	102
1.2. Echantillonnage et prélèvement.....	102
1.3. Séparation des stades larvaires parasités.....	103
1.4. Etude morphologique.....	103
1.4.1. Identification.....	103
1.4.2. Dissection et Montage du Génitalia.....	103
1.5. Tri et Identification du parasite <i>P. punensis</i>	104
1.6. Taux d'émergence de <i>P. punensis</i>	104
1.7. Taux de parasitisme	104
1.8. Détermination de la Sex-ratio.....	104
2. Résultats.....	104
2.1. Caractères d'identification des adultes et stades immatures	104
2.2. Site Bab Ezzouar.....	106
2.2.1. Fluctuations mensuelles.....	106
2.2.1.1. Œufs	106
2.2.1.2. Œufs éclos.....	107
2.2.1.3. Œufs non éclos.....	108
2.2.1.4. Larve (L ₁)	109
2.2.1.5. Larve (L ₂).....	110
2.2.1.6. Larve (L ₃).....	110
2.2.1.7. Larve (L ₄).....	111
2.2.1.8. Nymphe.....	111
2.2.1.9. Adultes.....	113
2.2.2. Variations saisonnières	114
2.2.2.1. Œufs.....	114
2.2.2.2. Œufs éclos.....	114
2.2.2.3. Œufs non éclos.....	114
2.2.2.4. Larve (L ₁)	115
2.2.2.5. Larve (L ₂).....	116
2.2.2.6. Larve (L ₃).....	117
2.2.2.7. Larve (L ₄).....	117

2.2.2.8. Nymphes et adultes.....	118
2.2.3. Taux de mortalité mensuelle	118
2.3. Site de Hassen Badi.....	119
2.3.1. Fluctuations mensuelles.....	119
2.3.1.1. Œufs	119
2.3.1.2. Œufs éclos	119
2.3.1.3. Œufs non éclos.....	120
2.3.1.4. Stades larvaires.....	120
2.3.1.5. Nymphes et adultes.....	121
2.3.2. Variations saisonnières	123
2.3.2.1. Œufs	123
2.3.2.2. Œufs éclos.....	123
2.3.2.3. Œufs non éclos.....	123
2.3.2.4. Larves (L ₁).....	124
2.3.2.5. Larves (L ₂).....	125
2.3.2.6. Larves (L ₃).....	125
2.3.2.7. Larves (L ₄).....	126
2.3.2.8. Nymphes et adultes.....	126
2.3.3. Taux mensuel et saisonnier de la mortalité.....	127
2.4. Distribution de la population de <i>M. gladiata</i>	128
2.4.1. Selon les feuille, les jeunes et anciens pousses	128
2.4.2. Selon la face de la feuille et le bourgeon	129
2.5. Sex-Ratio.....	129
2.6. Principaux prédateurs et parasitoïdes.....	130
2.6.1. <i>Anthocoris nemoralis</i>	130
2.6.2. <i>Chrysopa carnea</i>	130
2.6.3. <i>Psyllaephagus . punensis</i> ;.....	130
2.6.3.1. Mode de parasitisme de <i>P. punensis</i>	131
2.6.3.2. Taux de parasitisme de <i>P. punensis</i>	131
2.6.3.3. Taux d'émergence de <i>P. punensis</i>	134
2.6.3.3.1. En laboratoire.....	134
2.6.3.3.2 En conditions naturelles.....	135
2.7. Description des dégâts.....	136

3. Discussion.....	140
4. Conclusion et perspectives.....	139
CONCLUSION GENERALE.....	142
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	146
ANNEXES	

Liste des figures

Figure 1. Site de Bab Ezzouar.....	5
Figure 2. Site de Hassen Badi.....	6
Figure 3. Inventaire des familles à Hassen Badi en 2017/2018.....	13
Figure 4. Inventaire selon le statut trophique ; A : Hassen Badi, B : Bab Ezzouar..... ;	14
Figure 5. Courbe de raréfaction de la richesse spécifique en fonction du nombre d'individus de 2017 et 2018. A : Hassen Badi ; B : Badi	15
Figure 6. Diagramme rang fréquence log linéaire de Motomura. A: Hassen Badi, B: Bab Ezzouar.....	18
Figure 7. Classification ascendante hiérarchique des peuplements à Bab Ezzouar.....	19
Figure 8. Diagramme Detrended Correspondence Analysis (DCA) à Bab Ezzouar.....	20
Figure 9. Analyse Factorielle de correspondances de la distribution de l'entomocénose selon l'organe de l'arbre ; A. à Hassen Badi , B. à Bab Ezzouar.....	20
Figure 10. Statut écologique de l'entomocénose à Hassen Badi en 2017 et 2018.....	21
Figure 11. Statut écologique de l'entomocénose à Bab Ezzouar en 2017 et 2018.....	23
Figure 12. Adulte d'un Tubulifera (Mound & Walker, 1986).....	32
Figure 13. Principaux caractères morphologiques distinctifs entre les Terebrantia et les Tubulifera A et B : Adultes ♀ ; C et D : Tête et pronotum ; E et F : Ailes ; G et H : Extrémité abdominale. (Mound & Kibby, 1998).....	36
Figure 14. Développement larvaire chez les Terebrantia et les Tubulifera.....	36
Figure 15. Adulte de <i>G. ficorum</i>	38
Figure 16. Morphologie de la Tête et de l'antenne A : Tête, B : Antenne.....	38
Figure 17. Morphologie du Pronotum de <i>G. ficorum</i>	39
Figure 18. Extrémité abdominale de <i>G. ficorum</i>	39
Figure 19. Distribution géographique de <i>G. ficorum</i> dans le monde (CABI, 2019).....	42
Figure 20. Dégâts provoqués par <i>G. ficorum</i> sur les feuilles de <i>F. retusa</i>	44
Figure 21. Fluctuation mensuelle d'œufs de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018.....	50
Figure 22. Fluctuation mensuelle des œufs de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> en 2017 et 2018 à Hassen Badi. A : Œufs éclos, B : Œufs non éclos.....	51
Figure 23. Fluctuation mensuelle des stades larvaires de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018 A : Larves L ₁ ; B : Larves L ₂	52
Figure 24. Fluctuation mensuelle des stades nymphaux de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018. A : Prénymphes ; B : Nymphes.....	53
Figure 25. Fluctuation mensuelle des adultes de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018.....	53
Figure 26. Variation saisonnière des œufs de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018.....	54
Figure 27. Variation saisonnière des œufs éclos de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018.....	54
Figure 28. Variation saisonnière des œufs non éclos de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018.....	55

Figure 29. Variation saisonnière des stades larvaires de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018. A: Larves L ₁ , B: Larves L ₂	56
Figure 30. Variation saisonnière des stades nymphaux de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018. A : Prénymphes ; B : nymphes.....	56
Figure 31. Variation saisonnière des adultes de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018.....	57
Figure 32. Taux de mortalité de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018. A : Mortalité mensuelle ; B : Mortalité saisonnière.....	58
Figure 33. Fluctuation mensuelle des œufs de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017 et 2018.....	59
Figure 34. Fluctuation mensuelle des œufs de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017 et 2018. A : Œufs éclos ; B : Œufs non éclos.....	59
Figure 35. Fluctuation mensuelle des larves de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017 et 2018 A: Larves L ₁ ; B: Larves L ₂	60
Figure 36. Fluctuation mensuelle des stades nymphaux de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017 et 2018. A : Prénymphes ; B : Nymphes.....	61
Figure 37. Fluctuation mensuelle des adultes de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017 et 2018.....	61
Figure 38. Variation saisonnière des œufs de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017 et 2018. A : Œufs; B : Œufs éclos ; C : Œufs non éclos.....	62
Figure 39. Variation saisonnière des stades larvaires de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017 et 2018.A : Larves L ₁ ; B : Larves L ₂	63
Figure 40. Variation saisonnière de stades adultes de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017 et 2018 A : Prénymphes ; B : nymphes ; C : Adultes.....	64
Figure 41. Taux de mortalité moyen mensuel et saisonnier de <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018. A : Mortalité mensuelle ; B : Mortalité saisonnière.....	65
Figure 42. Dégâts sur <i>F. retusa</i> infligés par <i>G. ficorum</i> . A : Mouchetures sur feuilles et début de son enroulement, B : Feuilles enroulées.....	66
Figure 43. Caractères morphologiques d'identification de <i>T. gentilei</i> A : Adulte de <i>T. gentilei</i> ; B : Antennes ; C : Ailes.....	67
Figure 44. Caractères morphologiques d'identification d' <i>A. gynaiokothripsi</i> A : Adulte à idiosome ovale ; B : Chétotaxie des pattes P. I ; P. II ; P.III ; P.IV.....	68
Figure 45. Taux de prédation d' <i>A. gynaiokothripsi</i> sur <i>G. ficorum</i> à Bab Ezzouar en 2017 et 2018. A : Taux mensuel de prédation ; B : Taux saisonnier prédation.....	69
Figure 46. Taux de prédation de <i>A. gynaiokothripsi</i> sur <i>G. ficorum</i> à Hassen Badi en 2017 et 2018. A : Taux mensuel de prédation ; B : Taux saisonnier prédation.....	70
Figure 47. Mode de parasitisme d' <i>A. gynaiokothripsi</i> sur <i>G. ficorum</i>	71
Figure 48. Caractères morphologiques d'identification d' <i>A. ramachandrai</i> .A et B : Adulte ; C: Fémur, D : Extrémité postérieure.....	72
Figure 49. Taux de consommation des œufs, des larves et des adultes de <i>G. ficorum</i> par l'adulte de la punaise <i>M. confusa</i>	73
Figure 50. Schéma représentatif de la morphologie de la tête et du thorax des psylles	84
Figure 51. Pattes d'un psylloidea.....	85

Figure 52. Détails de la nervation alaire	87
Figure 53. Vue latérale du génitalia mâle du psylle.....	88
Figure 54. Extrémité abdominale de la femelle en vue latérale A et B.....	88
Figure 55. Classification phylogénique des Psylloidea (Burckhardt & Ouvrard, 2012).....	91
Figure 56. Distribution géographique de <i>M. gladiata</i> dans le monde (EPPO, 2020)...	95
Figure 57. Dégâts de psylle <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i>	99
Figure 58. Caractères morphologiques d'identification de <i>M. gladiata</i> . A : Mâle, B : Femelle, C : Ailes, D : Appareil génital mâle, E : Appareil génital femelle.....	105
Figure 59. Différenciation des stades immatures de <i>M. gladiata</i>	106
Figure 60. Fluctuation mensuelle des œufs de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	107
Figure 61. Fluctuation mensuelle des œufs éclos de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	108
Figure 62. Fluctuation mensuelle des œufs non éclos de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	109
Figure 63. Fluctuation mensuelles des larves L ₁ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	109
Figure 64. Fluctuation mensuelles des larves L ₂ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	110
Figure 65. Fluctuations mensuelles des larves L ₃ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	111
Figure 66. Fluctuation mensuelles des larves L ₄ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	112
Figure 67. Fluctuation mensuelle des nymphes de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	112
Figure 68. Fluctuation mensuelle des adultes de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	113
Figure 69. Variation saisonnière des œufs de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	114
Figure 70. Variation saisonnière des œufs éclos de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019. A : Œufs éclos B : Œufs non éclos.....	115
Figure 71. Variation saisonnière des larves L ₁ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	116
Figure 72. Variation saisonnière des larves L ₂ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	116
Figure 73. Variation saisonnière des larves L ₃ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	117
Figure 74. Variation saisonnière des larves L ₄ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.....	117
Figure 75. Variation saisonnière de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019. A : Nymphes ; B : Adultes.....	118
Figure 76. Taux de mortalité de la population de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> en fonction du temps à Bab Ezzouar.....	118

Figure 77. Fluctuation mensuelle des œufs de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019. A : Œufs confondus ; B : Œufs éclos ; C : Œufs non éclos.....	120
Figure 78. Fluctuation mensuelle des larves <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019. A :L1 ; B : L2 ; C : L3 ; D : L4.....	122
Figure 79. Fluctuation mensuelle de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> dans le site de la Radieuse en 2017, 2018 et 2019. A : Nymphes ; B : Adultes.....	122
Figure 80. Variation saisonnière des œufs éclos et <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.....	123
Figure 81. Variation saisonnière des œufs de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019. A : Œufs éclos, B : Œufs non éclos.....	124
Figure 82. Variation saisonnière des larves L ₁ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.....	124
Figure 83. Variation saisonnière des larves L ₂ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> dans le site de la Radieuse en 2017, 2018 et 2019.....	125
Figure 84. Variation saisonnière des larves L ₃ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> dans le site de la Radieuse en 2017, 2018 et 2019.....	125
Figure 85. Variation saisonnière des larves L ₄ de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> dans le site de la Radieuse en 2017, 2018 et 2019.....	126
Figure 86. Variation saisonnière <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019. A : Nymphes. B : Adultes.....	127
Figure 87. Taux mensuel et saisonnier de la moratilité de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i> à Hassen badi en 2017, 2018. A. Mortalité mensuelle , B : Mortalité saisonnière.....	128
Figure 88. Distribution de <i>M. gladiata</i> selon les feuilles, les jeunes et anciens pouces sur <i>F. retusa F. retusa</i>	129
Figure 89. Distribution de la population de <i>M. gladiata</i> selon la face de la feuille et le bourgeon	127
Figure 90. Adulte de <i>Psyllaephagus punensis</i> . A : Adulte male ; B : Adulte femelle ; C : Antenne de la femelle : D : ; Antenne du mâle; E : Aile antérieure ; F : Détail du stigma ; G : Thorax ; H: Mandibule ; I : Palpes maxillaire.....	133
Figure 91. Processus du parasitisme de <i>P. punensis</i> à l'égard de <i>M. gladiata</i>	134
Figure 92. Taux d'émergence des adultes de <i>P. punensis</i> à partir des momies du psylles <i>M. gladiata</i> en laboratoire.....	135
Figure 93. Dégâts de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i>	137

Liste des tableaux

Tableau 1. Faune associée au psylle et au thrips dans les sites de Bab Ezzouar et de Hassen Badi.....	10
Tableau 2. Indice de similitude de Morisita et de Jaccard.....	16
Tableau 3. Paramètres du milieu de Motomura de Hassen Badi et Bab Ezzouar.....	34
Tableau 4. Principaux caractères morphologiques distinctifs entre les Terebrantia et Tubulifera Selon (Morse & Haddl, 2006 ; Mound, 2009 ; Bournier, 2003 ; Ananthakirshnan, 1984).....	29
Tableau 5. Classification des thysanoptères selon Mound (2019).....	37
Tableau 6. Prédateurs et parasites des thrips.....	47
Tableau 7. Principaux prédateurs et parasitoides du <i>G. ficorum</i> sur <i>F. retusa</i>	66
Tableau 8. Principaux prédateurs et parasitoides de <i>M. gladiata</i> sur <i>F. retusa</i>	130
Tableau 9. Taux de parasitisme de <i>P. punensis</i>	132
Tableaux 10. Taux d'émergence des adultes de <i>P. punensis</i> en laboratoire.....	133
Tableau 11. Nombre de larves momifiées de <i>M. gladiata</i> et l'émergence des adultes de parasite <i>P. punensis</i> au cours des année 2017 et 2018 sur les bourgeons de <i>F. retusa</i> prélevés soit à Bab Ezzouar ou Hassen Badi.....	135

Liste des Abréviations

C : Nervure Cubitale

Sc : Nervure Sous cubitale

A1 : Nervure Annale 1

A2 Nervure annale 2

R : nervure Radiale

M : Nervure Médiane

CU1 : Nervure Cubitale 1

Tp : Taux de parasitisme

Tm : Taux de mortalité

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Indices de diversité mensuels de Hassen Badi et de de Bab Ezzouar de 2017 à 2018

Annexe 2. Statut écologique de l'entomocénose dans le site de Hassen Badi.

Annexe 3. Statut écologique de l'entomocénoses de Bab Ezzouar

Annexe 4. Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% (H24 et H48) ou comparaison des moyennes deux à deux selon Tukey

Annexe 5. Taux de mortalité des stades larvaires et nymphaux

Annexe 6. Sex-Ratio de *M. gladiata* dans le site de Hassen Badi et Bab Ezzouar en 2017 et 2018.

INTRODUCTION GENERALE

Le Ficus est un arbre d'ornement par excellence peut être aussi bien cultivé en bensi, de plusieurs espèces et de cultivars. C'est l'un des rares espèces d'arbre qui poussent et s'adapte aussi bien en extérieur qu'en intérieure. Les fruits de certaines espèces en plus de leur valeur ornementale sont comestibles ou utilisés en médecine. Mais en général, comme le cas de *Ficus platyphylla* Delile, *F. retusa* L. et *Ficus lutea* vahl. sont largement utilisés pour leur ombrage ou les aménagements paysagers des rues (Danthu et al. 2002). C'est une plante tropicale très sensible à la lumière. Lorsqu'elle est exposée au soleil, ses feuilles sont jaunes tandis qu'à l'ombre, elles sont vertes.

Ficus microcarpa L.f., ou Le Ficus jaune est devenu actuellement *Ficus nitida* ou *Ficus retusa* « Nitida » (Henley et al. 2009). Du genre *Ficus* L. (*Moraceae*) qui constitue le groupe ligneux le plus important de la flore tropicale. Il compte plus 755 à 800 espèces dont 500 pour la région de l'Asie-Australienne. Quand en Afrique, il existe 105 espèces dans la zone tropicale (Loutfy et al. 2005 ; Diop, 2013 ; Diop et al. 2018) et plus de 70 espèces se trouvent naturellement en Afrique de l'Ouest dont quelques-uns sont introduits comme *Ficus retusa* (Adeoluwa et al. 2014).

En Algérie le paysage urbain a été considéré comme un patrimoine, il a été installé durant les premières années, de 1831 à 1848 par les colons, depuis le paysage public se développe progressivement et commence ainsi de prendre forme en empruntant au modèle parisien (Trodi et al, 2015). Ils ont adopté deux fonctions de l'arbre urbain : l'arbre comme facteur d'hygiène et de confort public, et l'arbre comme forme spatiale, comme marqueur symbolique de la culture urbaine européenne, non seulement par le biais des alignements le long des voies principales, mais aussi par le choix des espèces. Ce dernier se porte souvent sur des espèces à feuillage persistant, notamment pour la forme taillée en rideau, le cas des Ficus et parfois sur des espèces à une floraison qui contraste avec les couleurs de la ville. Les espèces les plus plantées, ont été expérimentées dans les villes algériennes et dans le sud-européennes étaient des espèces exotiques, originaires d'Amérique du sud ou d'Asie tropicale (exp, *Ficus retusa* ssp. *Nitida*), La majorité de ces plantations est encore visible aujourd'hui. On constate même une continuité entre l'héritage colonial et les plantations qui ont suivi à l'heure actuelle. (Bennour Azooz, 2017 ; Trodi et al, 2015).

Cependant, l'être humain a été toujours victime de ses propres fait et actes dont l'incontiance de l'introduction abusé des espèces exotiques le long de l'axe de transport en raison des échanges commerciaux nationaux, internationaux et d'autres activités économiques, en favorisant l'introduction et la propagation des organismes nuisibles.

La colonisation rapide au cours des dernières décennies, par de nombreux insectes exotiques envahissants peut représenter une menace sérieuse, avec des impacts à la fois économiques et écologiques (Boieiro et al. 2015).

Par ailleurs, l'arbre urbain ou le paysage urbain en général a été toujours négligé par les chercheurs sur les plans d'aménagement de la diversité et la richesse végétale en milieu urbain, sur le plan environnemental mais aussi sur le plan bioécologique.

À la lumière de ce qu'il précède et après avoir remarqué des graves dégâts sur l'arbre de ficus, nous avons travaillé sur les trois points dont chacun fait l'objet d'un chapitre : le premier chapitre (i) nous avons essayé d'avoir une approche globale sur l'entomocénose inventoriée sur le ficus, en effet, avoir la composition taxonomique de la communauté, leurs répartitions selon temps et selon l'espace, et faire ressortir les différents groupes fonctionnels qui peuvent exister. Afin d'avoir une meilleure reconnaissance et vision sur notre niche écologique. Pour les deux chapitres qui restent nous avons pu étudier la variation spatio-temporel, parasitisme et prédation naturel des deux principaux ravageurs inféodés au ficus dont il s'agit de : *Macrohomotoma gladiata* (Marchal) (Psylloidea : Homotomidae) et *Gynaikothrips ficorum* (Marchal) (Thysanoptera : Phlaeothripidae).

CHAPITRE I

ETUDE SPATIO-TEMPORELLE DE L' ENTOMOCENOSE ASSOCIEE A *FICUS RETUSA* L. (MORACEAE)

INTRODUCTION

Les insectes sont les êtres vivants les plus nombreux sur terre. Ils sont apparus, il y a plus de 400 millions d'années et, avec 900 000 espèces recensées, ils représentent environ 60 % de l'ensemble des espèces, plantes et microorganismes (bactéries, virus, champignons) inclus (Lupoli, 2012). Les arthropodes terrestres comptent près d'un million d'espèces réparties en 58 ordres et 1600 familles parmi lesquels les coléoptères, les hyménoptères, les lépidoptères et les diptères représentent à eux seuls 75 % (Lupoli, 2012). Ils constituent un groupe zoologique important car ils jouent un rôle indispensable dans le fonctionnement des écosystèmes (Bouyer et al. 2007).

Depuis 8000 ans avant J.C. les plantes ont été cultivées et commercialisées (Huxley, 1978) et c'est avec la colonisation européenne que l'introduction de nouvelles plantes a été commencé. D'autre part les insectes ravageurs ont depuis longtemps infesté les cultures. Au fur et à mesure que les humains les développaient, des problèmes d'insectes associés ont rapidement suivi. Depuis ce temps les humains ont été confronté à leur propre série de problèmes liés aux insectes à cause de la culture des plantes indigènes et introduites avec insectes ravageurs associées (Howard, 1898). En effet, les premiers entomologistes savaient bien que le commerce et les voyages étaient responsables du transport de certains ravageurs.

Le ficus est un arbre exotique, considéré comme arbre d'ornement par excellence mais aussi une superbe plante d'intérieure cultivée en bensaï. En algérie cet arbre est considéré comme un patrimoine.

Cette dernière comme toutes les espèces exotiques ou bien exogènes affrontent le problème des insectes envahissantes qui entraînent des dégâts majeurs en diminuant sa valeur ornementale et parfois même en dérangeant les citoyens soit par leurs présences et piqures ou bien par leur sécrétion qui tombes par terre, sur les vehicules ou sur les pietons.

La dispersion spontanée de parasitoïdes et prédateurs d'origine exotique dans certains pays où ces ravageurs sont déjà présents a suscité un intérêt considérable pour leur contrôl biologique (Margiotta et al. 2017). Nous citons comme exemple *M. gladiata*, espèce introduite et signalé à Mostaganem (Algérie) en 2015 (Guentaoui et Ouvrad, 2016) qui

pullulent sur *F. microcarpa* ou *F. retusa* f. *nitida*. Cette dernière est soumise à des attaques des ravageurs qui dévaluent et déprécient la qualité ornementale et causent des contraintes économiques pour les producteurs d'arbre d'ornement des rues (Hollis & Broomfield, 1989 ; Hollis, 2004 ; Yang et al. 2009). Parmi les déprédateurs les plus importants, les opophages sont les plus à craindre comme *Homotoma ficus*, *G. ficorum* et *M. gladiata* (Rung, 2016). Le thrips *G. ficorum* appelé communément « le thrips du laurier cubain » a une large distribution dans le monde entier. Il provoque de graves déformations foliaires (Laudonia & Viggiani, 2005) sur *F. retusa* var. *nitida*, arbre ornemental le plus sensible parmi le genre ficus. Les stades nymphaux ainsi que les adultes, se nourrissent de la partie supérieure des jeunes feuilles. Les dommages résultant de l'alimentation des thrips consistent en une déformation des feuilles avant de se transformer en galles à l'intérieur desquelles l'accouplement, la ponte et le développement nymphal ont lieu (Paine, 1992). Les dommages causés par les thrips en agriculture ont une grande importance économique car ils entraînent une baisse de 30% environ de la production (Hanafi & Lacham, 1999). En plus, ils sont vecteurs de nombreux virus des cultures (Razi, 2017). En dépit de ces travaux Il faut également signaler les ceux sur l'inventaire et l'identification des thrips inféodés aux cultures sur le littoral Ouest d'Alger (Benmessaoud et al. 2010). D'autres inventaires ont permis de resencer 30 espèces de thrips dans la région de Sidi Okba à Biskra sur la culture de la fève en 2008/2009 (Rechid, 2011).

Quant à *M. gladiata*, il a été enregistré pour la première fois en Grèce en 2001, en 2015 en Algérie, puis en Espagne et en Italie 2011. Dans le monde, quelques travaux ont été réalisés sur cette espèce notamment sur sa morphologique, bio écologie et en particulier sur les ennemis naturels ainsi que la communication socio chimique dans le but de concevoir une méthode de lutte biologique contre ce redoutable ravageur (Mifsud & Porcelli, 2012 ; Pedata et al. 2012 ; Hayat & Khan, 2014 ; Bella & Rapisarda, 2014 ; Laborda et al. 2015 ; Liao & Yang, 2015 ; Guenaoui & Ouvarard, 2016 ; Rung, 2016 ; Roberti et al. 2016).

En Algérie, l'entomocénoses du ficus reste matière à beaucoup d'autres recherches car les études sur celles-ci sont inexistantes à l'opposé d'autres essences forestières sur lesquelles des études préliminaires ont été effectuées : c'est le cas par exemple de l'entomofaune associée au gommier rouge (*Eucalyptus camaldulensis* dehn, 1832) dans

l'algérois (Adel-Sellami, 2020). C'est pourquoi avons-nous jugé utile de faire un inventaire aussi incomplet soit-il sur la faune arthropodologique, la structuration de ses peuplements existants ainsi que la détermination de ses assemblages, la variation de sa composition et la similarité entre les stations de Hassen Badi et Bab Ezzouar en raison de l'inexistence des études sur l'entomocénose de cet arbre d'aménagement paysager des rues des milieux urbains et sub urbains et même forestier.

I. MATERIEL ET METHODES DE TRAVAIL

1. Objectifs

En raison du manque des études précises, le travail porte sur l'étude des fluctuations saisonnières et mensuelles de *G. ficorum* et de *M. gladiata*, ravageurs inféodés à *F. retusa*, arbre d'alignement et d'ornement par excellence, qui provoquent des dégâts importants sur les feuilles et les pousses de l'année et détruisant ainsi l'aspect esthétique d'une part et d'autre part, un ralentissement de la croissance de l'arbre.

2. Description des sites d'étude

2.1. Site Bab-Ezzouar

Le site de Bab Ezzouar (N 36 43' 20'' E 3 10' 48'') est situé dans la commune de Bab Ezzouar à une altitude de 20 m à 25 m. Il est limité au Nord par la route nationale n°5, au Sud par la cité El-Djorf, à l'Ouest par la cité Makoudi, et à l'Est par la cité universitaire de Bab Ezzouar. Elle est distante de 0,5 km de la circonscription de Dar El Beida et de 1,4 km de la Commune Oued Smar et de 4 km environ de Hassen Badi qui fait partie de la circonscription d'El Harrach. Il repose sur une ancienne terre marécageuse dont le sol est à dominance argileuse-limoneuse et comprend plusieurs arbres de part et d'autre de la chaussée (Figure 1).



Figure 1. Site de Bab Ezzouar (Ziouani, 2020).

2.2. Site de Hassen Badi

Le site de Hassen Badi (N 36 43' 24.96'', E 3 9' 11.52'') se localise dans la daïra d'El Harrach à 9 km au sud-est d'Alger à une altitude de 10 m à 15 m. Elle est limitée au Nord par la route nationale n°5, au sud par l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, à l'Est par la cité Makoudi et le cimetière d'El-Alia et à l'Ouest par l'Ecole Polytechnique. Il comprend 20 arbres de *Ficus* situés sur le côté gauche en allant vers le cimetière El Alia (Figure 2).



Figure 2. Site de Hassen Badi (Ziouani, 2021).

3. Inventaire de l'entomocénose

L'échantillonnage a été réalisé sur 10 arbres pris au hasard dans chacun des sites de Hassen Badi et Bad Ezzouar. 10 feuilles enroulées ont été prélevées sur chaque arbre, soit 100 feuilles et quatre de jeunes rameaux de 20 cm d'environ ayant de jeunes bourgeons et comprenant des feuilles. Pour ce qui est des feuilles, le comptage se fait sur les deux faces, supérieure et inférieure et porte également sur le nombre d'individus quelque soit leurs stades larvaires, nymphales et adultes, parasités ou non. Les bourgeons et les feuilles sont séparément mis dans des sacs en matière plastique sur lesquels sont mentionnés le numéro de l'arbre, la date de sortie et le site. Il arrive parfois que des captures de quelques insectes sont faites à la main. Les échantillonnages ont été faits, chaque décennie, et dans les quatre directions cardinales pendant 2 ans consécutifs de 2017 à 2018 pour l'étude de l'entomocénose.

4. Comptage et Identification de l'entomocénose

Les échantillons sont triés et séparés selon leurs groupes taxonomiques. Le comptage des stades larvaires, des stades nymphaux et des adultes, vivants, morts, parasités ou non, commencent l'avions signalé ci-dessus, a lieu sur les deux faces de la feuille saine ou

enroulées et les bourgeons. Ces derniers sont débarassés de leurs écailles à l'aide d'une pince fine et d'épingles entomologiques pour le comptage des insectes qui y vivent en particulier le psylle, les cochenilles, les pucerons...etc. ou de checklist, articles, et même des sites web recommandés ont été utilisés pour leur identification (Jiméz-Alagarda et al. 2014 ; Mifsud & Porcelli, 2012).

5. Estimation de la diversité

5.1. Richesse spécifique et indice de raréfaction

S = nombre d'espèces dans le site d'étude

L'indice de raréfaction permet d'estimer le nombre d'espèces pour un certain nombre d'individus.

5.2. Indice de Shannon

L'indice de Shannon (H') évalue la diversité au niveau d'un site d'échantillonnage ou d'un habitat. Il est compris entre 0 et l'infini.

$$H' = \sum [(ni/N) \cdot \ln(ni/N)]$$

- **ni** = nombre d'individus de l'espèce *i*
- **N** = nombre total d'individus

Si H' est égale à 0, tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Frontier, 1983 in Grall & Hily, 2003).

5.3. Indice d'équitabilité ou de Pielou (E)

Appelé, aussi indice de régularité de Pielou (1966), il varie entre 0 lorsqu'une seule espèce domine et 1 quand toutes les espèces ont la même abondance.

$$E = H' / \log_2 S$$

- **S** = la richesse totale ou le nombre d'espèces.

5.4. Indice de Simpson D

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnées au hasard dans la population échantillonnée, appartiennent à la même espèce. Cet indice se calcule selon la formule :

$$D = \sum Ni (Ni-1) / N(N-1)$$

- **Ni** : nombre d'individus de l'espèce donnée
- **N** : nombre total d'individus

5.5. Indice de Hill H

L'indice de diversité de Hill est une mesure de l'abondance proportionnelle, qui per-

met d'associer les indices de Shannon et Simpson. Il est représenté de la manière suivante :

$$\text{Hill} = (1/D) / e^{H'}$$

$1/D$ = inverse de l'indice de Simpson et $e^{H'}$ = exponentielle de l'indice de Shannon.

5.6. Indice de similarité de Morisita-Horn

Contrairement aux indices de similarité de Sørensen et de Jaccard qui s'appliquent sur les données de présence-absence, l'indice de similarité de Morisita-Horn s'applique aux données quantitatives. Il permet d'évaluer la similarité entre les différents groupes et n'est pas influencé par la richesse spécifique et l'effort d'échantillonnage. Sa formule est :

$$C_{MH} = 2 \sum (a_i \times b_i) / (d_a + d_b) \times (N_a \times N_b)$$

$$\text{Avec } d_a = \sum a_i^2 / N_a^2 \text{ et } d_b = \sum b_i^2 / N_b^2$$

- N_a = nombre total d'individus au site a
- N_b = nombre total d'individus au site b
- a_i = nombre d'individus de l'espèce i au site a
- b_i = nombre d'individus de l'espèce i au site b

Lorsque la valeur de l'indice de similarité de Morisita-Horn est égale à 0, les peuplements sont dissemblables et lorsqu'il est égal à 1, la similarité est maximale. Deux groupes sont semblables (faible diversité) si la valeur de C_{MH} est supérieure à 0,5 et dissemblables si cette valeur est inférieure à 0,5 (diversité élevée).

5.7. Indice de Jaccard

L'indice de Jaccard est utilisé pour comparer la similarité et la diversité entre des relevés de deux stations. Il s'écrit de la manière suivante :

$$I_{\text{Jaccard}} = a / (a + b + c).$$

a = nombre d'espèces présentes dans les deux relevés

b et c = nombres d'espèces absentes d'un des deux relevés.

6. Distribution d'abondance, Modèle de Motomura

6.1. Constante du milieu de Motomura (m)

Le modèle de Motomura, est l'abondance d'une espèce collectée et le rang de l'espèce (Motomura 1932). L'antilogarithme de la pente de régression correspond à l'environnement de Motomura appelé constante, qui varie entre 0 et 1 (Iganaki 1967). Plus la pente (valeur absolue) est élevée. Les données rang-abondance sont ajustées selon le modèle de Motomura (in : Daget, 1976). L'équation s'écrit de la manière suivante :

$$\text{Log } q_i = (i - 1) \text{Log } m + \text{Log } q_i$$

- Le paramètre m , dont la valeur est comprise entre 0 et 1, est la constante de milieu de Motomura.

- Les n points espèces ayant pour abscisse le rang i et pour ordonnée le logarithme de l'abondance logi

7. Fréquence centésimale

La fréquence centésimale correspond au pourcentage du nombre d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N). Elle s'écrit comme suite :

$$F = (n_i * 100) / N$$

- n_i : Nombre d'individus de l'espèce i.
- N : Le nombre d'individus totale.

8. Constance

La fréquence d'occurrence d'une espèce est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de prélèvements contenant l'espèce i au nombre total de prélèvements réalisés. Elle s'exprime de la façon suivante :

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

- P_i : Nombre de relevés contenant l'espèce i
- P : Nombre total de relevés

Une espèce est accidentelle, si $C\% < 25\%$ (espèce est présente au hasard sans aucun rôle dans le peuplement). Elle est accessoire, si $25\% \leq C\% \leq 50\%$ (n'appartient pas au peuplement mais sert à son fonctionnement). L'espèce est régulière, si $50\% \leq C\% \leq 75\%$ alors qu'elle est constante, si $75\% \leq C\% \leq 100\%$, et omniprésente si $C\% = 100\%$. Selon Dajoz 1985, les espèces constantes et omniprésentes sont dominantes et ont plus de nourriture et une étendue plus vaste.

9. Traitement et analyse des données

Le traitement de l'ensemble de données et l'analyse statistique ont été réalisées à l'aide de PAST 3.22 et Xlstat version 2014. 5.03 pour identifier la structuration des peuplements et la détermination des assemblages de l'entomocénose en utilisant la classification hiérarchique ascendante, l'analyse factorielle de correspondance et le Diagramme Detrended Correspondence Analysis (DCA) qui est une variante plus développée de cette dernière. En outre nous avons fait également des analyses de la variance et une comparaison des moyenne deux à deux selon la méthode de Newman et Keuls ou de Tukey

II. RESULTATS

1. Inventaire de la faune associée au thrips et au psylle

Tableau 1. Faune associée au psylle et au thrips dans les sites de Bab Ezzouar et de Hassen Badi

Ordres	Familles	Espèces	Re	Hassen Badi				Bab Ezzouar				R
				2017		2018		2017		2018		
				Ni	F	Ni	F	Ni	F	Ni	F	
Homoptera	Aphididae	<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)	B F	753	0,84	985	1,27	549	0,61	1073	1,24	Ph
		<i>Greenidea ficicola</i> (Takahashi, 1921)	B F Fe	1184	1,32	661	0,85	958	1,06	637	0,74	Ph
	Psyllidae	<i>Macrohomotoma Gladiata</i> (Kuwayama, 1908)	B F	10804	12,04	10587	13,65	10335	11,5	9560	11,06	Ph
	Coccidae	<i>Coccus viridis</i> (Green, 1889)	F Fe	6899	7,69	7474	9,63	15451	17,1	9541	11,04	Ph
		<i>Ceroplastes rusci</i> (Linnaeus, 1758)	F	371	0,41	95	0,12	174	0,2	71	0,08	Ph
	Pseudococcidae	<i>Planococcus ficus</i> (Signoret, 1975)	B F Fe	2804	3,13	3087	3,98	3007	3,3	2465	2,85	Ph
		<i>Pseudococcus longispinus</i> (TargioniTozzetti, 1867)	B F Fe	121	0,13	148	0,19	118	0,1	211	0,24	Ph
Diaspididae	<i>Diaspididae</i> sp.	F	1454	1,62	1016	1,31	517	0,57	463	0,54	Ph	
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemoralis</i> (Linnaeus, 1761)	B F	263	0,29	250	0,32	287	0,32	236	0,27	Pr
		<i>Montandoniola confusa</i> (Streito et Matocq, 2009)	B Fe	321	0,36	353	0,46	328	0,36	388	0,45	Pr
		<i>Orius (Orius)laevigatus</i> (Fieber, 1860)	B Fe	14	0,02	44	0,06	37	0,04	36	0,04	Pr
	Miridae	<i>Campyloneura virgula</i> (Herrich-Schäffer, 1835)	B F	0	0,00	20	0,03	0	0,00	0	0,00	Pr

	Reduviidae	<i>Empicoris errabundus</i> (Say, 1832)	B F	0	0,00	5	0,01	0	0,00	0	0,00	Pr
Nevroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	F Fe B	125	0,14	195	0,25	77	0,09	137	0,16	Pr
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (De geer, 1776)	F Fe B	17	0,02	27	0,03	9	0,01	9	0,01	Pr
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Nephus peyerimhoffi</i> (Sicard, 1923)	F Fe B	73	0,08	93	0,12	28	0,03	43	0,05	Pr
		<i>Nephus quadrimaculatus</i> (Herbst, 1783)	F Fe B	13	0,01	17	0,02	15	0,02	24	0,03	Pr
		<i>Brumus quadripustulatus var floralis</i> (Motschulsky, 1837)	F Fe B	14	0,02	10	0,01	13	0,01	5	0,01	Pr
		<i>Oenopia doublieri</i> (Mulsant, 1846)	B F	33	0,04	16	0,02	14	0,02	24	0,03	Pr
		<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (Linné, 1758)	B F	2	0,00	2	0,00	19	0,02	11	0,01	My
		<i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i> (Goeze, 1777)	F Fe B	15	0,02	14	0,02	15	0,02	8	0,01	Pr
		<i>Scymnus interruptus</i> (Goeze, 1777)	B F	9	0,01	3	0,00	13	0,01	7	0,01	Pr
		<i>Coccinella septempunctata</i> (Linné, 1758)	F Fe B	5	0,01	7	0,01	5	0,01	8	0,01	Pr
Hy- meno- ptera	Formicidae	<i>Tapinoma magnum</i> (Mayr, 1861)	B F	39	0,04	40	0,05	57	0,06	65	0,08	Om
		<i>Crematogaster auberti</i> (Emery, 1869)	B	11	0,01	10	0,01	13	0,01	25	0,03	Om

			F									
	Encyrtidae	(*) <i>Psyllaephagus punensis</i> (Ashmead, 1900)	B	1361	1,52	1270	1,64	1599	1,77	1510	1,75	Pa
	Eulophidae	<i>Tetrastichus gentilei</i> (Del Guercio, 1931)	Fe	29	0,03	39	0,05	26	0,03	27	0,03	Pa
Thysanoptera	Phlaeothripidae	<i>Gynaikothrips ficorum</i> (Marchal, 1908)	Fe	61733	68,8	50344	64,9	55253	61,29	59030	68,32	Ph
		(*) <i>Androthrips ramachandrai</i> (Karny, 1926)	Fe	327	0,36	371	0,48	306	0,34	277	0,32	Pr
Acarî	Acarophenacidae	(*) <i>Adactylidium gynikothripsi</i> (Antanatos et al. 2011)	Fe	931	1,04	393	0,51	931	1,03	517	0,60	Pa
		Total		89725	100	77576	100	90154	100	86408	100	

Re : Répartition, B : Bourgeon, F : Feuille, Fe : Feuilles enroulées, Ph : Phytophage, Pr : Prédateur, Pa : Parasite, My : Mycophage, om : Omnivore.
R : Regime alimentaire. Ni : Nombre d'individus ; F : La fréquence. (*) : Nouvelle espèce en Algérie

L'inventaire de l'entomocénoce comprend 30 espèces qui se répartissent en 7 ordres : Homoptera, les Hemiptera, Neuroptera, Diptera, Coleoptera Hymenoptera, Thysanoptera et les Acari et en 10 familles les Aphididae, les Psyllidae, les Coccidae, les Pseudococcidae, les Diaspididae, les Anthocoridae, les Miridae, les Reduviidae, les Chrysopidae et les Coccinellidae. L'entomocénoce se compose principalement de consommateurs primaires *Aphis gossypii* (Glover, 1877), *Greenidea ficicola* (Takahashi, 1921), *Macrohomotoma Gladiata* (Kuwayama, 1908), *Coccus viridis* (Green, 1889), *Ceroplastes rusci* (Linnaeus, 1758), *Planococcus ficus* (Signoret, 1975), *Pseudococcus longispinus* (TargioniTozzetti, 1867) *Gynaikothrips ficorum* (Marchal, 1908) et un *Diaspididae* sp. Indeterminée. Les consommateurs secondaires sont *Empicoris errabundus* (Say, 1832) *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) *Episyrphus balteatus* (De geer, 1776) *Nephus peyerimhoffi* (Sicard, 1923) *Nephus quadrimaculatus* (Herbst, 1783) *Brumus quadripustulatus var floralis* (Motschulsky, 1837) *Oenopia doublieri* (Mulsant, 1846), *Androthrips ramachandrai* (Karny, 1926), et trois parasites *Psyllaephagus punensis*. (Ashmead, 1900) *Tetrastichus gentilei* (Del Guercio, 1931) et *Adactylidium gynikothripsi*. *Psyllobora vigintiduopunctata* (Linné, 1758) est la seule espèce à nutrition particulière (mycophage) qui se se nourrit uniquement d'oïdium (champignons ascomycètes pathogènes de l'ordre des Erysiphales) contrairement aux autres coccinelles inventoriées qui sont dans notre cas généralistes. Les omnivores sont représentés par deux fourmis : *Crematogaster auberti* (Emery, 1869) et *Tapinoma magnum* (Mayr, 1861) (Tableau 1).

1.1. Principales familles inventoriées

Les espèces de la faune arthropodologique se répartissent 16 familles inégalement représentées de point de vu nombre. Par ordre décroissant les Plalaethripidae sont les mieux représentés bien qu'il comprenne une seule espèce de thrips. Vient ensuite les psyllidae qui sont systématiquement inféodés au ficus du moment qu'il contienne également une

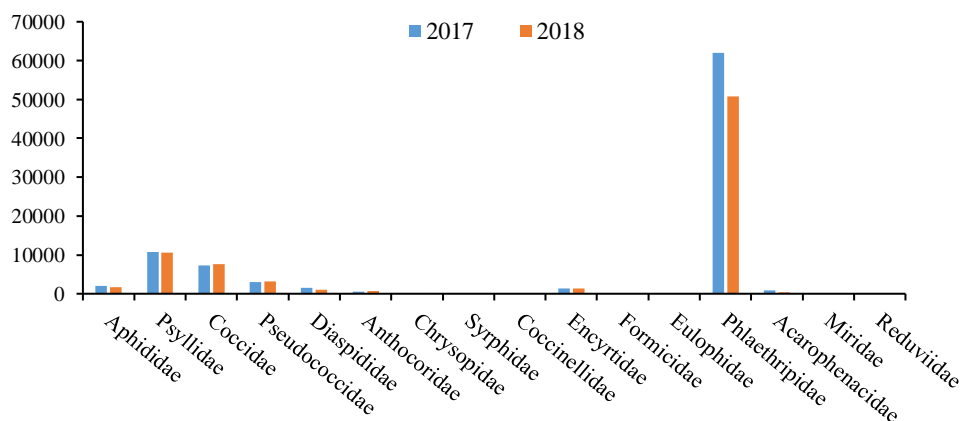


Figure 3. Inventaire des familles à Hassen Badi en 2017/2018.

seule espèce. Les Coccidae sont assez mieux représentés par rapport aux autres familles dans la mesure où ils contiennent deux espèces. Les Pseudococcida, les Aphididae, les Anthocoridae, les Diaspididae, les Encyrtidae et les Acarophenacidae malgré leur présence, sont faiblement représentés. Les Chrysopidae, les Syrphidae, les Coccinellidae, les Formicidae, les Eulophidae, le Miridae et le Reduviidae sont peu importants en nombre. Selon les années, il apparaît que la différence de représentativité est sensiblement identique (Figure 3).

1.2. Inventaire selon le statut trophique

Selon le régime alimentaire on compte 4 groupes différents les uns des autres dont les plus importants sont les prédateurs et les phytophages et à un degré moindre les parasites. Par contre les omnivores et les mycophages sont mal représentés. La différence entre les sites de Hassen Badi et Bab Ezzouar est infime et la répartition en nombre et en espèces aussi bien en 2017 qu'en 2018 est presque identique (Figure 4A et B).

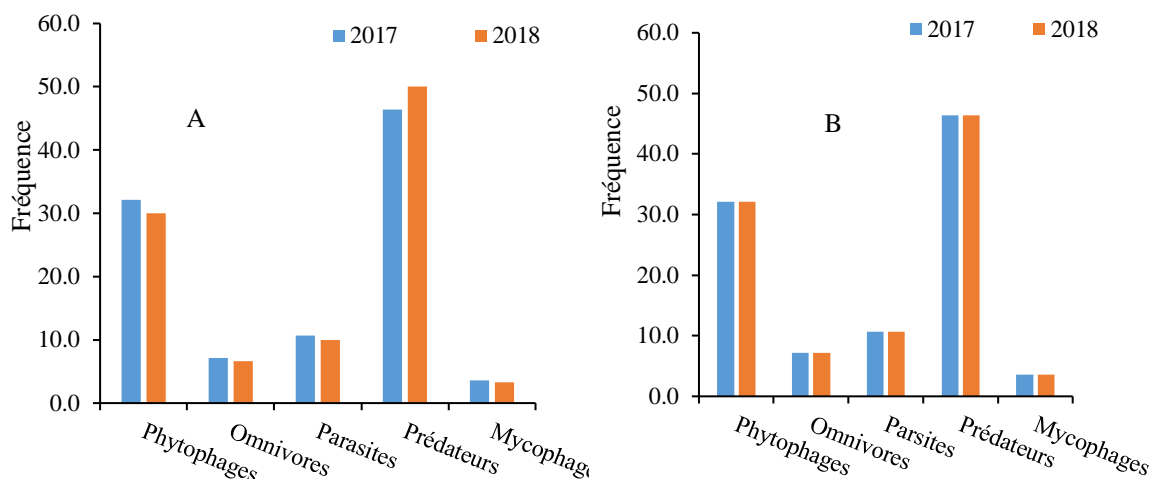


Figure 4. Inventaire selon le statut trophique

A : Hassen Badi, B : Bab Ezzouar

2. Richesse spécifique à Hassen Badi et Bab Ezzouar

La représentation graphique de l'évolution de la richesse spécifique d'un peuplement en fonction du nombre d'individus inventoriés, est donnée par la courbe de raréfaction. (Figure 5A et B). Il ressort qu'en 2018, il y a plus d'espèces qu'en 2017, 30 contre 28. La différence est presque négligeable mais le nombre d'individus est plus important en 2017 qu'en 2018 (89725 individus contre 77576). La richesse spécifique est égale à 24 espèces en juin et 25 espèces en juillet réparties entre différents groupes zoologiques. Cette richesse varie selon les mois de 21 en janvier et avril à 16 espèces en octobre (Annexe 1).

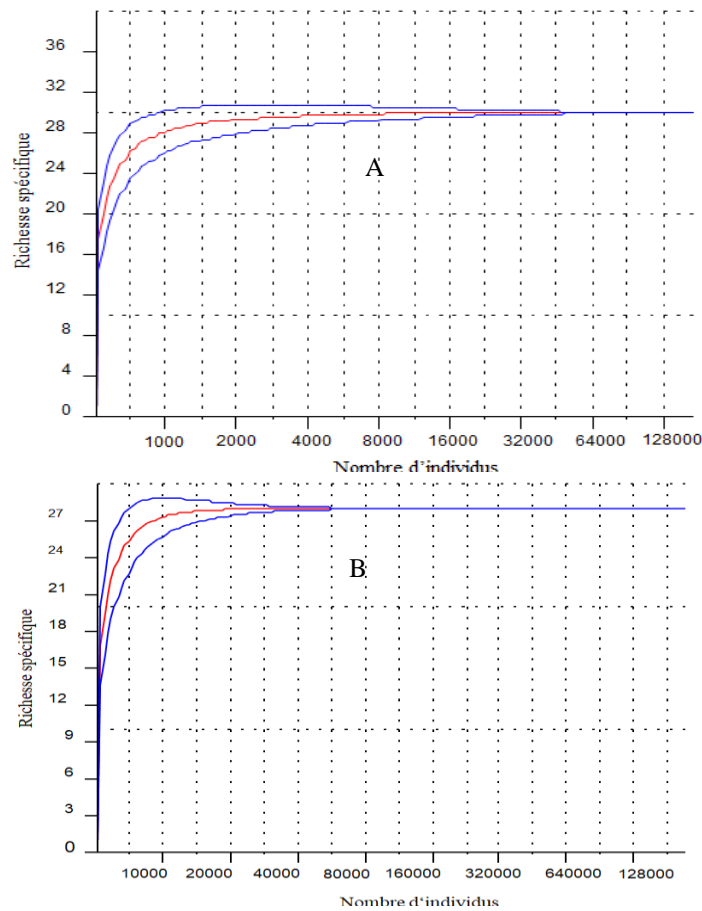


Figure 5. Courbe de raréfaction de la richesse spécifique en fonction du nombre d'individus de 2017 et 2018
A : Hassen Badi ; B : Bab Ezzouar

3. Indices de diversité de Shannon et Equitabilité

L'indice de Shannon Wiener a été également utilisé pour étudier les changements temporels de la diversité. Il est généralement faible et ne dépasse pas 2,06 et 2,23 en mai et juin où il est le plus élevé. Il est le plus bas en aout, septembre et octobre avec respectivement 0,47, 0,59 et 0,93. Quoiqu'il en soit l'indice de Shannon demeure très faible, ce qui sous-entend une faible diversité du site de Hassen Badi. D'une façon générale l'équité tend vers 0 et indique donc qu'il y a une ou deux espèces qui dominent le peuplement exception faite peut être pour les mois d'avril, mai et juin en raison des valeurs d'équité qui sont supérieures à 0,56 en avril. Celles-ci augmentent légèrement en mai (0,66) et juin (0,70) (Annexe 1).

4. Indice de Simpson

Ce dernier présente de fortes valeurs de 0,76 ; 0,84 et 0,85 respectivement en avril, mai et juin révélant que la diversité est maximale pendant ces mois - ci alors qu'elle est

faible pendant le restant de l'année où elle varie de 0,20 en août et 0,69 en mars (Annexe 1).

5. Indice de Hill

A Hassen Badi, l'indice de Hill varie de 0,7 en mars à 0,87 en juin en passant par 0,76 et 0,85 respectivement en avril et mai. On peut rajouter juillet où l'indice est de 0,67. Par contre à Bab Ezzouar, la diversité est de 0,86 en mars et 0,65 en juillet. La diversité mensuelle reste très faible pour le reste des mois où elle ne dépasse pas 0,54 et 0,55 en janvier et novembre (Annexe 1).

6. Indice de similarité de Morisita-Horn (Morisita-Horn index)

Il apparait clairement que les deux sites sont identiques et ne présentent pas de dissemblances. La similitude calculée sur la base de la similarité de Morisita-Horn est par conséquent, très grande (0,996%). Par contre l'indice de similitude de Jaccard qui se base sur la présence absence/présence bien qu'il donne également une ressemblance importante (0,93%), elle reste cependant inférieure à la similitude de Morisita-Horn (Tableau 2).

Tableau 2. Indice de similitude de Morisita et de Jaccard

Similarité de Morisita	Hassen-Badi	Bab-Ezzouar	Jaccard	Hassen-Badis	Bab-Ezzouar
Hassen Badi	1	0,996	Hassen Badi	1	0,93
Bab Ezzouar	0,996	1	Bab Ezzouar	0,93	1

7. Distribution d'abondance, modèle de Motomura

Le modèles de distribution d'abondances ou modèle de Motomura admet qu'il y a une relation linéaire entre le log de l'abondance et le rang. La constante de milieu ou constante de Motomura (m) se définit par la relation $a = \log m$ où a est la pente de la droite. La valeur de la constante de Motomura à Hassen Badi est de 0,75 contre également 0,75 à Bab Ezzouar ce qui signifie que l'ontomocénose évolue de la même manière ou ce qui suggère une ressemblance structurale plus grande entre les deux milieux. En effet La loi de Motomura est dite approximative quand le coefficient de corrélation est au-dessus du seuil 0,95. Au-dessus de 0,98, elle peut être considérée comme assez rigoureuse et au-dessus de 0,99 comme rigoureuse. La loi de Motomura passe donc pour assez rigoureuse à Hassen Badi et à Bab Ezzouar parce que leurs coefficients de corrélation est égal à 0,98 (Tableau 3). Dans le diagramme rang/fréquence les consommateurs primaires occupent les premiers rangs d'abondance, il s'agit de *G. ficorum*, *M. gladiata*, *C. viridis* et *P. ficus*. Les consommateurs secondaires occupent les rangs moyens aussi bien à Hassen Badi ou

qu'à Bab Ezzouar. La covariance est très élevée, ce qui montre que l'entomocénose évolue de la même manière dans les deux stations (Figure 6A et B). En effet la comparaison des pentes est sensiblement identique donc non significative ($F=0$, dl 1. 54, Significatif $P < 0,01$) et la constante de Motomura est également la même (0,75) (Tableau 3).

Tableau 3. Paramètres du milieu Motomura de Hassen Badi et de Bab Ezzouar

Paramètres	Hassen Badi	Bab Ezzouar
Droite de regression	$q_i = -0,2918*i + 9,9765$	$q_i = -0,2925*i + 9,9082$
Coefficient de corrélation	$r = 0,98$	$r=0,98$
Constante de Motomura	$m = 0,75$	$m = 0,75$

8. Distribution spatio-temporelle des espèces

La classification hiérarchique fait ressortir deux groupes distincts (Figure 7). Le groupe 1 est associé aux mois de janvier à mai tandis que le groupe 2 s'apparente aux mois de mai, juin et avril. Pour mettre en évidence les deux groupes, on a fait appel à une analyse factorielle de correspondance plus élaborée appelée « Detrended Correspondence Analysis » (DCA) (Figure 7) qui montre que les taxons qui coexistent couramment dans les échantillons se placent à proximité les uns des autres dans un assemblage saisonnier bien séparé, distribué au centre de la projection. (Figure 7). Le premier assemblage associé à *G. ficorum* et *M. gladiata* comprend une diversité peu importante, et se distingue par la présence de leurs ennemis naturels. Le deuxième assemblage, plus important, renferme une plus grande diversité et regroupe les coccinelles, les pucerons et les cochenilles

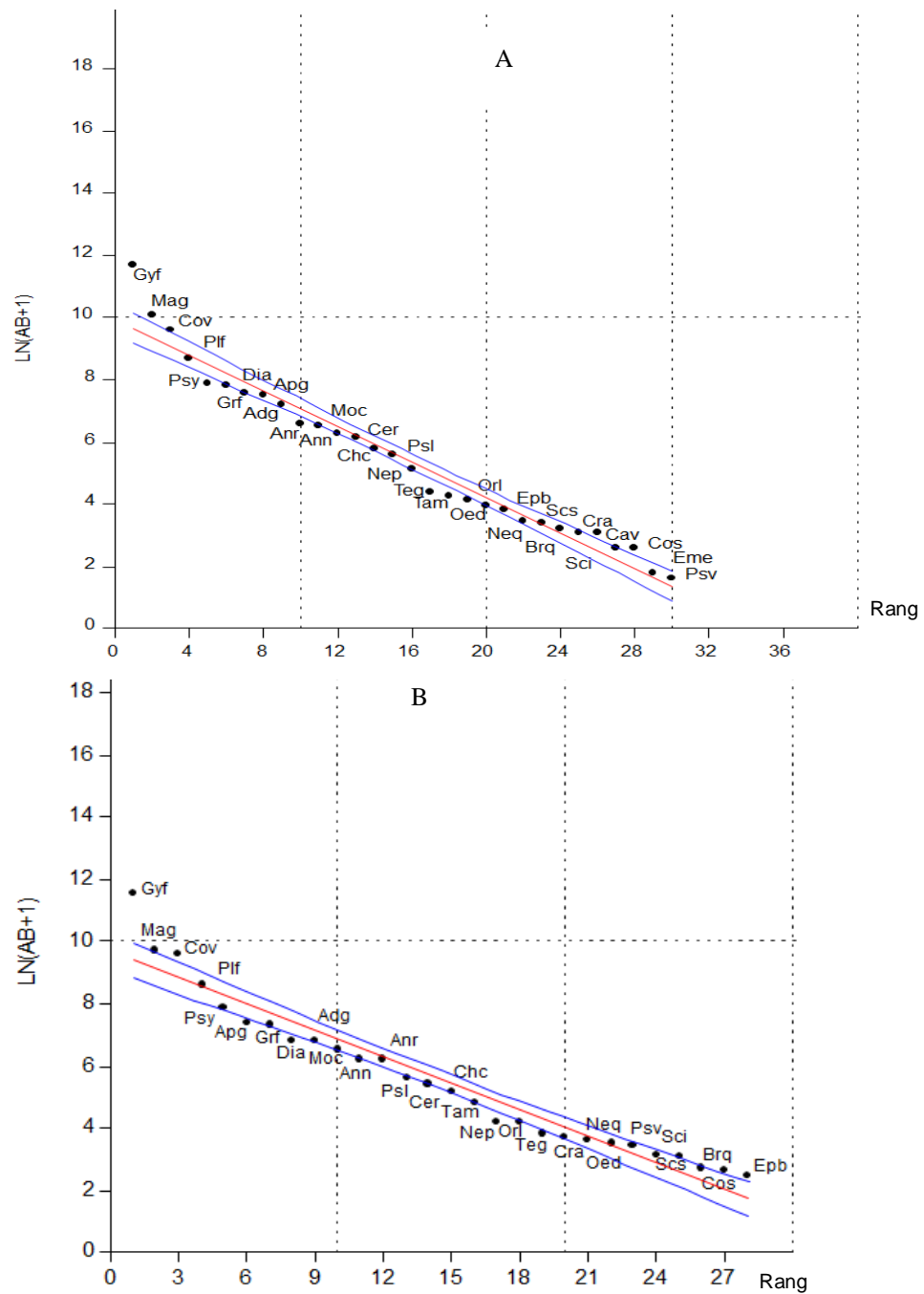


Figure 6. Diagramme rang fréquence log linéaire de Motomura
A: Hassen Badi, B: Bab Ezzouar

Légende : (Apg) : *Aphis gossypii*, (Grf) : *Greenidea ficicola*, (Mag) : *Macrohomonota gladiata*, (Cov) : *Coccus viridis*, (Cer) : *Ceroplastes rusci*, (Plf) : *Planococcus ficus*, (Psl) : *Pseudococcus longispinus*, (Dis) : *Diaspididae* sp, (Ann) : *Anthocoris nemoralis*, (Moc) : *Montandoniola confusa*, (Orl) : *Orius (Orius) laevigatus*, (Chc) : *Chrysoperla carnea*, (Epb) : *Episyrphus balteatus*, (Nep) : *Nephus peyerimhoffi*, (Neq) : *Nephus quadrimaculatus*, (Brq) : *Brumus quadripustulatus*, (Oed) : *Oenopia doublieri*, (Scs) : *Scymnus (Pullus) subvillosus*, (Sci) : *Scymnus interruptus*, (Cos) : *Coccinella septempunctata*, (Pss) : *Psyllaephagus* sp, (Tam) : *Tapinoma magnum*, (Cra) : *Crematogaster auberti*, (Teg) : *Tetrastichus gentilei*, (Gyf) : *Gynaikothrips ficorum*, (Anr) : *Androthrips ramachandrai*, (Adg) : *Adactylidium gynaikothripsi*.

9. Distribution selon l'organe de l'arbre

Dans les deux cas, soit à Hassen Badi ou à Bab Ezzouar, l'entomocénose se répartit selon l'organe de l'arbre à savoir les feuilles, les feuilles enroulées et les bourgeons. En effet les taxons qui fréquentent les bourgeons se composent de *A. gossypi*, *G. ficicola*, *M. gladiata* et *P. punensis* aussi bien dans le site de Hassen Badi que celui de Bab Ezzouar. Dans le site de Hassen Badi, un deuxième assemblage comprend les espèces qui vivent dans les feuilles enroulées qui se compose comme *A. nemoralis*, *M. confusa*, *O. laevigatus*, *A. ramachandrai* et un acarien ectoparasitique appelé *A. gynaikeithripsi* qui se nourrit d'œufs de *G. ficorum*. Le troisième assemblage est constitué de cochenilles *C. viridis*, *C. rusci*, *P. ficus*, *P. longispinus*, *Diaspididae* sp. et de coccinelles *N. peyerimhoffi*, *N. quadrimaculatus*, *B. quadripustulatus*, *O. doublieri*, *P. vigintiduopunctata*, *S. (Pullus) subvillosus*, *S. interruptus*, *C. septempunctata*, un prédateur *C. carnea*, *E. balteatus* et enfin deux fourmis *T. magnum*, *C. auberti* (Figure 9A) dont le régime alimentaire est omnivore. La structure de l'assemblage à Bab Ezzouar est sensiblement identique à celle de Hassen Badi (Figure 9A et B).

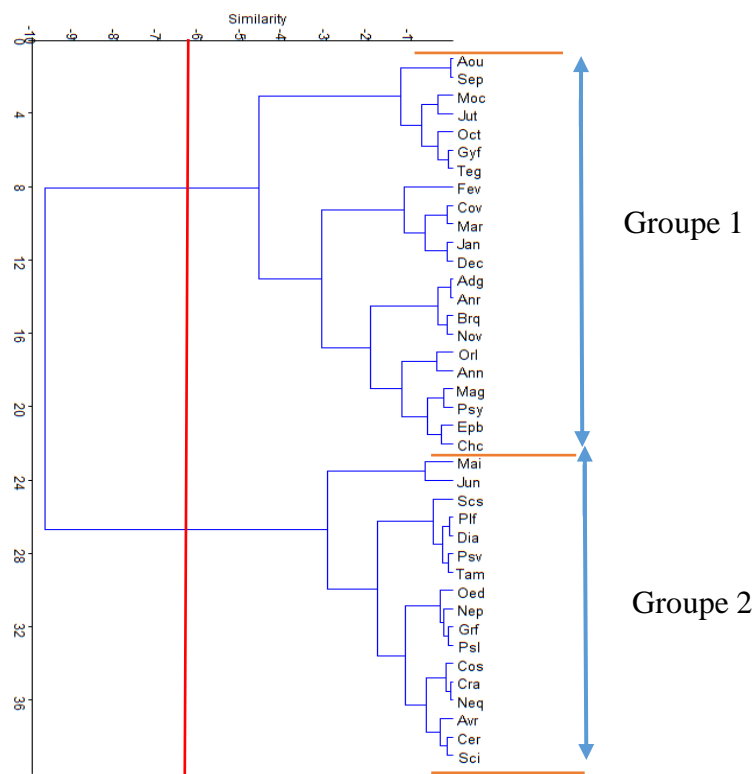


Figure 7. Classification ascendante hiérarchique des peuplements à Bab Ezzouar

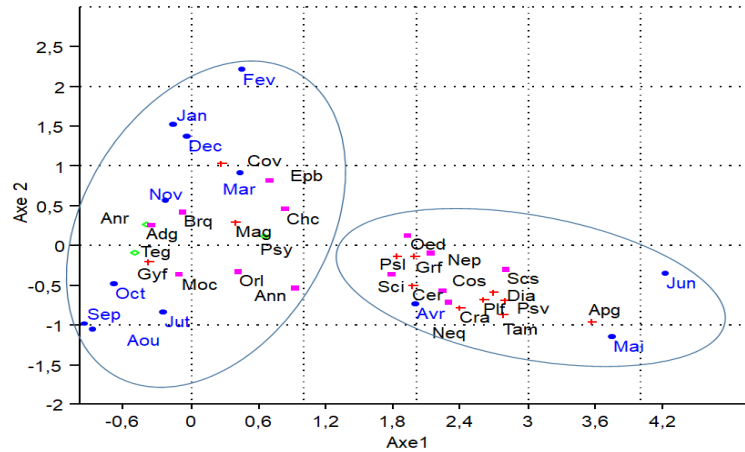


Figure 8. Diagramme Detrended Correspondence Analysis (DCA) à Bab Ezzouar

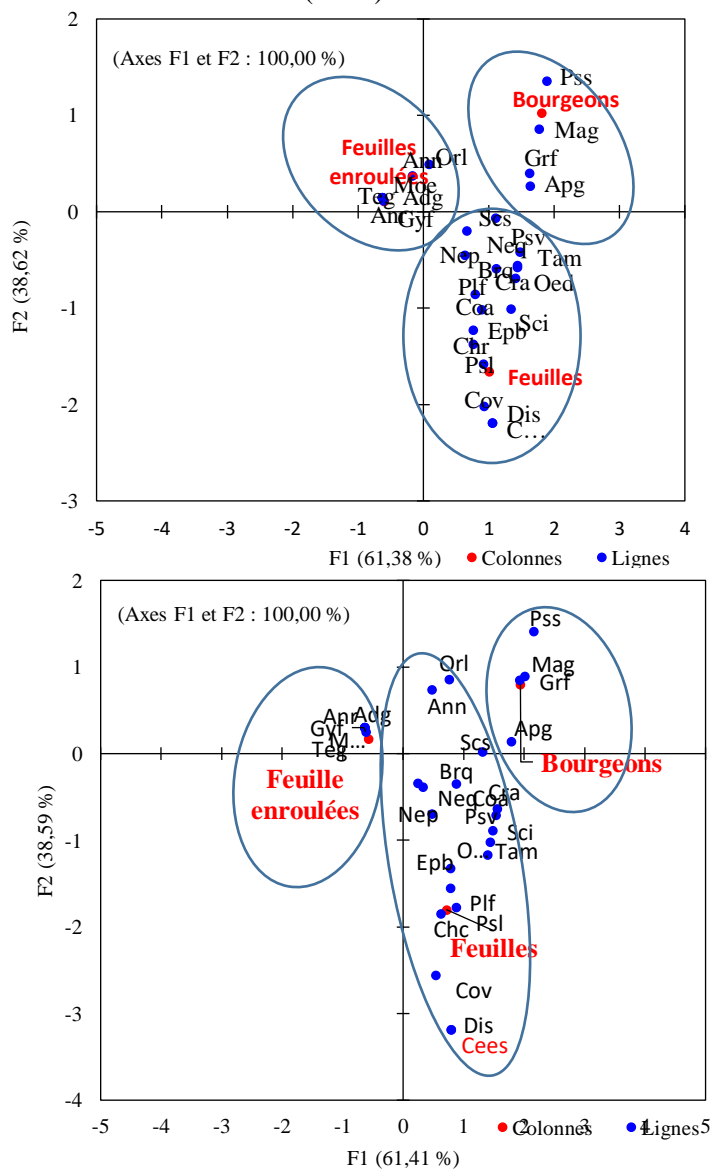


Figure 9. Analyse Factorielle de correspondances de la distribution de l'entomocénose selon l'organe de l'arbre
 A : Hassen Badi, B : Bab Ezzouar.

10. Statut écologique de l'entomocénose

10.1. Site de Hassen Badi 2017 et 2018.

Les fréquences d'occurrences ainsi que les constances de l'entomofaune répertoriée sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018 sont regroupées dans le Tableau 8. Les résultats indiquent la présence de 4 espèces omniprésentes en 2017 : il s'agit de *M. gladiata*, *A. nemoralis*, *M. confusa* et *Psyllaephagus* sp auxquels il faudrait rajouter en 2018, *C. viridis* et *P. ficus*. Les espèces constantes sont au nombre de trois : *C. viridis*, *P. ficus* et *G. ficorum* en 2017 alors que l'année 2018 se distingue par 6 espèces constantes, *G. ficicola*, *P. longispinus*, *O. laevigatus*, *C. carnea*, *N. peyerimhoffi*, *G. ficorum*, qui sont constantes. En 2017, les espèces régulières sont au nombre de 7 : il s'agit de *G. ficicola*, *P. longispinus*, *O. laevigatus*, *C. carnea*, *E. balteatus*, *A. ramachandrai* et *A. gynikothripsi*. Il y a 4 espèces régulières qui caractérisent l'année 2018 : *C. rusci*, *Diaspididae* sp, *E. balteatus*, *A. ramachandrai*. Il est à souligner que les espèces accessoires sont les plus nombreuses que ce soit l'année *A. gossypii*, *C. rusci*, *Diaspididae* sp, *N. peyerimhoffi*, *N. quadrimaculatus*, *B. quadripustulatus*, *O. doublieri*, *P. vigintiduopunctata*, *S. subvillosus*, *S. interruptus*, *C. septempunctata*, *T. magnum*, *C. auberti* et *T. gentilei*, soit en tout 13 espèces contre 11 espèces accessoires en 2018 (*N. quadrimaculatus*, *B. quadripustulatus*, *O. doublieri*, *S. subvillosus*, *C. septempunctata*, *Psyllaephagus* sp, *T. magnum*, *C. auberti*, *T. gentilei*, *A. gynikothripsi* et *C. virgula*. Les espèces accidentelles sont peu importantes dans la mesure où il n'existe qu'une seule en 2017 (*P. vigintiduopunctata*) à l'opposé de 2018 où il a été dénombré 3 (*P. vigintiduopunctata*, *S. interruptus* et *E. errabundus*). En résumé nous avons pu recenser en 2017, une espèce accidentelle, 13 accessoires, 7 régulières, 3 constantes et 4 omniprésentes contre 3 accidentelles, 11 accessoires, 4 régulières, 6 constantes et 6 omniprésentes en 2018 (Annexe 2, Figure 10).

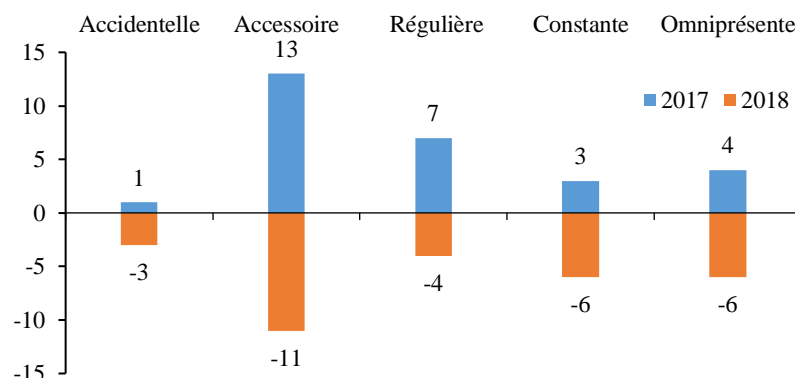


Figure 10. Statut écologique de l'entomocénose à Hassen Badi en 2017 et 2018.

8.2. Site de Bab Ezzouar 2017 et 2018

Les espèces omniprésentes en 2017 dans le site de Bab Ezzouar, se scindent en deux groupes les consommateurs primaires, *C. viridis*, *G. ficorum* et *M. gladiata* qui sont des bio agresseurs du ficus, et leurs ennemis naturels ou consommateurs secondaires *M. confusa* et *Psyllaephagus* sp. On retrouve la même configuration en 2018 où les taxons omniprésents qui sont principalement des ennemis naturels comme *M. confusa* *Psyllaephagus* sp. en présence de leurs proies *C. viridis*, *M. gladiata* et *P. ficus*. On a recensé deux espèces constantes en 2017, *P. ficus* et *A. nemoralis* contre. Les espèces constantes sont peu nombreuses en 2017, en effet il y a un redoutable prédateur la punaise *A. nemoralis* en présence de la cochenille *P. ficus*. En revanche en 2018, les espèces constantes sont au nombre de 5 parmi lesquelles 3 sont connus en tant que redoutables prédateurs de *G. ficorum* et *G. ficicola*. Nous avons mis en exergue 8 espèces régulières : deux ravageurs, *G. ficicola*, *P. longispinus* (consommateurs primaires) et 6 ennemis naturels, *O. laevigatus*, *C. carnea*, *N. quadrimaculatus*, *B. quadripustulatus*, *A. ramachandrai* et *A. gynikothrips*. En revanche, en 2018, peu d'espèces se montrent régulières, on recense en effet, *P. longispinus*, *Diaspididae* sp, *A. ramachandrai* et *A. gynikothrips*. Ce qui caractérise l'année 2017 c'est la présence de 11 taxons parmi lesquelles il y a des ennemis naturels qui sont considérés comme consommateurs secondaires, *E. balteatus* *N. peyerimhoffi* *O. doublieri* *P. vigintiduopunctata* *S. subvillosus* *S. interruptus* *C. septempunctata* et leurs proies *A. gossypii*, *C. rusci* et *Diaspididae* sp. Le syrphé ceinturé *E. balteatus* est espèce indigène qui possède un grand intérêt en tant qu'agent de lutte biologique car il se nourrit d'une large gamme de pucerons, il est, en effet, polyaphidiphage au stade larvaire. En 2018 presque comme en 2017, il y a également 14 taxons accessoires parmi lesquels il y a des prédateurs des parasites et bien entendu leurs proies, il s'agit de *A. gossypii*, *C. rusci*, *E. balteatus*, *N. peyerimhoffi*, *N. quadrimaculatus*, *B. quadripustulatus*, *O. doublieri*, *P. vigintiduopunctata*, *T. magnum*, *C. auberti* et *T. gentilei*. Ce dernier est un endoparasite des stades larvaires des thrips. Les taxons accidentels sont absents aussi bien en 2017 qu'en 2018. En résumé, les espèces accessoires constituent le groupe le plus important aussi bien 2017 qu'en 2018. Viennent ensuite les espèces régulières qui sont assez bien représentées dans la mesure où elles sont au de 8 en 2017 contre 4 en 2018 (Annexe 3). Les espèces constantes ne sont présentes que par 2 espèces en 2017 alors qu'en 2018 elles sont au nombre de 15. On compte aussi 5 espèces omniprésentes quelque soit l'année (Figure 11).

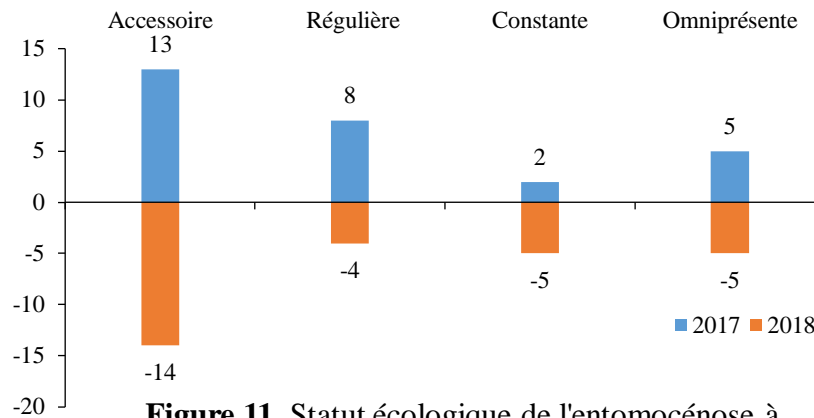


Figure 11. Statut écologique de l'entomocénose à Bab Ezzouar en 2017 et 2018.

III. DISCUSSION

La diversité entomologique ne diffère entre les deux sites puisqu'ils subissent les mêmes effets de l'environnement. Le peu de diversité qui existe sur ficus est due à la très forte pression anthropique (Louette, 1981 ; Crowe & Crowe, 1982). En effet, la pauvreté relative qui semble bien caractériser les ficus s'explique sans aucun doute par leur situation particulière, dans des agglomérations urbaines en présence de l'homme et du faible niveau de la compétition interspécifique expliqueraient peut-être la virulence des psylles et des thrips. Dans le cas de Hassen Badi et Bab Ezzouar, l'environnement ne modifie pas la structure générale du peuplement entomologique car les sites ont un indice d'équitabilité E semblable. En revanche l'environnement modifie certains facteurs quantitatifs (densité) et qualitatifs (abondance relative des familles des peuplements entomologiques du ficus). Il est connu que l'entomofaune est en perpétuel renouvellement à cause essentiellement des introductions d'espèces exotiques et des changements climatiques, l'exemple du psylle en est la preuve édifiante de ce changement. L'analyse de l'entomofaune révèle la présence de 30 espèces qui se répartissent en 7 ordres et 10 familles et trois groupes, les bio agresseurs, un complexe de parasite prédateurs et autres insectes associés. Parmi les bio agresseurs, les homoptères constituent l'ordre le plus importants. Nous avons recensé 4 espèces inféodées à *F. retusa* : il s'agit de *C. rusci*, *G. ficicola*, *M. gladiata*. Ce dernier a été signalée pour la première fois en Algérie en 2008 à Mostaganem sur *F. retusa* synonyme de *F. microcarpa* (Guenauoui & Ouvrard, 2016) puis elle s'est propagée à d'autres régions et à d'autres espèces végétales. En effet, selon Adel-Sellami et al. (2020) une forte attaque d'adultes de *M. gladiata* a été signalée, au mois d'octobre dans la forêt de Beaulieu (algérois) sur gommier rouge (*Eucalyptus camaldulensis* dehn, 1832) alors que cette espèce est strictement inféodée à *F. microcarpa*. Ses dégâts sur ficus

ont une valeur beaucoup plus esthétique qu'économique. Ce psylle *M. gladiata*, nouvellement introduit en milieu urbain sur *F. retusa* est préoccupant sur le plan phytosanitaire en raison de ses sécrétions de cire et de ses excréments de miellat qui peuvent entraîner des dommages directs et secondaires aux rameaux. De même cet arbre forestier subit également les attaques d'un thysanoptères *G. ficorum* non moins dangereux et dont les dégâts passent inaperçu comme dans le cas du psylle. Le puceron *G. ficicola* et la cochenille *C. rusci* sont également inféodés à *F. retusa*. En Tunisie, cet aphide a été signalé également sur les Moraceae, Betulaceae, Juglandaceae (Halima-Kamel, 2009) et occasionnellement sur d'autres espèces végétales comme le Goyave (Ghosh & Agarwala, 1993 ; Remaudière et Remaudière, 1997, Halbert, 2004). La présence de ce puceron s'expliquerait d'une part par la généralisation du ficus en tant qu'arbre ornemental dans les cités urbaines et autres et d'autre part par les échanges commerciaux avec l'Asie qui a favorisé son introduction accidentelle et sa propagation. Les dommages causés par ce puceron se caractérisent par des enroulements des feuilles, les dépôts du miellat et l'affaiblissement de l'arbre. *C. rusci* appelé cochenille du figuier, est originaire du bassin méditerranéen, puis elle s'est propagée aux régions subtropicales et tropicales (Balachowsky & Mesnil, 1935, Bodenheimer, 1951). Elle est signalée pour la première fois sur le myrte et vit sur une grande variété de plantes mais préférentiellement le ficus (Vu et al. 2016). Cette cochenille ne présente pas une menace économique que ce soit en Maroc ou en Egypt. bien qu'en Palestine, elle cause des sérieux dégâts dus aux sécrétions cireuses collantes et la formation de la fumagine qui réduit l'aspect esthétique de l'arbre (Bodkin, 1927). Les coleoptères constituent le groupe le plus important dans la mesure où ils regroupent 8 espèces de coccinelles prédatrices parmi lesquelles trois présentent un régime alimentaire aphidiphage : *O. doublieri*, *S. subvillosus* et *S. interruptus*. (Saharaoui, 2017) et se nourrissent des pucerons *A. gossypii* et *G. ficicola* comme nourriture préférentielle et les œufs de thrips comme nourriture alternative. Par contre *N. peyerimoffi*, *N. quadrimaculatus* et *B. quadripustulatus* sont des coccidiphages (Saharaoui, 2017) elles se nourrissent des cochenilles alors que *P. vigintiduopunctata* a un régime alimentaire mycophage et se nourrit donc d'Oidium. Toutes ces coccinelles utilisent les œufs du thrips et de psylle comme nourriture alternative. En effet les coccinelles se distinguent par deux types de nourriture : Une nourriture dite « essentielle », la plus recherchée et préférentielle, elle permet au prédateur d'être actif en lui assurant une descendance viable et une nourriture dite « alternative » ou de remplacement qui assure la survie des coccinelles sexuellement inactif, elle peut se composer d'œufs d'insectes, de spores de champignons,

de miellat ou de débris de végétaux. Nous avons également dénombré des punaises *A. nemoralis*, *M. confusa*, *O. laevigatus* et des chrysopes *C. carnea* qui peuvent s'attaquer au thrips et au psylle, mais ils ne sont pas spécifiques, ce qui rend leur utilisation dans les programmes de lutte biologique aléatoire malgré leur redoutable prédation. En effet Les prédateurs généralistes comme *C. carnea* mais aussi les punaises *O. laevigatus* et *M. confusa* peuvent occasionnellement contrôler les stades larvaires et même les adultes. En ce moment on dispose de peu de données précises pour apprécier leur incidence respective sur le développement du ravageur et même leur degré de liaison (Fauvel et al. 1981). Les Encyrtidae sont des parasitoïdes primaires, plus rarement secondaires. A titre d'exemple le genre *psyllophagus* parasitent plusieurs groupes d'insectes piqueurs succeurs en particulier les hémiptères piqueurs-suceurs : Aphididae, Psyllidae et Triozidae (Kissayi & Benhalima, 2016). En effet *P. punensis* sur *Ficus* s'attaque principalement au psylle *M. gladiata*. Les fourmis *T. magnum* et *C. auberti* dont le régime alimentaire est omnivore, se retrouvent dans les écosystèmes terrestres où ils jouent un rôle dans la structure et la fonction de l'écosystème, ils ne causent pas de dégâts sur les plantes et leur présence est due au à notre avis, au miellat rejeté par les Psylle et les pucerons. Selon Del Toro et al. (2012), les fourmis jouent un rôle important dans la structure et la fonction des écosystèmes terrestres. Ils sont considérés comme espèces indicatrices dans la conservation et la gestion d'un écosystème (Moranz et al. 2013).

Parmi les ravageurs le thrip *G. ficorum* préfère se nourrir de *F. microcarpa*, mais en cas d'infestation abondante il se nourrit aussi sur *F. aurea* Nutt., *F. benjamina* L. et *F. elastica* Roxb. ex Hornem. (Moracées), ainsi que *Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. ex A. Juss. (Euphorbiaceae), *Melicocca bijugatus* Jacq. (Sapindaceae), *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae), *Viburnum suspensum* Lindl. (Caprifoliacées), *Citrus* sp. (Rutacées), *Eucalyptus* sp. (Myrtacées), *Gliricidia* sp. (Fabaceae), *Calocarpum* sp. (Sapotacées) et (Orchidacées) (Ziouani et al. 2019). Le thrips induit par sa prise de nourriture (injection de la salive) la formation de galles, l'apparition de taches argentées et de nécroses sur les calices des fleurs comme nous l'avons constaté nous même. Celles-ci hébergent des colonies de taille variable, de quelques individus à plus de 100.000 (Fraval, 2006).

M. gladiata vit sur *F. microcarpa* et *F. benjamina* (Ouvrard, 2019). Les colonies de psylle se développent sur les nouvelles pousses de la plante hôte, qui se couvrent de sécrétions cireuses blanches. Après l'attaque, les pousses se déforment, cessent de se développer et finissent par dépérir. *A. nemoralis* (F.) (Hemiptera, Anthocoridae), *O. conglobata* (L.), *Scymnus* sp. (Coleoptera, Coccinellidae) et *P. punensis* (Hayat & Khan)

(Hymenoptera, Encyrtidae) sont respectivement signalés comme prédateurs et parasitoïdes (Ouvrard, 2019). Nous avons personnellement observé les ennemis naturels suivants : *S. subvillosus* (Coleoptera, Coccinellidae), *A. nemoralis*, et plusieurs nymphes parasitées par un *P. punensis*. La présence de l'espèce oligophage et orientale *G. ficicola*, qui s'attaque à *F. microcarpa* peut affliger également des dommages aux citrus et au Figuier commun, elle doit être surveillé de près.

A. gynaikeothrips est un Acarien, parasitoïde des œufs de diverses espèces d'insectes (Kaliszewski et al. 1995 ; Goldarazena et al. 2001). Selon Mound et Walker (1982) certains acariens ectoparasites du genre *Adactylidium* peuvent parasiter d'autres espèces de thrips tel que *Heliothrips haemorrhoidalis*. Il a été signalé comme un redoutable et efficace prédateur des œufs de *G. ficorum* (Elbadry & Tawfik, 1966). Les acariens *Adactylidium* en général, ont une importance potentielle dans la lutte biologique contre les thrips ravageurs en agriculture (Goldarazena et al. 2001 ; Khautsov, 2007)

La richesse spécifique est le nombre total d'espèces recensé sur un site, elle varie de 30 à 28 selon le site. Elle nous a permis d'illustrer les caractéristiques écologiques d'un milieu d'une part et d'autre part de mettre en évidence la structure taxonomique d'un peuplement et les variations spatio - temporelles selon les saisons ou les stations. D'une façon générale l'étude écologique montre que les deux sites ont des équitabilités qui tendent vers 0, ce qui indique que les deux sites sont écologiquement déséquilibré du fait qu'il y a une deux espèces ou trois qui dominant le peuplement. Il en est de même pour l'indice de Simpson qui prend en compte beaucoup plus les espèces abondantes que les espèces rares et il demeure inchangé lorsqu'on ajoute des espèces rares à un échantillon car il ne modifie pratiquement pas la valeur de la diversité. En effet cette dernière est importante de Mars à juin c'est à dire pendant la période printanière où elle varie de 0,69 à 0,85 en mars et juin. En revanche la diversité diminue en utilisant l'indice de Shannon qui tient compte des espèces rares, ce qui entraine systématiquement une faible équitabilité. A Bab Ezzouar, l'indice de Simpson donne également une diversité appréciable de février à Juin où elle varie de 0,71 en février à 0,86 en juin. En effet lorsque l'indice de Simpson est égal à 0, la diversité est dite maximale. Elle est minimale quand l'indice est égal à 1. Il est conseillé d'utiliser 1-D pour l'indice de Simpson. Dans ce cas, la diversité devient maximale quand l'indice est égal à 1. C'est l'indice de Hill qui semble le plus pertinent dans la mesure où il intègre les deux autres indices c'est-à-dire les indices de Shannon et Simpson. C'est pourquoi, il est conseillé d'utiliser les trois indices conjointement afin d'en extraire un maximum d'informations et de mieux comprendre la

structure des communautés (Grall & Hily, 2003). Plus l'indice de Hill s'approche de 1, plus la diversité est faible. Afin de faciliter l'interprétation, il est conseillé d'utiliser l'indice 1-Hill, où la diversité maximale lorsqu'elle est égale à 1, la diversité est minimale lorsque l'indice est égal à 0. En tenant compte des espèces rares et des espèces abondantes, on constate que la diversité est également faible si on fait exception des mois où la diversité est plus moins appréciable. L'indice de similarité de Morisita-Horn utilise des données quantitatives au lieu de l'utilisation de l'absence/présence comme c'est le cas des autres indices de similitude

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Nous avons pu mettre en évidence l'entomocénoce présente dans deux sites, Hassen Badi et Bab Ezzouar. Celle - ci comprend 30 espèces environ qui se répartissent en 7 ordres : Homoptera, les Hemiptera, Neuroptera, Diptera, Coleoptera Hymenoptera, Thysanoptera et les Acari et en 10 familles les Aphididae, les Psyllidae, les Coccidae, les Pseudococcidae, les Diaspididae, les Anthocoridae, les Miridae, les Reduviidae, les Chrysopidae et les Coccinellidae. Cette inventaire nous a également permis de déterminer la structure et les variations spatio-temporelles des deux sites en faisant une étude écologique qui s'est basée sur l'utilisation de quelques indices de diversité complémentaires et sur la base du modèle de Motumura qui a mis en évidence la structuration des groupes fonctionnels (assemblage). Il apparaît nettement que les phytophages occupent les premiers rangs tels que *M. gladiata*, *G. ficorum* et *G. ficicola*. Les rangs intermédiaires et les derniers rangs sont occupés par les opportunistes telles que les coccinelles et autres ennemis naturels. En raison de sa proximité avec l'homme, les deux sites sont écologiquement déséquilibrés comme le démontre si les équitabilités. La diversité, en tenant compte des espèces rares et des espèces abondantes, est faible selon les mois en général et que la similarité des deux sites est forte non seulement sur la base des données quantitatives, mais aussi sur la base des données qualitatives qui reposent sur l'absence/présence. La distribution de l'entomocénose se fait selon l'organe. En effet *A. gossypi*, *G. ficicola*, *M. gladiata* et *P. punensis* sont des taxons qui fréquentent principalement les bourgeons tandis que *A. nemoralis*, *M. confusa*, *O. laevigatus*, *A. ramachandrai* et *A. gynaikothripsi* préfèrent les feuilles enroulées. Les feuilles sont fréquentées par des consommateurs primaires (*C. viridis*, *C. rusci*, *P. ficus*, *P. longispinus*, *Diaspididae* sp.) de consommateurs secondaires coccinelles (*N. peyerimhoffi*, *N. quadrimaculatus*, *B. quadripustulatus*, *O. doublieri*, *P.*

vigintiduopunctata, *S. (Pullus) subvillosus*, *S. interruptus*, *C. septempunctata*, et deux prédateurs *C. carnea* et *E. balteatus*)

En perspectives on peut dire que *M. gladiata* est une espèce connue comme inféodée strictement au *F. microcarpa*. Est-elle capable de coloniser d'autres espèces végétales en général et autres genres du Ficus en particulier, comme l'a été signalé par certains auteurs ? Pour cela il faudra, au préalable, connaître en priorité la biologie de l'insecte, sa dynamique de population et ses interactions à long terme pour mesurer la biodiversité fonctionnelle. Il serait intéressant de créer un modèle hôte-parasitoïde qui tient compte de l'influence des conditions environnementales sur la dynamique de la population de *M. gladiata* et le taux de parasitisme de *P. punensis* dans l'écosystème naturel. Il serait également utile de faire la même chose pour ce qui est de *G. ficorum* et de ses parasites *A. gynikothripsi* et *T. gentilei*

CHAPITRE II
FLUCTUATIONS DE POPULATIONS, PARASITISME ET PREDATION
NATURELS DE *GYNAIKOTHRIPS FICORUM* (THYSANOPTERA :
***PHLAEOTHRIPIDAE*) SUR *FICUS REUSA* (MORACEAE)**

INTRODUCTION

La nomenclature des plantes hôtes de espèces de Gynaikothrips est confuse. *G. ficorum* semble être spécifique de *F. microcarpa* qui est couramment désigné sous les synonymies de *F. nitida* et *F. retusa*. Malheureusement, *F. benjamina* est aussi parfois confondu avec *F. microcarpa*, bien qu'il ait des feuilles un peu plus brillantes.

F. microcarpa ou *F. retusa* est originaire des régions tropicales et subtropicales (Sud Est de l'Asie), elle existe en Amérique centrale et dans le sud des Etats Unis, et s'étend jusqu'au sud de l'Europe. Elle est présente aussi autour du bassin méditerranéen (Alford, 2013) où Il s'est parfaitement adapté au climat méditerranéen. Il peut vivre de 40 à 100 ans et possède une grande résistance à la pollution urbaine, aux parasites et aux maladies diverses. Il peut pousser spontanément, c'est pourquoi il est utilisé à travers tout le pays comme arbre d'alignement. Il se caractérise par un feuillage résistant vert foncé persistant. Il fournit de l'ombre dans des milliers de marchés à travers une grande partie de l'Amérique latine, dans diverses parties du sud de l'Europe, plusieurs stations balnéaires d'Australie, et même dans des centres commerciaux urbains en Amérique du Nord (Danemark, 1967). *F. microcarpa* est largement cultivé à Taiwan. Il est utilisé sur de nombreuses routes principales. *F. retusa* comme *F. benjamina* est très utilisé en tant que plante d'appartement et dans l'art du bonsaï. Certains cultivars ont des feuilles bicolores ou des feuilles molles et tombantes ; beaucoup sont des formes topiaires dont le bonsaï est le plus courant. Tous les cultivars sont généralement attaqués par *G. ficorum*. A Taiwan le commerce horticole ne considère pas le thrips comme un ravageur sérieux. En effet les feuilles enroulées rougeâtres sont plutôt considérées comme une attraction, ce qui suppose les grandes pépinières de Taiwan sont donc une source constante d'infestation des thrips, non seulement pour le marché local et probablement aussi pour l'exportation du ficus (Danemark, 1967).

Il existe environ 6227 espèces de thysanoptères qui sont connues dans le monde (Mound, 2018), dont 300 espèces produisent des galles chez diverses espèces végétales (Ananthakrishnan, 1993 ; Crespi, 2004 ; Mound, 2003). Quarante espèces du genre Gynaikothrips (Zimmermann) sont cécidophages ou galligènes et sont originaires d'Asie du Sud-Est, elles ont été décrites en Afrique et sont associées aux Moraceae. Elles

infestent surtout le *Ficus* ornamental et les figues fructifères causant des dégâts considérables (Mound, 2009 ; Dang et al. 2014). Parmi ces espèces, *G. ficorum* également connu sous le nom de thrips du laurier cubain et *G. uzeli* (Zimmermann), sont considérés comme les espèces les plus étudiées en raison de leurs traits morphologiques similaires (Priesner, 1939). *Phloeothrips ficorum* Marchal (1908) a été décrit en Algérie, sur du matériel collecté sur *F. microcarpa* (Canlizo, 1945). Depuis lors, il a été considérée comme étant la même espèce que *Mesothrips uzeli* Zimmermann (1900) de Java. En revanche, Priesner (1939) et Del Canlizo (1945) ont distingué les adultes des deux espèces sur la base de la longueur de la paire de soies postéro-angulaires pronotales et *G. uzeli* existe uniquement en Asie, et qu'il est limité exclusivement à *F. benjamina*

G. ficorum est une espèce pantropicale introduite en Algérie depuis l'Asie du Sud-Est et enregistrée pour la première fois par Del Canizo (1945). Il préfère la galle des feuilles sur *F. microcarpa* L. var. *nitida* (Urticales, Moraceae) (Priesner, 1939 ; Alford, 2013 ; Tree et Wolter, 2009). En cas de fortes et abondantes infestations, il peut se nourrir d'autres hôtes, en particulier d'autres genres de *Ficus*, à savoir *F. axillaris*, *F. aurea*, *F. Benjamina*, *F. elastica* ainsi que *Codiaeum variegatum*, *Melicocca bijuga*, *Nicotiana tabacum*, *Viburnum suspensum* et *Citrus* sp. et même sur *Eucalyptus* sp. à Cuba, *Gliricidia* à Porto Rico, *Calocarpum* sp. en Colombie (Danemark, 1967), et parfois sur d'orchidées (Nixon, 1999). Le thrips du laurier cubain est un ravageur sérieux de *F. microcarpa* var. *nitida*, il se reproduisant dans les galles des feuilles formées à la suite de son alimentation sur les jeunes feuilles (Antonatos et al. 2014).

Il se nourrit de feuilles tendres et provoque la formation de taches rouge violacé sur la face inférieure des feuilles. Celles-ci se recourbent et forment des galles dans lesquelles la ponte et le développement larvaire s'effectuent (Mound et Marullo, 1996 ; Morcos, 1944 ; Wolcott, 1953). Il coexiste avec *Chrysomphalus pinnulifer* (Diaspididae), *Singhiella citrifoli* (Aleyrodidae), *G. ficicola* (Aphididae) (Tawfik, 1967 ; Paine, 1992 ; Held et al. 2005 ; Narrea-Cango et al. 2013 ; Mifsud et al. 2012 ; Antonatos et al. 2015).

Les thrips ont de nombreux ennemis naturels parmi lesquels on compte des prédateurs dans les galles foliaires tels que: *Ontandoniola moraguesi*, *Orius albidipennis*, *Macrotrachelia lalaevis*, *Cardiastethus rugicollis*, *Anthochoris flavipes*, *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera, Anthocoridae), *Teratophylumiellalaevis*, *Cardiastethus rugicollis*, *Anthochoris flavipes*, *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera, Anthocoridae), *Teratophylum insigne* (Hemiptera), *Chrysoperla carnea* (Neuroptera, Chrysopidae) et *Androthrips ramachandrai* (Thysanoptera, Phlaeothripidae). Alors qu'*Adactylidium* sp

. (*Acari*), *Pleurotropis* sp., et *Tetrastichus gentilei* (= *T. thripophonus*) (Hymenoptera, Eulophidae) sont considérés comme des parasites de *G. ficorum* (Dozier, 1926 ; Wolcott, 1953 ; Tawfik, 1967 ; Varadarasan et Ananthakrishnan, 1992 ; La Salle, 1994 ; Held et al. 2005 ; Hoddle et al. 2012 ; Melo et al. 2013 ; Antonatos et al. 2015).

Plusieurs études confirment que les insecticides peuvent être utilisés pour lutter contre *G. ficorum* (Wolfenbarger, 1946 ; Wolcott, 1953 ; Reinert, 1973 ; Held et Boyd, 2008). Les insecticides systémiques semblent offrir un meilleur contrôle que les insecticides à large spectre qui sont préjudiciables aux ennemis naturels qui maintiennent naturellement les populations du thrips quand sa population est relativement faible (Arthurs et al. 2011).

L'objectif de ce travail consiste en une étude des fluctuations mensuelles et saisonnières d'une part et d'autre part de déterminer l'influence de certaines espèces prédatrices ou parasites, observées dans les galles foliaires qui peuvent être éventuellement utilisés en tant qu'agents potentiels de lutte biologique

I. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES THYSANOPTERES

1. Généralités sur les thysanopères

1.1. Caractères morphologiques

Les thrips adultes sont très variés et vont du réticulé (Panchaethripinae) à finement sculptés, comme chez les espèces de *Dendrothrips*. Chez de nombreux Terebrantia, le corps contient un grand nombre de micro stries fines. La sculpture varie et peut être formée de polygones réguliers de taille similaire ou être formée de lignes, de stries ou de tubercules... etc. Les Thripidae ont un degré variable de fusion dans les derniers segments antennaires (*Dendrothrips*, *Thrips*) et dans le développement du nombre de sutures qui varient selon les espèces (*Anaphothrips*) (Bagnall, 1919 ; Goldarazena, 2015) (Figure 12).

La tête varie de plus de deux fois plus longue que large à légèrement plus large que longue. Le bord antérieur est parfois prolongé devant les yeux composés, et chez quelques espèces, elle porte une ou plusieurs paires de soies solides. Les yeux composés sont généralement arrondis et bien développés, mais sont parfois réduits à quelques facettes, ou prolongés ventralement, voire fortement agrandis, de sorte que la tête est holoptique. La plupart des espèces n'ont qu'une seule paire de grandes soies post ocellulaires ; d'autres grandes soies peuvent être développées latéralement sur les joues. Trois ocelles dorsaux sont présents chez les macroptères, mais ils sont souvent réduits ou absents chez les microptères et les aptères. Chez Tubulifères, la tête est plus longue que large et les antennes partent généralement d'une projection devant les yeux. Les ocelles sont

généralement absents chez les adultes aptères. Les Phlaeothripidae ont une paire de soies post oculaires principales et quelques espèces ont des soies épaisses sur les joues. Les palpes maxillaires sont normalement bi segmentés (Bagnall, 1919 ; Mound & Wolker 1986 ; Palmer, 1990 ; Goldarazena, 2015).

Les Térébrantes ont une tête plus large que longue. Les Thripidés ont trois paires de soies associées aux ocelles : la paire I est placée devant le premier ocelle, la paire II est latérale au premier ocelle et placée près des yeux composés et la paire III est placée dans le triangle oculaire ou latérale à celui-ci. Les palpes maxillaires ont trois articulations

Les antennes ont généralement huit segments, mais plusieurs espèces non apparentées ont les segments terminaux VII et VIII fusionnés pour donner une structure à septsegments. Les segments III à VIII ont généralement un ou plusieurs trichomes pâles émergents ainsi qu'un certain nombre de soies.

Dans la plupart des Phlaeothripidae, trois sclérites sont visibles dorsalement sur le prothorax : le grand pronotum, et deux petites sclérites épimères postéro-latérales. Chez quelques espèces, les sutures épimérales ne sont pas développées. Il y a typiquement cinq paires de soies pronotales majeures : antéro-marginales (am), antéro-angulaires (aa), médio-latérales (ml), épimérales (ep) et postéro-angulaires (pa) ; en outre, certaines espèces ont une paire de postéro-marginales développées médialement. Ventralement sur le prothorax, il y a habituellement une paire de sclérites faiblement développées juste

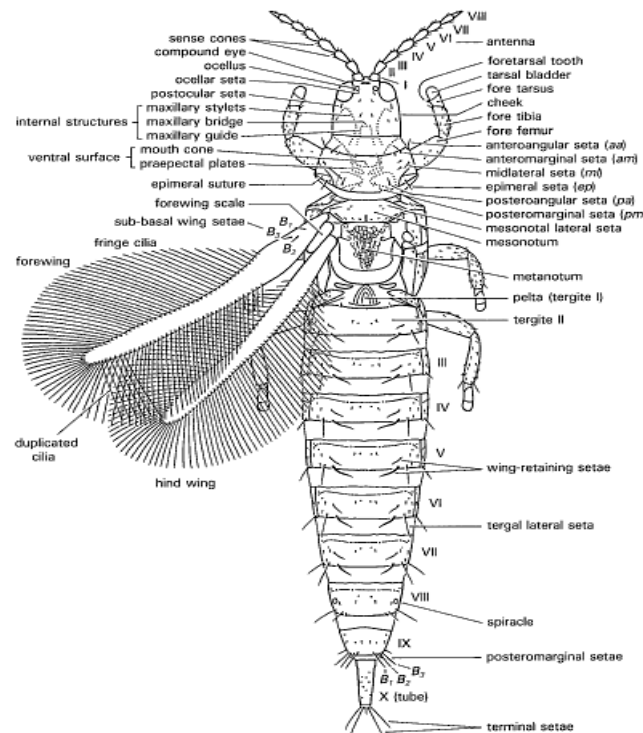


Figure 12. Adulte d'un Tubulifera (Mound & Walker, 1986)

derrière le cône de la bouche, le praepectus (ou plaques praepectales), qui ne doit pas être confondu avec les petites sclérites cervicales. Derrière le praepectus se trouvent une paire de sclérites praepectus et une petite sclérite médiane, la spinasternum. Derrière cela se trouve un sclérite transversal, souvent en forme de bateau, le mésopraesternum, juste en face de la bordure méso-sternale. Chez de nombreuses espèces, il existe une paire de sutures longitudinales latérales sur le métasternum. Les sutures métathoraciques sterno-pleurales s'étendent en arrière des cavités coxales mésothoraciques.

Chez les Terebrantia, la chaetotaxie du pronotum est variable selon le sexe et l'espèce. Le pronotum est généralement plus large que long et peut avoir une ou deux paires de longues soies postéro-angulaires (Bagnall, 1919 ; Goldarazena, 2015). Dorsalement la structure du mésonotum et du metanotum dépend du degré de développement des ailes. Les macroptères ont un mesonotum rhomboïde, souvent avec une paire de soies majeures latéralement, et le métanotum s'allonge avec une ou plusieurs paires de soies médianes. Les aptères ont deux sclérites transversaux qui peuvent être réduits. Chez certains Thripidae actifs, l'endosquelette du métathorax est très développé et forme une furca. La sculpture de métathorax et la position des soies médianes sont très utiles pour la reconnaissance de certains genres et espèces (Bagnall, 1919 ; Mound & Walker, 1986 ; Goldarazena, 2015).

La plupart des espèces sont des macroptères, mais certains sont microptères ou aptères. Chez les Térébrantes, la couleur, la chaetotaxie et la nervation des ailes antérieures sont très importantes pour la classification. Chez les Phlaeothripidae, les ailes antérieures n'ont pas de nervures, Les ailes antérieures ont une veine costale, deux veines longitudinales et une ou plusieurs veines croisées entre les veines principales et le corps est couvert par de nombreuses microstructures (Bagnall, 1919 ; Plamer, 1990 ; Goldarazena, 2015).

Les tarses de l'adulte peuvent avoir un segment ou deux et ont toujours un arolium bien développé. Le tarse des adultes n'a pas d'anneau. Les tarses antérieurs sont toujours segmentés, et ont généralement une dent à l'intérieur du bord particulièrement chez les mâles. Chez certains Thripidae, cette dent est située dans le pré tarse. Chez les Phlaeothripidae, le bord apical du tarse peut être prolongé chez quelques espèces.

Les tarses, moyen et postérieur peuvent être constitués d'un ou deux segments et les tibias postérieurs sont souvent allongés, avec une ou plusieurs soies longues sur la marge externe (Bagnall, 1919 ; Goldarazena, 2015).

Chez les Phlaeothripidae, le tergite I est réduit à une petite plaque appelée pelta et les tergites II-VII portent normalement deux paires de soies sigmoïdes qui sont utilisées pour

retenir les ailes. Les Phlaeothripidae et de nombreux Terebrantia possèdent aussi un nombre variable de soies accessoires situées dans les sternites V-VII. Certains mâles ont des zones poreuses glandulaires dans le sternum VIII. L'ovipositeur chez les Tubulifera est rétracté vers l'intérieur du tube lorsque l'animal est au repos et lorsque la femelle pond les œufs.

Chez les Thripidés, le bord postérieur de tergite VIII porte normalement un peigne de fines microtriches ciliées ou dentées. De nombreuses espèces de thrips associées aux graminées présentent un craspedum comme un prolongement de la marge postérieure des tergites et des sternites. Le sternite I est très petit et le VIII n'est pas développé dans la plupart des Terebrantia, à l'exception des Merothripidae et Melanthripinae où il est représenté par une paire de lobes postéro-marginaux. Des soies marginales sont parfois placées devant la marge sur les sternites postérieurs. L'ovipositeur est externe chez les Terebrantia et il est formé par quatre folioles. La structure génitale (zone apicale sclérosée de l'édéage) des mâles sert de caractère pour l'identification des espèces (Bagnall, 1919 ; Mound & Wolker, 1986 ; Goldarazena, 2015). Chez les Tubulifères, le segment abdominal X est tubulaire, mais de forme variable, allant de courte à conique. La femelle avec un ovipositeur réversible émergeant à la base du tube.

1.1. Caractères morphologiques distinctifs entre les Terebrantia et les Tubulifera

Les principaux caractères morphologiques distinctifs entre les Terebrantia et les Tubulifera sont regroupés dans le tableau 4 suivant :

Tableau 4. Principaux caractères morphologiques distinctifs entre les Terebrantia et Tubulifera Selon (Morse & Haddl, 2006 ; Mound, 2009 ; Bournier, 2003 ; Ananthakirshnan, 1984)

Sous-ordre : Terebrantia (Figure 13A)	Sous-ordre : Tubulifera (Figure 13B)
Possèdent une tête plus large que longue (Figure 13C).	Possèdent une tête plus longue que large (Figure 13D).
Les cônes ont la forme d'une plaque longitudinale creusée à la surface des articles.	Les cônes sont toujours simples.
Les palpes maxillaires ont trois articulations	Les palpes maxillaires sont bisegmentés
Le pronotum est plus large que long et peut avoir une ou deux paires de longues soies postéro-angulaires (Figure 13C).	Le pronotum possède cinq paires principales de soies : les soies pronotales, antéro-marginales, antéro-angulaires, médio-latérales, épimérales et postéro-angulaires (Figure 13D)
Les ailes : elle comprend une nervure costale principale et une autre secondaire, plus ou	Les ailes antérieures ont une surface lisse et ne sont pas insérées longitudinalement dans les

moins visible, mais le plus souvent jalonnée de courtes soies (Figure 13E).	alvéoles de l'aile. Au repos, les ailes sont parallèles l'une à l'autre sur l'abdomen, avec les cils des marges postérieures dans la ligne médiane (Figure 13F).
Le dixième segment abdominal est incomplet au niveau ventral, et l'ovipositeur est formé par quatre folioles comprend quatre lames en forme de scie qui sont utilisées pour insérer les œufs dans les tissus végétaux (Figure 13G).	Le dixième segment abdominal tubulaire, à la base duquel se trouve l'ouverture de l'appareil génital (Figure 13H).
les larves se développent d'abord en pré-nymphé, ensuite nymphé (Figure 14A)	La pré-nymphé, se transforme d'abord en nymphé I, avant de donner une nymphé du deuxième stade (Figure 14B)
Les œufs mesure de 200 à 300µm de long et 100 à 150µm de large, de forme ovale, sont pondus à l'intérieur du tissu végétal.	Les œufs mesure 350 à 550µm de long, cylindrique, sont pondus à l'extérieur du tissu végétal.

2. Classification des thysanopteres

L'ordre des thysanoptères regroupe neuf familles contenant 6.227 espèces, il est divisé en deux sous-groupes : Tubulifera et Terebrantia qui se distinguent entre eux par l'extrémité du dernier segment abdominal. Celui-ci est court et pointu chez les Terebrantia et long et tubulaire chez les Tubulifera (Mound, 2019 ; Mound, 2005 ; Stannard, 1968 ; Goldarazena, 2015 ; Palmer et al. 1989 ; Priesner, 1964 ; Lewis, 1973). Parmi les neuf familles des Thysanoptères, Le sous ordre des Terebrantia contient huit : les Merothripidae, les Melanthripidae, les Aeolothripidae, les Fauriellidae, les Stenurothripidae, les Heterothripidae, les Thripidae, les Uzelothripidae. Presque 93% des thrips appartiennent soit aux Thripidae (Terebrantia) ou soit aux Phlaeothripidae (Tubulifera) (Mound et al. 1980). Les Aeolothripidae comprennent peu d'espèces dans le monde et plus particulièrement dans les régions tempérées, 250 environ sont principalement florifères, alors que les Heterothripidae contiennent 70 espèces environ. Par ailleurs les Merothripidae comprennent 15 espèces mycophages et Neotropicales. Les trois autres familles ont à peine dix espèces (Tableau 5).

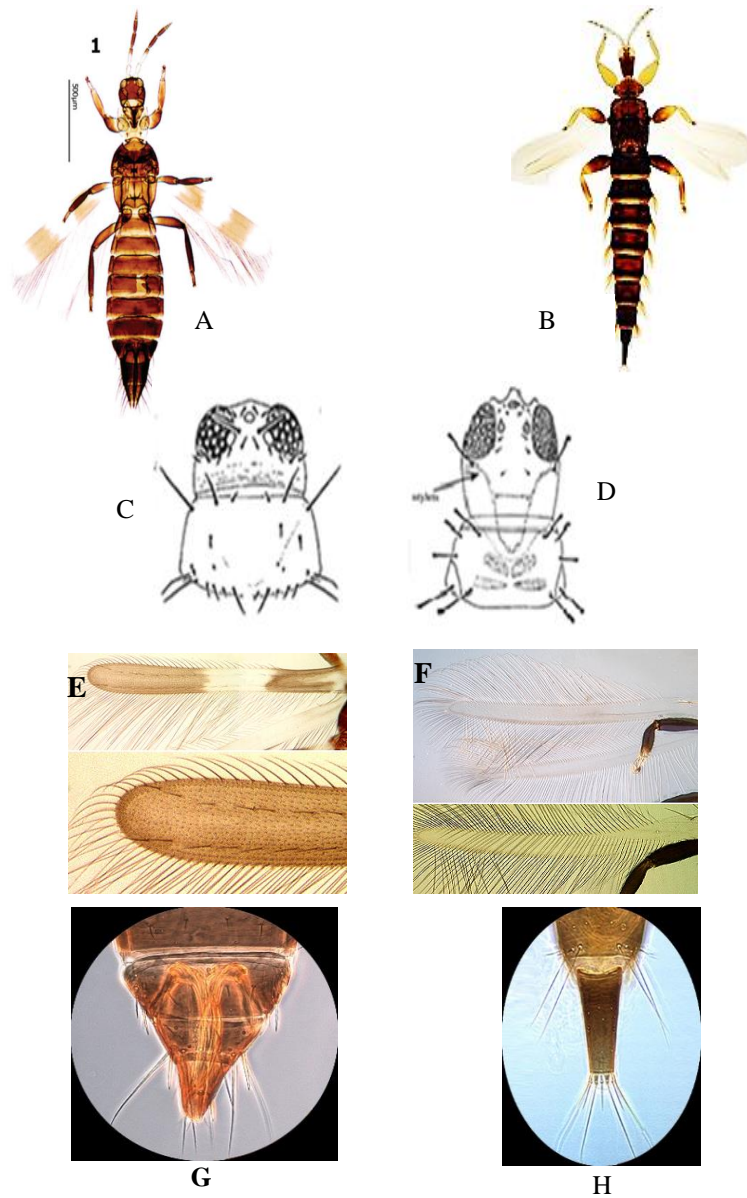


Figure 13. Principaux caractères morphologiques distinctifs entre les Terebrantia et les Tubulifera. A et B : Adultes ♀ ; C et D : Tête et pronotum (Mound & Kibby, 1998); E et F : iles ; G et H : Extrémité abdominale (Thrips wiki, 2019).

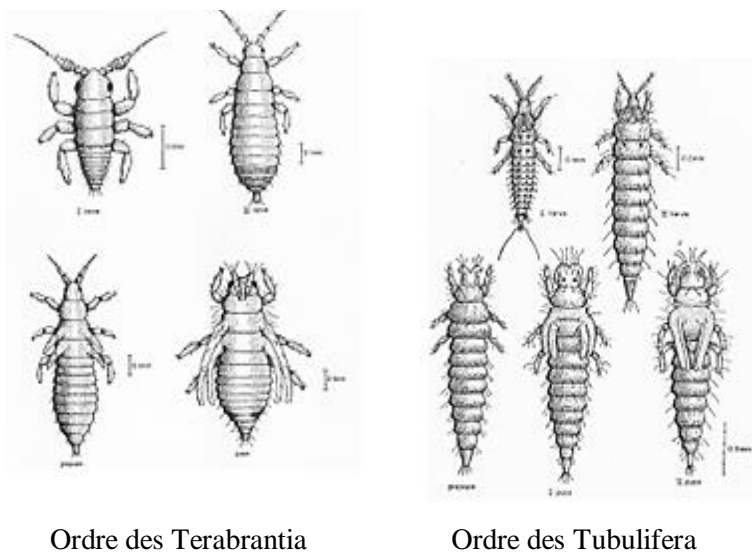


Figure 14. Développement larvaire chez les Terebrantia et les Tubulifera (Mound & Walker,

Tableau 5. Classification des thysanoptères selon Mound (2019).

Sub-Ordre	Familles	Sub-Familles	Genres	Espèces	
Terebrantia	Merothripidae		3 [†3]	16 + [†6]	
	Melanthripidae		4 [†4]	67 + [†10]	
	Aeolothripidae		24 [†7]	212 + [†15]	
	Fauriellidae		4	5	
	Stenurothripidae		3 [†9]	6 + [†18]	
	† Karataothripidae		[† 1]	[† 1]	
	† Liassothripidae		[† 1]	[† 1]	
	† Moundthripidae		[† 1]	[† 1]	
	† Triassothripidae		[† 2]	[† 2]	
	† Hemithripidae		[† 1]	[† 9]	
	Heterothripidae		4 [†3]	89 + [† 4]	
	Thripidae		Panchaetothripinae	40[†3]	140 + [† 7]
			Dendrothripinae	12 [†4]	105 + [†6]
			Sericothripinae	3	168
		Thripinae	232 [†13]	1,728 +[†65]	
	Uzelothripidae		1	1 + [†1]	
Tubulifera	Phlaeothripidae	Phlaeothripinae	369 [†9]	2,966 +[† 17]	
		Idolothripinae	83	737	
	† Rohrthripidae		[† 1]	[† 2]	
Total			782 [†62]	6,227 [† 165]	

Les Taxons fossiles sont indiqués en [†]

2. Caracteres morphologiques de *G. ficorum*

2.1. Description de l'adulte

De couleur noire, les adultes mesurent environ 2,5 à 2,8 mm de long, ils se déplacent très rapidement s'ils sont dérangés. Bien qu'ils volent rapidement, ils restent souvent sur ou près des feuilles. Le mâle est identique à la femelle, en général, mais avec une taille plus petite. La tête est petite, elle se rétrécit en arrière des yeux. Les pattes antérieures ont un fémur aussi épais que celui de la femelle, leurs tarsi sont pourvus d'une petite griffe. A la base du tube terminale, il y a une écaille aplatie de chaque côté et l'organe copulateur qui, lorsqu'il est à l'extérieur, présente à son extrémité un aspect bifurqué, légèrement gonflé et cordiforme (Del Canizo, 1945 ; Denmark, 2011) (Figure 15).

La tête mesure 300 µm de long, elle est environ 1/3 fois plus long que large avec une largeur maximale en avant des yeux et à peine rétrécit vers l'arrière (Figure 16A). Les yeux de couleur rouge foncé, chez l'insecte vivant. La tête porte trois ocelles, peu visibles vu d'en haut en raison de leur position qui occupent les sommets d'un triangle équilatéral. Les joues ont de nombreux poils courts. Le cône buccal, court et largement arrondi à son sommet, atteint la moitié du prosternum. Les antennes possèdent 8 segments, plus longues

que la tête (Figure 16B). Les deux premiers sont courts et épais. Le 3^{ème} et le 6^{ème} segment sont aussi longs que les deux premiers réunis. Les 4^{ème} et 5^{ème} sont un peu plus longs, le 5^{ème} étant le plus grand par rapport aux autres articles de l'antenne. Le 7^{ème} est de longueur approximativement égale aux deux tiers du précédent. Le 8^{ème} est conique et se poursuit avec le 7^{ème} sans étranglement formant ainsi une sorte de fuseau terminal. Les segments 4, 5 et 6 portent au niveau de leur largeur maximale un verticille de soies espacées et une paire de cônes sensoriels. Sur le 3^{ème} segment on ne voit qu'un seul de ces cônes, celui de la face interne étant remplacé par une soie robuste (Del canizo, 1945).



Figure 15. Adulte de *G. ficorum* (Thrips wiki, 2019).

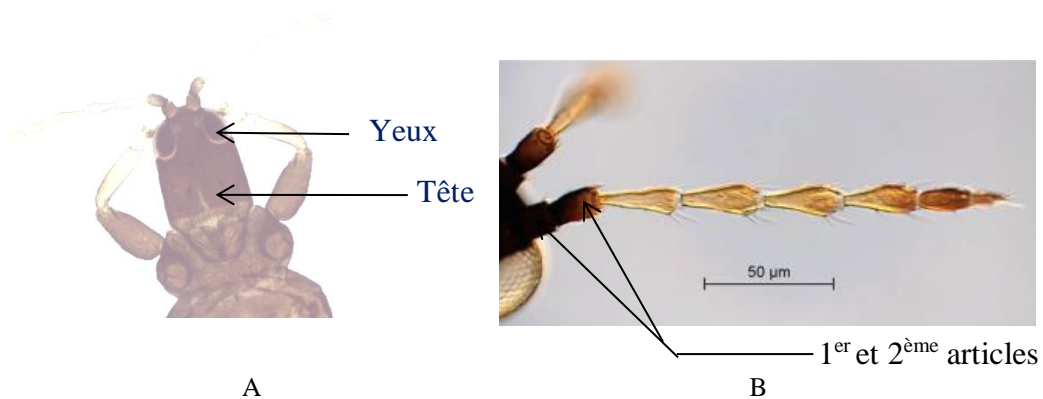


Figure 16. Morphologie de la Tête et de l'antenne

A : Tête, B : Antenne (wiki thrips, 2019).

Le pronotum est transversal et porte à sa surface de nombreuses lignes de sculpture qui forment des tourbillons latéraux caractéristiques (Figure 17). Il existe cinq paires de grandes soies pronotales typiques chez les thrips de la famille des Phlaeothripidae, seules les soies épimérales sont généralement allongées. Les soies postéro angulaires du

pronotum montrent les variations dans leur longueur. Le metanotum est faiblement réticulé (Del Canizo, 1945 ; Mound et al. 2015 ; Goldarazena, 2015).

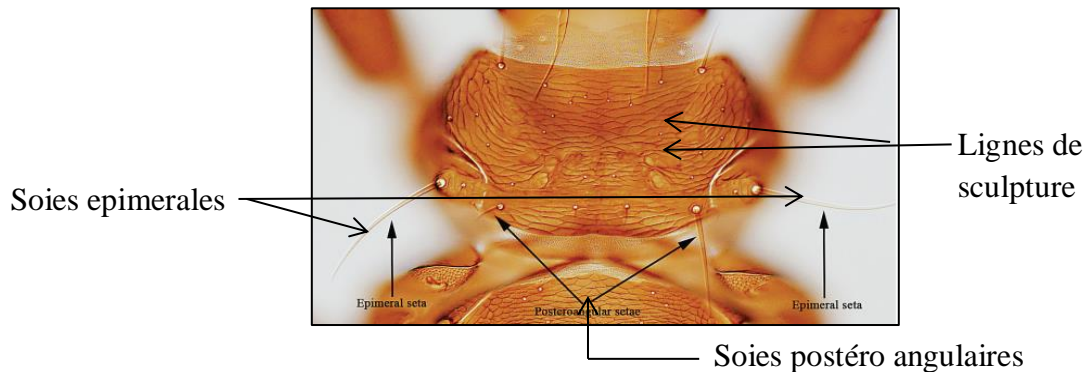


Figure 17. Morphologie du Pronotum de *G. ficorum* (Tree et al. 2015).

L'abdomen est très allongé, il est presque de la même largeur que le ptérothorax. Il se rétrécit progressivement à sa base jusqu'à l'extrémité postérieure. Sur les segments abdominaux II à VII, chaque tergite abdominal porte deux paires de soies sigmoïdes qui retiennent les ailes. Ces soies sont fines et faibles, en particulier celles du segment VII. Il y a aussi de longues soies postéro-latéraux sur chaque segment, celles du tube sont presque aussi longues que les soies postéro-latérales. Le tube terminal est légèrement plus long que la tête et de longueur égale à celle des deux segments précédents réunis. Il est mince, un peu plus large à la base qu'à l'apex. A son extrémité, il porte une couronne de six longues soies, droites et divergentes, parmi lesquelles il y en a six autres, beaucoup plus courtes et courbes (Figure 18) (Del Canizo, 1945 ; Goldarazena, 2015).

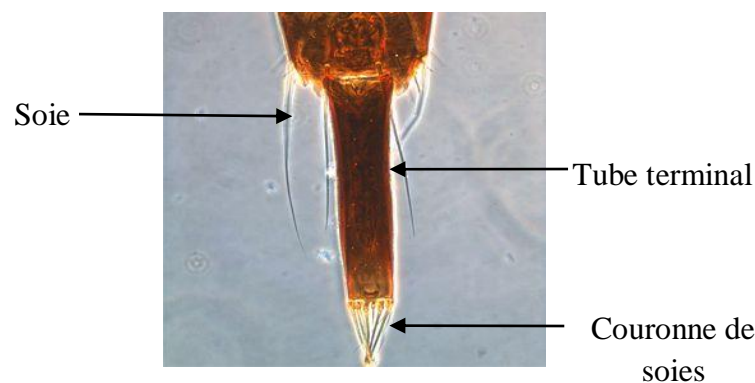


Figure 18. Extrémité abdominale de *G. ficorum* (Trips wiki, 2018).

Les ailes sont bien développées. En position de repos, celles-ci recouvrent le 5^{ème} segment de l'abdomen, de couleur légèrement jaunâtre et non rétrécies au milieu. Elles sont pourvues d'une large frange de 14 à 21 cils intercalaires qui sont situés dans la partie distale du bord postérieur des faces antérieures. Les ailes de la deuxième paire sont

beaucoup plus étroites que celles de la première et la veine longitudinale médiane est très perceptible. Les formes, brachyptère ou aptère n'ont jamais été observées (Del Canizo, 1945 ; Goldarazena, 2015).

2.2. Description et reconnaissance des stades larvaires et nymphaux

2.2.1. Larves du premier stade (L₁)

Les stades immatures sont de couleur jaune claire contrairement aux adultes qui sont brun foncé à noirs. Les larves du premier stade (L₁) sont de couleur jaune pâle à l'exception du tube qui est gris foncé et du segment précédent dans sa partie distale. Les antennes sont de couleur uniforme jaune-brunâtre pâle, plus courtes et plus épaisses que celles de *G. uzeli* en particulier les segments III et IV beaucoup plus trapus (Del Canizo, 1945 ; Denmark et al. 2011).

2.2.2. Larves du deuxième stade (L₂)

Les larves du deuxième stade (L₂) sont de couleur jaune pâle à l'exception du segment IX de l'abdomen, qui est brun foncé au moins dans sa moitié postérieure et un tube brun à noirâtre. Les antennes sont très claires avec un segment terminal plus sombre. Les pattes entièrement claires. Les plaques thoraciques et pronotales ne sont pas visibles, et les plaques latérales du VIII^{ème} segment abdominal sont également absentes. Les soies anales sont complètement sombres et celles du pronotum claires. Les soies céphaliques chez les L₁ comme chez les L₂ sont d'environ de 40µ. Les soies pronotales sont de différentes formes (boutonnées, piliformes, arrondies...) et les soies annales sont de 195-225µ (Del Canizo, 1945 ; Denmark, 2011).

2.2.3. Stades de pré nymphe et de nymphe

Chez la pré nymphe, la longueur de la tête y compris celle des antennes est de 240µ. En incluant le cône buccal, celle-ci est de 345µ. La largeur du prothorax est de 380µ tandis que celle du mésothorax est de 440µ. La longueur de l'ébauche alaire est de 450µ. La longueur du tube annale est d'au moins 110µ (Del Canizo, 1945 ; Denmark, 2011)

Les nymphes, comme ceux de *G. uzeli*, se caractérisent par des chromatophores jaunes, une tête étroite, de longues gaines d'ailes, un long tube et une extrémité anale pontue. Le tube est nettement plus long que celui des larves et beaucoup plus court que celui des adultes. Il est jaune-rougeâtre, c'est-à-dire de la même couleur que le segment IX. Les ébauches alaires atteignent le bord postérieur du segment abdominal II (Del Canizo, 1945 ; Denmark, 2011).

3. Position systématique et synonymies

Communément appelé Cuban laurel thrips ou le thrips ficorum, *G.ficorum* appartient à la classe des insectes à l'ordre des Thysanoptera et à la famille des Phlaeothripidae. Le genre *Gynaikothrips* renferme 4 espèces dont deux voisines *G. ficorum* et *G. uzeli* (Priesner, 1939) qui diffèrent entre eux par la longueur des soies pronotales (Tree, 2012). Mound et al. (1996) suggèrent que *G. ficorum* est une forme de *G. uzeli* dont la plante hôte est *F. microcarpa* L. (Urticales : Moraceae), et *F. benjamina* L., (Arthurs et al. 2011).

Bagnall a publié en 1916 une note donnant les synonymies de *G. ficorum* dans laquelle il cite *Leptothrips flavicornis* à Madère et *L. longitubus* à Java avec le *Phloeothrips ficorum* (Marchal) d'Algérie qui ne figure pas dans liste des synonymes publiées par Hood en 1912 qui sont *Phloeothrips ficorum* (Marchal, 1908), *Leptothrips flavicornis* (Bagnall, 1909), *Liothrips bakeri* (Crawford, 1910), *Gynaikothrips ficorum* (Karny, 1912), *Leptothrips reticulatus* (Karny, 1912), *Mesothrips bakeri* (Karny, 1912), *Gynaikothrips flavus* (Ishida, 1931), *Haplothrips blesai* (Plata, 1973), *Liothrips bakeri* (Crawford, 1910), *Mesothrips ficorum* (Marchal), *Smerinthothrips bakeri* (Crawford).

4. Bio écologie de *G. ficorum*

4.1. Cycle de développement

La durée du cycle de développement du thrips ficorum de l'œuf à l'adulte varie entre 48,99 jours à 15°C et 16 jours à 30°C (Morcos, 1944). Les seuils de températures inférieure et supérieure sont respectivement de 12°C et 35°C. Par contre les températures printanières ne limitent pas le développement des thrips (Pain, 1992). En Egypte Rivnay (1947) estime que la durée du cycle biologique du thrips, de l'œuf à l'adulte, est de moins de 20 jours en septembre et plus de 37 jours au mois d'Avril avec huit générations/ans. Mais selon Rivnay (1947) il y a deux pics distincts de la population en juin et en septembre, séparés par des chutes des populations au milieu de l'été et en hiver. L'accouplement, la ponte et le développement nymphal ont lieu dans les galles foliaires qui peuvent contenir jusqu'à 500 individus de plusieurs générations chevauchantes (Morcos, 1944). La durée de l'expansion des feuilles en hiver et au printemps limite probablement l'induction réussie de nouvelles galles pendant cette période.

4.2. Distribution géographique

Les thrips du genre *Gynaikothrips* sont pour la plupart originaire du Sud Est d'Asie (Del Canizo, 1945). *G. ficorum* est une espèce pantropicale qui est présent dans les îles de Canaries, la Colombie, Cuba, République Dominique, Guam, Taiwan, Equateur, l'Inde, Java, Mexique, Nassau (Bahamas), Nicaragua, Palestine, Panama, Porto Rico,

Salvador, Thaïlande, l'Espagne, Cécille, et les Etat Unis (Californie, Floride, Hawaii, et Texas) (Denmark, 1967 ; Fasulo & Funderburk, 2004). Il existe là où les Ficus existent c'est à dire dans tous les continents exceptions faite de l'Antarctique (Mound, 2009 ; Alford, 2013). Ce Thrips a été introduit en Extrême-Orient au début du 19^{ème} siècle, en Algérie et au Maroc, en même temps que le *Ficus* aux dépens duquel il vit (Del Canizo, 1945). *G. ficorum* est cité au Maroc par Rungs (1935) et en Algérie par Marchal (1908). Sa présence comme insecte qui attaque les Ficus a été signalée en Afrique du Nord notamment en Algérie un an avant sa signalisation par Marchal (1908). Il vit et se reproduit sur plusieurs hôtes le Citrus, Ficus et Viburnum (Figure 19).

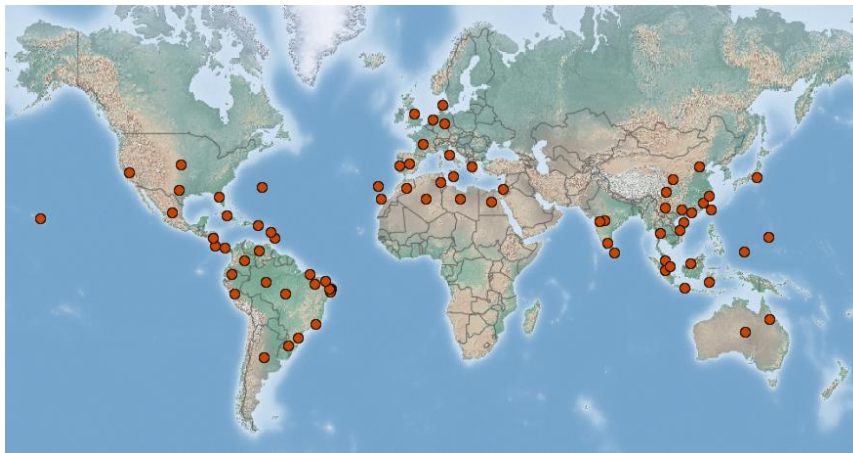


Figure 19. Distribution géographique de *G. ficorum* dans le monde (CABI, 2019).

4.3. Action des facteurs écologiques

4.3.1. Influence de la température

Les populations de *G. ficorum* dans les galles foliaires atteignent leur maximum en été et en hiver (Paine, 1992). De nouvelles galles se sont formées de la mi - été jusqu'en automne. De même, au Sichuan, dans le Sud de la Chine, le thrips n'est actif que lorsque la température atteint 18°C au printemps ou au début de l'été. Les dégâts étant les plus graves de la mi-août à la fin août lorsque la température atteint 30°C, avec cinq ou six générations chaque année (Hong & Men, 1987). En certains étés, l'abondance des thysanoptères est telle que les insectes en vol forment un nuage dense, comme ce fut le cas d'Alger, il y a longtemps (Senevet, 1920).

4.3.2. Alimentation

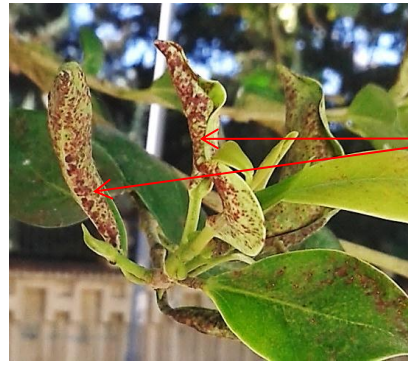
Bien que le régime alimentaire habituel de la plupart des thysanoptères soit la sève des plantes, il existe des thysanoptères suceurs de sang appartenant probablement au

genre *Trichothrips* à Trinidad et à Ceylan. Récemment, Bailey mentionne plusieurs cas de Thysanoptera qui piquent les humains, y compris les espèces normalement phytophages.

5. Plantes hôtes, dégâts

G. ficorum semble être spécifique au *F. retusa* et, plus particulièrement à la variété *nitida* Thnbg, qui est cultivée comme arbre d'ombre dans les avenues et promenades d'Almeria et Murcia, mais aussi à Melilla (Maroc) et dans les jardins d'Alger. *G. uzeli* Zimmermann espèce voisine à *G. ficorum* est lié à *F. benjamina* en tant que plante hôte. *F. retusa* L. Var. *Nitida* est donc la plante hôte préférée de *G. ficorum*. Selon Welcott (1953) la plupart des espèces du genre ficus sont largement ou complètement immunisées contre les infestations. En Floride, quand les populations du thrips deviennent abondantes, celles-ci se nourrissent d'autres plantes telles que *F. axillaris*, *F. aurea*, *F. benjamina*, *F. elastica*, *F. retusa*, *Ficus* sp. Dans certaines régions les hôtes supplémentaires sont l'Eucalyptus à Cuba, *Gliricidia* à Porto Rico et *Calocarpum* sp en Colombie (Danemark, 1967).

G. ficorum attaque toujours les jeunes feuilles du *F. nitida* et provoque avec ses morsures la déformation et la torsion du limbe qui finissent par former une véritable galle ou cecidia, à l'intérieur de laquelle vivent de nombreuses colonies de thysanoptères. *G. ficorum* se reproduit et se multiplie avec intensité extraordinaire qu'il cause de sérieux dommages aux arbres en déformant leurs feuilles qui s'atrophient et sèchent. Le développement de jeunes pousses est également paralysé, car ce sont les feuilles tendres qui sont attaquées. Les adultes de *G. ficorum* se nourrissent, en effet, de jeunes feuilles tendres sur lesquelles ils provoquent l'apparition de taches rouge violacé le long de la nervure principale qui se traduit par un enroulement de la feuille. Il est également courant que les deux moitiés d'une feuille soient complètement enroulées jusqu'à la nervure principale qu'il est impossible de la dérouler sans qu'elle casse. Les feuilles se déshydratent durcissent et changent de couleur progressivement en passant du vert clair au jaune et enfin au brun avant de tomber par temps venteux ou pluvieux (Figure 20). Le feuillage de certains arbres est complètement envahi par d'innombrables individus de thrips. Ces dommages ne tuent pas, généralement, l'arbre, mais diminuent de sa valeur ornementale. Certains pays refusent tout matériel végétal importé et suspecté d'être infesté par *G. ficorum* ou *G. uzeli* qui attaquent toujours le fuseau des cellules parenchymateuses des feuilles qui subissent directement l'effet de leurs morsures.



Enroulement des
feuilles et taches brunes

Figure 20. Dégâts provoqués par *G. ficorum* sur les feuilles de *F. retusa* (Ziouani, 2019).

6. Lutte contre les thrips

La lutte contre les thrips semble être difficile vu son développement rapide dont plusieurs espèces peuvent développer une génération en une semaine

6.1. Lutte chimique

Comme *G. ficorum* et ses œufs sont dans les galles foliaires, il faut donc utiliser des insecticides systémiques et des fumigants. En Egypte, Soliman et al. (1969) montre que le Démenton-S est le pesticide le plus efficace pour lutter contre *G. ficorum*, suivi de l'Amidithion, du Formothion et du Diméthoate. En Italie, Loche et al. (1984) ont montré que les pyréthrine et les pyréthroides synthétiques (deltaméthrine, resméthrine et perméthrine) ont permis de lutter efficacement contre l'insecte. Par contre aux États-Unis toute une gamme d'insecticides a été utilisée sous forme de pulvérisation ou de granulés appliqués au sol sur *F. microcarpa*. Ce sont le Chlorpyrifos, le Bendiocarbe, l'Acéphate et la Perméthrine qui se sont avérés efficaces; le chlorpyrifos agit plus rapidement (Reinert, 1983). Les insecticides systémiques et plus particulièrement les Neonicotinoïdes peuvent être un moyen de protection contre la formation de galles sur les nouvelles feuilles. L'Aldrine et la Dieldrine à 0,25% sont très efficaces mais, il est nécessaire de pulvériser au moins une fois par mois pour prévenir la réinfestation. (Welcott, 1953).

6.2. Lutte biologique

Plusieurs projets de recherche se sont concentrés sur l'amélioration du contrôle biologique contre les thrips nuisibles dans les cultures intérieures et extérieures. Les ravageurs tripidés des plantes ornementales dans les paysages ou à l'intérieure et des légumes cultivés en serre ont été contrôlés dans une certaine mesure par des lâchers d'acariens phytoseiides, *Neoseiulus cucumeris* contre *Frankiniella occidentalis* dans les concombres (Gillespie, 1989), des punaises *Anthocorides* (Shipp & Wang, 2003), de

nématodes prédateurs ou d'une combinaison de prédateurs (Premachandra & Borgemeister, 2003). Malgré l'importance des acariens en tant que prédateurs de thrips dans les serres, il y a peu de tentatives pour évaluer leur effet sur les populations naturelles, bien que les Erythréides soient communs sur les Terebrantia et sur de nombreux Tubulifera, en particulier dans les galles (Goldarazena et al. 2001 ; Goldarazena et al. 2000). Mais la combinaison entre Amblyseius (acarier) et Orius (Shipp & Wang, 2003), Hypoaspis (Acari) et les nématodes (Mound & Williams, 2003) sous serre ont entraîné une nette réduction de population.

Les tentatives les plus réussies contre le thrips est l'utilisation de *M. moraguesi*, punaise qui a été testée à Hawaï (Danemark, 1967), en Sardaigne (Loche et al. 1984) et aux Bermudes en 1981. Pardo (1912) a observé une réduction notable de la population des thrips sur Ficus à Melilla (Maroc). De nombreuses galles sont en effet vides ou contenant un grand nombre d'imagos morts avec d'abondants individus de divers stades de développement.

Dans les champs d'arachides, les minuscules nématodes du genre *Thripinema* ont provoqué une diminution de la population du *Frankliniella fusca* près de 70 % et ont entraîné dans certain cas une quasi extinction locale des larves du thrips (Funderburk et al. 2002). Sous les conditions contrôlées du laboratoire, ce nématode réduit non seulement l'alimentation et la reproduction, mais ainsi la transmission du virus (Arthurs & Heinz, 2003).

Cependant, les problèmes liés à la température, à l'humidité, à la longueur du jour et à la taille des proies peuvent limiter l'efficacité de l'ennemi naturel (Cloutier & Johnson, 1993 ; Van Houten et al. 1995). Les pathogènes fongiques, en particulier *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus* et *Verticillium lecanii*, ont été évalués en vue de leur utilisation contre divers thrips dans les cultures extérieures et intérieures, seuls ou en combinaison avec d'autres ennemis naturels ou insectifuges.

La lutte biologique contre les thrips dans les cultures en plein champs a échoué en raison de l'absence d'ennemis naturels rentables disponibles à l'achat, de stratégies de dissémination bien documentées, de connaissances du moment, du nombre des disséminations et du besoin de sources alimentaires alternatives en période de pénurie des proies ciblées (Hoddle et al. 2004 ; Hoddle & Robinson, 2004). Les programmes efficaces de lutte contre les thrips qui utilisent des ennemis naturels dans le cadre d'un programme intégré de lutte antiparasitaire sur les cultures sous serre et de plein champs nécessitent des stratégies qui combinent plusieurs techniques de gestion comme les insecticides

sélectifs et une bonne hygiène pour améliorer l'efficacité des agents de lutte biologique (Jacobson, 1997 ; Parker & Skinner, 1997 ; Parrella & Lewis, 1997 ; Reitz, 2003).

6.3. Ennemis naturels

Dans le monde, il existe de nombreux prédateurs de thrips qui appartiennent, à trois groupes d'organismes, les acariens, les nématodes parasites et les Anthocoridés qui sont maintenant reconnus comme les ennemis naturels les plus utiles pour lutter contre les thrips nuisibles (Sabelis & Van Rijn, 1997). Les punaises anthocorides des genres *Orius*, *Macrotracheliella laevis*, *Caediastethus rugicollis* et *M. moraguasi* (Hemiptera : Anthocoridae) semblent être des prédateurs particulièrement efficaces dans les galles (Dozier, 1926 ; Tawfik, 1968 ; Tawfik & Ata, 1973 ; Pericart & Halperin, 1989 ; Paine, 1992). Ils vivent dans la plupart des thrips-galles (Varadarasan & Ananthkrishnan, 1981). *M. moraguasi* (Puton, 1896) a été introduite de Philipine à Hawaii en 1964 pour le contrôle du thrips (Funasaki, 1966).

Orius insidiosus (Say) est un prédateur commun des thrips en Floride. Mais, le meilleur moyen de lutter contre les thrips est de remplacer *F. retusa* par une espèce de Ficus plus résistante (Denmark, 1967). Les Chrysopidae, tels que *Chrysoperla* consomment les adultes et les larves en Californie et en Égypte. De même, il a été largement rapporté que les guêpes Eulophides et les acariens Pyémotides attaquent divers stades du thrips (Burks, 1971 ; Abreu-Rodriguez, 1982). *Androthrips flavipes* (Schmutz, 1913) (Thysanoptera : Phlaeothripidae) est également un prédateur très connu, il est présent dans la majorité des thrips-galles (Varadarasan & Ananthkrishnan, 1981). *Tetrastichus thripophonus* (Waterson, 1923) est un parasite observé dans les thrips-galles avec *Schedothrips orientalis* (Varadarasan & Ananthkrishnan, 1981) (tableau 6)

Tableau 6. Prédateurs et parasites des thrips

Type	Ennemis Naturels	Stades	Contrôle biologique
Prédateur	<i>Adactylidium nicloae</i>	Œufs	
	<i>Chrysoperla carnea</i>		
	<i>Macrotracheliella nigra</i>	Adultes/Nymphes	
	<i>Macrotracheliella thripiformis</i>		Hawaïi
	<i>Montandoniola moraguesi</i>	Adultes/Nymphes	Bermuda, Hawaïi
	<i>Ocyptamus zenia</i>		
	<i>Orius albidipennis</i>	Adultes/Nymphes	
	<i>Orius insidiosus</i>		
	<i>Orius tristicolor</i>		Hawaïi
	<i>Termatophyllum insigne</i>	Adultes/Nymphes	
	<i>Thripsobremia thripivora</i>		
Parasite	<i>Goetheana shakespearei</i>		Bermuda
	<i>Goetheana shakespeareia</i>	Nymphes	
	<i>Pediobius thysanopterus</i>	Nymphes	

II. FLUCTUATIONS DE POPULATIONS DE *GYNAIKOTHRIPS FICORUM* (MARCHAL) (THYSANOPTERA : PHLAEOTHRIPIDAE)

1. Matériel et méthode de travail

1.1. Objectif

L'objectif consiste en une étude bio écologique sur un ravageur peu étudié et complètement délaissé par les chercheurs en dépit des dégâts qu'il cause sur un arbre ornemental et d'alignement. Il s'agit de *G. ficorum* qui est inféodé à *F. retusa* est utilisé comme plante d'alignement dans les milieux urbains à travers toutes les régions d'Algérie. En outre il provoque un ralentissement de sa croissance et la dépréciation de sa valeur ornementale.

1.2. Echantillonnage et prélèvement des feuilles

L'échantillonnage a été réalisé sur 10 arbres choisis au hasard dans chacun des sites de Bab Ezzouar et de Hassen Badi. 10 feuilles enroulées ont été prélevées sur chaque arbre, soit 100 feuilles selon les quatre points cardinaux. Puis elles sont mises dans des sacs en matière plastique sur lesquels sont mentionnés la date, le numéro d'arbre et le site d'échantillonnage. Au laboratoire, les feuilles sont récupérées pour être observées sous «

Carl Zeiss » à un grossissement de 3.6X afin de mettre en exergue les insectes en vue de leur identification. Le comptage des espèces se fait sur la face inférieure et supérieure de la feuille et même à vue sur l'arbre. Les échantillonnages et les prélèvements se font 3 fois par mois, c'est-à-dire à chaque décade pendant 2 années consécutives de janvier de 2017 à décembre 2018.

1.3. Comptage

Le comptage concerne les œufs éclos et non éclos, les stades larvaires parasités ou non, les stades nymphaux et les adultes parasités et non parasités, les nymphes parasités ou non et les adultes à l'aide d'une loupe binoculaire du type « Carl Zeiss » au grossissement 3.6X. Il se fait aussi bien sur la face inférieure que supérieure de la feuille. La conservation des insectes est réalisée dans des tubes à essai contenant de l'alcool à 70%, sur lesquels il est également, mentionné toutes les informations nécessaires, à savoir le numéro de l'arbre, l'orientation et la date le site de récolte.

Certaines espèces nécessitent d'être mises à froid dans du KOH à 10% pendant 24 heures avant de subir trois bains dans de l'eau distillée et être montées entre lame et lamelle dans du liquide de Faure en vue de leur identification. Cette dernière et la séparation des stades larvaires ont été réalisées sur la base des clés d'identification initiées par Marchal (1908), Del Canizo (1945), Mound et al. (1976), Quintanilla (1980), Pelikán (1991), Mound et al. (1995), Dang et al. (2014), et Curis et al. (2015).

1.4. Montage des insectes

Les échantillons sont mis dans des verres de montre contenant du KOH que l'on fait passer sur une source de chaleur pendant quelques minutes. Puis l'insecte est étalé de façon à ce que tous ses organes soient mis en évidence (ailes, antennes et pattes). Cette étape demande de la patience, de la dextérité et de l'habitude. Après avoir laissé l'échantillon sécher naturellement dans un endroit sec pendant 24h, on met une goutte de liquide de faure sur une lame contenant l'insecte sur lequel on dépose une lamelle. La préparation lame et lamelle contenant l'insecte subit un passage encore sur une source de chaleur pour la suppression des bulles d'air.

1.5. Test de prédation de *M. confusa*

1.5.1. Matériel biologique

Le matériel biologique de *M. confusa* et *G. ficorum*, a été obtenu en prélevant des feuilles ayant des galls pendant la période de pullulation du thrips à Hassen Badi. Les échantillons ont été conservés dans des sachets en plastique pour leur transport au

laboratoire dans le but de réaliser le test de prédation le jour même. Le punaise *M. confusa* a été identifiée lors de l'étude du chapitre I sur l'entomocénose associée au ficus. Le tri des nymphes et des adultes de *M. confusa* d'une part et d'autre part, des œufs, des larves et des adultes de *G. ficorum* a été effectué au laboratoire sous une loupe binoculaire. Les individus aussi bien de la punaise que de ceux thrips sont manipulés à l'aide de pinceaux très fins pour ne pas les endommager.

L'objectif de cet essai consiste en la détermination du ou des stade (s) préférentiel (s) ou recherché (s) par la punaise, lors de son alimentation.

1.5.2. Dispositif expérimental

Dans une boîte de Pétri de 9 cm de diamètre contenant du papier filtre légèrement humidifié de façon à garder la fraîcheur des feuilles le plus longtemps qui servent pour l'alimentation des thrips. Au préalable les feuilles sont nettoyées à l'eau sous la loupe binoculaire pour qu'elles soient indemnes des micro insectes ou autres qui peuvent biaiser nos résultats. Pour l'essai de la prédation, nous avons pris deux blocs, un pour le témoin et un pour le test et 5 répétitions/bloc. Chaque répétition comprend 30 œufs de thrips et un adulte de la punaise, ce qui nous donne 10 observations et 150 œufs/bloc en présence d'une punaise adulte. Le même test a été refait pour les larves et les adultes du thrips en conservant toujours les deux blocs mais en prenant en considération 10 larves et 10 adultes en présence d'un adulte de la punaise pour chaque répétition. Le même dispositif a été gardé pour le test de prédation de la nymphe de la punaise à l'égard des œufs, des larves et des adultes de thrips. Les œufs, des larves et des adultes, consommés par la punaises par la punaise adulte et à l'état de nymphe, sont reconnaibles à leur aspect sec et déshydraté, leur comptage a été réalisé après 24 et 48h.

2. Résultats

2.1. Site de Hassen Badi

2.1.1. Fluctuations mensuelles

2.1.1.1. Œufs

Les premières apparitions des œufs ont lieu en janvier 2017, ils augmentent à 10212 œufs en février avant de diminuer progressivement à 2441 en mai en passant par 4132 en mars et 3116 en avril. Les œufs disparaissent complètement en juin, mais à partir de ce dernier, ils repartent à la hausse pour atteindre un maximum de 8624 œufs en septembre à partir duquel la décrue des œufs est amorcé une deuxième fois avant d'atteindre 3563 œufs en décembre (Figure 21). En 2018, Bien que le nombre d'œufs est important, il reste cependant en deçà de celui de 2017. En effet, de 5466 en janvier, les œufs déclinent à 210 en mars avant qu'ils n'enregistrent une hausse pour atteindre 1175 œufs en avril avant de disparaître en juin. A partir de ce dernier, les œufs augmentent à 9086 en aout, puis diminuent progressivement jusqu'à 3433 en décembre (Figure 21). On note une dissemblance dans la fluctuation des œufs au cours des deux années. La courbe montre en effet deux périodes distinctes : l'une s'étale de janvier à juin où l'année 2018 se caractérise par un nombre d'œufs largement supérieur par rapport à celui de 2017, l'autre de juin à décembre où on remarque un décalage de l'importance des œufs qui est de 9086 en aout 2017 et 8624 en septembre 2018.

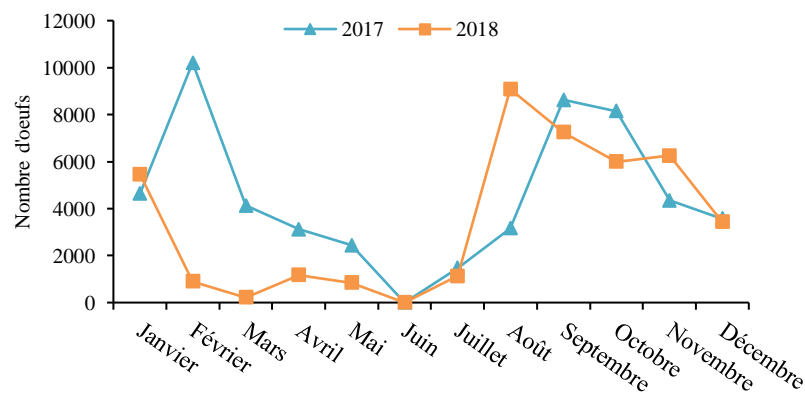


Figure 21. Fluctuation mensuelle d'œufs de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018.

2.1.1.2. Œufs éclos

Les œufs non éclos se rencontrent principalement entre janvier et juin. A partir de ce dernier, ils amorcent leur hausse et ce jusqu'à décembre où leur nombre atteint 2863 en septembre en passant par 1057 en août 2017. En 2018, la courbe est de même allure que celle de 2017. Après une première période (février à juin) où les œufs non éclos sont

absents, ils reprennent leur hausse pour atteindre 2478 œufs en septembre avant de chuter comme dans le cas précédent à 23 œufs en décembre (Figure 22A).

2.1.1.3. Œufs non éclos

Contrairement aux œufs non éclos, Le graphique 22B enregistre la présence de deux pics des œufs éclos en 2017, l'un apparait en février avec 10029 œufs et l'autre en octobre avec 7163 œufs. Les éclosions s'étalent de janvier à mai puis de juillet à décembre aussi bien pour l'année 2017 que pour celle de 2018. Cette dernière se distingue par une première période où les éclosions sont peu importantes et dure de janvier à juin, et une deuxième période où les éclosions sont grandement élevées, elles varient de 5300 en janvier à 7593 en août (Figure 22B)

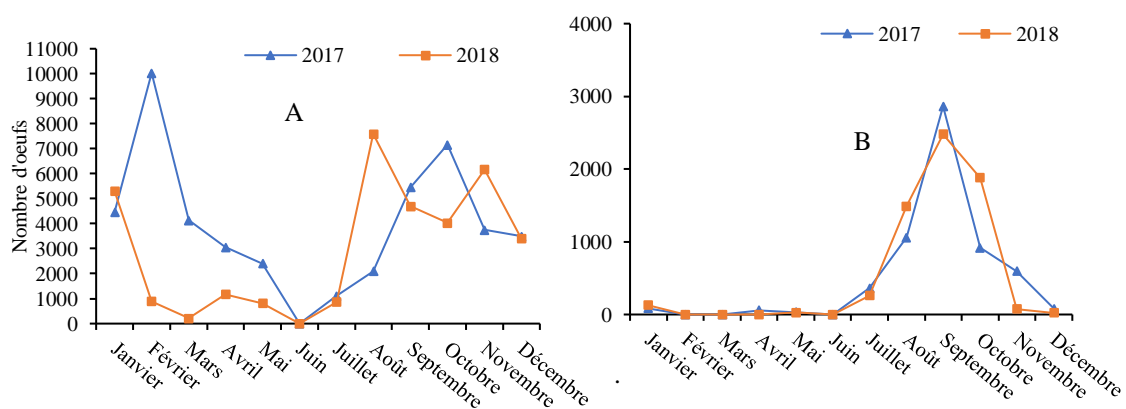


Figure 22. Fluctuation mensuelle des œufs de *G. ficorum* sur *F. retusa* en 2017 et 2018 à Hassen Badi

A : Œufs éclos, B : Œufs non éclos

2.1.1.4. Stades larvaires

Les larves L_1 et L_2 évoluent plus ou moins de la même manière aussi bien en 2017 qu'en 2018. Elles sont absentes de janvier à juin à partir duquel le stade L_1 atteint 288 et 194 en août respectivement en 2017 et 2018 (Figure 23A) alors que la L_2 culmine en septembre où sa population maximale apparait en septembre 2017 et 2018 et marque 1037 et 1204 individus (Figure 23B). Les populations des L_1 et L_2 chutent brusquement pendant les deux années à partir d'août. En effet la L_1 décroît de 288 à 39 larves en passant par 278 en septembre 2017 et de 194 à 3 en décembre en passant par 173 en septembre 2018. En 2017 et en 2018, la décrue de la L_2 est également brusque dès lors que de 1204 individus la population tombe à 33 en décembre 2018 et de 1037 en septembre à 21 en décembre 2017.

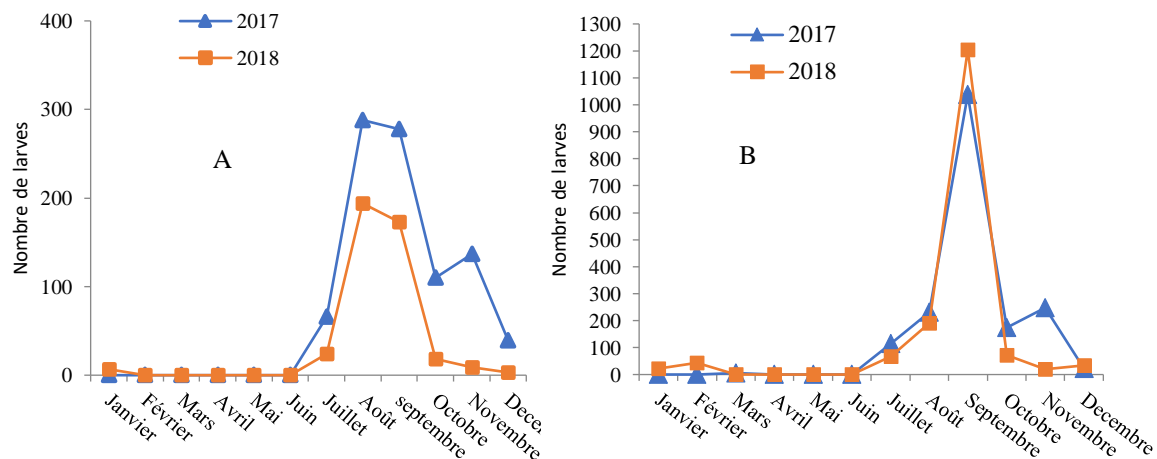


Figure 23. Fluctuation mensuelle des stades larvaires de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018
A : Larves L₁ ; B : Larves L₂

2.1.1.5. Stades nymphaux

On retrouve la même allure des courbes qui représentent les stades pré nymphaux et suivent ainsi la même tendance en 2017 qu'en 2018 comme dans le cas des stades larvaires. En effet, ils se distinguent par leur inexistance de novembre à juin, soit 7 mois. L'apparition des pré nymphes se fait dès juillet avec un nombre réduit de 66 individus, avant d'atteindre 208 individus en septembre 2017 avant de chuter à 3 individus en novembre et à 1 en décembre de la même année 2017 (Figure 24A). La population des pré nymphes est encore plus faible en 2018, si bien que celle-ci est à peine de 145 individus. Pendant les mois qui restent, la population peut être considéré comme négligeable si elle est en dessus de 2 individus : c'est le cas de novembre, mars et mai. Les nymphes sont plus importantes que les pré nymphes dans la mesure où leurs populations atteignent 1278 et 880 respectivement en 2017 et 2018 (Figure 24B).

2.1.1.6. Stade Adulte

Les adultes de *G. ficorum* suivent plus ou moins la même tendance, en 2017 comme en 2018, dans leurs fluctuations. Après leur absence de février à juin aussi bien en 2017 qu'en 2018, ils apparaissent en faible effectif dès juillet (38 individus) avant de marquer une forte recrudescence (24663 individus) en septembre, puis diminue tout en restant importante (1049) en octobre 2018. Cette population régresse par la suite à 24 et 25 adultes

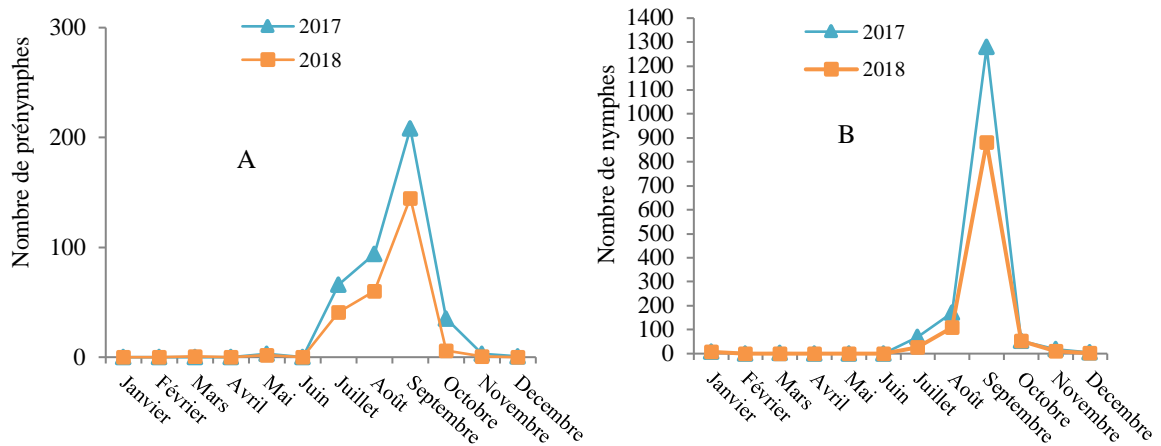


Figure 24. Fluctuation mensuelle des stades nymphaux *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018
A : Prénymphes ; B : Nymphes

respectivement en novembre et décembre. Par contre en 2017, la population se distingue par un faible effectif par rapport à celle de 2018. Pendant le même mois de septembre les adultes sont de 1694 individus. Cette faiblesse caractérise les effectifs pour les mois restants exception faite du mois d’août où il a été enregistré 217 individus et 162 novembre (Figure 25).

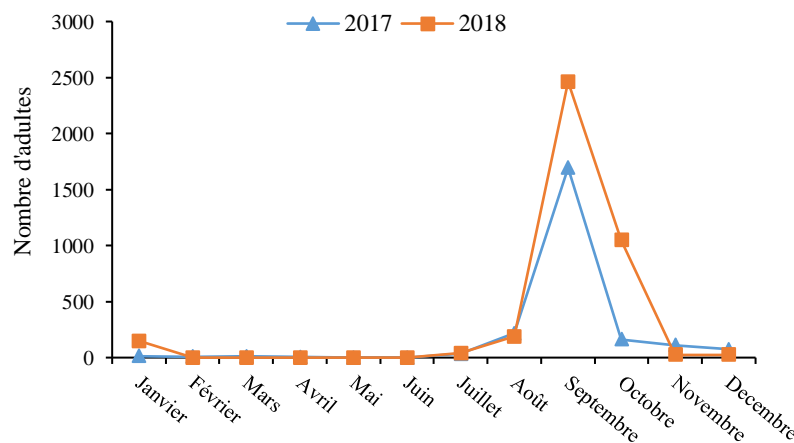


Figure 25. Fluctuation mensuelle des adultes de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018.

2.1.2. Variation saisonnière

2.1.2.1. Œufs

Les œufs existent pendant les quatre saisons. Cependant il faut signaler qu’au printemps 2017, malgré leur nombre de 2225, ils demeurent peu représentés en comparaison avec l’automne où on a enregistré 21125 et 19492 respectivement en 2017

et 2018. En hiver, le nombre d'œufs en dépit de leur baisse lors de l'hiver, l'effectif reste important dans la mesure où a dénombré 18410 et 9796 pour l'une et l'autre année. Si on fait exception de l'été 2017 dont l'effectif est réduit, celui-ci est de 10220 en 2018 pendant la même saison (Figure 26).

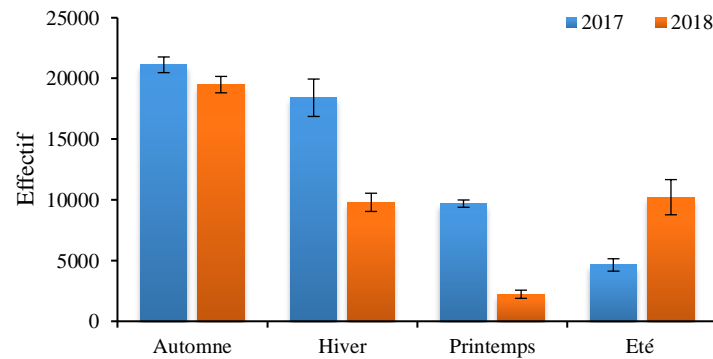


Figure 26. Variation saisonnière des oeufs de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018.

2.1.2.2. Œufs éclos

Comme les œufs éclos et non éclos confondus, le nombre d'œufs éclos est cependant important. C'est toujours l'automne qui comprend les effectifs les élevés avec 16372 en 2017 et 14893 en 2018. On remarque une hausse en hiver 2017 et le nombre d'œufs atteint 17982, mais en 2018 toujours pour la même saison, les effectifs baissent à 9604. Cette chute se retrouve au printemps 2017 avec 9689, mais celle-ci (chute) est plus significative en 2018 avec 2225. La présence des œufs est plus ou moins maintenu en été 2018 avec un effectif appréciable de 10220, mais en 2017, ils mal représentés pusique on not plus de 4640 (Figure 27)

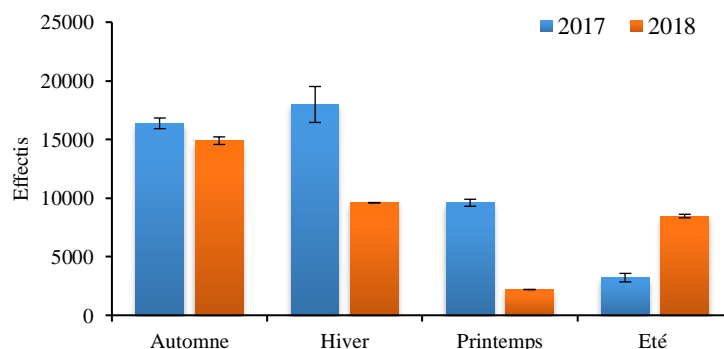


Figure 27. Variation saisonnière des oeufs éclos de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018.

2.1.2.3. Œufs non éclos

Les œufs sont présents en abondance en automne et à un degré moindre en été aussi bien en 2017 qu'en 2018 où ils s'élèvent à 4375 et 4436. En été les œufs existent également en nombre important tout en restant peu élevé par rapport à l'automne. Il a été cependant observé 1417 en 2017 et 1752 œufs en 2018. Par contre pendant la saison hivernale et printanière les œufs décroissent et deviennent presque insignifiants en comparaison avec l'automne et l'été. Leur nombre varie de 28 en 2018 à 161 en 2017 (Figure 28).

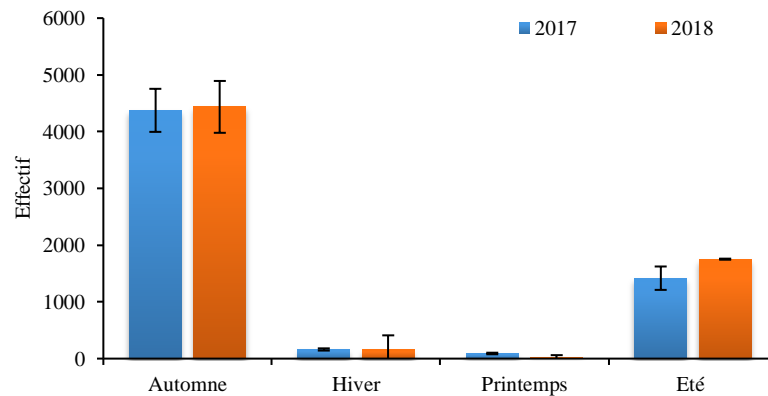


Figure 28. Variation saisonnière des œufs non éclos de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018.

2.1.2.4. Stades larvaires

Les larves L_1 apparaissent en deux périodes : l'une en automne où il a été dénombré une population plus ou moins appréciable notamment en 2017 avec 525 L_1 et 200 L_1 en 2018. La population des larves en été n'est pas moins importante dans la mesure où le nombre de larves s'élèvent à 354 en été 2017 et 218 en 2018. Par contre au printemps, les larves n'existent pas ni en 2017 ni en 2018 alors que pendant la saison hivernale, malgré leur faible effectif, que l'on peut d'ailleurs, considérer comme négligeable car nous avons dénombré pas plus de 39 larves en 2017 et 10 larves en 2018. Au printemps, les larves se distinguent par leur totale absence (Figure 29A).

La population des L_2 est nettement plus abondante notamment en automne, elle est de 1459 en 2017 et 1296 en 2018 (Figure 29B). Au contraire, en été l'effectif est peu important du fait que nous avons relevé 344 et 259 L_2 , mais il diffère très peu par rapport à l'effectif de larves L_1 , il est sensiblement le même non seulement en 2017 mais aussi en 2018. De même, en période hivernale et printanière, les effectifs sont également peu différents par rapport à la L_1 . Aussi bien pour les L_1 que pour les L_2 , la courbe a une allure

presque identique indiquant que les deux populations ne diffèrent pas beaucoup même si la population des L₁ est peu importante que celle des L₂ (Figure 29B).

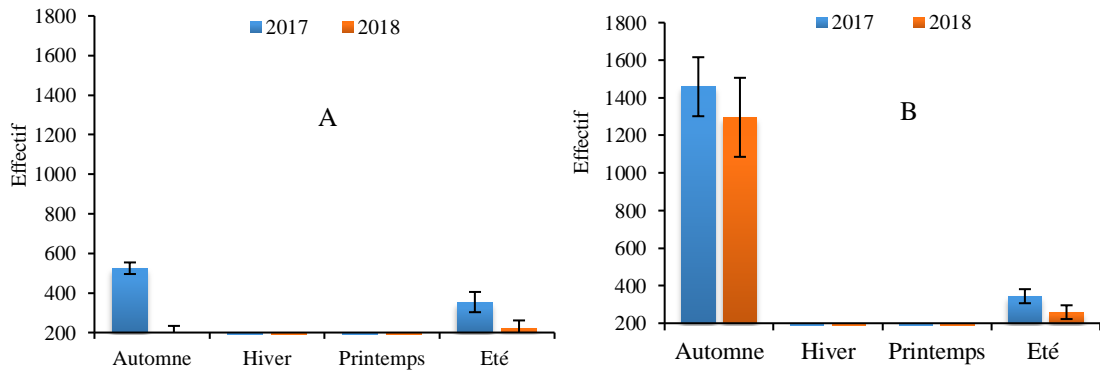


Figure 29. Variation saisonnière des stades larvaires de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018

A: Larves L₁, B: Laves L₂

2.1.2.5. Stades nymphaux

Ce qui est remarquable chez les pré nymphes, c’est la faiblesse de leur population qui s’élève à 249 et 161 respectivement en 2017 et en 2018 pendant la période automnale. Cette faiblesse de la population se rencontre en été sur les deux années, à peine 160 en 2017 contre 101 en 2018. Ils sont presque absents si ce n’est la présence de quelques individus sans aucune importance que l’on peut considérer comme négligeable. Seuls 8 individus ont été dénombrés, soit 2 en hiver et 6 au printemps (Figure 30A).

Les nymphes en population plus importante que celle des pré nymphes ont été fortement enregistrées en automne, 1386 et 978 individus respectivement en 2017 et 2018. En revanche, en été il a été observé un faible nombre de nymphe, soit 30 et 19 en hiver 2017 et 2018 et 30 et 7 au printemps des mêmes années. En général en hiver et au printemps, les nymphes se retrouvent avec des effectifs très faibles comme dans le cas pré nymphes (Figure 30B).

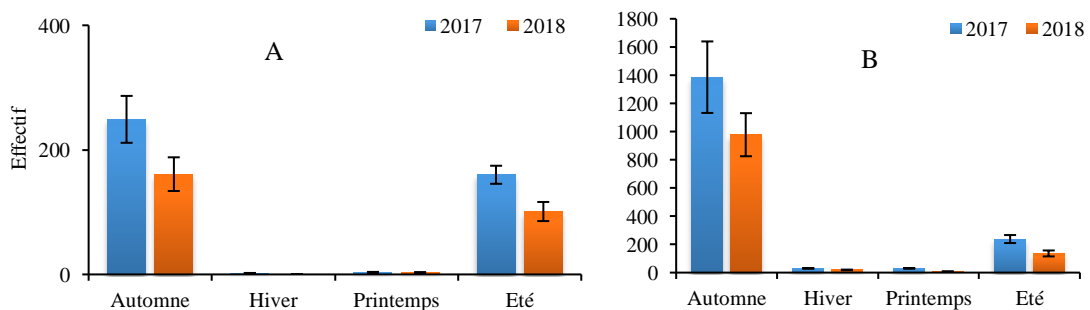


Figure 30. Variation saisonnière des stades nymphaux de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018.

A : Préymphes ; B : nymphes

2.1.2.6. Stade adulte

Les adultes marquent leur forte dominance principalement en automne. Leur population en 2018 est largement plus nombreuse qu'en 2017 (4151 contre 2130). Contrairement aux stades larvaires et nymphaux, les adultes se retrouvent pendant toutes les saisons avec une présence plus marquée en automne (Figure 31).

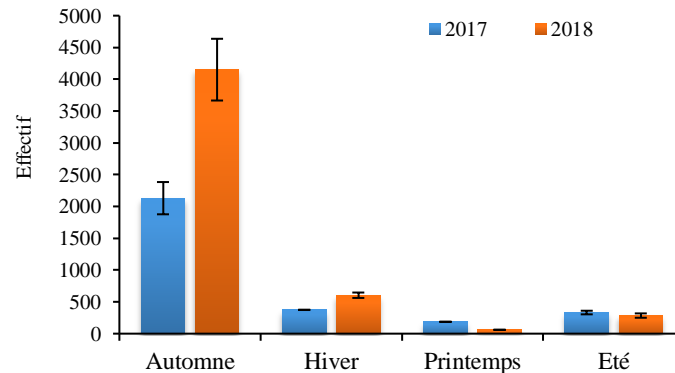


Figure 31. Variation saisonnière des adultes de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018.

2.1.3. Taux de mortalité mensuel et saisonnier

Après avoir calculer le taux de mortalité de la population de *G. ficorum*, il s'est révélé qu'en 2017, c'était le mois de mai qui a enregistré la plus forte mortalité de population avec 31,37 %, il est suivi par le mois d'avril (29,03%) et janvier (28,69%). Toujours en 2017, la forte mortalité est également inscrite en février (26,89%) et mars (25,89%). A partir de juin, la mortalité est faible et elle varie de 0 à 7,9 en décembre. Pour le reste des mois, le taux de mortalité est inférieur à 4,91% et nul en juin. En 2018, la mortalité la plus importante a eu lieu pendant les premiers mois c'est-à-dire de janvier à mai, où il a été enregistré un taux de 33,33% en avril qui diminue au cours des mois suivants c'est-à-dire de juin (0%) à octobre (8,55%). Une deuxième hausse est inscrite en novembre (23%) et décembre (23,05%) (Figure 32A).

La mortalité varie également selon la saison, elle est forte aussi bien pendant la période hivernale que printanière, mais elle reste plus ou moins identique quelque soit l'année. En effet en hiver 2017 nous avons enregistré une mortalité de 28,8% contre 31,9% en 2018. Il en est de même pour la période hivernale où on compte également des taux presque égaux (20,38 en 2017 contre 21,13% en 2018). En été, la mortalité enregistrée est très basse, elle est de 1,45% en 2017 contre 2,25% en 2018. En revanche, malgré la hausse de mortalité inscrite en 2018, elle demeure faible (10,54) en automne 2018 par rapport à l'hiver et au printemps. De même, ce taux est très faible en 2017 (3%) (Figure 32B).

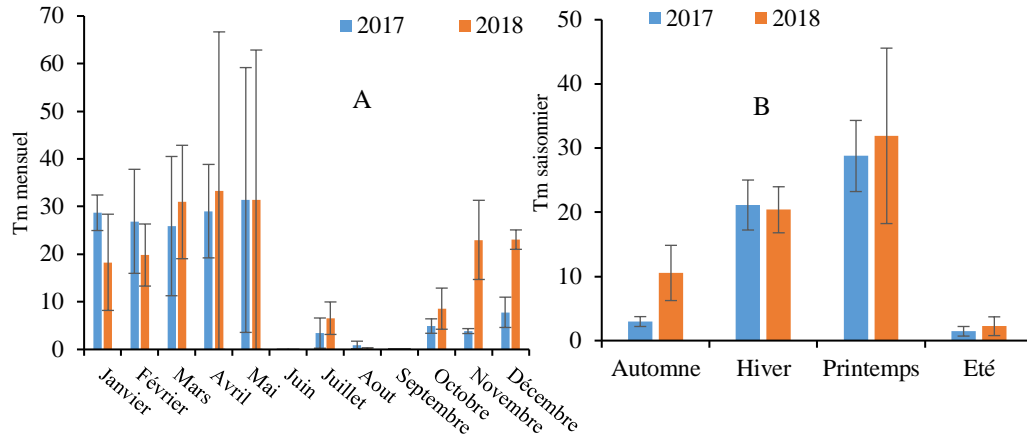


Figure 32. Taux de mortalité de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018.

A : Mortalité mensuelle ; B : Mortalité saisonnier

2.2. Site de Bab Ezzouar

2.2.1. Fluctuations mensuelles

2.2.1.1. Œufs

Les œufs ont un effectif assez élevé, celui-ci varie de 765 en février à 0 en juin en passant par mars et avril où on a enregistré 649 et 1073 œufs en particulier pour l'année 2018. Toujours au cours de cette même année, ils réapparaissent à partir de juillet en 2018 pour former un pic ayant 11177 œufs avant de chuter à 3592 en décembre. Ils reprennent leur hausse en janvier (5870 œufs). D'une façon générale l'année 2018 se distingue par des effectifs très élevés. Mais, en 2017, les effectifs sont encore plus importants que ceux de 2018. En effet, on compte 3 pics, le premier renferme 4574 œufs, il a lieu en janvier, le 2^{ème} s'est produit en avril et comprend 3071 œufs et le 3^{ème} le plus important enregistre 9920 œufs (Figure 33).

2.2.1.2. Œufs éclos

La courbe représentant les œufs éclos en 2017 se superpose avec celle de 2018. Les œufs sont quasi nuls de février à juin à partir duquel ils augmentent de 0 à 775 en juillet et de 1307 en août pour former un pic ayant 3970 œufs. Ensuite, ces derniers chutent à 1070 en octobre. Cette décrue continue en novembre et décembre où les effectifs respectifs sont de 636 et 94 œufs. La même configuration de la courbe se retrouve en 2018 qui se superposent presque avec celle de 2017. L'effectif maximal est de 3339 œufs. On remarque là encore que les effectifs sont importants comme dans le cas de 2017 (Figure 34A).

2.2.1.3. Œufs non éclos

Les des œufs éclos ont des effectifs largement supérieurs à ceux de 2017. En effet, il existe 3 pics indiquant l'importance des œufs non éclos : le premier pic comprend 3877, le 2^{ème} 2992 et le 3^{ème} 8738 œufs. En 2018 l'effectif demeure toujours élevé mais l'effectif maximal s'observe sur le 3^{ème} pic qui apparait en août deux mois plus tôt que celui de 2017 (Figure 34B).

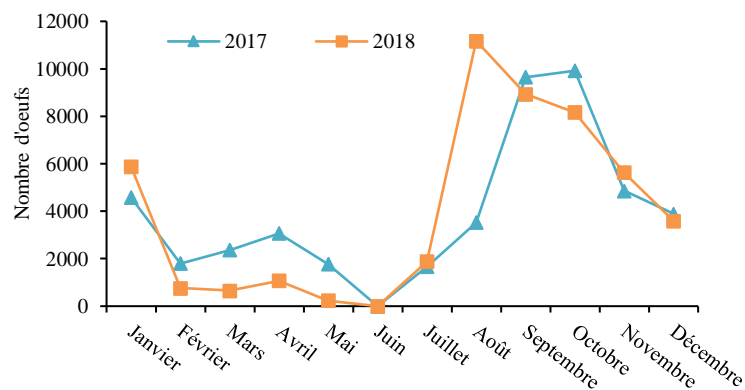


Figure 33. Fluctuation mensuelle des œufs de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017 et 2018

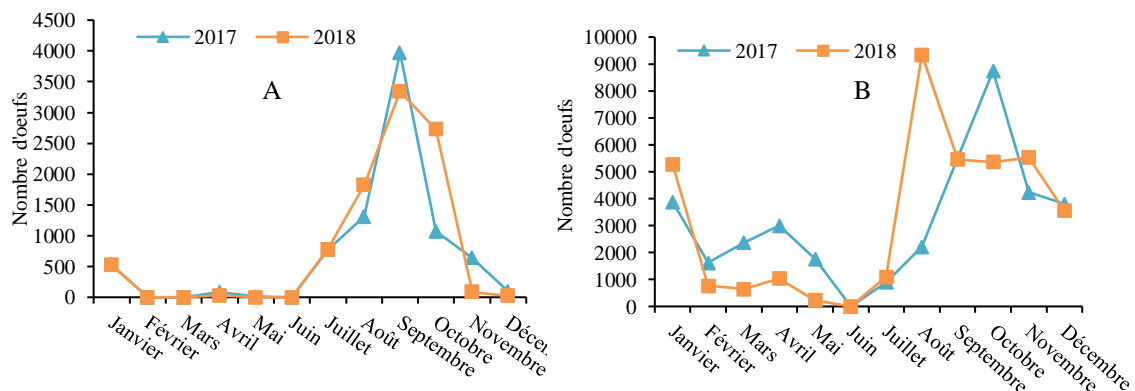


Figure 34. Fluctuation mensuelle des œufs de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017 et 2018
 A : œufs éclos ; B : œufs non éclos

2.2.1.4. Stades larvaires

En 2017, les larves sont inexistantes de janvier à juin. Leur apparition a lieu en juillet à partir duquel elles augmentent à 176 avant d'atteindre leur maximum en septembre avec 295 individus. Après quoi cette population chute à 41 larves en décembre en passant par octobre (114) et novembre (128). En 2018, on retrouve la même allure de la courbe qu'en 2017. Après une absence qui dure environ 5 mois de février à juin, la population des L₁ apparaît toujours en juillet et atteint 253 larves du premier stade. Celle-ci chute brusquement dès octobre (9). Cette décrue se prolonge jusqu'à décembre (6 larves) (Figure 35A).

Les larves L₂ se présente avec une population grandement importante que celle de L₁. En effet après une absence qui a duré 6 mois environ, elle apparait avec un effectif intéressant de 757 en septembre, puis elle diminue jusqu'à 25 en décembre en passant par 175 en octobre et 231 en novembre 2017. En 2018, la population des larves du second stade est plus élevée qu'en 2017 mais le nombre d'individus est beaucoup plus faible en octobre (78), en novembre (29) et en décembre (26) (Figure 35B).

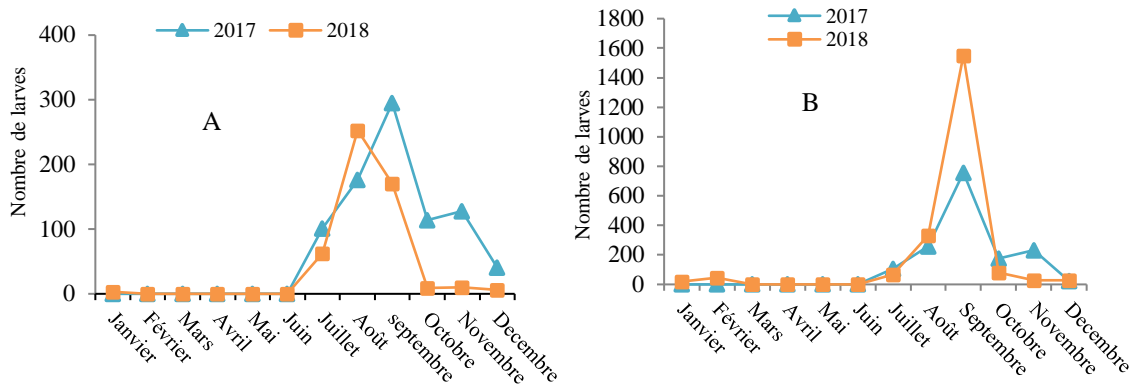


Figure 35. Fluctuation mensuelle des larves de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017 et 2018
A: Larves L₁; B: Larves L₂

2.2.1.5. Stades nymphaux

Quel que soit l'année, les stades nymphaux sont inexistantes de janvier à juin. Les premières pré-nymphes apparaissent en juillet, elles augmentent progressivement, malgré leur faible effectif, pour atteindre 221 en septembre en passant par 117 en 2017. A partir de septembre, les pré nymphes chutent fortement pendant les trois derniers mois de l'année, c'est-à-dire octobre, novembre et décembre à 45, 6 et 1 que l'on peut considérer comme négligeable. De même qu'en 2017, on remarque que l'allure de la courbe est sensiblement la même qu'en 2018. Il n'y a que le faible effectif qui caractérise les deux populations et qui les différencie. En effet, l'effectif maximum des pré nymphes est atteint toujours en septembre avec 135. Il faut noter que les autres mois se caractérisent par des populations également très faibles où le plus grand nombre a été relevé en août (76 pré nymphes) (Figure 36A). Comme les pré nymphes, les nymphes se distinguent par une longue période d'absence qui s'étale de janvier à juin. La hausse commence à partir de juillet (75 individus) pour atteindre 1297 en septembre avant de chuter brusquement à 63, 22 et 3 respectivement octobre, novembre et décembre 2017. En 2018, la courbe a la même allure que celle de 2017 avec également des effectifs sensiblement égaux (Figure 36B).

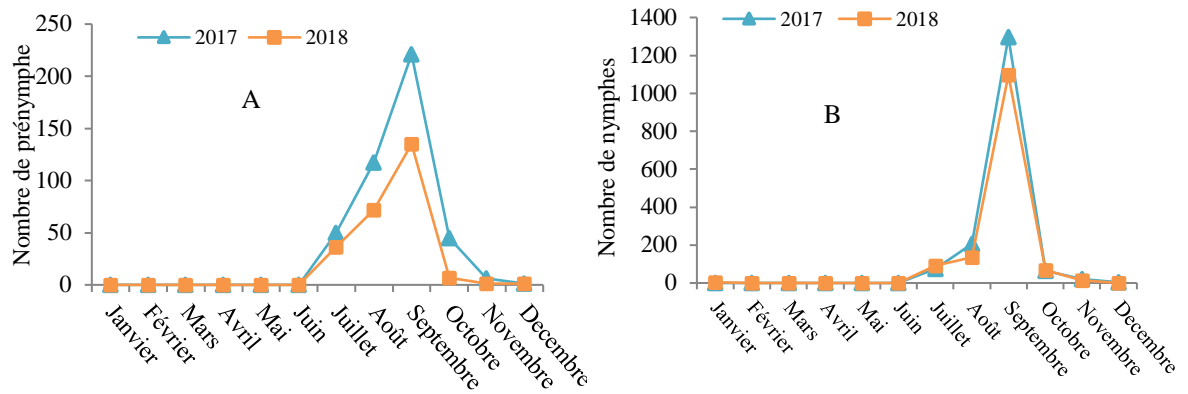


Figure 36. Fluctuation mensuelle des stades nymphaux de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017 et 2018

A : Prénymphe ; B : Nymphes

2.2.1.6. Stade adulte

Les adultes de *G. ficorum* sont plus ou moins inexistantes de janvier à juin. Ils ont été enregistrés avec un grand effectif au cours de la période allant de juillet à novembre avec des pics de 2164 et 2755 adultes en septembre respectivement en 2017 et 2018. A partir de ce dernier mois, les adultes chutent en nombre et enregistrent leur plus faible effectif en décembre avec 91 et 17 adultes respectivement en 2017 et 2018 (Figure 37).

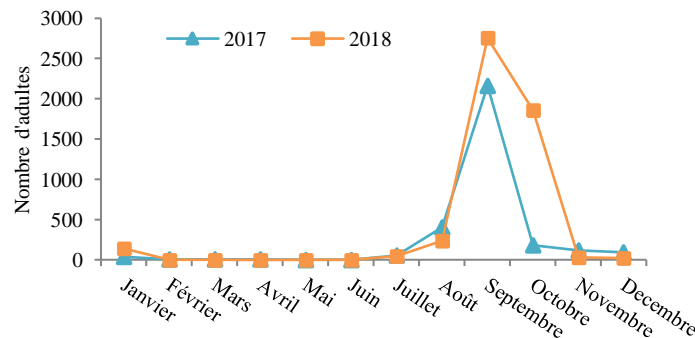


Figure 37. Fluctuation mensuelle des adultes de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017 et 2018

2.2.2. Variations saisonnières

2.2.2.1. Œufs

On remarque que les œufs se trouvent en grand nombre pendant les quatre saisons et les deux années. Il faut relever qu'en été aussi bien de 2017 ou celui de 2018, renferment peu d'œufs en comparaison avec l'automne bien qu'il existe 7217, mais ce nombre se réduit plus en été 2018 puisqu'il ne dépasse 1953, mais augmente en 2018 toujours pendant la même saison à 13055. De même, cette hausse se retrouve non seulement en

hiver 2017, mais aussi celle de 2018 dans la mesure où l'une et l'autre contiennent respectivement 10263 et 10227. C'est en automne que l'on retrouve les effectifs les plus élevés. En 2017, le nombre d'œufs atteint 24442 qui demeure également élevé en 2018 (22723) (Figure 38A).

2.2.2.2. Œufs éclos

Les œufs de *G. ficorum* montrent une forte présence en automne où ils atteignent 5676 et 6152 œufs respectivement en 2017 et 2018 tandis que leur existence en été est relativement importante car nous avons enregistré 2082 œufs en 2017 et 2601 en 2018. En revanche au printemps les œufs existent malgré leur faible présence, 89 et 31 respectivement en 2017 et 2018. En hiver la présence des œufs est notable même si leur nombre varie de 629 en 2017 à 549 en 2018 (Figure 38B).

2.2.2.3. Œufs non éclos

Les œufs non éclos se caractérisent par des effectifs faibles en 2017 où on a compté la présence de 89 alors qu'en 2018 de la même saison, il y a zéro œuf. Mais en hiver, ils sont représentés par des effectifs que l'on peut qualifier de moyens puisque nous avons dénombré 629 et 549 au cours des deux années. Après quoi, on remarque une hausse significative en été avec 2082 et 2601 en 2017 et 2018. Comme dans les cas précédents, il ressort que c'est l'automne où le nombre d'œufs est élevé (Figure 38C)

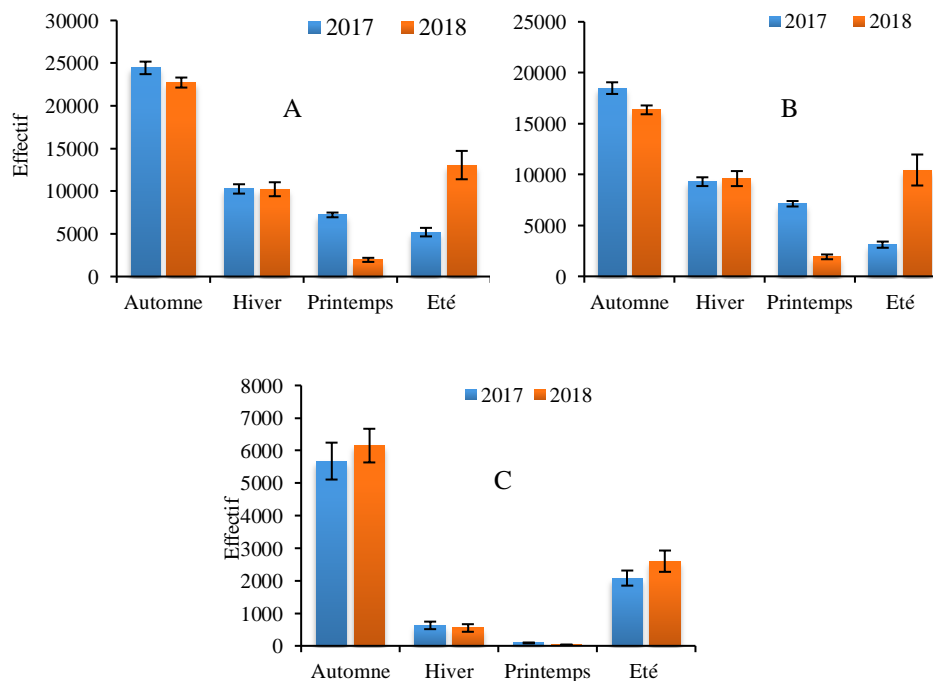


Figure 38. Variation saisonnière des œufs de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017 et 2018.

A : Œufs ; B : œufs éclos ; C : œufs non éclos

2.2.2.4. Stades larvaires

Les larves L_1 sont présentes en automne où il a été observé 537 et 189 L_1 respectivement en 2017 et 2018. En été, leur présence est marquée par un effectif de 277 et 316 L_1 pour l'une et l'autre année. En hiver, les larves L_1 se distinguent par des populations très réduites que l'on peut considérer comme négligeables dans la mesure où on compte 41 et 9 pour 2017 et 2018. En été, leur disparition est totale et aucune L_1 n'a été observée (Figure 39A).

Les larves L_2 , comme dans le cas des L_1 , sont également absentes en automne et elles sont représentées en hiver, mais elles existent avec de faibles effectifs de 25 et 91 individus. De même en été, les larves existent avec des effectifs peu importants de 366 et 396 L_2 . Par contre leur existence est très marquée en automne où il a été noté 1163 et 1659 individus au cours des années 2017 et 2018. (Figure 39B).

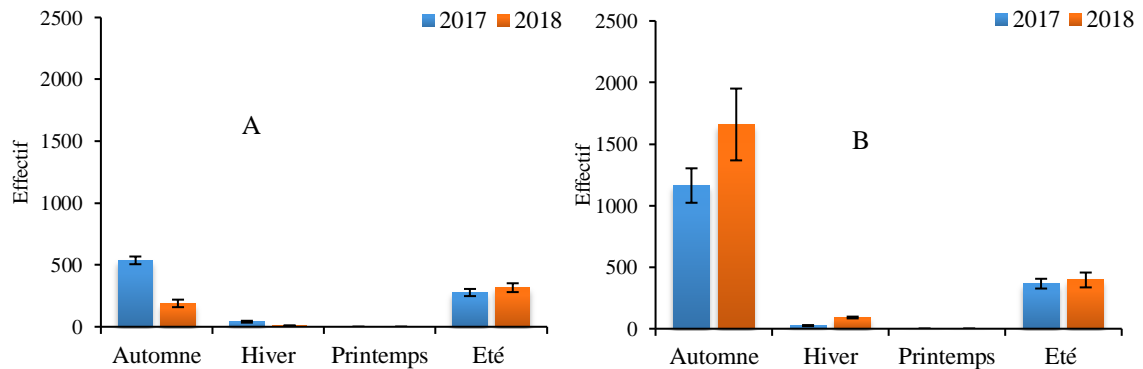


Figure 39. Variation saisonnière des stades larvaires de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017 et 2018
A : Larves L_1 ; B : Larves L_2

2.2.2.5. Stades nymphaux

Comme les larves, la présence des pré nymphes est plus marquée en automne bien que leurs effectifs ne soient pas élevés, ils ne dépassent pas 275 pré nymphes en 2017 et 151 en 2018. En hiver et en été, elles sont insignifiantes car leurs nombres peuvent être considérés comme négligeables alors qu'au printemps, elles sont complètement nulles. C'est en période estivale qu'elles réapparaissent toujours avec un effectif faible en 2017 (167 individus) et 0 individus en 2018 (Figure 40A).

Les nymphes marquent toujours leur présence en automne avec des populations élevées qui varient de 1389 en 2017 et 1192 en 2018. Par rapport aux pré nymphes, en été la population des nymphes est plus importante que ce soit en 2017 (282 nymphes) ou en 2018 (227 nymphes). En hiver et au printemps les nymphes demeurent insignifiantes et

malgré leur présence aussi bien en 2017 qu'en 2018 (Figure 40B).

2.2.2.6. Stade adulte

Les adultes ont de forts effectifs qui varient de 2462 à 4644 individus respectivement en 2017 et 2018, pendant la période automnale. En hiver, les adultes se caractérisent par de faibles effectifs de 131 et 159 pour 2017 et 2019. Au printemps, vu leur nombre, on peut considérer l'effectif comme négligeable comme précédemment. En dépit de leur présence en été, ils n'apparaissent pas en nombre élevé dans la mesure où ils représentent à peine 457 et 284 respectivement en 2017 et 2018 (Figure 40C).

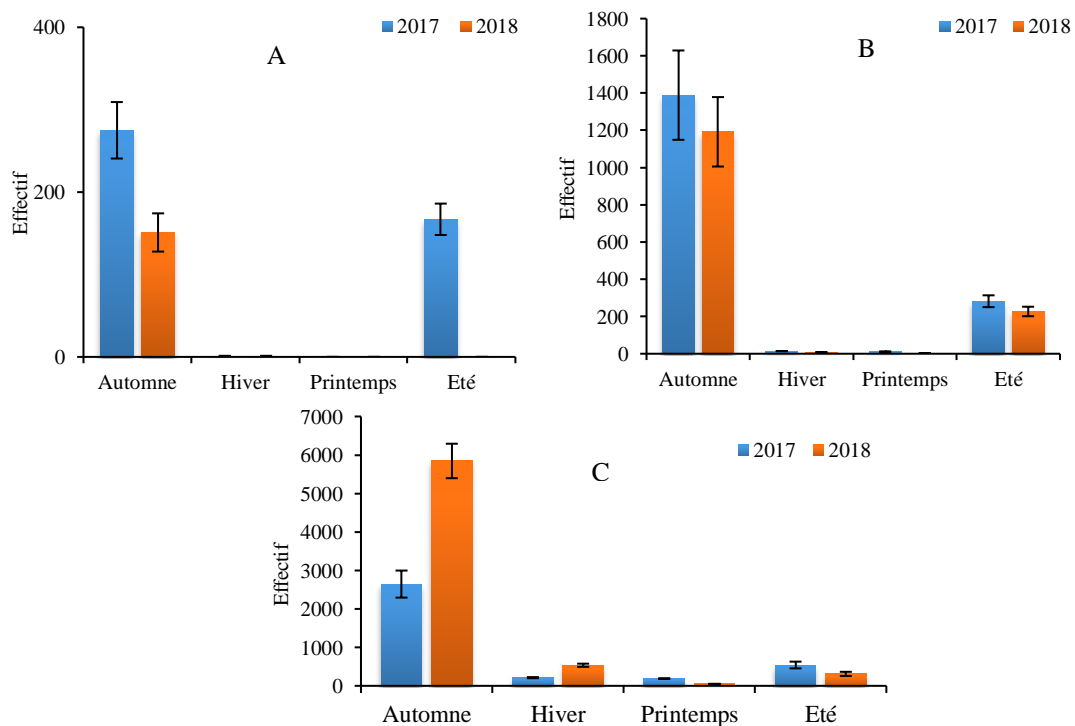


Figure 40. Variation saisonnière des stades et adultes de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017 et 2018

A : Prénymphes ; B : nymphes ; C : Adultes

2.2.3. Taux de mortalité mensuel et saisonnier

En 2017, Il y a deux périodes importantes de mortalité, la première se distingue par une très forte mortalité qui dépasse largement 60%, Elle comprend les mois de Janvier, Février, Mars, Avril et mai. Le taux maximum de mortalité est atteint en avril (89,81%). En janvier et février, le taux reste toujours élevé dès lors qu'il varie de 82,50% à 86,57%. La deuxième période contient les taux qui oscillent entre 0% en juin et 24,57% en décembre. Elle comprend les mois de juillet, août, septembre, octobre et novembre dont les taux de mortalité respectifs sont de 11,29%, 2,69%, 0,48%, 18,97%, 11,58% et 24,57%.

Le test de Tukey donne deux groupes homogènes, l'un comprend les mois où la mortalité est forte et l'autre, celle-ci où la mortalité est faible

En 2018, Le taux de mortalité est moins important par rapport à 2017, il englobe trois groupes : le premier contient les mois où la mortalité est faible, il s'agit de juin (0%) août 0,41% et septembre 0,28%. Le deuxième groupe se compose d'un mois unique (mars) où la mortalité enregistrée est maximale (86,32%) tandis que le troisième et dernier groupe, le plus important car il comprend les mois où la mortalité dépasse 20,30% en juillet. Suivent ensuite par ordre croissant, les mois de mai, avril et octobre dont les taux respectifs sont de 31,43%, 33,33% et 43,21%. Enfin, janvier, février novembre et décembre restent les mois où la mortalité est forte car elle varie de 56,21% en février et 69,85% en décembre en passant par janvier (68,25%) et novembre (64,67%). Le test de Tukey donne également trois groupes homogènes significatifs (Figure 41A).

La mortalité varie également avec la saison. Aussi bien en 2017 qu'en 2018, elle est forte en hiver et au printemps. En hiver, il a été enregistré un taux de mortalité sensiblement identique (64,55% en 2017 et 64,77 % en 2018). C'est en été où on a observé le moins de mortalité non seulement en 2017 (4,66%), mais aussi en 2018 (6,90%). En résumé la mortalité a lieu principalement en hiver et au printemps (Figure 41B).

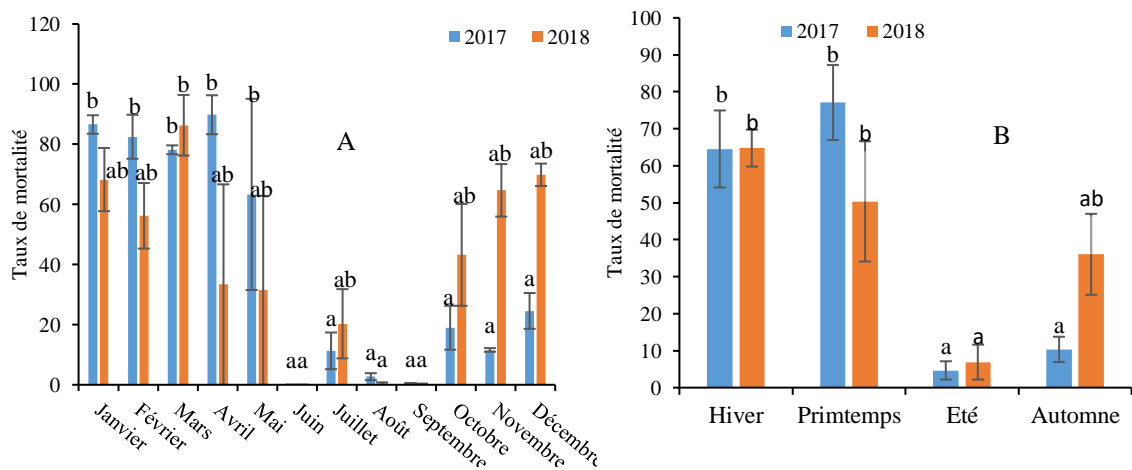


Figure 41. Taux de mortalité moyen mensuel et saisonnier de *G. ficorum* sur *F. retusa* à Hassen badi en 2017 et 2018.

A : Mortalité mensuelle ; B : Mortalité saisonnière

2.3. Dégâts de *G. ficorum*

Le thrips est insecte ravageur polyphage qui attaque le ficus et qui se distingue par un appareil buccal piqueur suceur. Les adultes de *G. ficorum* provoquent des dégâts dus à l'injection de la salive lorsqu'il se nourrissent de jeunes feuilles. Les attaques débutent par l'apparition de taches ou mouchetures rouge violacé le long de la nervure principale avant de se généraliser à toute la surface de la feuille (Figure 42A). Puis celle-ci s'enroule

progressivement et change de couleur avant de se déshydrater, se dessécher, se durcir et changer de couleur qui vire du jaune au brun donnant un aspect argenté à la feuille (Figure 42B). Les dégâts n’entraînent pas systématiquement le dépérissement de l’arbre, mais ils affectent sa valeur ornementale. Les feuilles infestées et enroulées hébergent toujours des thrips tous stades confondus. Elles tombent lorsqu’il vente ou il pleut.

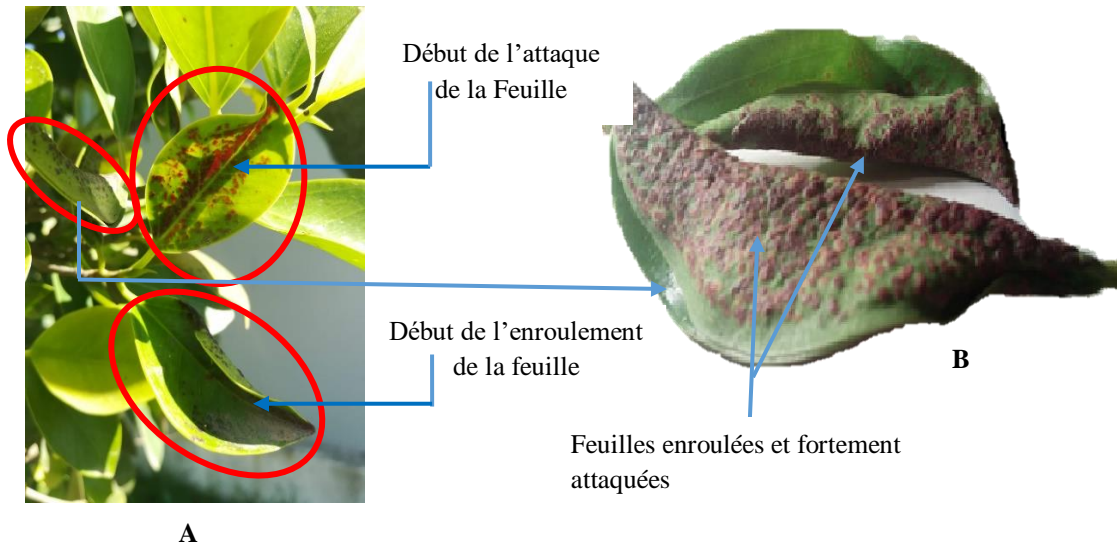


Figure 42. Dégâts sur *F. retusa* infligés par *G. ficorum*

A : Mouchetures sur feuilles et début de son enroulement, **B** : Feuilles entoulées (Ziouani, 2019)

2.4. Principaux Prédateurs et Parasitoides

Nous avons pu inventorier deux parasites et trois prédateurs associés au thrips ficorum dans les feuilles à galles représenté dans le tableau 7 si-dessous.

Tableau 7. Principaux prédateurs et parasitoides du *G. ficorum* sur *F. retusa*

	Espèces	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII
Parasites	<i>Tetrastichus gentilei</i>	314	123	46	3	0	0	11	0	65	7	2	23
	<i>Adactylidium gynaikothripsi</i>	487	897	2	0	0	0	17	60	4106	2276	513	16
Prédateurs	<i>Androthrips. ramachandrai</i>	83	65	36	0	0	0	49	77	127	204	169	131
	<i>Montandoniola confusa</i>	22	4	15	8	16	29	46	106	149	230	49	25
	<i>Chrysopa carnea</i>	41	38	27	18	30	29	7	0	10	32	63	55

2.4.1. *Tetrastichus gentilei*

C’est un Encyrtide endoparasite du 2^{ème} stade larvaire. Il est de couleur brun foncé, avec une tache piriforme de couleur jaune au niveau des quatre premiers tergites de l’abdomen. La femelle fait environ 1,4 mm sans les antennes. La tête est plus large que longue et porte les antennes jaunâtres dont la longueur est de 1/8 environ par rapport au corps de

l'insecte (Figure 43A).

Les antennes comprennent un long scape qui se continue par un pédicelle en forme de coupe. Le funicule se compose de trois petits segments de forme plus ou moins cylindrique. Le clava se subdivise en trois petits segments, il est renflé de forme ovoïde, mais aminci à son extrémité (Figure 43B).

Les ailes antérieures sont environ deux fois et demi plus longues que larges dépassant légèrement l'abdomen au repos. Le stigma et la nervure costale sont bruns. Les ailes postérieures simples et translucides sont six fois plus longues que larges et elles sont munies de petites soies courtes et robustes (Figure 43C). Les pattes de couleur jaune, sont longues, recouvertes d'une forte pilosité.

Son activité a été observée entre la période allant de septembre à décembre où sa population varie de 65 en septembre à 23 individus en décembre. Celle-ci est très faible en octobre et novembre puisqu'elle est respectivement de 7 et 2 individus. Par contre on observe une forte augmentation en janvier (314 individus), en février (123 individus) et mars (43 individus) (Tableau 7).

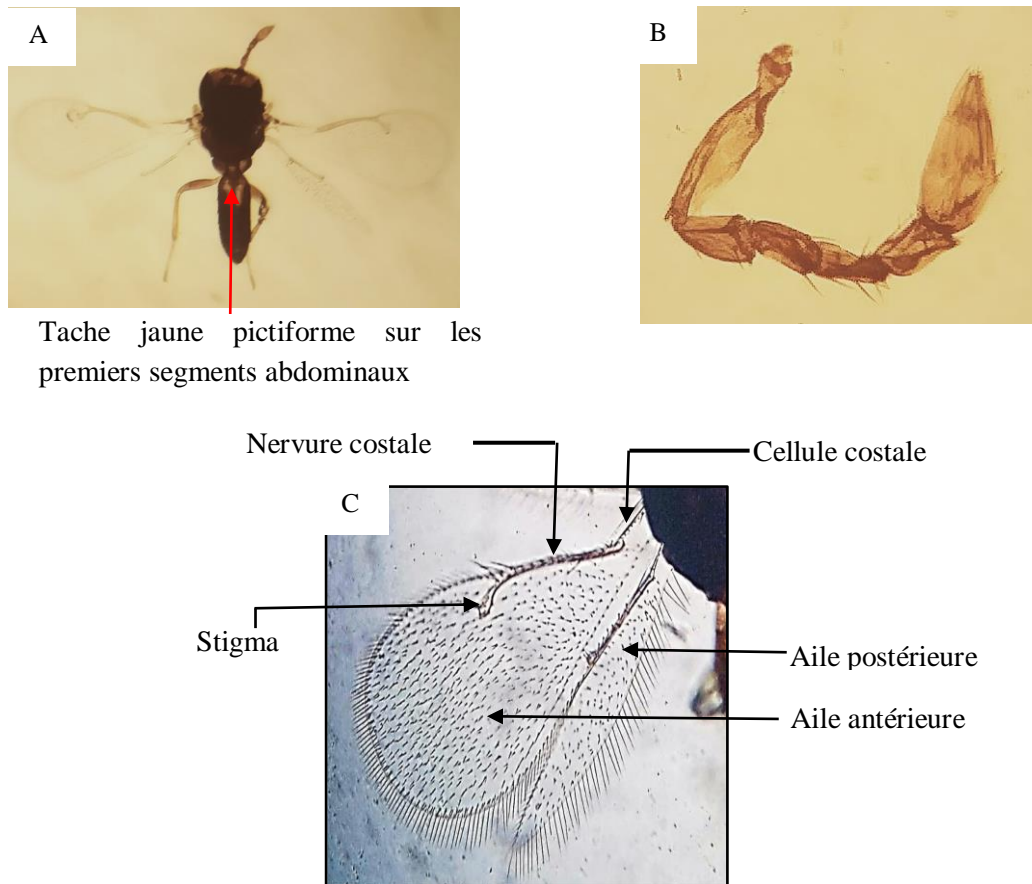


Figure 43. Caractères morphologiques d'identification de *T. gentilei*
 A : Adulte de *T. gentilei*(X40) ; B : Antennes ; C : Ailes (Ziouani, 2019).

2.4.2. *Adactylidium gynaikothripsi*

Cette espèce se distingue des autres espèces du genre par la combinaison des caractères suivants (Figure 44A).

- Idiosome ovale, de 133 de longueur et 89 largeur (Elbadry & Tawfik, 1966).
- Nombre de soies et de solenidia sur le fémur, le genou, le tibia et le tarse, respectivement : patte I 3-4-6-9(ω) ; patte II 3-3-3-6(ω); patte III 2-2-4-4; patte IV 1-1-4-4 (Figure 44B).
- Solenidia sur tibiotarsus de la patte I en forme de baton et plus large que le solenidion ω sous forme de tige sur tarse de la patte II.

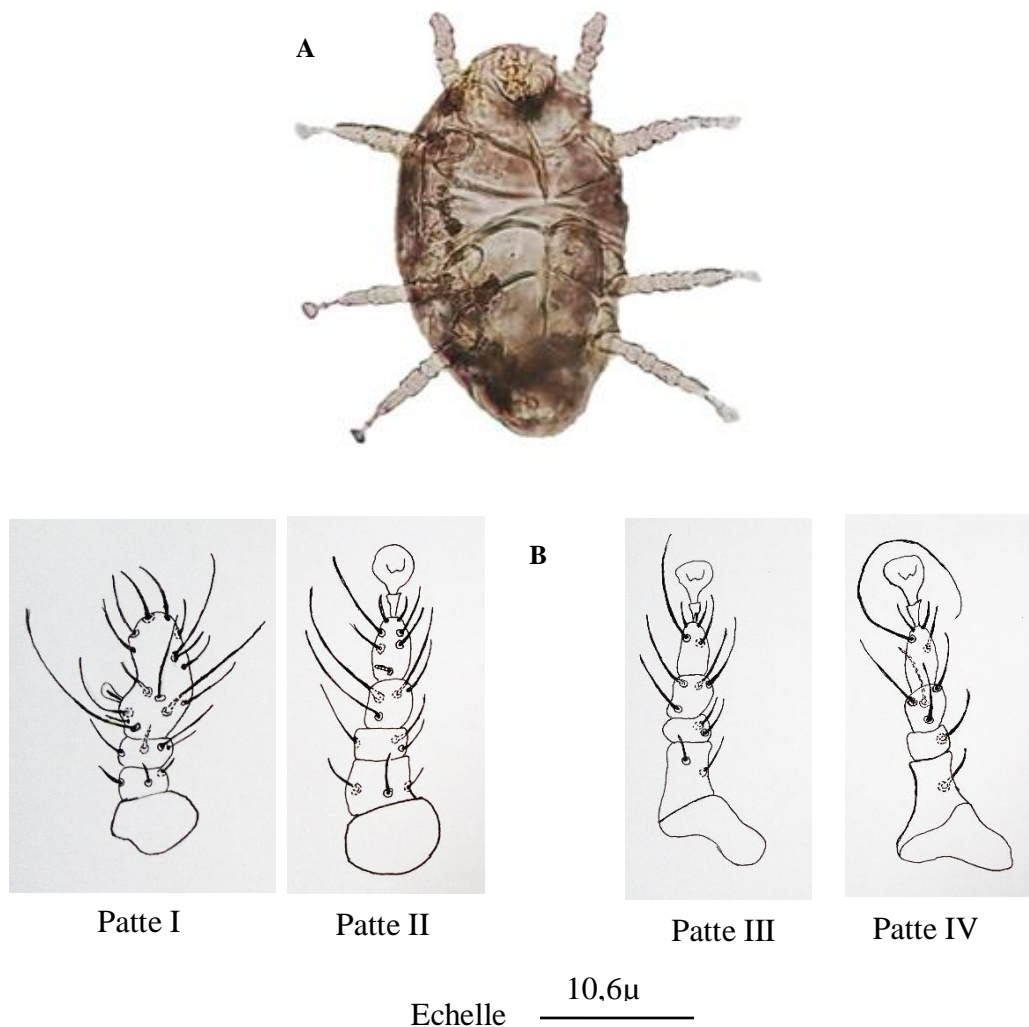


Figure 44. Caractères morphologiques d'identification de *A. gynaikothripsi*

A : Adulte à idiosome ovale (Ziouani, 2020).

B : Chétotaxie des pattes P. I ; P. II ; P.III ; P.IV (Ziouani, 2020).

2.4.2.1. Taux de prédation d'*A. gynaikothripsi* à Bab Ezzouar

A. gynaikothripsi est un ectoparasite des œufs qui est toujours associé à *G. ficorum* et constitue donc un agent potentiel de lutte biologique contre celui-ci et signalé pour la

première foisen Algérie. Il se distingue par une très forte population en automne c'est-à-dire aux mois de septembre, octobre et novembre durant lesquels il est très abondant. On dénombre jusqu' à 4106 individus en novembre alors qu'en avril, mai et juin, il disparaît complètement. Après une chute brusque en décembre (13 individus), la population reprend son augmentation rapide jusqu'à atteindre 897 individus en février avant de disparaître complètement en avril, mai et juin (Tableau 7).

Le taux de prédation d'*A. gynaikothripsi* vis-à-vis des œufs de *G. ficorum* a été calculé sur la base des œufs parasités. En général, il est faible et en 2017, il est de 3,21% au mois de février. Ce dernier est suivi par janvier où on a noté 1,18%. Pour ce qui est des mois de mars jusqu'à juin la prédation est nulle. Celle-ci réapparaît en juillet (0,80%) en passant par novembre (0,02) avant de devenir nul une fois de plus en décembre 2017. En 2018, le taux de prédation est très proche de zéro ou nul, ainsi donc, on peut le considérer comme négligeable. En effet, il est de 0,097% en septembre et 0,05 en janvier pour ne citer que ces deux mois (Figure 45A). L'analyse de la variance du taux de prédation mensuelle entre les deux années 2017 et 2018 révèle une différence hautement significative dans le site de Bab Ezzouar ($F=42,777$; $ddl=11$, $F=0$)

Le taux de prédation saisonnier est plus important en 2017 qu'en 2018. C'est en hiver qu'il est le plus élevé (1,46%). Il est suivi par l'automne (0,32%) et l'été (0,04%). Au printemps, il est complètement nul. En 2018 il est également très faible et ne dépasse pas 0,2% (Figure 45B). L'analyse de la variance du taux de prédation saisonnier entre 2017 et 2018 montre une différence hautement significative ($F=7,55$; $ddl=3$, $P \leq 0,0002$), ce qui montre que la prédation malgré sa faiblesse, est plus intense en hiver que pendant les autres saisons. La comparaison deux à deux à l'aide du test de Tukey indique que la prédation a lieu essentiellement en hiver 2017 alors qu'au printemps, en été et en automne, la prédation est identique.

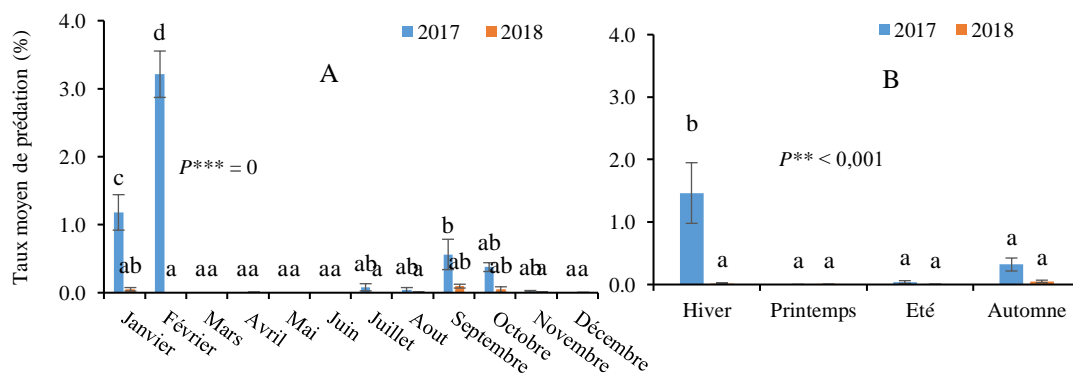


Figure 45. Taux de prédation de *A. gynaikothripsi* sur *G. ficorum* à Bab Ezzouar en 2017 et 2018.

A : Taux mensuel de prédation ; B : Taux saisonnier de prédation

2.4.2.2. Taux de prédation d'*A. gynaikothripsi* à Hassen Badi

Le taux de prédation d'*A. gynaikothripsi* à l'égard des œufs de *G. ficorum* montre qu'en 2017, le taux le plus élevé a été enregistré en septembre (1,52%), suivi par février (0,91%), et janvier (0,42%). Comme dans le cas de Bab Ezzouar, le taux de prédation est très faible car il a atteint à peine 0,35 en octobre. En deçà de cette valeur, on peut considérer, là encore que la prédation est pratiquement négligeable. L'année 2018 ne déroge pas à la règle dans la mesure où le taux de prédation est à peine de 0,43%. De mars à juin, la prédation est inexistante alors qu'on peut supposer qu'elle est négligeable pendant les mois restants (Figure 46A). ($F=5,60$; $ddl=11$; $P\leq 0,00001$). La différence est hautement significative entre les mois et d'une année à l'autre.

Selon la saison, le taux de prédation est de 0,44 en hiver et 0,63 en automne 2017 contre 0,066 et 0,026 en 2018 pendant les mêmes les saisons (hiver et automne) (Figure 46B). L'analyse de la variance montre que le taux de prédation saisonnier en 2017 et 2018 indique une différence non significative ($F= 1,63$; $ddl=3$; $P > 0,19$)

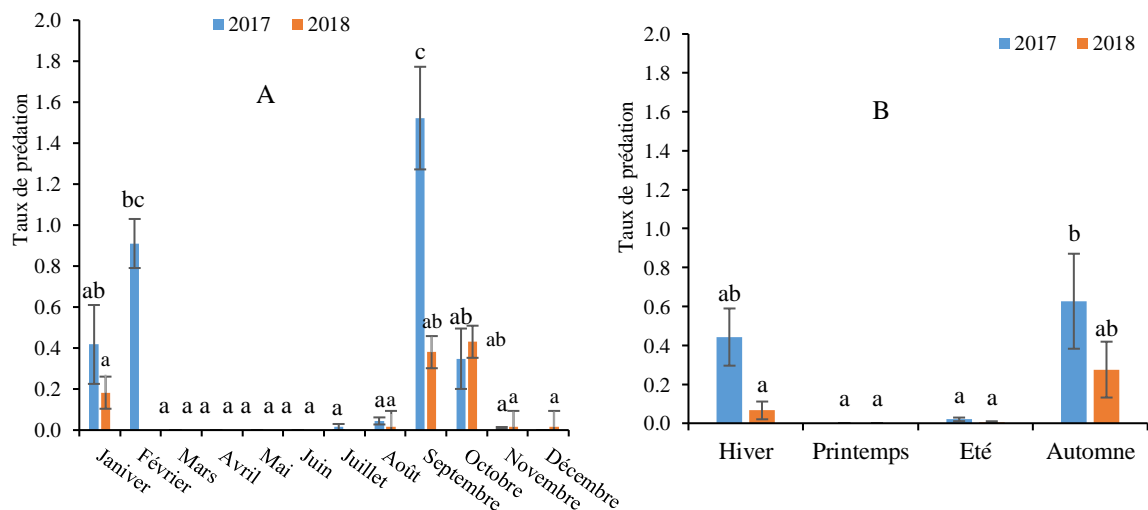


Figure 46. Taux de prédation de *A. gynaikothripsi* sur *G. ficorum* à Hassen Badi en 2017 et 2018.

A : Taux mensuel de prédation ; B : Taux saisonnier de prédation.

2.4.2.3. Mode de parasitisme

Le parasitisme de *A. gynaikothripsi* commence par l'œuf dont il suce le contenu, ce qui provoque son dessèchement et sa déformation (l'œuf se plisse). Puis la femelle de l'acarien libère les larves contenues dans son abdomen (ventre) qui vont à leur tour parasiter d'autres individus de thrips. Les adultes du thrips sont également parasités par l'acarien qui va, là encore, aspirer leur contenu avant d'entraîner leur mort (Figure 47).

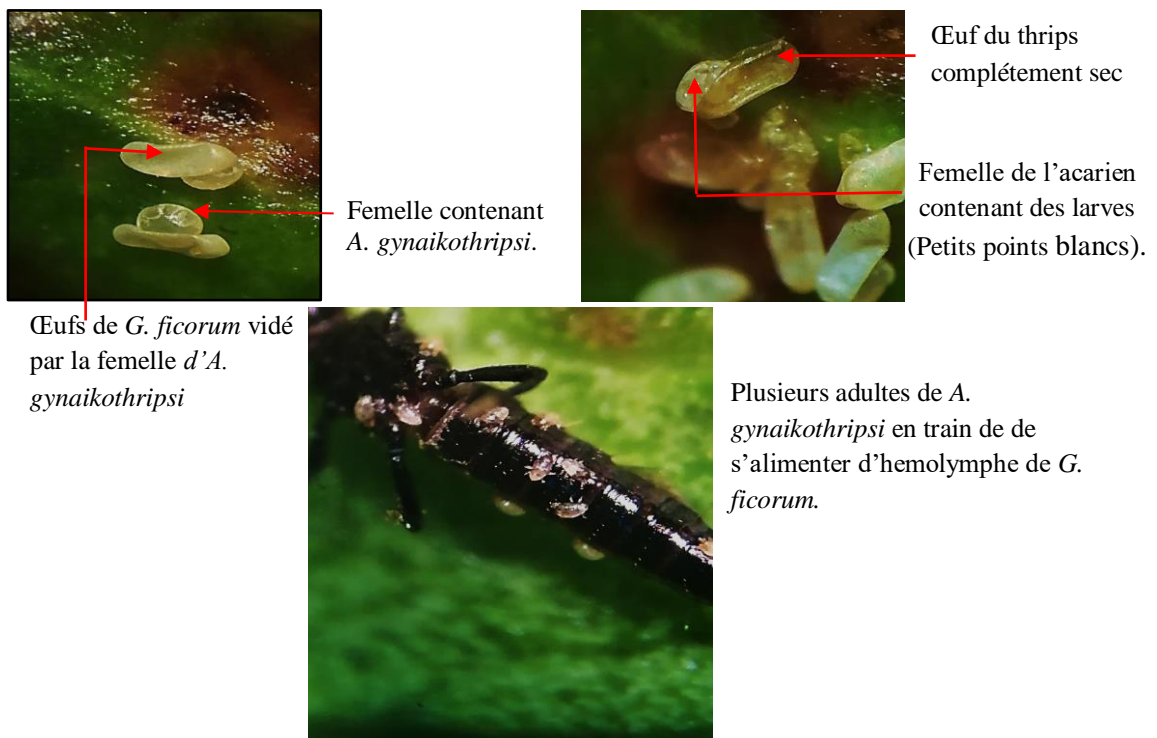


Figure 47. Mode de parasitisme de *A. gynaiokothripsi* sur *G. ficorum* (Ziouani, 2019)

2.4.3. *Androthrips ramachandrai*

Il est signalé pour la première fois en Algérie. Il est brun foncé à noir avec des ailes frangées (Figure 48A et B). Il se distingue des autres grands phlaeothripidés sombres par ses grands fémurs antérieurs avec une forte dent cylindrique près de la base suivie d'une rangée de petits tubercules (Figure 48C). Son extrémité abdominale se distingue par la présence de poils. Elle vit en association avec *G. ficorum* dans les galls que celui-ci provoque, elle est inféodée au ficus. Il est connu en tant que prédateur des thrips. Elle existe pendant deux périodes bien distinctes en automne et en hiver. Ce dernier renferme une population que l'on peut considérer comme appréciable pendant les mois de janvier, février et mars où les populations respectives sont de 83, 65 et 36 individus. Il faut cependant signaler que le mois de décembre contient une population appréciable qui s'élève à 131 individus. C'est en automne que les populations augmentent significativement et atteignent 127 en septembre, 204 en novembre et 169 individus en novembre. *A. ramachandrai* disparaît en avril, mai et juin (Tableau 7).

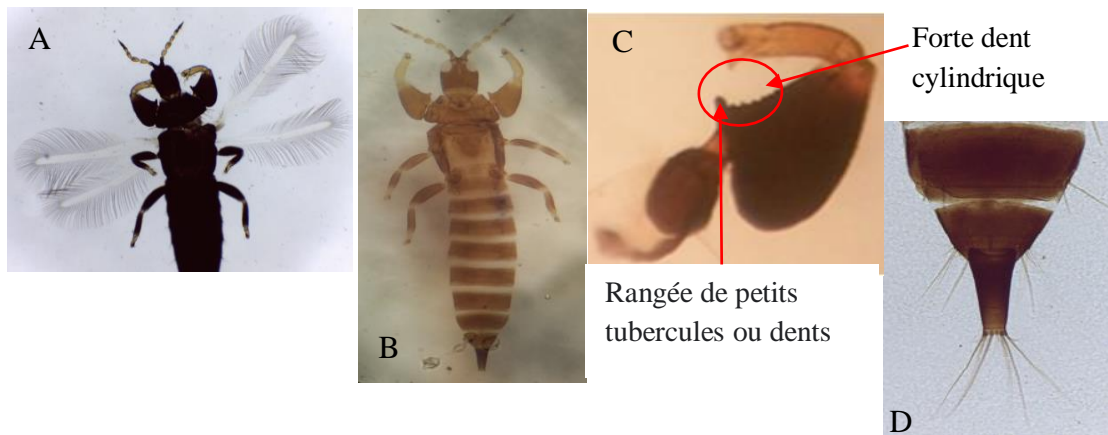


Figure 48. Caractères morphologiques d'identification de *A. ramachandrai*

A et B: Adulte ; C : Fémur, d : Extrémité postérieure (Ziouani, 2019).

2.4.4. *Montandoniola confusa*

Ce redoutable prédateur est présent, en de petites populations en été où il a été observé 50 individus en Août. En revanche en automne, sa population s'accroît rapidement en particulier en septembre, octobre et novembre où les effectifs respectifs s'élèvent à 149 et 230 individus qui coïncident avec la prolifération de *G. ficorum*. En été la population est faible aussi bien en novembre (49 individus) et qu'en décembre (25 individus).

Cette faiblesse de la population s'observe également pendant les autres mois exception faite d'août où la population est de 106 individus (Tableau 7). Ce parasite se nourrit de tous les stades de *G. ficorum* : œufs, larves, prénympes et nymphes. En hiver il se nourrit d'œufs non éclos. Nous avons fait un test pour montrer le stade préférentiel que la punaise affectionne en particulier. Il ressort en effet, qu'elle se nourrit préférentiellement d'œufs sans pour autant désaffectionner ni les larves ni les adultes (Figure 49). L'analyse de la variance (ANOVA) montre que la différence est significative c'est-à-dire que la punaise consomme de préférence les œufs aussi bien après 24h (Ddl=2 ; F=34,9 ; P< 0,0001) que 48h (Ddl=2 ; F=110,44 ; P< 0,0001). De même, la comparaison des moyennes deux à deux par l'utilisation du test de Tukey (HSD) indique également que la différence est significative c'est-à-dire que les œufs sont plus consommés par rapport aux stades (Annexe 4). En résumé, *M. confusa* se nourrit préférentiellement d'œufs en dépit de la disponibilité des adultes et des larves. Après 24h, il est à signaler que même entre les adultes et les larves, la différence est significative, ce qui reste à démontrer à l'avenir. Nous avons refait le même essai avec la nymphe de *M. confusa*, il ressort que l'alimentation de celle-ci ne diffère pas de celle de l'adulte

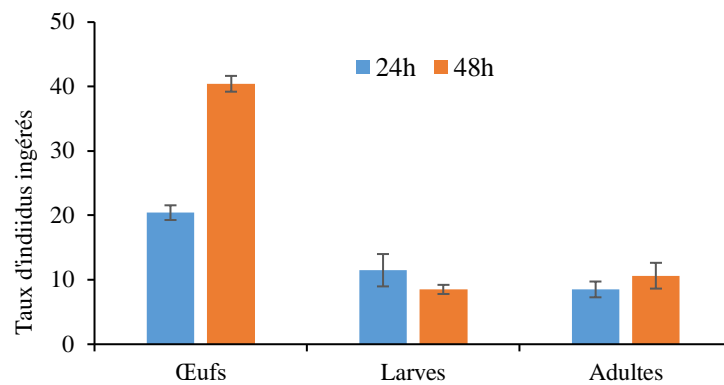


Figure 49. Taux de consommation des œufs, des larves et des adultes de *G. ficorum* par l'adulte de la punaise *M. confusa*.

2.4.5. *Chrysopa carnea*

C. carnea est également un redoutable prédateur des adultes de *G. ficorum*, mais elle n'est pas spécifique à celui-ci. Elle se rencontre sur toute l'année dans la mesure où elle s'alimente d'autres proies en l'absence du thrips. Elle s'observe avec des populations peu importantes en automne aux mois de septembre, octobre et novembre avec des effectifs respectifs de 10, 32 et 63 individus. *C. carnea* marque également sa présence en hiver pendant les mois de janvier (41), février (38) et mars (27) qui se prolonge jusqu'au printemps de mai (30 individus) à juin (29 individus) (Tableau 7).

2.5. Ordre d'arrivée des prédateurs et du parasitoïdes

Les prédateurs et parasitoïdes arrivent en même temps à partir de janvier avec des populations inégales qui se chevauchent. *A. gynaikothripsi* s'installe avec la population la plus forte en deux période principales en hiver où l'effectif malgré son importance, reste moins élevé que celui de la deuxième période qui a lieu en automne. En effet la population s'élève à 4106 individus. Avec des effectifs moindres, les populations de *T. gentilei* et *A. ramachandrai* sont observés en deux périodes, mais leur arrivée a lieu au même temps qu'*A. gynaikothripsi* comme nous l'avions déjà signalé. Présente sur toute l'année *M. confusa* très voracité à l'égard du thrips, est active avec une population intéressante sans interruption sur toute l'année et s'alimente préférentiellement d'œufs mais consomment aussi les stades larvaires. Un autre prédateur aussi redoutable que *M. confusa* existe sur toute l'année avec des populations plus ou moins appréciables en particulier en hiver et en automne où il a été enregistré 41, 38 et 27 individus respectivement aux mois de janvier, février et mars et 32, 63 et 55 respectivement en octobre, novembre et

décembre. Il s'agit de *C. carnea* qui arrive également à la même période que les autres-prédateurs et parasitoïdes (Tableau 7).

3. Discussion

Les populations du thrips atteignent leur maximum dans les galles matures en été et en hiver. De nouvelles galles se forment du milieu de l'été jusqu'à l'automne. Pendant le printemps, le thrips n'existe pas même si les feuilles sont présentes. Mais il supporte des seuils de températures inférieures à 12°C et supérieures 35°C qui ne semblent pas limiter son développement, ce qui suppose que celui-ci peut tolérer les températures printanières (Paine, 1992). Les conditions climatiques notamment les températures supérieures à 25°C, associées à une sécheresse continue, sont également favorables au développement des thrips. De même les températures élevées et l'absence des précipitations favorisent le cycle biologique de l'insecte et sa croissance (Mascarenhas & Silva, 2016). Par conséquent, la température influe sur le comportement de *G. ficorum*, la fécondité et le développement larvaire et nymphal selon toujours Mascarenhas & Silva (2016). La moyenne estivale est de 25,7°C, tandis qu'en hiver, elle est en moyenne d'environ 22°C. D'après Paine (1992), le développement de l'œuf à l'adulte chez *G. ficorum* varie de 48,9 jours à 15°C à 16 jours à 30°C (Paine, 1992). En effet, *G. ficorum* se distingue par une faible densité de population de janvier à la mi-mars, mais elle augmente en avril où elle atteint son maximum en juin. De fin juillet à début septembre, il y a eu une forte baisse, puis un nouveau pic a été enregistré en automne où les populations du thrips ont atteint un record de 2164 et 2755 adultes en septembre 2017 et 2018 dans le cas de nos observations. Ainsi, l'abondance du thrips en automne est peut-être due à un cycle biologique court et à un chevauchement de générations alors qu'en hiver, les individus sont entraînés par les pluies qui provoquent une diminution de la population (Mascarenhas & Silva, 2016). La population adulte de *G. ficorum* est restée relativement faible de janvier à fin septembre, puis a augmenté en fin décembre où le nombre maximal d'ailés a été enregistré, ce qui n'est pas conforme à nos résultats. En Egypte, la population de *G. ficorum* se distingue par l'apparition de quatre pics par an. Le premier pic a été observé en novembre 2008 (3466 individus / 50 feuilles), le deuxième en janvier 2009 (3768 individus / 50 feuilles), le troisième en mars 2009 (3560 individus / 50 feuilles) et le quatrième en mai 2009 (1394 individus / 50 feuilles) (Tawfik & Nagui, 1965) alors qu'à Hassen Badi ou Bab Ezzouar, il existe au maximum deux pics l'un apparaît en automne et l'autre en été. En revanche, au cours de leurs deux années d'échantillonnage, Aguirre et al. (2013) ont noté une faible augmentation des populations pendant les mois

les plus chauds et les plus secs de l'année et pendant la saison de floraison phrénologique. Dans le même ordre d'idées, Miranda et al. (2010), mentionnent que les faibles populations du thrips ont lieu pendant l'été et le printemps. En revanche, les populations, bien qu'elles augmentent en mai et septembre ne montrent pas de corrélation ni avec la température ni avec les précipitations et il n'y a donc aucune influence des facteurs climatiques sur les populations du Thrips (Aguirre et al. 2013), ce qui est non conforme par rapport à nos résultats où les fortes chaleurs estivales diminuent la population mais ne disparaît pas. Selon Aguirre et al. (2013) les populations dépendent de la disponibilité de nourriture, plutôt que des facteurs climatiques, les facteurs précipitations et température ont donc zéro influence sur la population de l'insecte comme nous l'avions déjà mentionné ci avant. La présence du thrips par rapport température n'a montré aucune différence significative et les populations adultes et nymphes dans le feuillage peut apparaître à tout moment de l'année (Aguirre et al. 2013). Dans le même ordre d'idées, Garcia & Rick (1993), le thrips *Frankliniella fusca* est présente dans le champ d'arachide pendant toute l'année exception faite, quand il pleut ou quand la température est inférieure à 19°C et, les plus fortes captures de *F. fusca* ont eu lieu lorsque les températures sont les plus élevées (Garcia & Rick, 1993). En effet, *F. fusca* pullule dans les plantations précoces de cacahuètes en avril tandis que dans les plantations tardives, le nombre diminue en mai et juin (Todd et al. 1993), ce qui est plus moins conforme à nos résultats. La même tendance démographique des larves est observée. Celles-ci se manifestent en grand nombre en mai, mais elles diminuent en avril et juin où les températures s'élevent.

F. retusa var. *nitida* est l'hôte préféré de *G. ficorum*. Elle subit les attaques de ce dernier qui utilise ses pièces buccales râpeuses pour se nourrir de feuilles tendres. En s'alimentant le thrips provoque des taches rouges violacées le long de la nervure principale de la feuille qui devient dure et coriace, puis virent progressivement au plus jaune et plus brun. Les feuilles attaquées montrent une réduction de la surface photosynthétique suite à leur enroulement (Da Silva et al. 2006). Elles tombent par temps venteux et pluvieux. Les dommages graves entraînent une défoliation ou un retard de la croissance du Ficus qui est principalement utilisé comme plante ornementale en Algérie et dans le monde. Le ficus a une valeur esthétique. La formation de galles par les thrips est très courante partout où ces arbres sont cultivés (Danemark, 1967). Les taches rouges et les galles foliaires sont considérées pour certains comme un caractère attrayant du Ficus (Mound et al. 1995), ce qui contribue probablement à la persistance des populations de ravageurs. En Egypte et en ex-Tchécoslovaquie, *G. ficorum* a provoqué des enroulements des feuilles vers le

haut des feuilles de *F. nitida* Thunberg (Morcos, 1944 ; Pelikán, 1991 ; Hoddle et al. 2012). Même si les infestations sont sévères, il est peu probable que le ravageur cause la mort de l'arbre. Les adultes du thrips ont une plus grande activité de jour (diurne) où ils volent autour des plantes. Pendant la nuit et en période pluvieuse, ils restent à l'intérieur des feuilles enroulées (Da Silva et al. 2006) qui abritent également d'autres espèces de Phlaeothripidae, des cochenilles, des aleurodes et diverses ennemis naturels (Tawfik 1967, Mound et al. 1995 ; Cambero-Campos et al. 2010). Outre les dommages causés aux plantes, le thrips peut provoquer un certain inconfort chez les personnes qui circulent dans les lieux publics, car les piqûres de celui-ci peuvent provoquer une forte irritation et difficulté temporaire de la vision. En Italie des membres d'une famille ont eu une dermatite prurigineuse résultant d'une infestation dans l'environnement familial de *G. ficorum* (Ceccio et al. 1992). Malgré que de tels incidents sont peu courants, ils causent une gêne aussi bien pour les humains que pour les animaux de compagnie quand pululations ont lieu (Dara & Hodel, 2015).

Les thrips ont de nombreux ennemis naturels parmi lesquels les coccinelles, les chrysopes, les araignées, les guêpes prédatrices et les parasites, anthocorides (punaises prédatrices) sont très répandues à travers le monde aux Etats Unis (Dobbs et Boyd, 2006) et en Algérie où nous n'avions pris en considération que les espèces les plus fréquentes qui semble t-il, interveiennent d'une façon ou d'une autre dans la limitation de la population.

La punaise *M. confusa* est connue par sa voracité et sa capacité de prédation contre les thrips. *M. confusa* (Hemiptera : Anthocoridae) est non seulement très efficace contre le genre *Gynaikothrips*, mais elle est aussi une excellente prédatrice de nombreuses autres espèces de thrips. Elle s'attaque à 20 espèces de Phlaeothripidae et cinq espèces appartenant au genre *Gynaikothrips* (Dobbs et Boyd, 2006 ; Yamada et al. 2011). Elle se nourrit de tous les stades de développement y compris les adultes, mais elle est vorace d'œufs en raison de leur bonne qualité nutritionnelle d'une part et d'autre de leur disponibilité par rapport aux stades de développement larvaires et nymphaux. (Tavares et al. 2013). En automne, la faune prédatrice de *G. ficorum* notamment *M. confusa* est très active, elle diminue d'une façon significative les populations des thrips en raison de leur abondance en automne (Mascarenhas & Silva, 2016). Arthurs et al (2011) ont aussi confirmé que les femelles adultes de *M. confusa* *G. uzeli* consomme plus d'œufs (91 %) que le mâle (83%). En l'absence d'œufs toujours les femelles se nourrissent indifféremment de larves ou d'adultes. Elles (*M. confusa*) se reproduisent sur toute

l'année et elle est capable de réduire la population du *G. uzeli* de 77% en 5 semaine (Arthurs et al. 2011).

Les stades larvaires L₂ et L₃ de *C. carnea* (Neuroptera : Chrysopidae) sont les plus efficaces quant à la prédation. Elles se nourrissent des nymphes et des adultes du thrips *G. ficorum* (El Husseini & Askar, 2019) et à plusieurs autres espèces de Phlaeothripidae ainsi qu'aux pucerons tels que *A. gossypii* Glover, *Macrosiphum rosae* (L.) et *Aphis nerii* Boyer. Elles colonisent les galles des feuilles mures et elles s'alimentent plus d'adultes que des nymphes de thrips (Paine, 1992, El Husseini & Askar, 2019). La consommation par un stade larvaire de *C. carnea* varie selon l'espèce proie, elle est de $132,33 \pm 8,42$ individus pour *G. ficorum*, $194,20 \pm 9,75$ pour *A. gossypii* ; $129,28 \pm 7,56$ pour *Macrosiphum rosae* ; et $80,58 \pm 4,78$ pour *A. nerii* (Ghanim et al. 2011). Le plus grand nombre d'œufs est obtenu lorsque les femelles (larves) sont élevées sur *G. ficorum*, tandis que le plus petit nombre d'œufs est obtenu sur *A. nerii*. En conséquence, Le type de proie a une influence sur le temps de développement, le taux de consommation du stade larvaire et la longévité des mâles ainsi que sur la fécondité des femelles de *C. carnea* (Ghanim et al. 2011). Pour défendre ses œufs contre ses ennemis naturels, *G. ficorum* élève son abdomen en faisant des mouvements rapides d'avant en arrière pour faire fuir le prédateur.

A. ramachandrai a été décrit en Inde, il a été observé en association avec le thrips *Austrothrips cochinchinensis* Karny (Thysanoptera : Phlaeothripidae) sur *Calycopteris* (= *Getonia*) *floribunda* (Combretaceae) (Karny, 1926). Il est connu pour habiter les galles des deux Gynaikothrips et en tant que prédateur aussi bien de *G. ficorum* que *G. uzeli* en Asie (Takahashi, 1934 ; Varadarasan & Ananthakrishnan, 1981 ; Sureshkumar & Ananthakrishnan, 1987). Les adultes *A. ramachandrai* utilisent leurs grandes pattes antérieures pour saisir les larves, les pupes et les œufs. Ils se déplacent librement dans les galles sans beaucoup de résistance et il est capable de tuer les larves et les nymphes de taille similaire à la sienne. Les Gynaikothrips sont connus pour produire une allomone excrétée par l'anus qui a pour rôle de repousser les insectes ou les prédateurs intrusifs (Suzuki et al. 1989 ; Mound & coll. 1995). *A. gynaikothripsi* est un acararien qui appartient à la famille des Acarophenacidae, Il a été signalé en Grèce associé *G. ficorum* (Antonatos et al. 2011) comme ectoparasitique qui vit sur la tête, le thorax ou l'abdomen des thrips adultes dans des galles foliaires provoquées par celui-ci. Il parasite les œufs qui se rétrécissent puis se plissent et meurent de septembre à fin décembre (Antonatos et al. 2011 et 2015). *T. gentilei* est cosmopolite (Cock, 1982), il a été signalé en tant que parasite des thrips des genres Gynaikothrips, Hoplothrips et Liothrips (Thysanoptera :

Phlaeothripidae) (Bouček, 1977, Held et al. 2005). La femelle de *T. gentilei* pond dans la jeune larve de *G. ficorum*. Vraisemblablement la pré nymphe, la nymphe et l'adulte y compris les larves L₂ ne sont jamais attaqués par le parasite (Bournier, 1967). La larve L₁ meurt avant qu'elle ne mue. *T. gentilei* a un grand potentiel pour son utilisation en lutte biologique en raison de sa spécificité à des espèces appartenant à la même famille de thysanoptères d'une part et d'autre part l'absence de l'hyperparasitisme (Loomans, 2006).

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La fluctuation des œufs diffère d'une année à l'autre, mais en général, il y a deux périodes distinctes l'une s'étale de janvier à juin et l'autre de juin à décembre respectivement en 2017 et 2019. Même le nombre d'œufs varie selon la saison. Ils sont abondants en automne et à un degré moindre en été. Par contre, Ils sont insignifiants en hiver et au printemps. Les larves L₁ et L₂ évoluent conjointement et se distinguent par un seul pic qui est atteint soit en août soit en septembre. Leur apparition ne se fait pas avant juin. Elles existent pendant deux périodes : l'une en automne et se caractérise par une forte population et l'autre en été ayant une population faible. Dès juillet, les stades pré nymphal et nymphal font leur apparition avant que les adultes émergent faiblement en juillet, puis amorcent une hausse importante à partir d'août. Une forte recrudescence des adultes est observée en août avant de décliner en novembre et décembre. Les adultes marquent leur forte dominance principalement en automne où le taux de mortalité est le plus élevé. Le thrips attaque le ficus et provoque des dégâts qui se reconnaissent grâce à l'apparition de taches ou mouchetures rouge violacé le long de la nervure principale avant de se généraliser à toute la surface de la feuille. Cette dernière s'enroule progressivement avant de se déshydrater, se dessécher. Les dégâts n'entraînent pas systématiquement le dépérissement de l'arbre, mais ils affectent sa valeur ornementale. Au cours de notre étude, nous avons identifié 3 prédateurs de *G. ficorum*, *M. confusa*, *C. carnea* et *A. ramachandrai* et deux parasites *A. gynikothrips*, acarien ectoparasite et *T. gentilei* un endoparasite des stades larvaires.

M. confusa, active en septembre, octobre et novembre lorsque *G. ficorum* est abondant. *A. ramachandrai*, signalé pour la première fois en Algérie est connu en tant que prédateur des thrips. *C. carnea* est également un redoutable prédatrice des adultes de *G. ficorum*, mais elle n'est pas spécifique à celui-ci. *A. gynikothrips* est très abondant en septembre, octobre et novembre c'est-à-dire au moment où le thrips est abondant.

➤ Le ou les stades biologiques de *G. ficorum* que parasite *T. gentilei* sont inconnus du moins pour le moment, c'est pourquoi il est important de connaître la période de développement et la température optimale qui lui permet de se développer ainsi que sa longévité. En Algérie, on ne connaît pas grand-chose aussi bien sur la biologie (cycle de vie, nombre de générations) que sur l'écologie de l'espèce et encore moins sur les dégâts que peut causer cette espèce car il s'agit d'une espèce esthétique et non économique.

➤ Des travaux antérieurs montre que *M. confusa* est un ennemi naturel efficace lorsque la population du thrips est élevée, elle représente un grand potentiel dans les programme de lutte biologique d'autant plus que les traitements chimiques en milieu urbain constitue un véritable danger pour l'homme. L'association ou la combinaison de *M. confusion* avec le parasitoïde pourraient peut-être maintenir les populations de *G. ficorum* à un seuil acceptable. Cependant, il faudrait prendre en considération le fait que l'anthoride s'attaque aussi à *T. gentilei*. Par conséquent, l'interaction entre les thrips et leurs ennemis est un facteur complexe qui nécessite une étude plus approfondie pour comprendre l'impact des prédateurs et parasites associés aux populations des thrips en Algérie.

➤ Le thrips est physiquement contrôlé en élaguant les zones endommagées de l'arbre, mais cela reste insuffisant et en raison de son importance, il est possible d'utiliser des insecticides, mais il faudrait au préalable étudier la sensibilité de ce ravageur aux insecticides. Mais il faudrait faire en sorte que *G. ficorum* ne développera pas une résistance comme cela s'est produit avec d'autres espèces de thrips (Shelton et al. 2006). Pour cela il serait important de déterminer, en laboratoire, la sensibilité de *G. ficorum* adultes aux insecticides perméthrine, cyperméthrine, diazinon, malathion, méthyl oxydéméton, méthyl parathion, endosulfan et méthomyl qui ont déjà été utilisés à travers le monde en particulier en Espagne.

CHAPITRE III
FLUCTUATION SPATIO-TEMPRELLE, PARASITISME ET PREDATION
NATURELS DE *MACROHOMOTOMA GLADIATA* (KUWAYAMA) (PSYL-
LOIDEA : HOMOTOMIDAE) SUR *FIGUS REUSA* (MORACEAE)

INTRODUCTION

F. microcarpa est originaire d'Asie du Sud et d'Australie (Sánchez, 2012), du Sri Lanka, de l'Inde, de Taiwan, de l'archipel malais, des îles Ryukyu, d'Australie et de la Nouvelle-Calédonie. Il est largement distribué comme plante ornementale, étant l'un des arbres les plus communs dans les rues des pays à climat chaud. Il est fréquemment utilisé sur la côte méditerranéenne et aux îles Canaries. Il se caractérise par des feuilles vertes foncées, elliptiques, lisses et longues de 8 cm sur des tiges courtes et bien ramifiées. Cette plante survit à des environnements difficiles sans nourriture ni eau pendant longtemps, ce qui en fait une excellente plante d'alignement dans les pays chauds. La nouvelle pousse, produite toute l'année, est d'une couleur rose pâle à chartreuse, donnant à l'arbre un bel effet bicolore.

La superfamille Psylloidea comprend 8 familles, dont les Psyllidae et les Triozidae sont les plus importantes, chacun avec près de 70 genres et plus de 1000 espèces connues. Les Aphalaridae sont la troisième plus grande famille, avec près de 700 espèces connues dans près de 70 genres. Avec ses 80 espèces et 11 genres appartenant à trois sous-familles différentes, les Dynopsyllinae, Homotominae et Macrohomotominae, les Homotomidae sont des familles relativement petites et comprennent les Macrohomotominae et le genre *Macrohomotoma* Kuwayama qui contient actuellement quinze espèces (Ouvrard, 2016). Le principal représentant de cette sous-famille, *Macrohomotoma gladiata* (Kuwayama 1908) a été signalé pour la première fois en Europe continentale depuis l'Espagne sur *F. microcarpa* L.f. (Galindo, 2010). Le psylle est originaire des îles Ryukyu (Japon), de Sumatra, de Taiwan et d'Indonésie (Ouvrard, 2016). Récemment, il a été signalé en Inde par Hayat & Khan (2014). Puis il s'est propagé à travers quelques contrées notamment en Italie. Récemment, l'organisation nationale pour la protection des plantes (ONPV) a signalé qu'il a été observé pour la première fois dans le Îles Baléares, en particulier à Majorque (cinq foyers) et Ibiza. Il sera plus tard signalé dans la péninsule, sur le campus de l'Université d'Alicante, le 20 Juillet 2011, sur des arbres urbains de *F. microcarpa* L. f. = *F. nitida* Thunb. (Mifsud & Porcelli, 2012). Toujours l'ONPV mentionne qu'il est présent à Murcie et à Barcelone (deux foyers) (Sánchez, 2012). Mais son arrivée date de 2009 dans les régions de Carthagène, Murcie (Galindo, 2010) avant de se propager le

long de la côte méditerranéenne. *M. gladiata* a été également introduit pour la première fois en Europe notamment en Italie en 2012 dans le centre-ville de Naples à partir duquel il s'est propagé dangereusement dans de nombreuses localités de Sicile (Pedata et al. 2012) ou il est devenu un ravageur sérieux de *F. microcarpa*, l'un des arbres ornementaux les plus cultivés au sud de l'Europe. En Espagne les infestations sont très sévères si bien qu'ils ont contraint les services concernés à entreprendre des mesures de lutte draconiennes sur les Ficus ornementaux en utilisant des produits phytosanitaires. À Naples, l'infestation de *M. gladiata* est très restreinte, des colonies du psylle ont été détecté sans gravité dans de jeunes plantations très éloignées l'une de l'autre.

Lorsque les infestations sont faibles à modérées, l'arbre ne souffre pas, mais la croissance ralentit. Et lorsque l'infestation est forte, le ficus se déforme, ce qui est inesthétique d'autant plus qu'il s'agit d'un arbre urbain d'alignement. Cependant, il existe des dégâts indirects qui sont dus à une sécrétion abondante de cire blanche et d'excrétion de miellat qui attirent les fourmis entraînant ainsi des infestations secondaires d'homoptères notamment les cochenilles. Ces dernières faciliteront les surinfestations par thigmotaxie et causent aussi des désagréments pour l'homme à cause du miellat et de la cire (Mifsud & Porcelli, 2012). Pour tenter d'indiquer un remède possible aux infestations massives de *M. gladiata*, et compte tenu de la localisation urbaine des arbres, deux pesticides, une paraffine et une huile botanique, ont été testés. Les traitements ont considérablement réduit la population du psylle. L'huile végétale s'est avérée plus efficace que l'huile de paraffine pour réduire le nombre des deux premiers stades nymphaux, quel que soit leur position sur les pousses internes infestées.

Plusieurs prédateurs généralistes tels que les punaises (Rhynchota : Anthocoridae) et les chrysopes (Neuroptera : Chrysopidae) ont été observés en train de se nourrir des colonies de psylles. Parmi les parasitoïde un hyménoptère, encyrtidé qui a une préférence apparente pour les stades plus âgés du troisième aux cinquième stades nymphaux. L'introduction d'organismes exotiques, y compris d'insectes ravageurs, est un problème croissant dans le monde, en particulier dans les pays ayant un commerce international intensif. Dans les pays méditerranéens., les conditions environnementales sont favorables à de nombreuses espèces tropicales du fait des changements climatiques qui favorisent leur implantation dans les pays méditerranéens (Bella & Rapisarda, 2014). Ces dernières années, plusieurs espèces de Ficus telles que *F. retusa* ont été largement utilisés comme arbres ornementaux en milieu urbain dans plusieurs pays méditerranéens, principalement en raison de leur croissance rapide (Pedata et al. 2012). En Europe, les espèce

d'invertébrés exotiques envahissantes représentent l'un des plus grands groupes d'organismes qui sont introduits en Europe. Les arthropodes dominent et représentent près de 94% des invertébrés terrestres exotiques où les insectes constituent le plus important groupe taxonomique (Roques et al. 2009).

Le but de ce travail est d'obtenir des connaissances et un aperçu sur la répartition spatio temporelle des populations de *M. gladiata*, ravageur peu ou inconnu en Algérie en raison du manque d'information précises, caractéristiques et détaillées. Avons-nous jugé également utile d'identifier et étudier le complexe parasites / prédateur dans le but de connaître la synchronisation du complexe parasite/prédateur avec les différents stades de vie du ravageur au cours du temps pour pouvoir à l'avenir proposer le moment opportun d'un éventuelle traitement phytosanitaire et même pour faciliter le choix du prédateur ou du parasite sur lequel porteront les futurs travaux.

I. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES PSYLLOIDAE

Il est souvent difficile d'évaluer les caractères morphologiques communs sur lesquels on se base pour l'identification morphologique des psylles à cause de plusieurs phénomènes en raison du le polymorphisme et du degré d'homoplasie ainsi que l'effet de l'environnement sur les caractères morphologiques. En effet, le caractère ptérostigma peut être présent ou absent sur l'aile antérieure, il est considéré comme caractère instable chez quelques genres comme *Mastigimas*, *Gyropsylla* et *Mitrapsylla*, mais celui-ci peut également être un caractère important pour différencier le genre *Heteropsylla* du genre *Eucropsylla*. Par contre, le ptérosigma peut être absent chez la famille des *Triozidae*. Suite à ses difficultés, il serait utile de trouver des critères morphologiques stables qui aident et facilitent l'identification des psylles.

1. Description de l'adulte

1.1. Tête

➤ La tête peut être orthognathe, prognathe ou intermédiaire des deux, mais tend en général vers la première forme. Le vertex, qui forme le sommet de la tête, est une sclérite plus ou moins rectangulaire séparé des gena par une suture qui peut être plus ou moins développée ou absente. La forme générale du vertex peut être variable, transversale ou à peu près carrée. Son degré de courbure le long de l'axe longitudinal et transversal est variable, ce qui lui confère un caractère spécifique à la fois à l'espèce et au genre. Celui-ci peut être divisé dans sa moitié par une suture coronale si elle existe, qui de part et

d'autre contient une dépression centrale appelée fovéa discale. Cependant il peut y avoir d'autres caractères, fovéa, sutures, crêtes ou rainures, sculptures et chétotaxie variables. Le vertex porte des ocelles latéraux qui peuvent être soulevés sur des tubercules de taille et de formes variables, l'apex du vertex peut être aussi soulevé pour former des tubercules antéorbitaires de différentes forme et taille. La présence ou l'absence de ces tubercules est considéré comme un caractère taxonomique (Crawford (1914), Tuthill (1943), Vondracek (1957), Mutsuda (1970, 1976), Hodkinson & white (1979), white & Hodkinson (1982), Brown & Hodkinson (1988), Ossiannilsson (1992) et Ouvrard et al. 2002).

➤ Les yeux varient en taille par rapport à la tête, ils sont peu utilisés sur le plan taxonomique, par contre, leur position est importante en tant que caractère d'identification. L'occiput est situé sur l'œil qui est séparé du vertex par une suture nette et moins distincte des genae. Il varie considérablement par-dessus et apparaît rudimentaire ou large et rectangulaire. La sclérite post-occipitale, est généralement étroite, elle peut être développée chez quelques taxons (Ossiannilsson, 1992) (Figure 50).

➤ Le gena (ou joue) est la partie basale de la tête entre le vertex et l'occiput, divisant parfois le front au milieu. Les genae sont souvent gonflées et peuvent être développées, induisant des formations comme les cônes génaux dont la présence ou l'absence, la taille et la forme peuvent être un caractère important pour l'identification de quelques genres ou espèces (Ossiannilsson, 1992).

➤ Le front porte l'ocelle médiane, qui a de différente forme et taille, il peut être un peu plus large que les ocelles latéraux chez quelques genres (e.g. *Burckhardtia*), comme elle peut être plus large et triangulaire chez d'autres (e.g. *Hapalaphalara*). La forme du front est relativement stable, mais partiellement influencé par le degré d'expansion de la gena. Le toruli, ou la cavité antennaire, se trouve généralement dans la partie dorsale ou antéro-dorsale de la gena. Sa forme et sa taille sont caractéristiques à l'espèce, il est utilisé surtout pour définir les genres comme le cas de *Tuthillia*, *Trichohermes*, et *Rhynopsylla* (Figure 50).

➤ Les antennes, généralement composés de 10 segments, mais parfois, il y a moins chez quelques espèces du genre *Calophya*. Ils sont généralement filiformes avec un segment apical qui peut être développé dans certains genres (e.g. *Pseudophacopteron*) et une clava uniforme dans d'autres. Il se peut que tous les segments antennaires ou quelques-uns puissent avoir une forme très développée. La longueur relative des segments antennaires est variable, et elle peut être une caractéristique importante pour

l'identification, comme le cas du 7^{ème} et 8^{ème} segment antennaire qui sont les plus longs chez les Ciriacreminae et exceptionnellement le 3^{ème} segment chez les Calaphyinae. La sculpture antennaire est plutôt uniforme dans tous les Psylloidea, comprenant des crêtes irrégulières principalement transversales qui sont généralement plus développées dans les antennes larges. Lorsque la sculpture diffère de la forme habituelle, elle est généralement significative du genre *Syncoptozus*, où elle est considérée comme caractère déterminant. L'apex des antennes chez quelques espèces comprend des sensilles ou des Rhinaries de taille variable. A l'état primitive un seul rhunarium est présent aux apex des segments 4-9, et apparaissent comme un simple dôme. Chaque antenne porte deux soies apicales sur l'apex qui peuvent varier en longueur et en forme (Ossiannilsson, 1992) (Figure 50).

1.2. Thorax

Le thorax présente une variation morphologique remarquable sur la plupart des sclérites, bien que la forme globale soit assez stable. Les caractéristiques les plus utilisées dans la classification des psylles sont la forme générale et la structure du prothorax (Ossiannilsson, 1992 ; Hodkinson & White, 1979).

➤ Le pronotum peut-être petit ou relativement long et varie d'extrêmement déclive à plat. Il peut présenter des tubercules. Le propleurite peut être petit et quadrillé ou étroit et allongé. La taille relative des epimeron et episternum est variable, de même que l'orientation de la suture de séparation (Ossiannilsson, 1992 ; Hodkinson & White, 1979). (Figure 50).

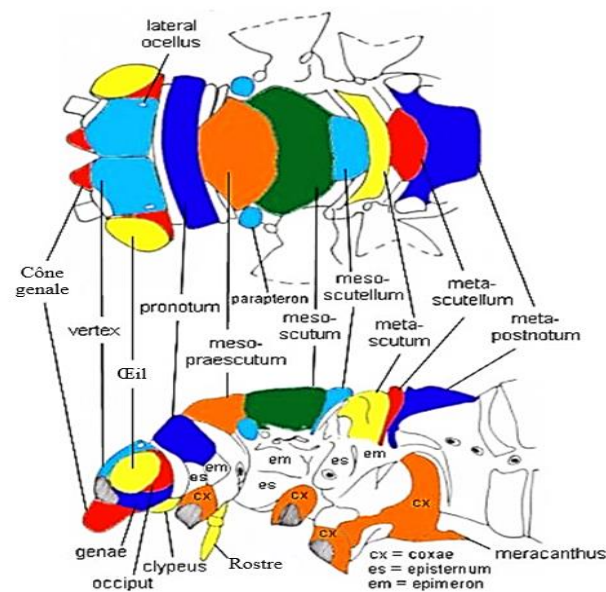
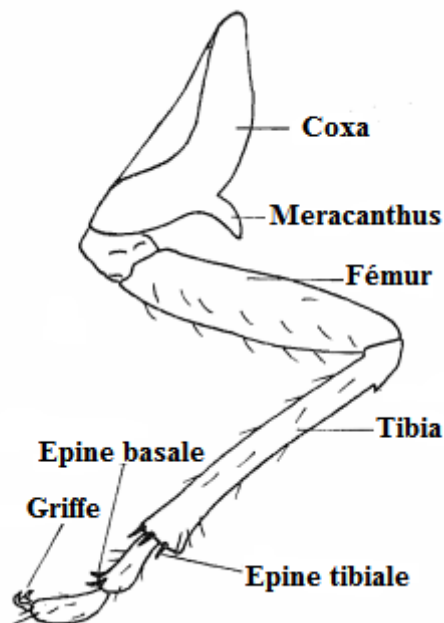


Figure 50. Schéma représentatif de la morphologie de la tête et du thorax des psylles (Ossiannilsson, 1992 modifié par Percy, 2020).

➤ Les pattes antérieures et médianes sont similaires dans la plupart des psylles et fournissent peu de caractères (Hodkinson & White, 1979). La patte postérieure est adaptée au saut, et possède un large coxa et divers éperons et épines (Figure 51). La Métacoxa varie en forme en particulier, dans la courbure de la marge postérieure, et peut être un caractère utile pour l'identification du genre *Pseudophacopteron*. La métacoxa porte le meracanthus, qui varie en taille, forme et position, il est absent chez les *Spondylaspidinae*. Les Meta-fémurs ont une structure plutôt uniforme et peuvent porter un groupe de soies robustes et apicales qui peuvent être des caractères spécifiques, comme chez les *Gyropsylla*. Le métatibia a souvent des épines dorsales qui constituent des caractères utiles. Dans de nombreux psylles, une seule épine est présente. Par contre, des multiples épines sont présentes et peuvent être différentes chez les *Triozidae*. Ils peuvent porter aussi un certain nombre d'éperons sensoriels apicaux noirs généralement épais à structure fine et variable. Chez certaines espèces, ces éperons sont nombreux, de taille uniforme et serrée pour former une couronne dont le nombre et la position sont des caractères importants dans la taxonomie supérieure des *Psylloidea*. Des éperons sensoriels supplémentaires similaires peuvent se trouver le long du tibia, fournissant d'autres caractères spécifiques utiles. Le metabasitarsus porte de 1 à 2 éperons sensoriels similaires. Ces derniers peuvent être absents (Ossiannilsson, 1992 ; Hodkinson & White, 1979).



➤ **Figure 51.** Pattes d'un psylloidea (Hodkinson & White, 1979).

➤ Les ailes antérieures ont une forme et une nervation variables et fournissent de nombreux caractères importants pour la taxonomie. Elles peuvent être longues et étroites,

larges et courtes, peuvent être aussi pointu à l'extrémité (chez la plupart des Triozidae), arrondies comme dans la plupart des Psylles, ou intermédiaires. Une suture costale est présente dans de nombreux taxons mais elle n'existe pas chez tous les Triozidae et chez certains Caridaridae et Homotomidae. La position relative de la rupture costale et de la rupture anale est variable et peut être un caractère significatif au niveau ou au-dessus du niveau générique. Le Pterostigma varie considérablement en forme, souvent absent ou si étroit qu'il semble absent. Une veine croisée peut être présente joignant les veines (spinules radulaires) (Figure 52). Les veines peuvent être fusionnées ou absentes. La membrane porte généralement des spinules, qui sont de minuscules extensions de la cuticule. Les spinules de surface peuvent apparaître sur la membrane et sont souvent répandues comme un motif de cellule de nid d'abeille. Les spinules radulaires sont plus grandes et plus robustes et sont confinées aux apex des cellules vers le sommet de l'aile, où elles forment des plaques bien définies. Dans des genres tels que Haplaphalara, les spinules de surfaces sont disposées selon un motif alvéolaire cellulaire. Les spinules radulaires sont généralement confinées dans une seule tache dans chaque cellule, mais dans les Pseudophacopteron, il y a généralement 2 taches dans certaines cellules. Elles peuvent fusionner progressivement avec la surface de la spinule, mais si les taches sont distinctes, elles peuvent être larges, longues ou étroites. Cette différence aide à différencier les Mitrapsylla des Eucropsylla. La membrane de l'aile antérieure est généralement fine, plate et membraneuse comme elle peut avoir un aspect plus épais, robuste ou convexe chez la plupart des psylles (Ossiannilsson, 1992 ; Hodkinson & White, 1979).

➤ Les ailes postérieures sont plus petites et plus courtes que les ailes antérieures. La longueur des ailes quelqu'elles soient, antérieure ou postérieure sont occasionnellement utilisées comme un caractère au niveau générale. Seulement les veines C et Sc ainsi les veines A1 et A2 sont distinctes. Les autres veines sont représentées par des nervures dans la membrane marquée par une rangée de spinules. Chez les Syncoptozus et d'autres Togeapsyllinae, la nervure anale est fortement modifiée et considérée comme caractère distinctif. La ramification basale de la veine R+M+CU1 peut être de 2 types : soit avec une veine M+CU1 proéminente ou avec une CU1 indistincte à la base et semblant se ramifier avant M et R. les soies costales dans la veine costale peuvent être groupées ou dispersées fournissant un caractère général qui semble être en corrélation avec les veines R+M+CU1 ramifiées. Les soies sont groupées lorsqu'une des veines suivantes est présente M+CU1 (Ossiannilsson, 1992 ; Hodkinson & White, 1979) (Figure 52).

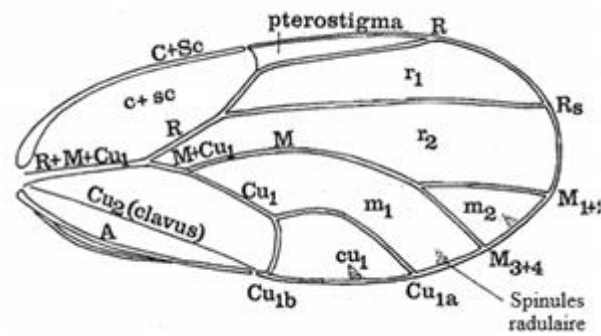


Figure 52. Détails de la nervation alaire (Hodkinson & White, 1979)

1.3. Abdomen

➤ L'abdomen est muni de sclérites abdominales qui sont variables en forme, en sculpture et en chétotaxie. Les soies sont généralement basales (deux soies basales chez les Triozidae), leur absence ou présence sur d'autres sclérites fournissent un faible caractère (Ossiannilsson, 1992 ; Hodkinson & White, 1979).

➤ Le genitalia mâle présente quelques caractéristiques générales ou spécifiques importantes. Le plateau sub-génital fournit quelques caractères autres que ses proportions et sa forme. Le proctiger peut être un simple cylindre, ou des lobes postérieurs plus ou moins développés. L'édéage possède généralement 2 segments (e.g. *Togepysyllinae*), ou 1 segment (e.g. *Stncoptozus*). Chez certains genres il peut avoir 3 segments. Le segment basal peut être long et étroit, court et large ou intermédiaire (genre *Calophya*). Quant au segment apical, dans son état primitif, il est long et étroit avec une petite tête et, un tube terminal sclérotinisé simple du canal éjaculatoire. Il varie dans de nombreux taxons. Le paramère peut être simple, de taille et de forme variable ou structurellement complexe avec une chétotaxie variable. La pompe à sperme, dans son état primitif à un large tube (Ossiannilsson, 1992 ; Hodkinson & White, 1979) (Figure 53).

➤ Le genitalia femelle fournit généralement moins de caractéristiques que celles du mâle. Chez les espèces étroitement apparentées, il est souvent similaire et parfois indiscernable. Leur forme est généralement subconique en vue latérale. Sa longueur, sa largeur et ses proportions relatives varient selon les taxons. Le proctiger et la plaque sous-

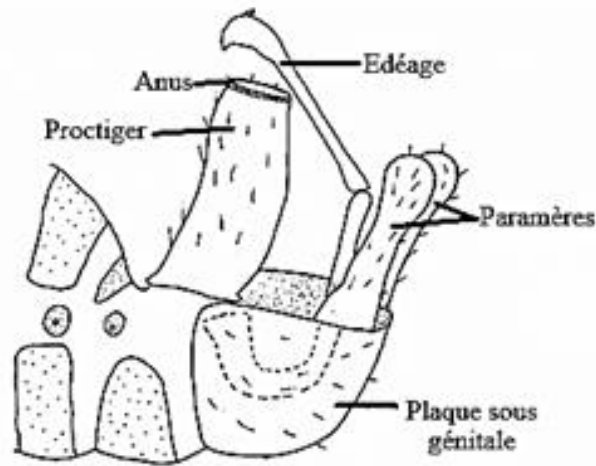


Figure 53. Vue latérale du génitalia mâle du psylle (Hodkinson & White, 1979).

générale peuvent présenter une variété de formes. L'extension apicale du proctiger est souvent plus étroite que le reste de la terminalia et comme le reste de l'apex de la plaque sous-générale, il (proctiger) peut porter des « champs » de soies denses, courtes et robustes. Il porte généralement un groupe de soies dorso-médianes qui se différencient par leur plus grande longueur et épaisseur. Ces soies peuvent être disposées transversalement ou longitudinalement et varient en longueur et nombre. Elles sont utiles pour séparer les *Euceropssylla* et les *Mitropsylla*. Les structures internes du terminalia de la femelle fournissent peu de caractères. Les valves latérales sont généralement arrondies à l'apex est parfois tronquées, alors que chez certaines espèces de *Callophylla* portent un tubercule dorso-apical. Par contre, chez les *Euphalerus* l'apex est doigté. La forme des valves dorsales dépend de la profondeur du génitalia qui n'est pas utilisé pour caractériser les espèces. En revanche, les valves ventrales sont aussi de forme variable (Ossiannilsson, 1992 ; Hodkinson & White, 1979) (Figure54)

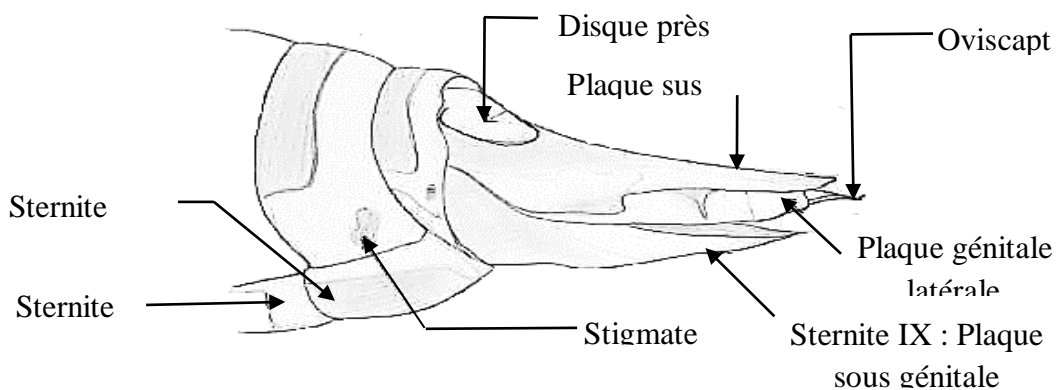


Figure 54. Extrémité abdominale de la femelle en vue latéral (Aramel, 2018).

Quant à L'anūs, il peut s'étendre jusqu'à la partie membraneuse du proctiger, il est circonscrit par un Anneau circum-anal de pores qui peuvent être en rangées simples ou doubles ou circulaires ou allongés. La forme de l'anneau peut être elliptique, circulaire, cruciforme, ou alambiquée (Ossiannilsson, 1992 ; Hodkinson & White, 1979).

2. Taxonomie des Psylloïdæ

L'ordre des Hémiptères est connu depuis l'ancien Permien (Kukalová-Peck, 1991), il est considéré comme le cinquième groupe le plus important après les coléoptères, Les diptères, les hyménoptères et les lépidoptères (Schuh & Slater, 1995 ; Grimaldi & Engel, 2005 ; Cameron et al. 2006). Les Psylloïdes communément appelés psylles, sont des petits insectes ayant une taille qui varie entre 1 à 10 mm de longueur. Ils appartiennent au sub ordre des Sternorrhyncha avec les pucerons (Aphidoidea), les cochenilles (Coccoidea) et les aleurodes (Aleyrodoidea) (Martin & Webb, 1999). Ils comprennent un nombre important de ravageurs parmi les plus redoutables aux plantes agricoles et horticoles. Les psylles peuvent être confondus avec les cicadelles (Auchenorrhyncha) qui se caractérisent par des tarsi à deux segments, des antennes multi segmentées et des ailes à nervation simple (Burckhardt, 1994 ; Martin & Webb, 1999).

La classification traditionnelle des Psylloidea est exclusivement basée sur la morphologie des adultes. Celle-ci s'est avérée inadéquate et artificielle plus particulièrement avec les nouvelles découvertes des latitudes tropicales et tempérées du Sud, et l'étude des caractères larvaires, (White & Hodkinson, 1985 ; Hollis & Broomfield, 1989). Selon la classification phylogénétique, la super-famille des Psyllidea contient 8 familles : Carsidaridae, Calophyidae, Homotomidae, Liviidae, Phacopteronidae, Psyllidae (y compris Aphalaridae et Spondylaspididae) et les Triozidae (Burckhardt & Ouvrard, 2012), dont les Calophyidae, Phacopteronidae, Carsidaridae et les Homotomidae sont des petites familles, principalement tropicales avec des gammes d'hôtes limitées. 3800 espèces environ sont décrites dans le monde entier (Burckhardt et al. 2014), dont la plupart appartiennent à la famille des Psyllidae (Burckhardt & Ouvrard, 2012). Ces derniers se localisant principalement dans les régions tropicales et les régions tempérées du sud. Seules 382 espèces ont été recensées jusqu'à présent en Europe (Tremblay, 1965 ; Burckhardt & Hodkinson, 1986 ; Burckhardt 1994 ; Jerinić Prodanović & Spasić, 2003 ; Jerinić-Prodanović, 2006 ; Burckhardt, 2010 ; Laska, 2011 ; Ouvrard & Burckhardt, 2012) (Figure 55).

La famille des Homotomidae est une des familles les moins diversifiées, elle contient 76 espèces se répartissant en 11 genres, qui sont associées à la famille des plantes des

Moracea et spécialement au genre *Ficus* (Hollis & Broomfield, 1989 ; Hollis, 2004). Le psylle *M. gladiata* est actuellement classé dans la famille des Homotomidae. En Europe, elle est représentée par une seule espèce *Homotoma ficus* comme ravageur de *F. carica* L (Burckhardt, 2011). Les psylles sont un groupe peu diversifié qui comprennent 80 espèces réparties en 11 genres connus dans le monde entier. Ce sont des ravageurs de la famille des moracées spécifiquement du genre *Ficus* (Hollis & Broomfield, 1989 ; Hollis, 2004 ; Yang et al. 2009) dont le genre *Macrohomotoma* renferme 15 espèces appelées poux des plantes, qui sont toutes associées aux *Ficus* et autres *Moraceae* (Hollis & Broomfield, 1989) (Figure 55).

2.1. Classification phylogénique des Psylloidea

Kuwayama (1908) a introduit le nom de *Macrohomotoma gladiatum*, suggérant que le genre était neutre. D'autres chercheurs Hollis & Broomfield, (1989) ne l'ont pas suivi et ils l'ont utilisé comme un nom féminin jusqu'à ce que Li (2011) le traite à nouveau comme un nom neutre. Le suffixe "toma" est dérivé du nom grec τομή = to cut, qui est féminin et latinisé avec le suffixe -a selon l'article 30.1.3 du code de la Commission internationale de nomenclature zoologique (ICZN). Ainsi, les homotomes et les macrohomotomes sont des noms féminins correspondant à l'usage actuel (Hollis & Broomfield, 1989 in Pedata et al. 2012). Le genre *Macrohomotoma* renferme 15 espèces appelées poux des plantes, qui sont toutes associées aux *Ficus* et autres *Moraceae* (Hollis & Broomfield, 1989) et qui se localisent en Inde et en Australie. *M. gladiata* a été connu sous le nom de *M. gladiatum* (Kuwayama, 1908) que Yang en 1984 lui a attribué son nom actuel (Ouvrard, 2020). Toujours, Yang & Li (1984) ont signalé que *M. sinica* est une synonymie de *M. gladiata* (Li, 2011 ; Martin & Lau, 2011).

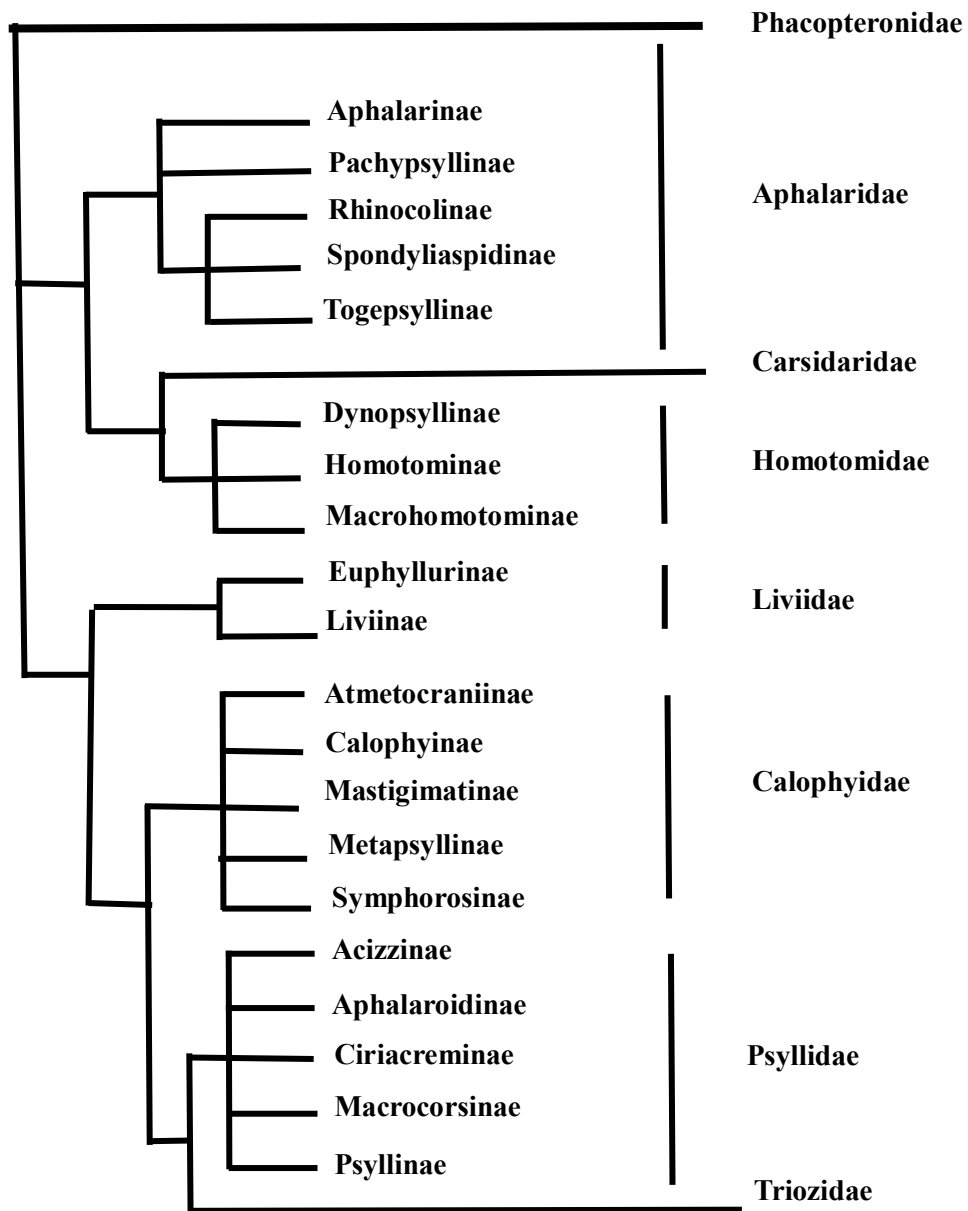


Figure 55. Classification phylogénique des Psylloidea
(Burckhardt & Ouvrard, 2012).

2.2. Arbe taxonomique *M. gladiata*

Règne : Animalia

Phylum : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Hemiptera

Sous-ordre : Sternorrhyncha

Famille : Homotomidae (Heslop-Harrison, 1958).

Sous-Famille : Macrohomotominae (White & Hodkinson, 1985)

Genre : Macrohomotoma (Kuwayama, 1908).

Espèce : *Macrohomotoma gladiata* (Kuwayama, 1908).

3. Quelques aspects biologiques des psylles

3.1. Cycle biologique

Les psylles ont un cycle de vie qui est synchronisé avec la phénologie de leur plante hôte, et bien adaptés aux conditions climatiques locales (Hodkinson, 2009). Le développement des psyllidae est commun, ils passent par un œuf et cinq stades nymphaux avant de devenir adultes. À l'exception de *Psylla myrtilli*, qui est supposée être parthénogénétique (Linnavuori, 1951 ; Lauterer, 1963), alors que les psylles sont considérés comme des insectes strictement bisexuels. Le sexe hétérogamétique étant le sexe masculin (Bhattacharya, 1972 ; Hodkinson, 1984) tandis que les organes sexuels externes apparaissent pendant la période post-embryonnaire et se développent continuellement au cours des stades nymphaux (Zucht, 1972). Au cinquième stade larvaire, les nymphes mâles et femelles sont morphologiquement distinctes (Hodkinson, 1973). La maturation des œufs peut survenir rapidement, tandis que la ponte peut commencer rapidement dans les cinq jours qui suivent l'émergence des adultes (Bruts et Fischer, 1967). L'éclosion des œufs au printemps se produit plus ou moins au moment du débourrement, entre autre, les nymphes se déplacent vers le nouveau feuillage (Przybylski, 1970). Cependant, les femelles qui hibernent retardent probablement le développement des œufs jusqu'au printemps.

De nombreuses espèces tropicales et tempérées du Sud sont polyvoltines avec des générations qui se chevauchent. Les espèces tempérées du nord ont tendance à être univoltines ou bivoltines. Dans des conditions climatiques particulièrement défavorables, tout le cycle de vie peut être étendu sur deux ans. Sous les conditions tropicales, les générations se succèdent tout au long de l'année, mais avec des taux de croissance

contrôlés par les facteurs climatiques et les conditions des plantes-hôtes (Atwal et al. 1970 ; Pande, 1972). Les psylles développent des mécanismes qui leur permettent de survivre durant la période hivernale où la plante-hôte est dormante, en effet, ils peuvent hiverner à n'importe quel stade de développement (Vondracek, 1957). La diapause hivernale a lieu sous forme d'oeuf généralement sur les bourgeons dormants de la plante-hôte (*Psylla mali*), tandis que les larves hivernantes vivent sous les écailles (*Psylla ambigua*), dans les aisselles des feuilles (*Strophingia* spp.) ou sur les rosaces souterraines des stolons de plantes pluriannuelles (*Craspedolepta* spp.). Très peu d'espèces de psylles hivernent sous forme d'adultes, ils migrent souvent en automne pour se réfugier dans des plantes refuge, en particulier des conifères, et retournent vers leur véritable plante-hôte pour s'accoupler et pondre au printemps, généralement avant le débourrement (Schaefer, 1949). Chez *Psylla pyri*, une basse température et une longue durée de photopériodisme provoquent l'hivernation des individus à l'état adulte sur leur plante-hôte (Thanh-Xuan, 1972), ces individus sont morphologiquement distincts des adultes générés en été (Bonnemaison & Misonnier, 1956).

Par ailleurs *M. gladiata* développe cinq stades nymphaux, c'est le cas de la plupart des psylles dont les nymphes sont aplaties et moins actives que les adultes. Cette espèce se développe en colonie sur de nouvelles pousses, recouvertes du miellat et d'une sécrétion blanche cireuse. Ces sécrétions se trouvent sous deux formes compactes, l'une en flacons irréguliers, sous lesquels les jeunes larves se développent et se protègent, l'autre forme est en flacons libres, qui sont largement produites par les stades les plus mobiles et donc les plus développés. Les œufs sont pondus en amas de 10 à 20 œufs à la fois sur les jeunes feuilles des bourgeons et des rameaux (Pedata et al. 2012). Selon Laborda et al. (2014), la majorité des œufs sont localisés sous les stipules des nouveaux bourgeons non infestés et parfois quelques-uns ont été trouvés sur les nouveaux pouces des rameaux infestés. Les stades immatures (larves et nymphes) ont été observés sur les rameaux de février à juillet 2013, enveloppés dans une sécrétion cireuse et du miellat dans laquelle ils se protègent et se développent. Selon Pedata et al. (2012), tous les stades larvaires se trouvent en même temps, ce qui suggère que le développement est continu avec des générations qui se chevauchent. Une fois les nymphes matures, elles quittent leurs colonies et se déplacent en groupe, pour s'installer sur la face inférieure des feuilles ou les jeunes adultes vont émerger.

Chez plusieurs espèces de psylles, l'accouplement est simple, le mâle agressif s'approche latéralement de la femelle passive, fait tourner son abdomen et saisit les valves

de la femelle avec ses paramères avant d'insérer l'édéage (Cook, 1963 ; Hodkinson, 1971). Cependant, chez *Cardiaspina densitexta*, il existe un comportement pré copulatoire bien défini dans lequel les mâles tentent à plusieurs reprises de s'accoupler, mais les femelles les repoussent (Whites, 1970a). La plupart des copulations d'espèces ne durent pas plus de 30 minutes (White, 1970b ; Hodkinson, 1971 ; Pande, 1971), bien que parfois elles puissent aller jusqu'à quatre heures (Burts & Fischer, 1967). Chez *Psylla pyricola*, la femelle doit s'accoupler à plusieurs reprises pour produire des œufs à sa pleine capacité. Cependant, chaque mâle est capable de féconder quatre femelles. De nombreux psylles strident (Campbell, 1964 ; Heslop-Harrison, 1960), probablement pour attirer l'autre sexe, en particulier à faible densité (White, 1970b).

3.2. Fécondité

La fécondité est le nombre de descendants produit par une femelle (mère) au cours d'une année. On suppose qu'une fécondité est maximale, quand il n'y a aucune mortalité et aucun chevauchement des générations. La fécondité des femelles des psylles dépend de la densité. Elle diminue avec l'augmentation de celle-ci (Thank-Xuan, 1973). En revanche d'après Watmough (1968) ni le surpeuplement des nymphes ni encore des femelles, avant la ponte, n'a un effet significatif sur la fécondité, bien que la surpopulation des nymphes produit des adultes légèrement plus petits. Chez *Arytaina spp.* le nombre d'œufs pondus par femelle semble être lié à la quantité de prédation que subissent les œufs d'une espèce (Watmough, 1968). La fertilité des œufs des femelles entièrement fécondées de *P. pyricola* peut être de 100 % pour une grande partie de la période de ponte des œufs, mais elle diminue à 75% vers la fin (Burts & Fischer, 1967). La capacité d'augmentation de la densité de la population dépend beaucoup plus de la durée de génération et de la fécondité des femelles. Chez les espèces de psylles à générations continues telle que *Cardiaspina albitextura*, l'attrait des feuilles pour la ponte est grandement influencé par les dommages causés au feuillage par la génération antécédente.

4. Quelques aspects écologiques des psylles

4.1. Origine et Distribution

Le genre *Machrohomonotoma* (Crawford) est distribué de l'Inde à l'Australie (Hollis & Broomfield, 1989). Le psylle *M. gladiata* est une espèce d'origine Asiatique, il a été reporté en Chine, Taiwan, Japon (île Ryūkyū) et à Hong Kong (Kuwayama, 1908 ; Miyatake, 1965 ; Hollis & Broomfield, 1989). En 2009, il a été introduit en Europe pour la 1^{ère} fois en Espagne (île Baléares) et en Espagne continentale (Alicante, Murcie, Barcelone et en Andalousie), (Mifsud & Porcelli, 2012 ; Sánchez, 2012, Olmo García &

Nieto López, 2009 ; Galindo, 2010). Il a été signalé dans les îles canaries (Cruz, 2013), éventuellement introduit en Italie (Naples) (Pedata et al. 2012), en Cécile (Bella & Rapisarda, 2014), en France (Cote d’azur) (Roberti et al. 2015), en China (Li, 2011), en Inde (Hayat & Khan 2014), aux USA (Californie, Hawaii) (Rung, 2016, Burckhardt et al. 2018) et dernièrement à Monténégro (Radonjić & Hrnčić, 2017) et en Algérie (Mostaganem) (Genaoui & Ouvrard, 2016), (Figure 56).

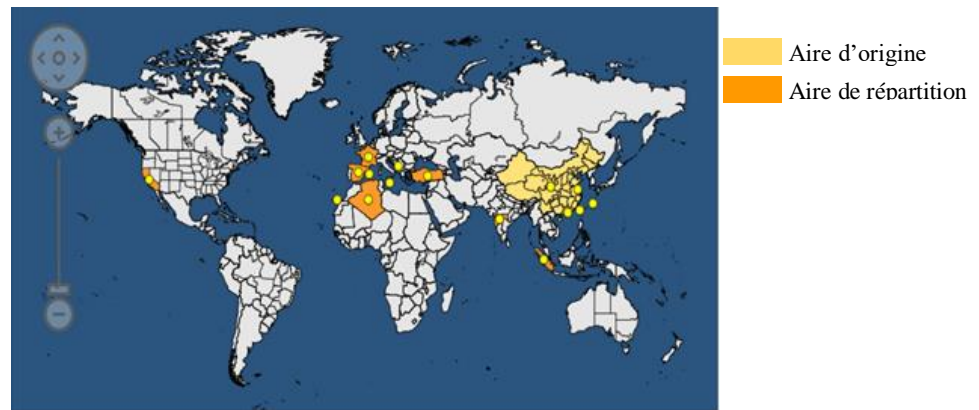


Figure 56. Distribution géographique de *M. gladiata* dans le monde (EPPO, 2020).

4.2. Comportement des stades immatures

Les œufs sont allongés avec un pédicelle basal qui est inséré dans le tissu végétal de la plante hôte, permettant l’échange de nourriture, ce qui est essentiel pour leur développement (White, 1968). Selon l’espèce, les œufs sont pondus sur les nouveaux bourgeons, dans les crevasses de l’écorce ou sur les feuilles où ils peuvent produire des déformations en forme de fosse sur le limbe de la feuille (Watmough, 1968). Le développement larvaire passe par cinq stades qui sont plus ou moins fortement aplatis en partie dorso-ventrale (Catling, 1971).

Les stades larvaires y compris les nymphes sont sensibles à la dessiccation (déshydratation, dessèchement), particulièrement quand les températures sont élevées, ce qui contribue de façon importante au contrôle des populations (Catling & Annecke, 1968 ; Atwal et al. 1970 ; Green & Catling, 1971). Cette sensibilité s’accroît pour les larves au moment de la mue lorsque la capacité de rétention d’eau est réduite (Hodkinson, 1973), que l’on reconnaît par l’aplatissement dorso-ventral des larves, ce qui donne un ratio surface/volume élevé et donc un potentiel élevé de perte d’eau. Chez *Cardiaspina densitexta*, les nymphes ainsi que les premiers stades larvaires sont contrôlés par la photopériode : une combinaison de la fréquence du claire-obscurité et de température

matinale précoce. Les nymphes émergent juste après l'aube et ont donc le temps de se fixer et de commencer à se nourrir avant d'être exposées aux effets d'une température élevée et une faible humidité (White, 1968b). Les nymphes produisent une couverture protectrice ou bien forment un nid de miellat ou de cire (Russell, 1971 ; White, 1971). Certaines espèces comme *Trioza flecheri* vivent dans le tissu mésophyllien de la plante-hôte (Bindra & Varma, 1969), bien que d'autres espèces vivent dans les feuilles enroulées humides (Thanh-Xuan, 1970).

Parmi les formes de vie libre, la sécrétion de la cire paraît liée au degré de dessèchement vécu par la nymphe, les psylles vivent dans des conditions protégées comme sous les aisselles des feuilles et produisent une petite quantité de cire (e.g., *Aphalara* spp.). Les espèces tempérées vivent sur les tiges et produisent beaucoup de fils de cire flocculant exp : *Psylla floccosa* (Patch, 1909) tandis que sous certaines formes tropicales à vie libre, comme *Swezeyana* sp, la nymphe est entièrement recouverte d'un maillage caractéristique de filaments de cire (Tuthill, 1966).

4.3. Dissémination

La capacité des psylles adultes de voler sur de grandes distances est très limitée (Clarck, 1962). Cependant, certains psylles se dispersent sur de longues distances par des courants d'air. La dispersion à grande distance (jusqu'à 13 km) est plus apparente chez les espèces tempérées du nord qui se dispersent en automne à la recherche de plantes abris sur lesquelles passent l'hiver (Hodkinson, 1972) ; cette dispersion est favorisée par le vent sur de courtes distances (jusqu'à 200 m), elle est courante chez plusieurs espèces de psylle (Clarck, 1962 ; Rasmy & MacPhee, 1970).

4.4. Sélection et effet de la plante hôte

Le mécanisme de sélection de la plante hôte adopté par les psylles adultes n'est pas encore connue, mais l'innervation des stylets mandibulaires suggère qu'elle est probablement chimio-gustative (Forbes, 1972). Plusieurs expériences du choix alimentaire des adultes de *T. erytrae* montrent qu'ils sont capables de faire le choix entre les feuilles de différentes plantes, par contre, les expériences olfactométriques, montrent que les adultes n'ont pas répondu aux stimuli des différents extraits de feuilles (Maran, 1968). Les sites d'alimentation dans la plante sont généralement caractéristiques de l'espèce, et limités à des parties de croissance active de l'hôte, telles que de nouvelles feuilles ou rameaux, parfois des fleurs ou exceptionnellement des racines. Il est significatif que la plante-hôte choisie ne soit pas nécessairement la plus favorable au développement des nymphes (Maran, 1968).

Lorsqu'on parle d'une plante hôte spécifique pour un insecte, il faut faire une distinction entre les nymphes et les adultes. Ces derniers sont plus diversifiés dans leurs habitudes alimentaires et semblent se nourrir d'espèces végétales impropres au développement nymphal le cas des adultes de *Paratrioza cockereli* qui sont enregistrés dans 54 espèces de plantes et de 12 familles, mais les nymphes ont été observé seulement sur les *Solanaceae* (Pletsch, 1947). Une plante-hôte est donc définie comme une espèce végétale sur laquelle les psylles sont capables d'achever leur développement. Plus que la majorité des Psylloidea sont monophages ou oligophages de point de vue nourriture des larves (la plante-hôte). Les psylles sont généralement strictement spécifiques à l'hôte particulièrement au cours de leur développement (Gegechkori, 1968. Burckhardt 1994 ; Burckhardt et al. 2014), ils sont principalement associés à des plantes dicotylédones (Ossiannilsson, 1992). Quelques familles de plantes sont fréquemment enregistrées parmi les hôtes des psylloïdes tels que ; les Fabaceae, Asteraceae, Myrtaceae or Chenopodiaceae. Alors que d'autres sont rarement fréquentées (Rubiaceae) (Burckhardt & Couturier, 1988). Plusieurs tribus, sous-familles ou familles sont restreintes à des hôtes phylogénétiquement proches, par exemple les Homotomidae se développent exclusivement sur le genre *Ficus* (Burckhardt & Ouvrard, 2012).

L'effet de la plante hôte sur le développement du psylle peut se manifester de deux façons : différence de développement entre les espèces sur la même plante hôte et, différence de développement au sein d'une gamme d'espèces de plantes hôtes. Certains hôtes peuvent être plus favorables que d'autres (Pande, 1972). Sur une seule espèce de plante-hôte, le développement du psylle favorable est lié directement à la qualité de la plante disponible. Hodkinson (1973) découvre chez *Strophingia ericae* que seulement 20% de la sève du phloème est assimilable par l'espèce et le miellat sécrété est quasiment pure en glucides. La sève n'est pas une source alimentaire hautement nutritive et les changements de sa qualité, en particulier les changements dans la concentration des acides aminés, devraient rapidement affecter le développement des psylles (Catling, 1969 ; White, 1969).

5. Dégâts et plantes hôtes

Le psylle *M. gladiata* s'attaque principalement au *F. microcarpa* L.f. [= *retusa* (L.) nitida Thunb.] synonyme de *F. retusa* var. *retusa* ; (Urticales, Moraceae) selon Hodkinson (1986), Hollis & Broomfield (1989), Yang et al. (2009), Li (2011), Martin & Lau (2011), Mifsud & Porcelli (2012), Bella & Rapisarda (2014), Rung (2016), Radonjić & Hrnčić (2018), Crawford (1928), Hodkinson (1983), Yang (1984), Hodkinson (1986),

Yang et al. (2009), Li (2011), Pedata et al. (2012). Comme il peut s'attaquer au *F. cuspidatocaudata* Hayata = *F. benjamina* L. (Urticales, Moraceae) selon Li (2011). Il est également signalé sur *F. benghalensis* L. (Urticales, Moraceae) selon Li (2011), Hollis & Broomfield (1989) et sur *F. religiosa* L. (Urticales, Moraceae) selon Hayat & Khan (2014) mais ces deux derniers hôtes sont probablement douteux et même erronés.

La description des dégâts causés par le psylle *M. gladiata* sur ficus se basé sur les observations des auteurs suivants : Misfud & Porcelli (2012) ; Pedata et al. (2012) ; Roberti et al. (2015) ; Sánchez (2012) ; Bella & Rapisarda (2014) ; Laborda et al. (2015) ; Rung (2016) ; Radonjić & Hrnčić (2017). Dans le cas d'une faible infestation à modéré, les arbres du ficus ne semblent pas subir des dégâts ou dommages remarquables. La croissance de l'arbre ralentira et entre temps la croissance des nouveaux bourgeons remplacera ceux qui sont infestés. A une forte infestation, le ficus se déforme complètement et perd son intérêt esthétique pour les plantes d'alignement urbain. L'infestation de *M. gladiata* est facilement détectable par la grande quantité de sécrétions blanches cireuses produites par les nymphes autour des extrémités de rameaux, ce qui donne au ficus une apparence d'amas de coton. Il est également facile de voir les feuilles enroulées au bout des nouvelles branches contenant un grand nombre de nymphes. Les pousses sont déformées, noircies (installation de la fumagine), les feuilles et les fruits se collent les unes aux autres et, finalement, les pousses se dessèchent et meurent, ce qui les rend moins attrayantes.

L'alimentation de la plupart des espèces ne provoque pas des sévères dégâts tout en se nourrissant au dépens des plantes. La prise de nourriture par les adultes ne cause pas, non plus, des dégâts importants sur la plante hôte, ce sont les stades nymphaux qui provoquent généralement des sévères ravages en s'alimentant sur l'hôte. Plusieurs espèces sont connues pour former des galles sur leurs hôtes aux stades larvaires. Celles-ci vont, selon les espèces, de simples déformations irrégulières du limbe de la feuille à des galles sphériques fermées hautement spécialisées (Hodkinson, 1984). Les dégâts visibles sur la plante hôte varient de la nécrose des tissus végétaux ou une malformation du tissu méristématique à de fortes formations de galles des feuilles et des tiges qui sont attribuées à une toxémie systémique causée par une injection salivaire provoquant ainsi la dégradation des tissus par la libération d'acides aminés solubles. Eyer, (1937) et White (1970) suggèrent qu'il s'agit d'un mécanisme par lequel les Psyllidés améliorent leur source de nourriture (Figure 57).

Au-delà des dommages directs, les psylles injectent de la salive qui peut contenir des phytotoxines (Martinez & Wallace, 1967). Certaines espèces sont vectrices de maladies virales, bactériennes et mycoplasmiques sur les plantes cultivées. Ils représentent une menace potentielle telle que *Cacopsylla pyri* (Linnaeus) sur Poirier, *C. melanoneura* (Foerster) et *C. picta* (Foerster) sur Pommier, *C. pruni* (Scopoli) sur prunier qui ont été signalés comme vecteurs du phytoplasme (Frisinghelli et al. 2000 ; Carraro et al. 2001 ; Tedeschi et al. 2005) tandis que *Diaphorina citri*, *Bactericera trigonica*, *Trioza apicalis* ont été signalés en tant que vecteurs de liberibacter (Munyaneza et al. 2010 ; Alfaro-Fernández et al. 2012 ; Ouvrard & Burckhardt, 2012). Le mécanisme exact de la transmission n'est pas encore connu (Chen et al. 1973).



Figure 57. Dégâts de psylle *M. gladiata* sur *F. retusa*

6. Moyens de lutte

6.1. Lutte chimique

Selon Mifsud & Porcelli (2012), l'application d'un pesticide approprié par injection préventive sur les arbres infestés peut être une méthode de contrôle et de prévention du fait que les juvéniles sont protégés dans des feuilles enroulées et la sécrétion cireuse. Laborda et al. (2015) ont montré l'efficacité des huiles essentielles de plantes sur les jeunes stades (L₁, L₂) du psylle alors que l'huile de paraffine est plus efficace sur les stades les plus âgés (L₄, L₅).

Jiménez-Alagarda et al. (2014) ont appliqué la méthode d'endothérapie par injection d'insecticide directement sur le tronc, dans le tissu du xylème, pour atteindre des parties éloignées, comme les racines et le feuillage. Cette stratégie est possible pour réduire davantage les problèmes environnementaux liés au traitement des arbres urbains. Elle

pourrait consister à appliquer des insecticides systémiques sur le sol ou par injections dans le tronc. Cependant, outre l'efficacité des molécules à utiliser dans les traitements chimiques, la présence d'ennemis naturels (parasitoïdes, prédateurs) doit être prise en compte pour réduire les effets négatifs sur ces précieux alliés, dont l'activité, en particulier sur le deuxième stade larvaire du psylle contribue fortement à la réduction de population du ravageur (Laborda et al. 2015).

6.2. Lutte biologique

Plusieurs Hyménoptères encyrtidés ont été utilisés avec succès en lutte biologique contre le psylle. *Prionomitus mitratus* (Dalman, 1820) (Hymenoptera) est considéré comme un élément important dans la lutte biologique. Il a été introduit d'Europe au Canada (Colombie-Britannique) et aux États-Unis (Californie) pour lutter contre *Cacopsylla pyricola*, sur lequel il a montré une efficacité partielle (Noyes & Hanson, 1996). Entre 1965 et 1968, *Trechnites insidiosus* (Crawford) (anciennement *T. psyllae* (Ruschka)) a été introduit plusieurs fois en Europe et en Californie pour lutter contre *C. pyricola* sur le poirier (Guerrieri & Noyes, 2009).

Deux espèces du genre *Psyllaephagus*, des endoparasitoïdes primaires des stades nymphaux des psylles (Noyes & Hanson 1996), ont été utilisées en lutte biologique : il s'agit de *P. yaseeni* (Noyes) qui a été introduit dans de nombreux pays, de Hawaï au sous-continent indien, pour contrôler *Heteropsylla cubana* Crawford. Ce dernier s'attaque à *Leucaena leucocephala* (Fabaceae) (Noyes & Hanson 1996). *P. pilosus* (Noyes) quant à lui, a été introduit d'Australie en Californie (États-Unis) et au Pays de Galles (Royaume-Uni) pour lutter contre *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell) (Hemiptera : Psyllidae) sur l'*Eucalyptus* spp. Plusieurs autres *Psyllaephagus* sont connues comme parasitoïdes

Selon Pedata et al. (2012) Plusieurs prédateurs tels que les punaises (Anthocoridae) et les chrysopes (Chrysopidae) se nourrissant des colonies de psylles. Ces prédateurs sont bien connus pour se nourrir à la fois d'espèces phytophages indigènes et introduits. Mifsud & Porcelli (2012) ont suggéré l'utilisation de la punaise *A. nemaoralis* comme agent prédateur qui peut aider pour le biocontrôle du psylle. Sanchez (2012) et Laborda et al. (2015) ont signalé l'observation de la punaise *A. nemoralis* qui se nourrit des jeunes larves de *M. gladiata*. Quant à Pedata et al. (2012), ils pensent que ce n'est pas possible de développer un programme de lutte biologique contre ce psylle car il n'y a aucun ennemi naturel spécifique connu.

Les prédateurs ne sont pas spécifiques aux psylles et se nourrissent de façon opportuniste (Catling, 1970). Cependant *Anthocoris sarothamni* prédateur d'*Arytaina* sp.

en Bretagne se nourrit sélectivement de psylles. Lorsque *Anthocoris sarothamni* se nourrit préférentiellement de psylles au lieu de pucerons, sa fécondité et sa longévité augmentent (Anderson, 1962 ; Dempster, 1963). Les populations de prédateurs sont généralement mal synchronisées et lentes à réagir aux changements faits dans les populations de psylles (Catling, 1970). Cependant, certaines conditions ont permis d'obtenir un certain degré de contrôle naturel du déprédateur (Westigard et al. 1968). Les prédateurs hémiptères notamment les Anthocoridae ainsi que les coléoptères Coccinellidae ne sont pas spécifiques aux psylles. De plus ils sont mal synchronisés avec le ravageur ce qui les rendait moins adaptés pour un programme de lutte (Bruts & Fischer, 1967).

6.3. Parasitoïdes

On connaît peu sur la relation parasite-psylle. En effet, les parasitoïdes des psylles ont fait l'objet de peu de recherches. Cependant plusieurs auteurs dont Jensen (1957), Conci et al. (1995), Noyes & Hanson (1996), Guerrieri & Noyes (2009), Percy et al. (2012), Noyes (2017) et Ouvrard (2018) ont établi une liste des parasitoïdes des psylles. On sait qu'ils se font attaquer par un grand nombre d'invertébrés, de vertébrés et de champignons (Fulmek, 1958), et plus efficacement par les hyménoptères parasites notamment les Encyrtidae et les Eulophidae ou autres. Les Encyrtidae sont surtout connus en tant qu'endoparasitoïdes des cochenilles, mais on en trouve 11 genres d'endoparasites et d'hyperparasitoïdes des psylles (Noyes, 2018). La majorité des parasitoïdes des psylles s'attaquent aux stades nymphaux, tels que les Hyménoptères de la famille des Aphelinidae, Eulophidae, Eurytomidae, Encyrtidae, Eupelmidae, Pteromalidae, Signiphoridae, Torymidae, Cynipidae, Braconidae, Ceraphronidae et Platygasteridae (Jensen, 1957 ; Guerrieri & Noyes, 2009). *P. mitratus* (Hymenoptera : Encyrtidae) a été signalé comme parasite des nymphes (à partir du L₃) de *M. gladiata* (Laborda et al. 2015). *P. punensis* (Hayat & Khan) a été identifié en Inde se développant aux dépens de *M. gladiata* sur *F. religiosa* (Hayat & Khan, 2014). Plusieurs autres *Psyllaephagus* sont connues comme parasitoïdes naturels : *P. bliteus* (Riek) sur *Glycaspis brimblecombei* (Moore), *P. blastopsyllae* (Tamesse et al.) sur *Blastopsylla occidentalis* (Taylor), ravageurs de l'eucalyptus (Berry 2007 ; Tamesse et al. 2014) et *P. euphyllurae* (Masi) sur *Euphyllura olivina* (Costa), un ravageur de l'olive. *P. Sectiliclava* (Hoffer) parasite les adultes (Dobreaanu & Manolache, 1962 ; Gagne & Bennett, 1993 ; Noyes & Hanson, 1996).

Les parasitoïdes primaires du psylle appartiennent aux genres *Aphycus*, *Caldencyrtus* (Noyes & Hanson, 1996), *Cercobelus* (Walker), *Diaphorencyrtus* (Hayat),

Microterys (Thomson), Prionomitus (Mayr), Psyllaephagus (Ashmead), Sectiliclava (Hoffer) et Trechnites (Thomson), tandis que les parasitoïdes secondaires ou hyperparasitoïdes sont des genres Cheiloneurus (Westwood) et Syrphophagus (Ashmead) (Guerrieri & Noyes 2009) comme des parasitoïdes primaires, et parfois occasionnellement des parasitoïdes secondaires. Cependant, Herard (1986) et Zuparko (2015) ont noté que certaines espèces du genre Syrphophagus sont considérés comme des parasitoïdes primaires, et parfois occasionnellement des parasitoïdes secondaires. Les parasitoïdes des œufs du psylle n'ont pas encore été signalés (Percy et al. 2012).

Les Diptères Cecidomyiidae et Syrphidae et autres parasitent des larves ou des adultes en synchronisation avec la phénologie de l'hôte, régulent souvent d'une manière efficace la population de psylloïdés. Quelques cas sont connus comme des parasites des adultes, tels que *Endopsylla* sp.

II. FLUCTUATIONS SPATIO-TEMPORELLES, PARASITISME ET PREDATION NATURELS DES POPULATIONS DE *MACROHOMOTOMA GLADIATA* (KUWAYAMA)

1. Matériel et Méthodes

1.1. Objectif

Notre travail porte sur l'étude bio écologique de *M. gladiata*, un ravageur inféodé au *Ficus retusa*, arbre d'alignement par excellence, provoquant des dégâts importants en détruisant l'aspect ornementale ou esthétique de l'arbre.

1.2. Echantillonnage et prélèvement

Les échantillons ont été collectés dans deux sites d'étude : Hassen Badi et Bab Ezzouar où il a été prélevé quatre jeunes et anciens rameaux de 20cm comprenant des bourgeons et des feuilles, sur 10 arbres choisis aléatoirement selon les 4 points cardinaux, soit 4*16*10 anciens rameaux et 4*16*10 jeunes rameaux. Les échantillons sont mis dans des sachets en matière plastique sur lesquels il est mentionné toutes les indications nécessaires, à savoir le numéro de l'arbre, l'orientation, le site et la date de récolte. L'échantillonnage a été réalisé sur trois années consécutives de janvier 2017 à décembre 2019 pour les deux sites de Hassen Badi et Bab Ezzouar.

Les observations des échantillons ont été faites en laboratoire sous une loupe binoculaire. Le comptage des espèces a été effectué en tenant compte du stade de développement (œufs, larves ou adultes) et de leurs états physiologiques (vivant, mort ou parasité) ainsi que de leurs emplacements, c'est dire sur feuille ou bourgeon. Les

parasitoïdes et prédateurs associés aux psylles ont été dénombrés tout au long de la période d'échantillonnage. Tous les spécimens recensés ont été conservés dans des tubes à essai contenant de l'alcool à 70%, sur lesquels il est mentionné toutes les indications nécessaires, à savoir le numéro de l'arbre, l'orientation, le site et la date de récolte.

1.3. Séparation des stades larvaires parasités

Étant donné que le parasite est un encyrtide endoparasite et que les jaunes larves du psylle sont de petite taille, il est difficile de différencier à l'œil nu et même sous une loupe les larves parasitées de celles qui ne le sont pas. De plus, on ne connaît le stade larvaire à partir duquel le psylle peut être parasité. Pour cette raison, nous avons adopté une méthode qui consiste à vider la graisse contenue dans les larves pour les rendre plus translucides en leur faisant subir des bains successifs avec une solution éclaircissante à base d'eau de javel, et de KOH, sur une plaque chauffante à température modérée. Les larves nettoyées et débarrassées de leurs impuretés ont été examinées sous une loupe binoculaire.

1.4. Etude morphologique

1.4.1. Identification

L'étude morphologique et l'identification du psylle a été faite sur la base de supports scientifiques en particulier des checklists et des clés disponibles de psylliadae et en ayant utilisé les ouvrages de Ossiannilsson (1992) ; White & Hodkinson (1985) ; Mifsud & Porcelli (2012) ; Pedata et al. (2012) ; Sanchez (2012) ; Bella & Apisarda (2014) ; Galan et al. (2014) ; Jiménez-Alagarda et al. (2014) ; Labrda et al. (2014) ; Roberti et al. (2016) ; Rang (2016) ; Radonjić & Hrnčić (2017).

1.4.2. Dissection et Montage du Génitalia

On coupe l'extrémité abdominale à partir du 8^{ème} sternite pour ne pas abimer le génitalia que l'on met dans un bécher contenant de la potasse à 5 % sur une source de chaleur pendant quelques minutes pour dissoudre les graisses. Ensuite on fait subir à la préparation des bains successifs dans un verre de montre contenant de l'eau distillée pendant 10 minutes pour éliminer les traces de potasse. Les génitalia subit un dernier bain dans de l'alcool à 70° afin d'éliminer les traces d'eau avant d'être mis entre lame et lamelle. Le montage du genitalia se fait dans une goutte de liquide de Faure que l'on fait passer sur une source de chaleur pour éliminer les bulles d'air. L'observation, la reproduction ou la prise de photos sont faits à l'aide d'un microscope optique au grossissement 20 ou 40 selon l'organe. On refait la même chose pour les adultes sur

lesquels on prélève les antennes, les pattes et les ailes avant d'être étalés étalés entre lame et lamelle.

1.5. Tri et Identification du parasite *P. punensis*.

Les échantillons sont triés selon le stades larvaires du psylle. Les larves de 4^{ème} stade et les nymphes momifiées sont séparées des larves saines et sont transférées dans des boites de pétri afin de permettre au parasite de se développer dans le but de le récupérer par la suite. Il est difficile de distinguer les larves parasitées lorsqu'elles sont jeunes. L'identification du parasite a été effectuée après montage des adultes sur la base de l'utilisation de publications disponibles de plusieurs auteurs (Prinsloo, 1981 ; Zhang & Huang, 2004 ; Tamesse et al. (2014) ; Hayat & Khan ; (2014) ; Hayat et al. 2014).

1.6. Taux d'émergence de *P. punensis*.

Au laboratoire, sous des conditions ambiantes, les larves momifiées sont introduits dans des boites de Petri que l'on surveille quotidiennement jusqu'à l'émergence de l'endoparasite. Le taux d'émergence est calculé en prenant en considération le nombre d'adultes émergé sur le nombre total de larves momifiées que l'on multiplie par 100.

1.7. Taux de parasitisme

Le parasitisme total a été évalué en récoltant et en observant quatre bourgeons pour arbre chaque décade pour les sites de Hacén Badi et de Bab Ezzouar pendant deux années 2017 et 2018. Pour évaluer le taux de parasitisme du *Psyllophagus*, on compte le nombre de psylle parasité sur le nombre total d'individus examinés (Margolis et al., 1982). Il s'exprime comme suit :

$$\text{Taux de parasitisme (P)} = \frac{\text{Nombre de psylles parasités (NPP)}}{\text{Nombre des psylles examinés (NPE)}} \times 100$$

1.8. Détermination de la Sex-ratio

La sex ratio est le rapport du nombre d'individus de sexe masculin sur ceux de sexe féminin au sein d'une espèce. Il est déterminé par le comptage des mâles et femelles adultes recensés lors du dénombrement des échantillons et ceux qui ont émergés à partir des momies lors de l'étude du taux d'émergence.

2. Résultats

2.1. Caractères d'identification des adultes des stades immatures

Pour faciliter l'identification du psylle *M. gladiata*, nous avons jugé utile de donner quelques représentations d'organes servant à la détermination de celui-ci. En effet, La femelle mesure 3,3 mm de longueur, de couleur variant de brun verdâtre à brun foncé jaunâtre. A l'émergence sa couleur devient verte. La tête avec les yeux sont aussi larges

que le thorax (1 mm de longueur), inclinée vers le bas. Le pronotum court est aussi long que large et assez arquée sur le dos (Figure 58 A et B).

Les ailes antérieures, brillantes comme du verre, sont plus longues que larges, pointue à leur extrémité, de taille variant de 3,5 à 3,7 mm. Le pterostigma muni d'une tache, est très grand et en forme d'œuf (Figure 58c). Sur la nervure cubitale il y existe une tache marron et après chaque section c'est-à-dire à l'extrémité postérieure se trouvent 3 taches marron appelées spinules radulaires (Figure 58 c). Pour ce qui est de l'appareil génital, nous avons utilisé les caractères mentionnés indiqués et sur sur la Figure 58D. Nous signalons que l'appareil génital de la femelle n'est pas important dans l'identification de l'espèce (Figure 58E)

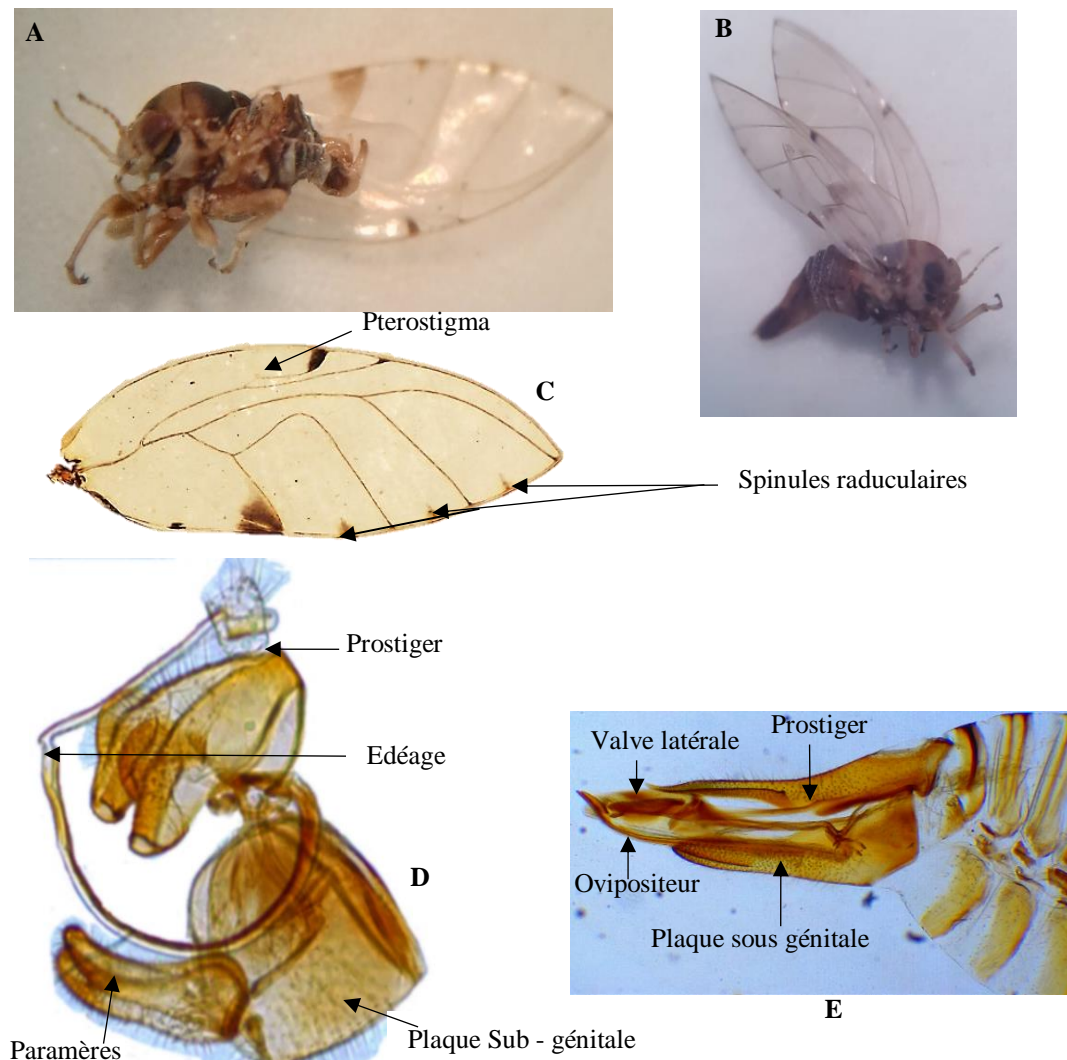


Figure 58. Caractères morphologiques d'identification *M. gladiata*

A : Adulte♂, B : Adulte♀, C : Ailes, D : Appareil génital ♂, E : Appareil génital♀

Les stades immatures et notamment les larves du premier stade (L_1) sont de couleur jaune translucide, le corps est formé d'une seule masse à la naissance avant de commencer à se transformer petit à petit. Les larves du deuxième stade (L_2) ont une coloration similaire à celle des L_1 avec une apparition des ébauches alaires et le développement du pygidium. Les larves du troisième stade larvaire (L_3) sont aussi de couleur jaune, les ébauches alaires sont plus marquées par rapport au stade précédent avec une coloration plus foncée qui tend vers le brun. Les larves du quatrième stade (L_4) présentent des ébauches alaires développées et visibles, les sclérites s'assombrissent et durcissent. A ce stade la larve prend une forme plus arrondie. La nymphe est plus longue que large avec un corps bien sclerotinisé de couleur vert avec des bandes marron sur le dos. Les ébauches alaires sont bien développées et prennent une couleur marron foncée (Figure 59).

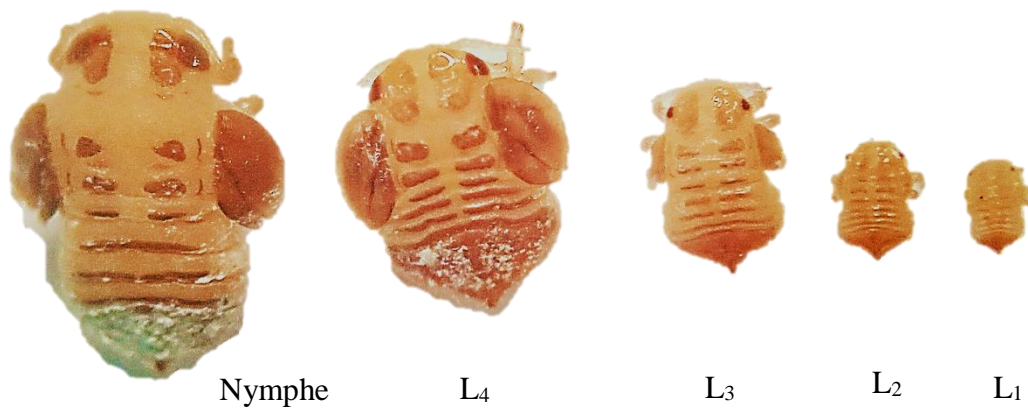


Figure 59. Différentiation des stades immatures de *M. gladiata*

2.2. Site Bab Ezzouar

2.2.1. Fluctuations mensuelles

2.2.1.1. Œufs

En 2017, les premiers œufs sont absents pendant quatre mois consécutifs c'est à dire de janvier à avril. Puis il y a apparition de deux pics l'un peu important ayant 324 œufs et l'autre bien représenté ayant 736 œufs en passant par 677 œufs en aout avant de chuter progressivement en novembre et décembre respectivement à 257 et 98 œufs. En 2018, la courbe se caractérise par l'existence de deux faibles pics, Le premier apparaît en avril portant 194 œufs, le second en juillet comprend 171 œufs et le troisième pic le plus important a lieu en novembre avec 620 œufs avant que ces derniers disparaissent à partir de janvier jusqu'à mars. En résumé, on note 3 périodes où les œufs sont absents de janvier à mars pour la 1^{ère} absence, juin pour la 2^{ème} et la 3^{ème} en aout et juillet. En 2019, il y a une forte présence d'œufs et les fluctuations se caractérisent par 3 pics comme dans les

cas précédents, les deux premiers sont de moindre importance dans la mesure où les œufs sont au nombre de 439 et 254 tandis que la 3^{ème} hausse a un nombre beaucoup plus élevé d'œufs (1347). En 2018 et 2019, les œufs apparaissent précocement par rapport à 2017. Le décalage est de presque un mois par rapport à 2017 (Figure 60).

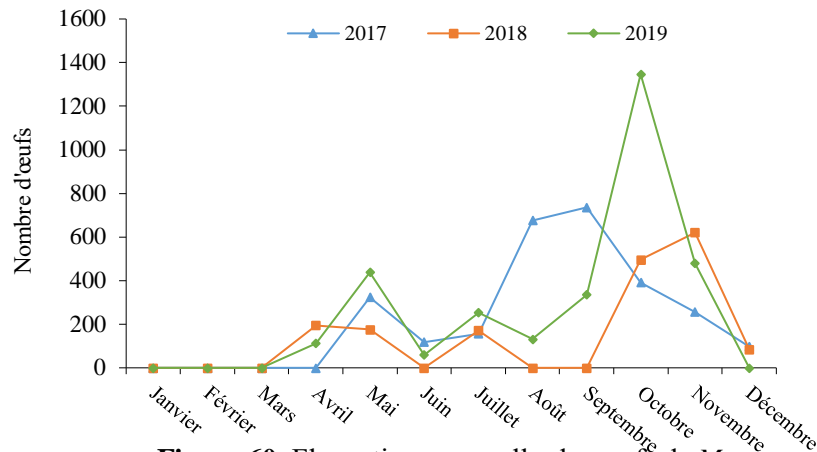


Figure 60. Fluctuation mensuelle des œufs de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

2.2.1.2. Œufs éclos

Les œufs éclos sont inexistant pendant la période de janvier en avril pour l'année 2017, soit 4 mois. Toujours au cours de la même, les deux premiers pics sont de moindre importance dans la mesure où le nombre d'œufs est très restreint de 72 et 118 œufs respectivement en mai et en août. Le 3^{ème} le plus important a lieu en octobre et comprend 276 œufs, ils déclinent à 64 œufs en décembre en passant par 168 œufs en novembre. Il faut signaler que les mois de juin et juillet peuvent être considérés comme dépourvus d'œufs même si le mois de juin en contient 12 que l'on peut considérer comme négligeable.

En 2018, Après une absence d'œufs de 3 mois consécutifs de janvier à mars, Ils apparaissent faiblement à partir d'avril (21) et mai (17), puis disparaissent en juin pour réapparaître en juillet (61) avant de disparaître une fois de plus en août et septembre à partir duquel les œufs augmentent à 280 avant de décliner en décembre à 76. Pendant l'année 2018, l'absence faible d'œufs, dure 5 mois. L'année 2019 se caractérise par une longue absence d'œufs qui dure 8 mois, mais elle en renferme plus par rapport à 2018. Comme dans les cas précédents, il existe 3 pics de moindre importance, l'un a lieu en mai et contient 148 œufs, et l'autre en août renferme 60 œufs alors que le troisième le plus important a lieu en octobre avec 486 œufs avant de chuter à 0 décembre en passant par 119 en novembre (Figure 61).

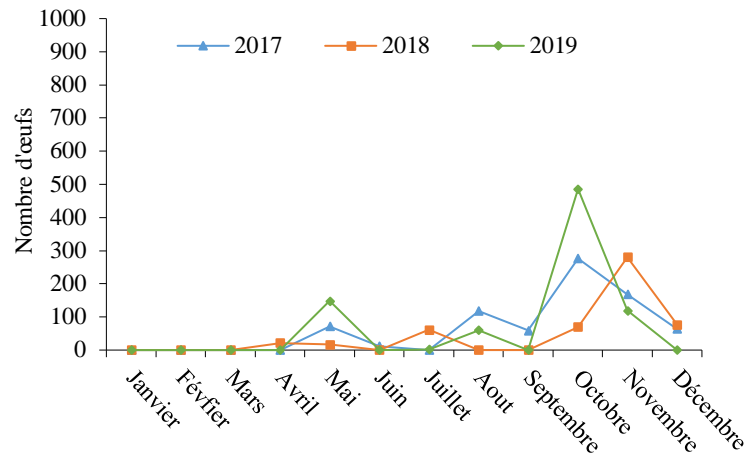


Figure 61. Fluctuation mensuelle des œufs éclos de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

2.2.1.3. Œufs non éclos

Les œufs non éclos, dont l'absence dure 4 mois consécutifs, de janvier à mars 2017 suivent la même configuration que celle des œufs éclos. Il existe un pic en mai qui est plus important par rapport aux œufs éclos et qui contient 252 œufs. Ce nombre régresse à 106 en juin, puis croît à 156 en juillet et à 559 en août pour constituer un autre pic ayant 677 avant de chuter brutalement à 34 en passant par 116 et 89 respectivement en octobre et en novembre 2017.

L'année 2018 se distingue par trois périodes d'absence d'œufs, la première s'étale de janvier à mars, soit trois mois, la deuxième en juin et la troisième dure deux mois, soit août et septembre à partir duquel le nombre d'œufs monte jusqu'à 426 en octobre, ce nombre reste important également en novembre (340) avant d'atteindre 8 œufs en décembre. Au préalable, il faut mentionner la présence de deux pics même s'ils sont peu importants, le premier a lieu en avril et comprend 173 œufs et le deuxième avec 110 œufs en juillet.

En 2019, on retrouve toujours les trois pics qui sont plus importants que dans les cas précédents de par le nombre d'œufs qu'ils contiennent. Le premier se produit en mai avec 291 et le deuxième en juillet avec 252. Ces deux pics sont séparés par une décroissance des œufs en juin où le nombre d'œufs atteint 60. Ce nombre d'œufs, après la hausse de juillet, chute à 71 en août à partir duquel on enregistre une autre progression de 336 avant d'atteindre un maximum de 861 œufs en octobre qui forme le troisième pic. A partir de ce dernier, la chute est brusque (zéro œuf) en décembre (Figure 62).

2.2.1.4. Larves (L_1)

En général, il existe deux pics inégalement pourvus en nombre d'individus aussi bien en 2017 qu'en 2018 et 2019, ce qui coïncide avec les périodes d'activité des larves : le premier pic, peu important, apparaît en mai pour la L_1 (154) tandis que le deuxième a lieu en septembre avec 827 individus. De janvier à juin 2017, la population des L_1 est peu importante en raison du peu d'individus qu'elle renferme alors qu'entre juillet à décembre la population est élevée du fait du nombre de larves qu'elle contient. En 2018, on remarque que la période allant de février à octobre, la population des larves varie de 3 à 129 L_1 , ce

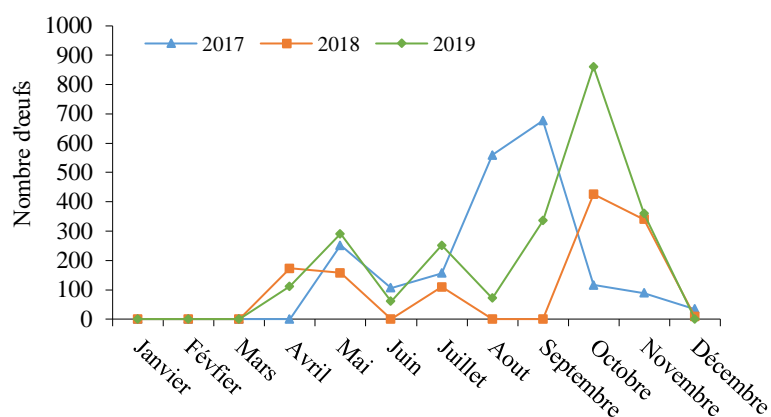


Figure 62. Fluctuation mensuelle des œufs non éclos de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

qui indique que celle-ci n'est pas importante. Par contre d'octobre à décembre, malgré la faiblesse des larves, on note, cependant, 396 en novembre et 203 en décembre. On remarque que la courbe en 2019 montre deux périodes : une période où les larves renferment peu d'individus, elle s'étale de janvier à juillet à partir duquel la population augmente de 20 à 389 larves du premier stade en novembre en passant par 158 en août, 277 en septembre et 373 en octobre (Figure 63).

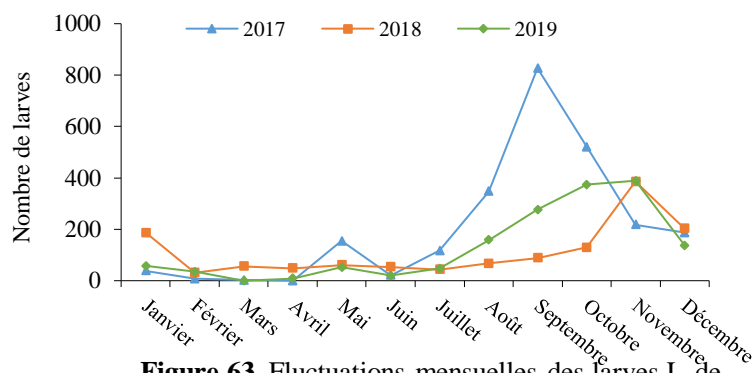


Figure 63. Fluctuations mensuelles des larves L_1 de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

2.2.1.5. Larve (L₂)

En 2017 la larve L₂ se distingue par une faible période d'activité du fait de leur faible population qui s'étale de janvier à juillet où l'effectif varie de 31 à 45. A partir de juillet une hausse remarquable s'est produite, celle-ci est de 2015 en août. Cette augmentation continue jusqu'à ce qu'elle atteigne 522 individus pour former un pic avant que l'effectif décroît en décembre (182) en passant par novembre (324 individus).

La larve (L₂) possède deux période d'activité en 2018 : l'une de janvier à mars où elle forme un premier pic de 365 individus et l'autre de juin à décembre avec un effectif culminant en ce dernier mois avec 331 individus. Entre les deux périodes, il y a une faible population malgré un effectif de 127 en mars et 123 individus en août.

Ce qui est remarquable en 2019, c'est l'importance de la population par rapport à 2017 et 2018. En effet, un premier pic renfermant 928 individus apparaît en janvier. Puis vient une période de moindre importance de mars (47L₂) à juin (17L₂). La troisième période comprend une population appréciable qui va en augmentant de 188 en juillet à 521 en novembre en dépit de la faible décreue en septembre (73L₂) (Figure 64).

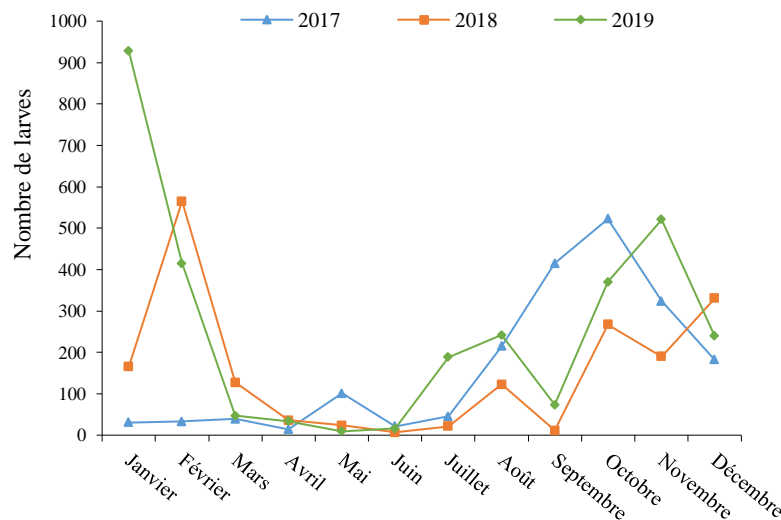


Figure 64. Fluctuation mensuelles des larves L₂ de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

2.2.1.6. Larve (L₃)

Les larves (L₃) marquent une présence permanente en 2017 avec une faible population dont la plus importante a lieu en août avec 191 individus. Si l'on fait exception des mois où l'effectif est supérieur à 100, notamment mars (149L₃), avril (159L₃), août (191L₃), septembre (124L₃), octobre (103L₃) et décembre (144L₃), Ce sont les mois de janvier et de février 2018 qui compte les effectifs sont les plus élevés 159 et 150 L₃. Le reste des

mois affiche des effectifs inférieurs à 100L₃, la population des larves L₃ évolue comme en 2017 avec de faibles effectifs. Contrairement à 2017 et 2018, la population possède des effectifs élevés en 2019. Ce sont toujours les mois de janvier et de février qui possèdent de forte population, 381 et 453 L₃, il y a également octobre et novembre qui comptent des effectifs respectifs de 261 et 249 L₃. Les mois ayant le nombre de larves le plus bas sont mai (74 L₃), juin (15 L₃) et septembre (59 L₃) (Figure 65).

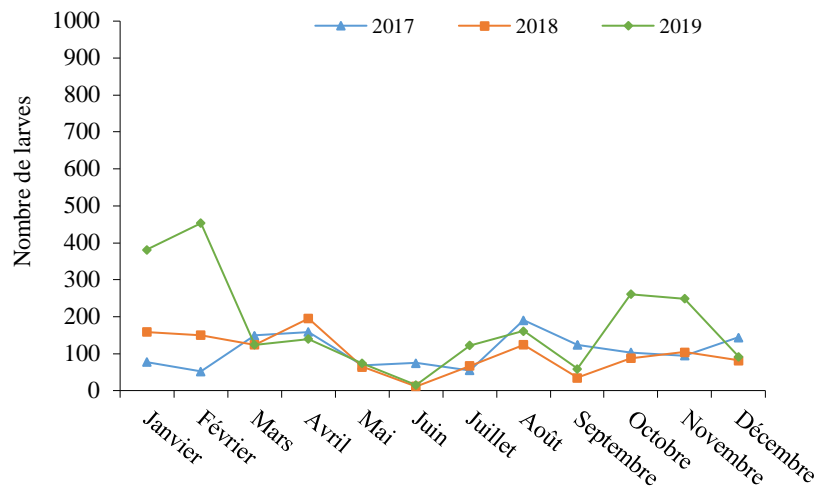


Figure 65. Fluctuations mensuelles des larves L₃ de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

2.2.1.7. Larve (L₄)

Comme dans les cas précédents, les larves L₄ en 2017, se distingue également par de faibles effectifs sauf pendant 5 mois où les populations sont plus ou moins appréciable : il s'agit de mars (128 L₄), avril (227 L₄), juillet (121 L₄), septembre (135 L₄) et décembre (172 L₄). Les plus faibles effectifs sont notés en janvier (8 L₄) et février (10 L₄).

De plus faibles effectifs en 2018, les larves du quatrième stade fluctuent des la même manière qu'en 2017, car leurs effectifs sont sensiblement identiques. En 2019, on constate que les hausses alternent avec les baisses des effectifs. De 403 en janvier, la larves L₄ baisse à 75 en mars, et de 363, la L₄ baisse à 10 en juin et ainsi de suite (Figure 66).

2.2.1.8. Nymphe

Les nymphes de *M. gladiata* sont présentes en deux périodes nettement distinctes : la première période se situe entre janvier et juillet tandis que la deuxième est comprise entre juillet et décembre 2017. Les nymphes sont actives au cours de toute l'année et elles apparaissent avec un premier pic en avril ayant une population maximale de 235

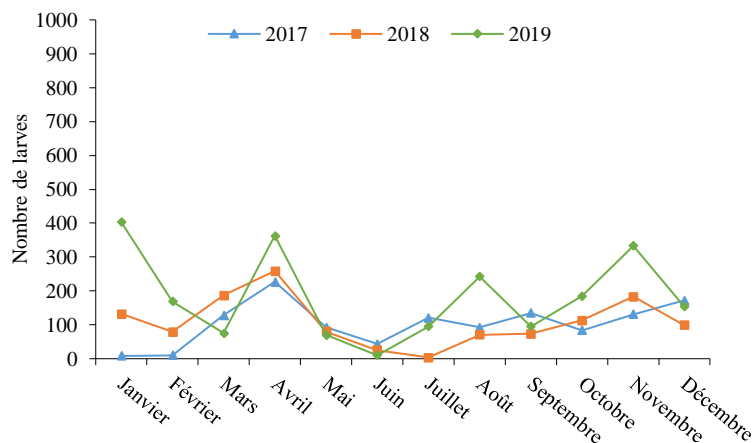


Figure 66. Fluctuation mensuelle des larves L_4 de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

individus. Ces nymphes sont en nombre plus ou moins important en particulier au cours des premiers mois de janvier, février et mars où il a été dénombré respectivement 145, 141 et 160. Leur déclinaison a lieu à partir de mai (132 individus) pour atteindre 70 individus en juillet avant d'amorcer une hausse à partir d'août (91) jusqu'au 2^{ème} pic où la population s'élève 255 nymphes. Elle a lieu en octobre 2017 (Figure 67).

En 2018, la courbe a sensiblement la même allure. Le premier pic comme en 2017 apparaît en avril avec 248 nymphes. Même en janvier, février et mars, les nymphes ont des effectifs acceptables qui sont respectivement de 174, 89 et 142 nymphes. Après une baisse à partir de mai (224), celle-ci continue jusqu'à juin, juillet et août avec respectivement 93, 72, et 63 individus. Puis l'effectif augmente pour former un deuxième pic de 254 nymphes en novembre 2018

En 2019, la courbe ne déroge pas à la règle quant à son allure. Cependant les deux périodes renferment de plus fortes populations comparativement à 2017 et 2018, celles-ci sont entrecoupées par une brève période comprenant peu de nymphes (5 individus). La

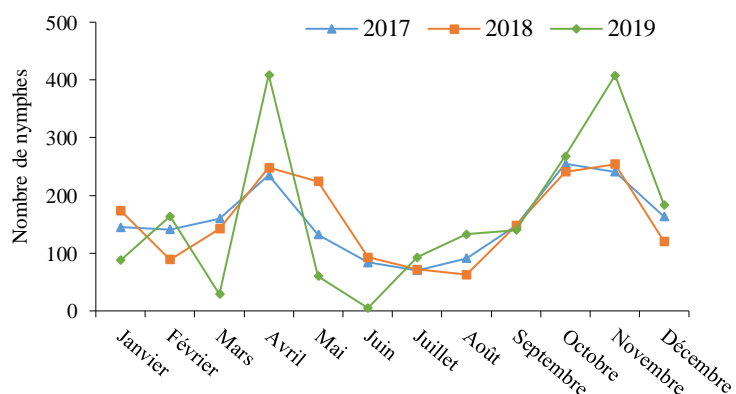


Figure 67. Fluctuation mensuelle des nymphes de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

première période s'étend de janvier à juin ponctuée par un pic de 409 adultes et la deuxième de juin à décembre ayant 408 individus (Figure 67).

2.2.1.9. Adultes

Il apparaît nettement deux pics : l'un s'observe en avril avec 248 adultes et l'autre avec 254. Les deux populations se distinguent par des effectifs sensiblement semblables. Les deux pics sont séparés par une période de faible importance qui renferme peu d'adultes : il s'agit de juin, juillet et août qui sont représentés respectivement par 93, 72, et 63 adultes. Il faut mettre en évidence l'année 2017 car elle se caractérise par la présence d'une forte population en comparaison avec celles de 2018 et de 2019.

En effet la période de janvier à août 2018, l'activité des adultes est très faible vu le peu d'individus que l'on a dénombré, les adultes oscillent entre 11 en janvier, 10 en août et 8 en juillet. Pour les autres mois le nombre est tellement faible puisqu'il est à peine de 4 individus en février, mars, mai et 3 individus en juin. Bien que les adultes soient en nombre peu élevé, la population croît à partir de septembre pour atteindre des populations maximales de 85 et 80 adultes avant de décroître à 35 en décembre 2018. Aussi faible qu'elle soit par rapport à la population 2017, celle de 2019 se compose de deux pics, l'un est observé en avril avec 96 adultes et l'autre en novembre avec 150 adultes. Cependant il est important de signaler que de janvier à juillet, les effectifs sont faibles même pour février où il a été enregistré 20 adultes. Pour le 2^{ème} pic, les effectifs ne sont pas également élevés dès lors que les populations mensuelles sont de 38 en octobre et 51 adultes en décembre. En résumé, chez les adultes, il existe deux périodes d'activité remarquables où la population forme deux pics distincts bien qu'il s'agit de populations à faibles effectifs d'adultes (Figure 68).

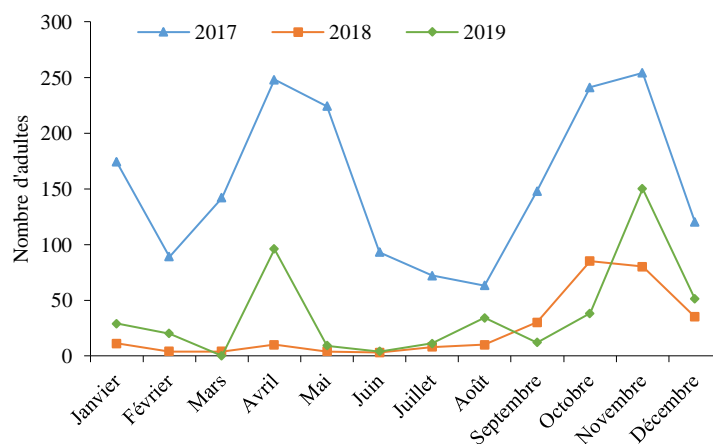


Figure 68. Fluctuation mensuelle des adultes de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

2.2.2. Variations saisonnières

2.2.2.1. Œufs

Les œufs sont peu nombreux, ils sont 98 œufs en hiver 2017. Ce nombre monte de 324 au printemps à 1385 en automne en passant par 951 en été. Comme en 2017, les œufs éclos et non éclos ont un faible effectif de 84 qui augmente au printemps à 369 avant de chuter à 171 en été tandis qu'en automne ce nombre se voit monter à 1116 œufs en 2018. En hiver 2019, nous n'avons dénombré aucun œuf, mais au printemps et en été, les œufs subissent une hausse de 551 et 445 avant de culminer en automne à 2162 œufs (Figure 69).

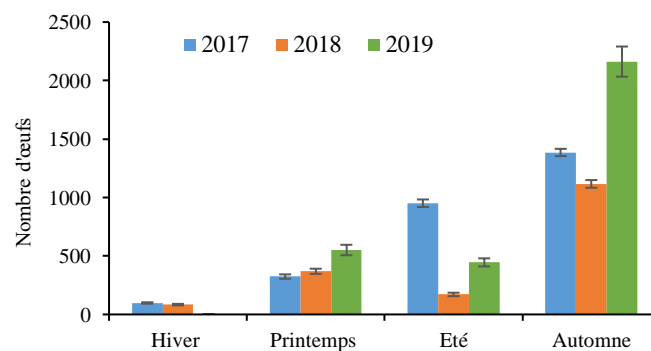


Figure 69. Variation saisonnière des œufs de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019

2.2.1.2. Œufs éclos

Les œufs éclos sont abondants principalement en automne sans pour autant omettre leur présence pendant les autres saisons. De peu nombreux en hiver 2017, ils augmentent au fur et à mesure au printemps si bien qu'ils atteignent 72 œufs. Cette augmentation continue en été (130 œufs) et en automne (503). L'année 2018 ne diffère pas beaucoup de 2017 même si le nombre d'œufs demeure peu importants en hiver (76), au printemps (38) et en été (61) y compris en automne où on compte sensiblement un nombre d'œufs de l'ordre de 350. L'automne 2019, continue d'être la saison la plus attrayante pour la ponte de *M. gladiata* avec un effectif avoisinant les 605 œufs soit presque le double par rapport à 2018 (Figure 70A).

2.2.1.3. Œufs non éclos

Les résultats de 2019 ne diffèrent pas de ceux de 2017 et 2018 quant à l'allure de la courbe sauf que les effectifs des œufs non éclos sont plus importants de point de vue nombre. Il faut signaler qu'en hiver, les œufs non éclos se caractérisent par leur faiblesse pour ne pas dire leur absence. En 2017 et 2018, on compte 34 et 8 œufs non éclos alors

qu'ils sont absents en 2019. Au printemps, ils augmentent de façon brusque puisque on a dénombré 821, et 383 notamment en été 2017 et 2019. Le nombre d'oeufs étant différents entre les trois années, il faut cependant mettre en exergue l'importance leur en automne 2019 dans la mesure où ils atteignent par ordre décroissant 1557 en 2019, puis 882 en 2017 et 766 en 2018 (Figure 70B)

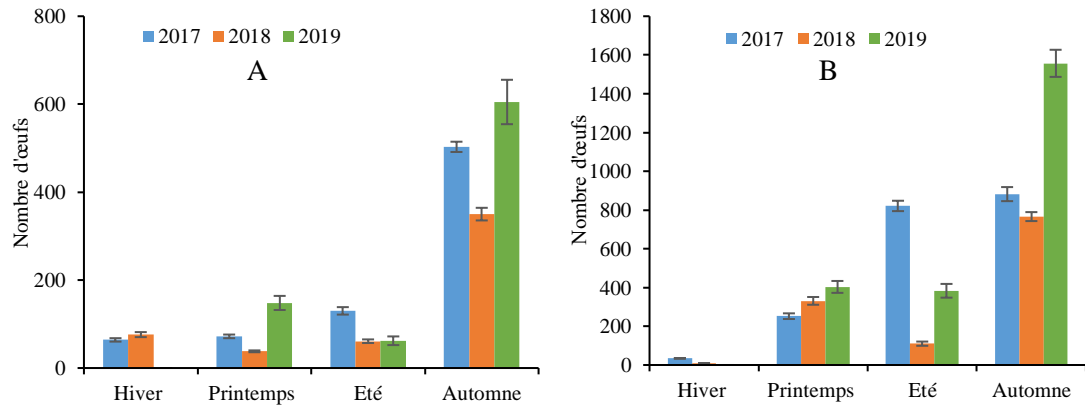


Figure 70. Variation saisonnière des œufs de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019

A : Œufs éclos

B : Œufs non éclos

2.2.1.4. Larve (L₁)

Toutes les larves sont fortement présentes en automne, quel que soit l'année et la saison. La L₁ se distingue par de faibles effectifs au printemps et en été alors que sa population est grandement abondante en automne où elle est de 1565 larves au cours de l'année 2017. De même, la larve L₁ est très peu représentée en automne 2018 (603 L₁) par rapport à 2017. De toute façon leur effectif s'affaiblit aussi bien au printemps (166 L₁) qu'en été (164 L₁). Malgré la présence de la L₁ au cours des 3 premières saisons, leurs effectifs demeurent plus ou moins moyens, mais, il n'en demeure pas moins que leur activité est plus intense en automne. Il faut mettre en évidence les effectifs des larves présentes en été 2017 et en hiver 2018 qui s'élèvent à 485 et 421. En 2019, c'est l'automne qui renferme l'effectif le plus important avec 1039 L₁. (Figure 71).

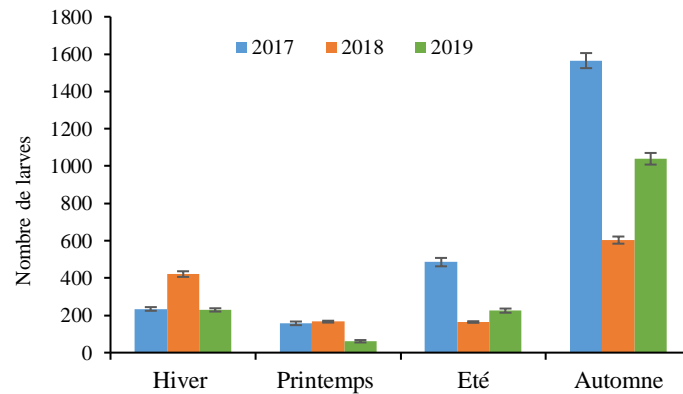


Figure 71. Variation saisonnière des larves L_1 de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

2.2.1.5. Larve (L_2)

La distribution des larves L_2 diffère de celle des L_1 qui sont abondantes en automne et présentes en faible population pendant les autres saisons. Au contraire, ce stade larvaire L_2 ont une répartition non seulement en automne mais également en hiver où on a dénombré des effectifs très importants notamment de 1061 L_2 en 2018 et de 1582 L_2 en 2019. Par contre au printemps, elles sont très mal représentées du fait que leur nombre ne dépasse pas 187 L_2 en 2018 et en 2019, il existe à peine 90 L_2 . De même, mis à part 2019 où on a noté 446 L_2 en été, les deux années restantes c'est-à-dire 2017 et 2018 contiennent peu d'individus (281 et 151 L_2). Après une présence en masse des L_2 en hiver 2018 et 2019, elles se retrouvent également en forte population en automne particulièrement en 2017 et 2019 où on a recensé 1261 et 964 individus. En 2018, leur présence est réduite en nombre (468 L_2) (Figure 72).

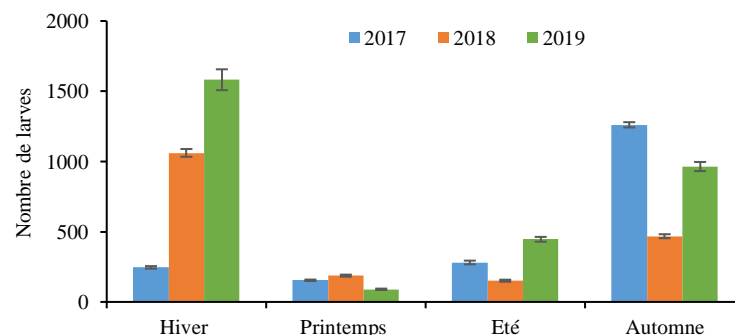


Figure 72. Variation saisonnière des larves L_2 de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

2.2.1.6. Larve (L₃)

La présence des larves L₃ est marquée par des populations que l'on peut qualifier de moyennes au cours des trois années même si en hiver 2017, et en automne 2019, on a relevé 926L₃ et 569L₃. On remarque que sur la courbe en 2017, les effectifs des L₃ sont sensiblement avoisinants quelque soit la saison. En effet, il existe en hiver 273, au printemps 377, en été 321 et en automne 322L₃. En 2018 les effectifs ne semblent pas différer en comparaison des précédents, ils tournent autour 200 et 400 au maximum (Figure 73).

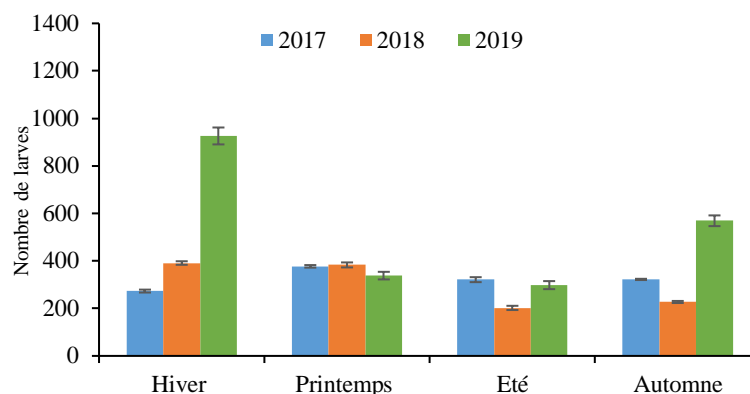


Figure 73. Variation saisonnière des larves L₃ de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

2.2.2.7. Larve (L₄)

Les L₄ sont présentes au cours de toutes les saisons avec des effectifs variables. En 2017, la L₄ possède des effectifs très réduits. En effet si leur nombre en hiver est de 190, ce nombre croît à 310 en 2018, puis à 726 en 2019. En printemps, l'effectif est sensiblement le même puisqu'il est de 447, 526 et 508 respectivement en 2017, 2018 et 2019. Les effectifs chutent légèrement en été 2018 pour réaugmenter en automne comme dans les cas précédents. Quelque soit la saison la L₄ se caractérise par sa présence au cours des 4 saisons avec des effectifs plus ou moins appréciables sauf peut être pour l'été où on a enregistré les plus bas effectifs (Figure 74).

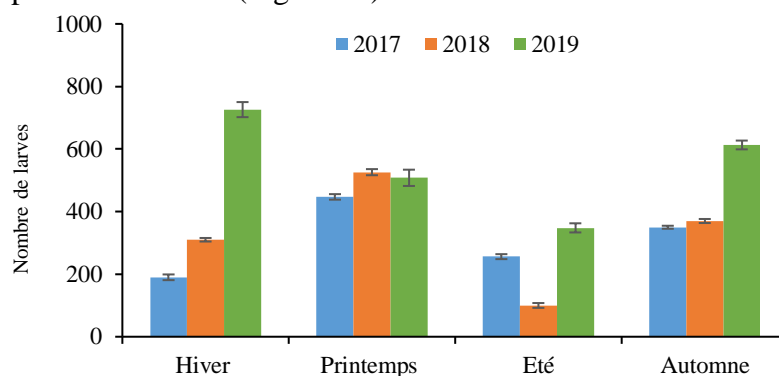


Figure 74. Variation saisonnière des larves L₄ de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

2.2.2.8. Nymphes et adultes

La population des nymphes est beaucoup plus forte que celle des adultes, elle est de 2105 en automne alors que celle des adultes, elle est de 1038, ce qui représente la moitié pour la même période. Cependant il est utile de préciser qu’aussi bien les nymphes que les adultes existent en hiver, au printemps et en été en grand et en particulier en hiver et au printemps où l’on compte 1639 et 1267 nymphes. Il est à remarquer que leur nombre diminue presque de moitié en été par rapport aux périodes précédentes (Figure 75A). Les adultes quant à eux ils sont présents pendant les 4 saisons mais leur existence est bien marquée en automne comme les stades immatures (Figure 75B).

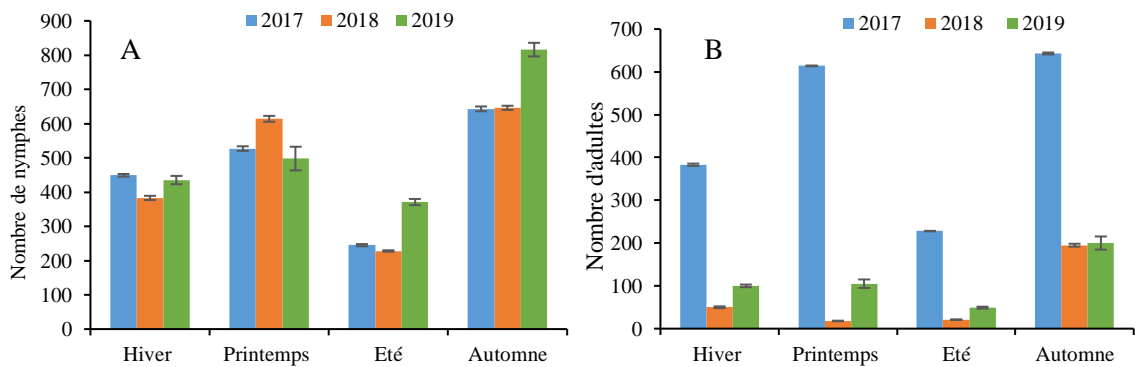


Figure 75. Variation saisonnière de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Bab Ezzouar en 2017, 2018 et 2019.

A : Nymphes, B : Adultes.

2.2.3. Taux de mortalité mensuelle

Ce sont les adultes qui représentent le taux de mortalité le plus élevé avec 40,1% et 31,1 % respectivement en 2017 et 2018 alors qu’en 2019, les L₁ ont le taux de mortalité le plus important de 22,6 %. En 2018, ce taux diminue à 16,62 avant d’atteindre 4,96%

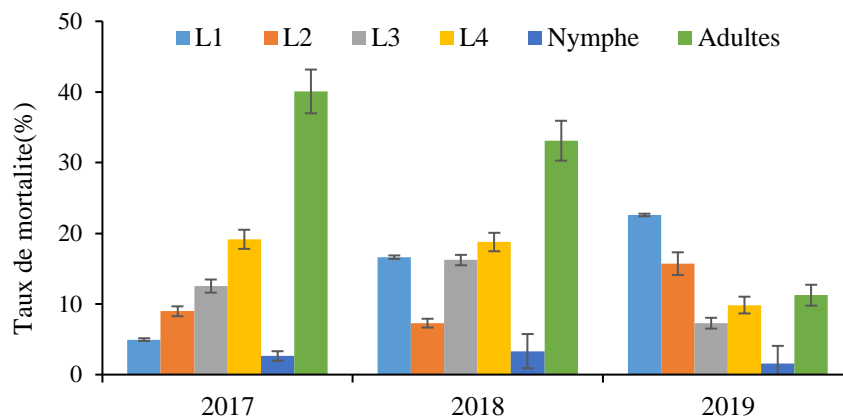


Figure 76. Taux de mortalité de la population de *M. gladiata* sur *F. retusa* en fonction du temps à Bab Ezzouar.

en 2017. Les les larves du second stade dont les taux sont 8,96% et 7,29% en 2017 et 2018, se caractérisent par une mortalité allant jusqu'à 15,70% en 2019. En 2017 et 2018, les L₃ possèdent une mortalité de 15,53% et 16,21% alors que les L₄ voit leur mortalité augmenter pendant ces mêmes années (19,15% et 18,76%). En revanche, elle diminue en 2019 à 9,84% pour le même stade larvaire (L₄). Par contre les nymphes ont les taux de mortalité les plus faibles au cours des trois ans 2,6 ; 3,3 et 1,6% respectivement en 2017, 2018 et 2019 (Figure 76, Annexe 5)

2.3. Site de Hassen Badi

2.3.1. Fluctuations mensuelles

2.3.1.1. Œufs

L'évolution mensuelle des œufs de *M. gladiata* sur *F. retusa* dans le site de Hassen Badi au cours de l'année 2017, montre que les premiers œufs sont enregistrés en mars où leur nombre augmente pour atteindre 2521 en mai et forment un premier pic avant de chuter à 80 œufs en juillet. A partir de ce dernier, le nombre d'œufs s'accroît de nouveau et atteint 749 œufs en septembre pour former un pic plus important que le premier, celui-ci chute par la suite à 360 œufs en octobre et progressivement à 154 et 93 œufs respectivement en novembre et décembre. Contrairement à 2017, l'année 2018 est marquée par une absence des œufs jusqu'à juin et on a enregistré une très faible présence de 41 et 47 œufs en janvier et mars et 39 en juillet. A partir d'août, les œufs amorcent une légère hausse (134 œufs), puis augmentent à 1317 œufs donnant ainsi un pic très important en fin d'octobre. En 2019, à partir du mois de janvier (148) les œufs sont nuls sur les quatre mois qui suivent c'est à dire février, mars, avril et mars. A partir du juin (50 œufs) les œufs enregistrent une hausse progressive et atteignent 188 œufs en août qui est considéré comme un léger pic avant de décliner à 77 œufs en septembre. A partir de ce dernier les œufs augmente à 499 œufs en octobre et 624 œufs en novembre qui sont considérés comme un deuxième pic plus important que le premier. En décembre les œufs sont peu nombreux avec 75 œufs (Figure 77A). Entre 2017, 2018 et 2019 il y a un décalage dans l'apparition du pic d'œufs qui avoisine environ un mois mi-septembre à fin octobre et aussi en novembre.

2.3.1.2. Œufs éclos

Après une absence de deux mois, janvier et février, les œufs éclos apparaissent en faible nombre de mars (5 œufs) à septembre (46) à partir duquel il y a une hausse 267 qui forme ainsi un premier. Puis le nombre d'œufs regresse en 2017. L'année 2018,

Malgré la présence de 12 œufs en février et 3 en avril, se distingue également par l'absence d'œufs. Il fallait attendre le mois d'octobre pour revoir les œufs réapparaître en nombre appréciable de 486 qui coïncide et forme le 2^{ème} pic indiquant une existence plus moins massive d'œufs (Figure 77B).

2.3.1.3. Œufs non éclos

On retrouve la même allure de la fluctuation des œufs non éclos que précédemment dans la mesure où il existe un pic plus important que l'autre qui apparaît en septembre (703 œufs non éclos) en 2017, en mi-octobre environ en 2018 et 2019. Le deuxième pic moins important que le premier a été enregistré en mai pour l'année 2017 avec 222 et en aout pour l'année 2019 en 2018. Les œufs non éclos sont de faible nombre à nul sur toute la période de janvier à septembre sur les trois années et c'est en 2018 que l'effectif le plus fort a été enregistré avec un pic en octobre de 831 œufs non éclos (Figure 77C).

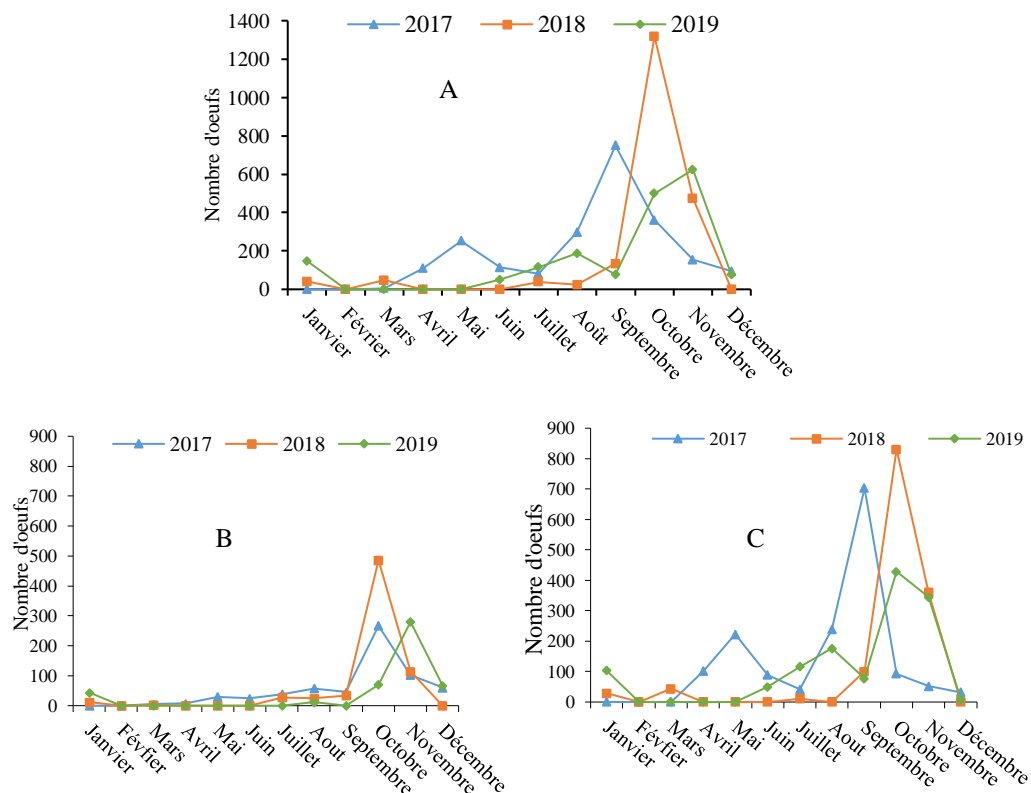


Figure 77. Fluctuation mensuelle des œufs de *M. gladiata* sur *F. retusa* çà Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.

A : Œufs; B : Œufs éclos ; C : Œufs non éclos.

2.3.1.4. Stades larvaires

Les larves du premier stade existent de janvier à juillet, en dépit de leur faible effectif en 2017. C'est janvier qui a inscrit le nombre le plus élevé avec 58 L₁, il est suivi par le

mois de mai avec 92 qui forme un pic peu important. A partir de juillet, une hausse très appréciable qui va de 226 en aout à 796 en septembre. En 2018 on observe également deux pics, l'un de moindre importance a lieu en mai avec 93 individus et l'autre plus significative avec 509 L₁. De même en 2019, on retrouve les deux pics : l'un avec 179 en aout et l'autre en novembre avec 346 L₁ (Figure 78A). La larve L₂ se distingue par la présence de trois pics même s'ils sont peu importants, le premier ne contient que 126, le deuxième 105 et le troisième 431 L₂ en 2017. Entre les pics, il existe de très faibles populations. En 2018, les larves possèdent un effectif de 507, puis il y a chute à 203 en février et la population continue sa décrue et atteint 89 L₂. De mai à septembre la population demeure faible, mais octobre on a noté 301 et 350 en décembre (Figure 78B).

Contrairement aux stades larvaires précédents, la population des L₃ se caractérise par des effectifs très faibles de janvier à décembre. Un pic renfermant 224 larves, apparait en avril, mais au préalable on a compté 165 et 142 L₃ respectivement en mars et mai. Cette faiblesse se reproduit en 2018 et 2019 où on a la même configuration que celle de 2017 (Figure 78B).

La L₄ possède deux périodes d'activité en 2017 : l'une se situe entre février et juillet où les effectifs varient de 236 en mars à 197 en mai en passant par 244 en avril, l'autre période comprend peu d'individus. Cependant on a compté 111 L₄, 105 et 143 respectivement en septembre, novembre et décembre. En 2018, la larve évolue sensiblement de la même façon qu'en 2018 avec d'insignifiantes différences de point vu effectif. Ce qui n'est pas le cas pour 2019, car la larves L₄ sont remarquables par leurs effectifs très faibles que l'on peut même considérer comme négligeable. On peut à la rigueur mentionner 125 L₄ en janvier et 53 en novembre (Figure 78C).

2.3.1.5. Nymphes et adultes

Les deux populations des nymphes en 2017 et 2018 se juxtaposent pour ne pas dire se superposent. Deux périodes sont importantes en nombre de nymphes : la première de février à aout et la deuxième d'aout à décembre où elles enregistrent deux pics avec un nombre d'individu très proche. 231 en mars et 229 en avril respectivement en 2017 et avant d'amorcer une légère hausse de 1 en juin à 20 nymphes en juillet 2019. C'est à partir de ce dernier que les nymphes sont les plus importantes et présentent une hausse progressive de 20, 74 et 71 respectivement en septembre, octobre et novembre avant de décliner à 15 nymphes en décembre 2019 (Figure 79 A). Au cours des trois années, et durant la première période de janvier à septembre, le nombre d'adultes est de faible à nul à l'exception de l'année 2017 où on a enregistré un nombre mai et juin en 2019.

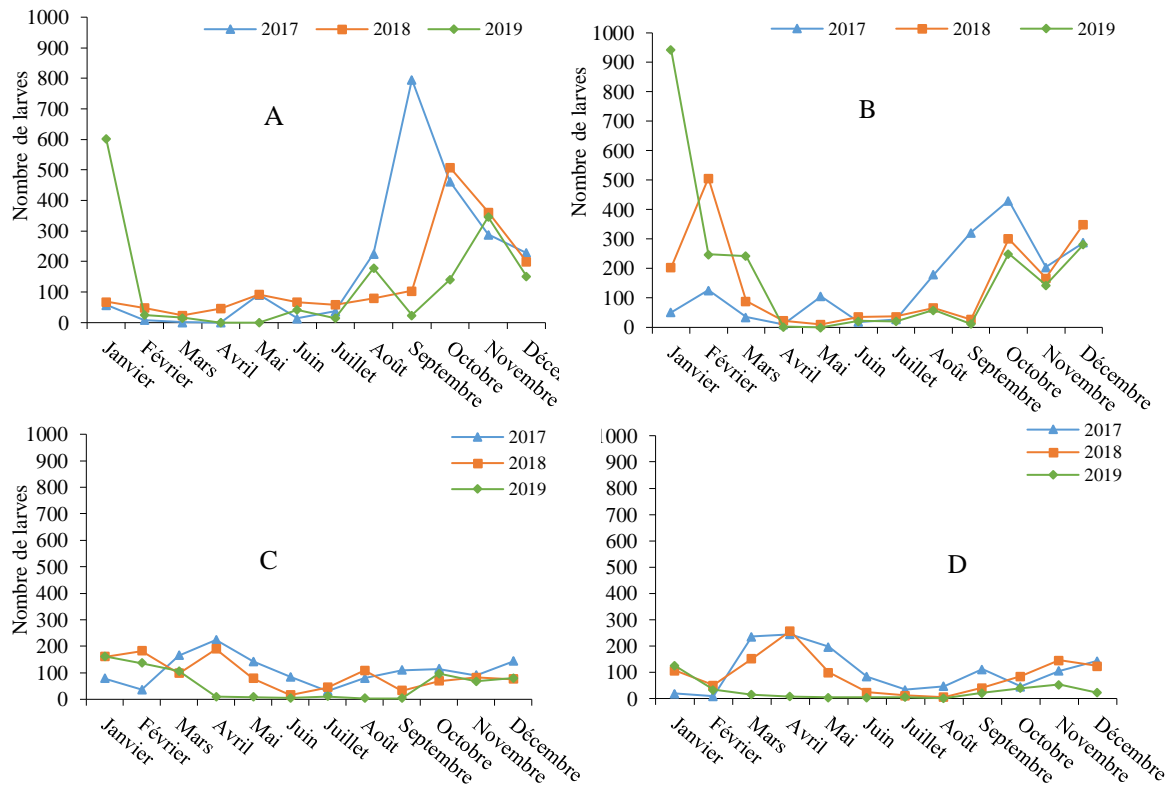


Figure 78. Fluctuation mensuelle des larves *M. gladiata* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.
A : L₁ ; B : L₂ ; C : L₃ ; D : L₄.

, La deuxième période qui s'étale de septembre à décembre, le nombre d'adultes est plus important et on a enregistré une augmentation de 22 à 46, 53 comme un nombre maximal et 51 respectivement en septembre, octobre, novembre et décembre en 2017. L'année 2018 présente un nombre plus élevé d'adultes qu'en 2017 et 2019 durant laquelle le nombre d'adulte s'accroît de septembre (22) et en novembre avec 97 adultes en passant par 88 individus en octobre. (Figure 79B)

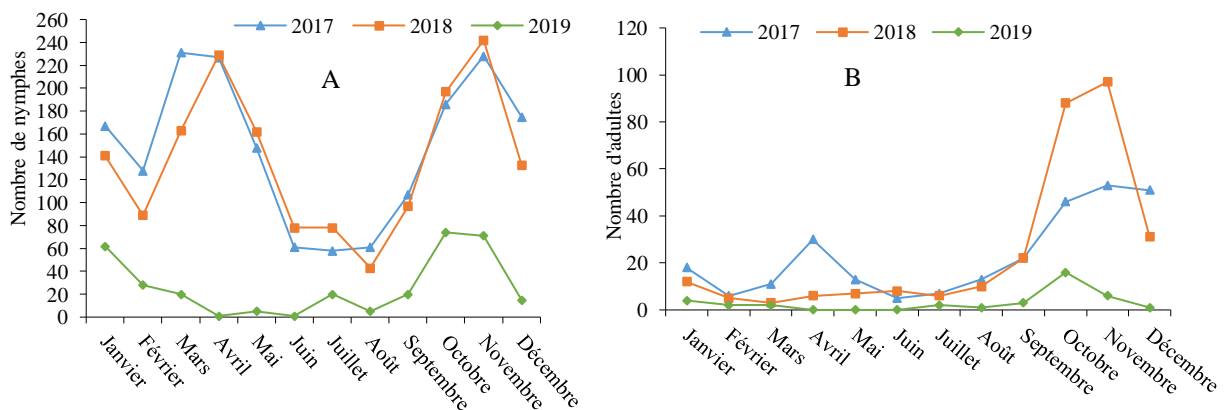


Figure 79. Fluctuation mensuelle de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.
A : Nymphes ; B : Adultes.

2.3.2. Variations saisonnières

2.3.2.1. Œufs éclos

Les œufs varient selon la saison. En effet ils sont très abondants en automne pendant les trois années 2017, 2018 et 2019. Par contre leur nombre chute aussi bien en été qu'en hiver et printemps. En 2017, on remarque que leur nombre augmentent par ordre croissant de l'hiver (93) en passant par 365 au printemps et 490 en été avant d'atteindre 1263 en automne. En 2018, ils sont presque absents sauf en automne où leur nombre s'élève à 1925 œufs. Il faut signaler que les œufs se rencontrent en grand nombre principalement en automne. Même pour l'année 2019 on a noté 1200 œuf (Figure 80).

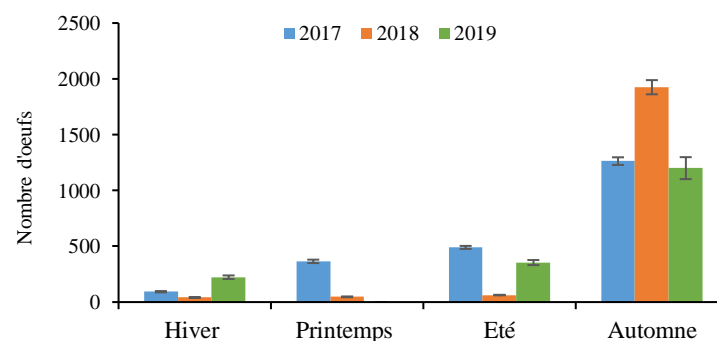


Figure 80. Variation saisonnière des œufs de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.

2.3.2.2. Œufs éclos

Pour ce qui est des œufs éclos, ils s'observent eux aussi en automne avec 415, 634 et 350 respectivement en 2017, 2018, 2019. Les œufs non éclos dont les effectifs sont plus importants se concentrent là également en automne où on compte 848, 1291 et 850 en 2017, 208 et 2019 (Figure 81A).

2.3.2.3. Œufs non éclos

Les œufs non éclos suivent la même tendance que les œufs éclos. En effet, les effectifs sont généralement faibles à moyens. Si en hiver 2017, on a enregistré 32 œufs non éclos, ce qui est d'ailleurs très faible, ce nombre s'élève progressivement au printemps (323) et en été (370 œufs) avant de croître à 848 œufs en automne. En 2018, on a des effectifs que l'on peut considérer comme négligeable au cours de l'hiver, du printemps et de l'été (29 ; 44 et 11). Par contre, l'effectif, le plus important s'est produit en automne avec 1291 œufs. Les effectifs ayant été observées en 2019, se distinguent par l'absence total des œufs au printemps et par leur faible nombre en été (112 œufs). Même en automne, ils sont juste moyens du fait qu'on a dénombré 850 œufs (Figure 81B).

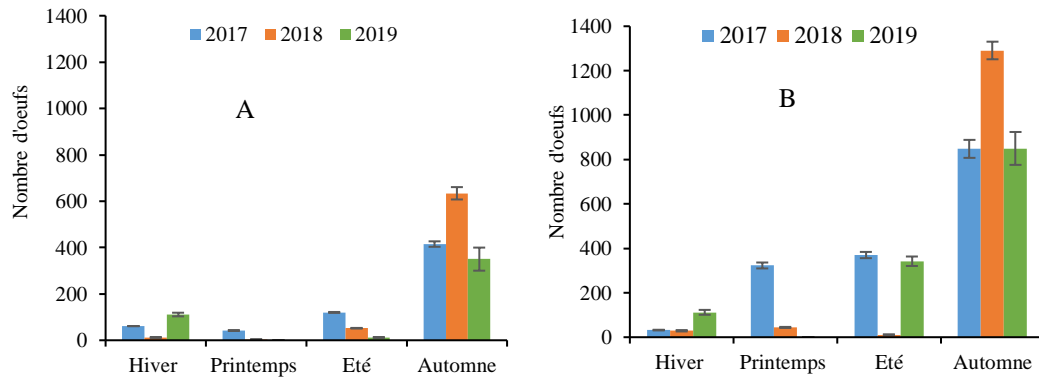


Figure 81. Variation saisonnière des œufs de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.
A : Œufs éclos, B : Œufs non éclos.

2.3.2.4. Larves (L_1)

Il ressort que l'évolution saisonnière des larves varie d'une saison à l'autre, et même d'une année à l'autre. Les premières larves (L_1) sont principalement présentes en automne pendant les 3 années, mais leur nombre diffère. En effet on compte 1548 larves en 2017 alors qu'en 2018 et 2019, l'effectif regresse à 975 et 511 respectivement en 2018 et 2019. Au printemps, on observe peu de larves par rapport aux autres saisons de l'année, ce qui est le cas aussi de l'été où on a dénombré 277, 206 et 236 larves en 2017, 2018 et 2019. En revanche, on retrouve des effectifs plus appréciables en hiver qui comprend 779 individus en 2019. Bien que les effectifs tombent en 2017 et 2018, il n'en demeure pas moins qu'ils sont plus importants pour les 3 années par rapport à ceux du printemps et de l'été (Figure 82).

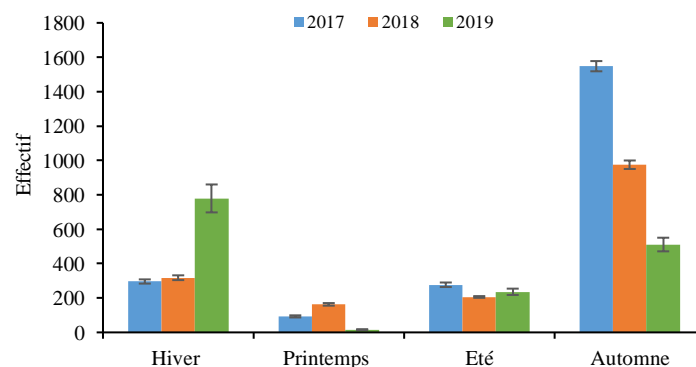


Figure 82. Variation saisonnière des larves L_1 de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.

2.3.2.5. Larves (L₂)

Les larves L₂, peu importantes au printemps 2017 dans la mesure où il a été dénombré au cours des trois saisons 150, 122 et 245 individus. Suit, ensuite l'été avec des effectifs plus ou moins semblable, à ceux du printemps. En hiver, qui semble être la saison la plus recherchée, les larves L₂ se concentrent avec 465, 1060 et 1473 respectivement en 2017, 2018 et 2019, puis vient ensuite l'automne avec 958, 496 et 406 L₂ pour les trois années. La L₂ se fait moins nombreuse aussi bien au printemps qu'en été et les effectifs minimaux ont été observés au printemps 2018 avec 122 larves et en 2019 avec 102 larves. De toute façon, leur présence est faible quelque soit l'année au printemps ou en été (Figure 83).

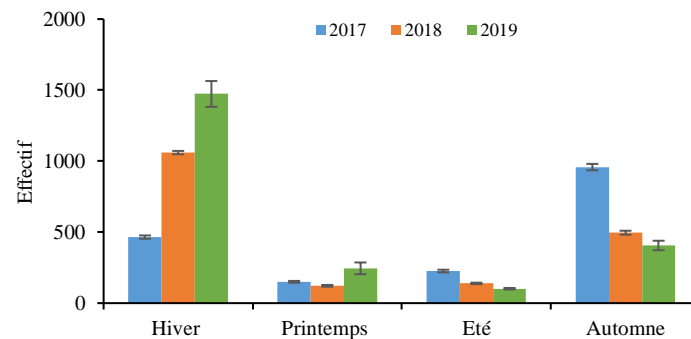


Figure 83. Variation saisonnière des larves L₂ de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.

2.3.2.6. Larves (L₃)

En comparaison avec les L₁ et L₂, Les L₃ ont des effectifs faibles, le plus élevé a été enregistré au printemps 2017 avec 531 L₃ alors qu'en 2018 et 2019, c'est en hiver qu'elles sont les plus importantes avec 418 et 378. Puis arrive le printemps 2017 qui contient le plus de larves (531). Il est à remarquer que l'année 2019 se distingue par les effectifs le

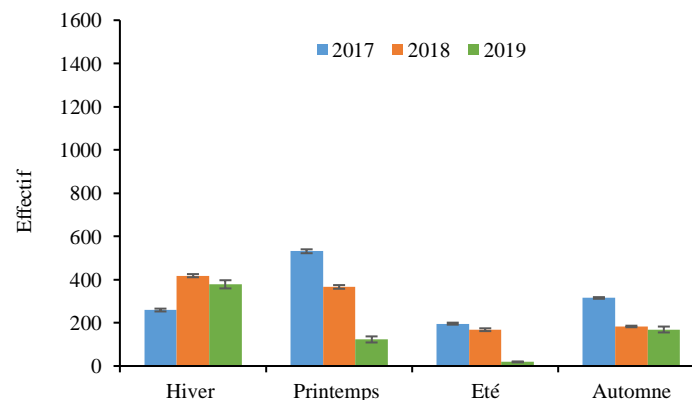


Figure 84. Variation saisonnière des larves L₃ de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.

plus faibles qui varient de 378 en hiver à 169 en automne en passant par le printemps (123) et l'été (19). En résumé, les effectifs des L₃ sont bas quelque soit l'année et la saison (Figure 84).

2.3.2.7. Larves (L₄)

C'est en printemps que les L₄ présentent un nombre plus important avec 677 et 507 larves respectivement en 2017 et 2018 alors qu'en 2019 c'est en hiver que les L₄ enregistrent un nombre maximal avec 181 larves en hiver, suivi par l'automne (262, 272, 113) larves respectivement en 2017, 2018 et 2019 et enregistrent de faible effectif en été (Figure 85).

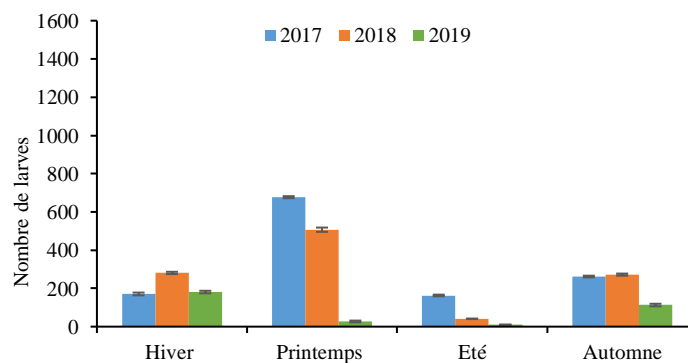


Figure 85. Variation saisonnière des larves L₄ de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.

2.3.2.8. Nymphes et adultes

Les nymphes marquent leur présence pendant les trois années avec des effectifs variables. C'est en printemps que leur activité est importante de par leur population que s'élève à 595 en 2017 et 551 en 2018. Au cours de l'hiver et de l'automne les nymphes sont également nombreuses si bien que leur nombre est 468 et 357 en hiver 2017 et 2018 et de 500 et 511 toujours pour les mêmes années en automne. Par contre la population des nymphes est moindre en 2019 dans la mesure où elle est à peine de 165 au en automne de l'année 2019. Cette dernière se caractérise par effectifs faibles au printemps et en été qui comprennent 26 individus chacune. Même en hiver on note également un faible effectif de 105 individus (Figure 86A).

Les adultes de *M. gladiata* sont moins importants quant à leur nombre par rapport aux nymphes. Au cours de l'année 2017, ils marquent leur présence avec peu d'individus qui ne dépassent pas 121 en automne alors qu'en hiver ils ne sont représentés que par 75 individus en passant par 54 au printemps et 25 adultes en été. Les faibles effectifs sont également remarquables en automne 2018 où ils ne sont représentés que par 207 individus

en automne. Il en est de même pour les autres saisons où leur nombre varie de 24 en été à 48 individus en hiver toujours pour la même année. Ce qui est frappant en 2019, c'est la faible population qui existe aux cours des quatre saisons, elle est en effet de 7, 2 et 3 individus respectivement en hiver, au printemps et en été. Malgré l'augmentation de l'effectif, celui demeure très faible en comparaison avec les autres stades de développement (Figure 86B).

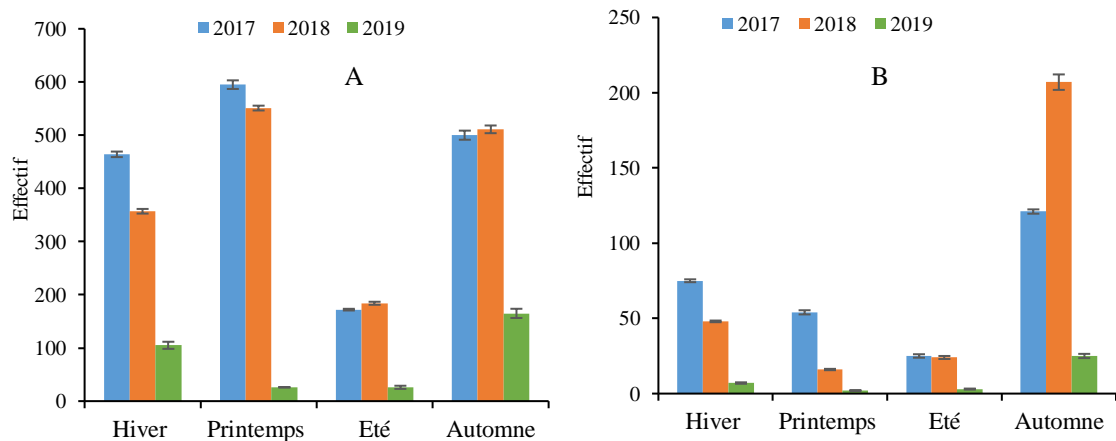


Figure 86. Variation saisonnière *M. gladiata* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017, 2018 et 2019.

A : Nymphes. B : Adultes

2.3.3. Taux mensuel et saisonnier de la mortalité

Le taux de mortalité varie selon les mois. En effet il est de zéro en juin et très bas en septembre alors qu'en juillet et août, il s'élève sensiblement à 6,77 et 4,54%. Par contre, il amorce une augmentation notable par ordre décroissant en décembre (21,47%), Octobre (14,17%) et Novembre (9,61%). L'accroissement du taux de mortalité est encore plus important d'avril à mars où il varie respectivement de 93,63% à 74,07%. En 2017, Il existe deux groupes homogènes ayant une différence significative, l'un contenant les mois où la mortalité est faible (Février, juin, juillet, août, septembre, octobre, novembre et décembre) et l'autre les mois à forte mortalité (janvier, mars, avril, mai). En 2018, la mortalité est basse pendant les mois de juin, juillet, août et septembre qui constituent un premier groupe homogène et dont la mortalité varie de 0 en juin à 3,89% en juillet. Le deuxième groupe homogène se compose des mois de février, avril, mai et octobre où la mortalité varie de 31,88% en avril et de 40,59% en février. La mortalité la plus importante se rencontre dans le troisième groupe à savoir janvier (70,84%), mars (66,67%), novembre (65,05%) et décembre (62,48%) (Figure 87A). La différence est donc significative entre les groupes quant aux taux de mortalité. Selon les saisons, il y a également une

différence dans la mortalité. En effet il apparait nettement 3 groupes homogènes, le premier groupe que l'on appelle (a) se rencontre principalement en été où la mortalité est très faible pendant les deux années (3,8% en 2017 contre 2,2% en 2018), de même en automne 2017, la mortalité est de 8,1%, le deuxième groupe représenté par (b) possède des mortalités variant de 36,1% à 57,9% en hiver. Le troisième groupe (c) se caractérise par une mortalité élevée de 78,1%, le quatrième et dernier groupe (ab) se rencontre au printemps et en automne 2018 avec des taux respectifs de 44% et 33,4% (Figure 87B).

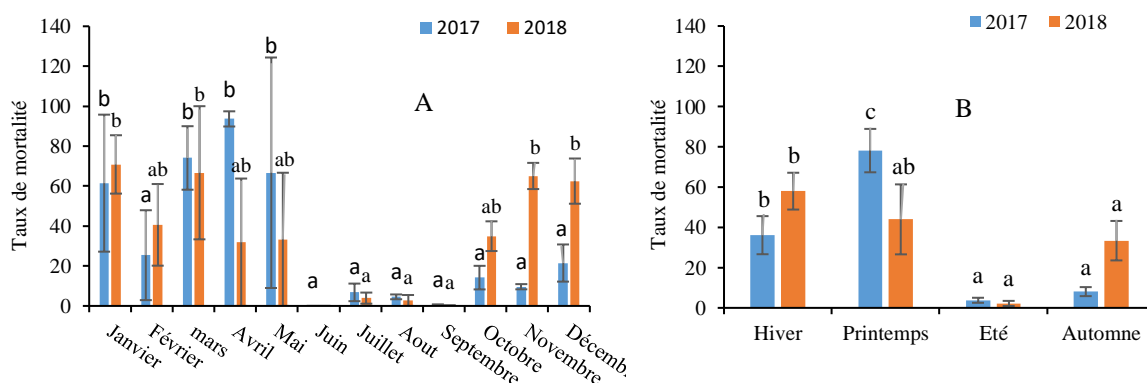


Figure 87. Taux mensuel et saisonnier de la mortalité de *M. gladiata* sur *F. retusa* à Hassen Badi en 2017 et 2018.

A : Mortalité mensuelle ; B : Mortalité saisonnière.

2.4. Distribution de la population de *M. gladiata*

2.4.1. Selon les feuilles, les jeunes et anciens pousses

Les jeunes pousses de la poussée de sève de l'année sont les plus affectées alors que les anciennes pousses de l'année précédente sont moins fréquentées par le psylle. Par contre, les feuilles n'attirent pas le psylle si bien que le nombre de celui ci atteint à peine 458 individus, pousses (Figure 88).

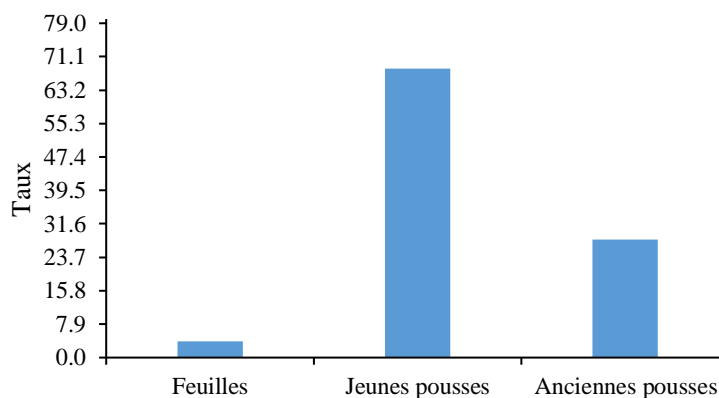


Figure 88. Distribution de *M. gladiata* selon les feuilles, les jeunes et anciens pousses sur *F. retusa*.

2.4.2. Selon la face de la feuille et le bourgeon

Il apparaît que la distribution des individus était marquée sur les bourgeons terminaux pour toute les stades de développement du psylle à l'exception des nymphes éclos. Les nombres les plus élevés des individus de psylle ont été enregistré sur les bourgeon ; il s'agit des L₁, L₂ et les œufs. En revanche, le nombre élevé d'individus des nymphes a lieu sur la face inférieure de la feuille, mais il reste faible malgré tout (Figure 89). L'analyse de variance de population du psylle *M. gladiata* à un seul facteur (ANOVA) a montré un effet très hautement significatif ($P < 0.001$) sur la distribution des individus au niveau des différentes parties de l'arbre (face inférieure, face supérieure et bourgeon terminal).

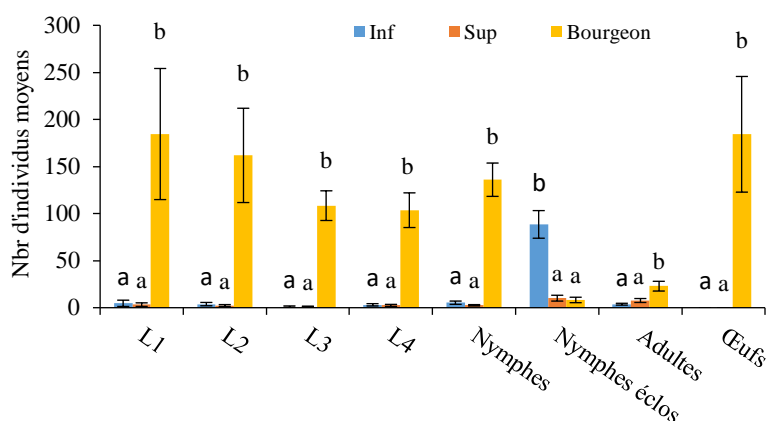


Figure 89. Distribution de la population de *M. gladiata* selon la face de la feuille et le bourgeon.

2.5. Sex-Ratio

On remarque que le psylle *M. gladiata* est actif durant toute l'année exception faite de quelques mois, notamment en février 2018 à Hassen Badi et Bab Ezzouar et en juillet 2017 uniquement à Bab Ezzouar. On constate également que la population est composée principalement de femelles hormis le mois de mai et septembre où la sex-ratio est égale respectivement à 1,3 et 1,2 dans le site de Hassen Badi et un ratio de 1,3 en mois de janvier à Bab Ezzouar au cours de l'année 2017 qui se distingue par une dominance des mâles par rapport aux femelles. En aucun cas la sex-ratio est supérieure à 1 pendant l'année 2018 cela veut dire qu'il n'y a pas de dominance des mâles sur les femelles (Annexe 6).

2.6. Principaux prédateurs et parasitoïdes

Tableau 8. Principaux ravageurs de *M. gladiata* à Hassen Badi

	Espèces	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII
Prédateurs	<i>Anthocoris nemoralis</i>	7	3	19	33	56	16	51	43	24	19	9	4
	<i>Chrysopa carnea</i>	22	21	17	23	18	19	4	2	2	18	37	31
Parasite	<i>Psyllaephagus punensis</i>	282	224	253	376	282	187	110	134	266	361	407	227

2.6.1. *Anthocoris. nemoralis*

C'est l'un des prédateurs le plus efficace du psylle. Il se nourrit d'œufs et des stades larvaires. Il est présent pendant toute l'année et en particulier de mars à octobre en dépit d'un effectif peu important. Durant les mois restants, les populations en place sont faibles est varie de 3 individus en février à 9 individus en novembre (Tableau 8).

2.6.2. *Chrysopa. carnea*

Chrysoperla carnea est un prédateur très commun d'un grand nombre d'espèces de pucerons. Mais à l'état larvaire, le chrysome consomme également le psylle. *C. carnea* est également un redoutable prédatrice des adultes de *G. ficorum*, mais elle n'est pas spécifique ni à celui-ci ni au psylle. Elle se rencontre sur toute l'année dans la mesure où elle ne s'alimente d'autres proies qu'en l'absence du thrips. Elle existe avec des populations peu importantes comme dans le cas du thrips. Elle marque de janvier (22 individus) à juin (19 individus) et d'octobre à décembre où les populations sont respectivement de 18 à 31 individus (Tableau 8).

2.6.3. *Psyllaephagus. punensis*

La Femelle mesure 2mm de longueur. Le corps est de couleurs brun foncé avec un éclat métallique bleu vert parfois avec des nuances violacées (Figure 90A). Le mâle de 1 mm de longueur, est plus petit que la femelle (Figure 90B).

L'antenne de la femelle fait 1 mm de longueur, de couleur brun, sauf le pédicelle et le scape sont brun foncée avec environs le ¼ de la partie apicale jaune pâle. Le Flagelle est plus long que large, claviforme, composé de 6 segments qui sont légèrement plus rétrécies à la base. Le scape est plus long que large et plus long que le pédicelle. Le pédicelle est subréctangulaire. Le Clava est subdivisé en trois segments (Figure 90C). Par contre celle du mâle elle mesure 1 mm de longueur et se distingue par six segments funiculaires ramifiés ou avec des longs cils non segmentés de couleur brun claire à l'exception de scape qui est de couleur brun foncé. Le pédicelle est de forme arrondi et il est de couleur brun très foncé l'extrémité de l'antenne ou clava non segmenter pointe ver l'extrémité (Figure 90D). Les ailes sont hyalines. L'aile antérieure possède une nervure marginale

punctiforme 4 fois plus longue que la nervure stigmale (Figure 90E) qui se termine avec une petite stigma (Figure 90F). Elle est munie d'une linea calva. L'ovipositeur est caché et la partie dorsale du thorax un peu convexe (Figure 90G).

La mandibule porte une dent avec une troncature bien saillante (Figure 90H), les palpes maxillaires à 4 segments (Figure 90I).

Il parasite les larves du psylle, sa présence a lieu durant toute l'année avec des populations très importantes en comparaison par rapport aux effectifs de *A. nemoralis* et de *C. carnea*. Il apparaît abondamment en trois périodes, la première entre janvier et mai où les populations respectives sont 282 et 282 individus. La population la plus forte enregistré en cette période est de 376 en avril. La deuxième période s'étend de septembre (266 individus) à décembre (227 individus) où les populations les plus importantes sont observées en octobre (361) et en novembre avec 407 individus. La troisième période comprend les mois de juin, juillet et août qui se distinguent par des populations peu nombreuses, elles sont respectivement de 187, 110 et 134 (Tableau 8).

2.6.3.1. Mode de parasitisme

Psyllaephagus punensis est un Encyrtidae endoparasite primaire des larves de psylle de *M. gladiata*. La femelle de *Psyllaephagus* pond dans la jeune larve, un seul œuf qui va éclore et donner naissance à des larves de l'endoparasite qui se développent et se nourrissent du contenu des larves du psylle. La femelle de *Psyllaephagus* peut parasiter le psylle à partir de la larve du 3^{ème} stade (L₃). La larve parasitée continue normalement son développement jusqu'au stade nymphale du parasite avant de mourir. Au début du parasitisme, il est difficile de distinguer à l'œil nu les larves parasitées des larves saines. Celles-ci se différencient lorsque le parasite atteint le stade larvaire. Les larves parasitées ayant une forme plus allongée, s'enflent. Au stade nymphal du parasite, la larve du psylle se momifie, devient marron sclérotinisée et bombée et meurt. L'adulte de parasite sort dans la plupart des cas de la face dorsale du psylle. Quelques fois, il émerge soit de la partie antéro ventrale ou soit de la partie céphalique du psylle (Figure 91A, B, C et D).

2.6.3.2. Taux de parasitisme de *P. punensis*.

Dans les conditions naturelles, *P. punensis* parasite le troisième, quatrième et cinquième stades larvaires (Nymphes) du psylle *M. gladiata*. Il provoque la momification des larves. Le parasitisme a été évalué en récoltant et en observant quatre bourgeons par arbre, chaque décade pour les sites de Hassen Badi et de Bab Ezzouar pendant deux années 2017 et 2018. Les résultats sont regroupés dans le Tableau 9. Dans le site de Hassen Badi, le nombre de larves parasitées s'élève à 1310 en 2017 et 1204 en 2018, soit

34,7% et 35,61 %. Dans le site de Bab Ezzouar, il y a 1539 larves parasitées en 2017 et 1433 en 2018, soit 39,38% et 37,62%. Le taux du parasitisme le plus élevé a été enregistré au cours du mois de février (75%) qui est suivi juste après par les mois, de janvier (54%) et novembre (46%) alors que le reste de l'année le taux de parasitisme est faible, il varie entre 23 % et 37% au cours de l'année 2017. En 2018, toujours dans le site de Hassen Badi, le taux le plus élevé a été enregistré en juin (76%). Ce taux est moindre en mai, septembre, novembre, il est respectivement de 43%, 49% et 45%. La variation du parasitisme pour le reste de l'année est sensiblement identique à celle de 2017 car elle se situe entre 23 % et 41%. En 2017, dans le site de Bab Ezzouar, le taux le plus élevé a été enregistré en février (72%). Ce même taux a été relevé en juin 2018. Les mois, de janvier, juin, septembre, octobre, novembre ont un taux de parasitisme qui varie entre 46% en octobre à 63% en janvier 2017. Bien que le reste des mois de l'année il a été éventuellement faible de 27% en août et 0,45 en novembre. En outre en 2018, le taux le plus élevé a été enregistré en juin avec 72 %, suivi par mai et septembre (46 % et 51 %). Cependant le taux de parasitisme est élevé en février (75%), c'est pourquoi la différence est significative entre celui-ci et les mois de mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre, octobre et décembre d'après la comparaison des moyennes deux à deux (Test de Tukey (HSD) (Tableau 9).

Tableau 9. Taux de parasitisme de *P. punensis*

Mois	Hassen Badi				Bab Ezzouar			
	2017		2018		2017		2018	
	NLP	Taux de parasitisme	NLP	Taux de parasitisme	NLP	Taux de parasitisme	NLP	Taux de parasitisme
Janvier	138	0,54 ± 0,07 (ab)	99	0,30 ± 0,05 (a)	137	0,63 ± 0,06 (bc)	148	0,40 ± 0,10 (a)
Février	125	0,75 ± 0,06 (b)	70	0,27 ± 0,05 (a)	135	0,72 ± 0,01 (c)	84	0,28 ± 0,05 (a)
Mars	168	0,31 ± 0,14 (a)	126	0,40 ± 0,14 (a)	128	0,31 ± 0,02 (a)	124	0,31 ± 0,04 (a)
Avril	165	0,27 ± 0,02 (a)	160	0,26 ± 0,02 (a)	198	0,35 ± 0,02 (a)	183	0,31 ± 0,04 (a)
Mai	79	0,23 ± 0,08 (a)	118	0,43 ± 0,03 (ab)	102	0,36 ± 0,04 (a)	160	0,46 ± 0,01 (ab)
Juin	57	0,26 ± 0,04 (a)	68	0,76 ± 0,12 (b)	76	0,41 ± 0,07 (ab)	83	0,72 ± 0,04 (b)
Juillet	33	0,34 ± 0,10 (a)	44	0,41 ± 0,06 (a)	56	0,30 ± 0,06 (a)	37	0,34 ± 0,05 (a)
Août	50	0,27 ± 0,06 (a)	33	0,23 ± 0,07 (a)	71	0,27 ± 0,09 (a)	50	0,33 ± 0,10 (a)
Septembre	97	0,37 ± 0,05 (a)	72	0,49 ± 0,07 (ab)	142	0,44 ± 0,03 (ab)	117	0,51 ± 0,03 (ab)
Octobre	103	0,37 ± 0,05 (a)	126	0,39 ± 0,01 (a)	179	0,46 ± 0,02 (ab)	157	0,41 ± 0,02 (a)
Novembre	171	0,46 ± 0,03 (ab)	190	0,45 ± 0,02 (ab)	191	0,45 ± 0,01 (ab)	195	0,43 ± 0,01 (a)
Décembre	124	0,32 ± 0,05 (a)	98	0,37 ± 0,03 (a)	124	0,30 ± 0,05 (a)	95	0,39 ± 0,04 (a)
Total	1310	34,70 %	1204	35,61%	1539	39,38 %	1433	37,62 %
valeur de <i>P</i>	8,7 10 ⁴		1,25 10 ³		7,24 10 ⁶		3,80 10 ⁴	

Moyenne avec les différentes lettres sont significativement différents selon le test de Tukey ($P \leq 0,05$). Les valeurs avec \pm représentent les erreurs standards. NLP : Nombre de larves parasitées.

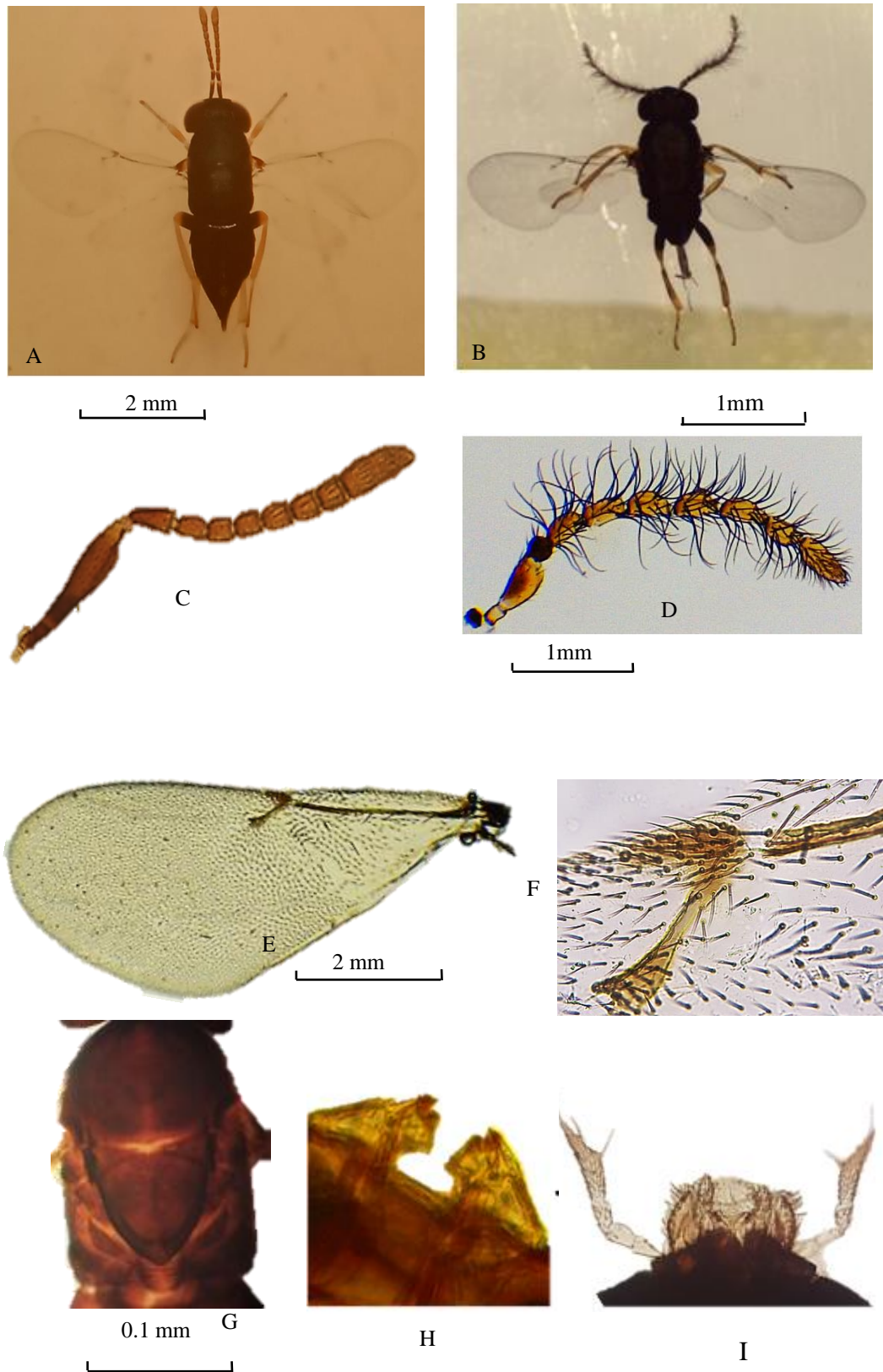


Figure 90. Adulte de *Psyllaephagus punensis*

A : Adulte male ; B : Adulte femelle ; C : Antenne de la femelle ; D : ; Antenne du mâle; E : Aile antérieure ; F : Détail du stigma ; G : Thorax ; H: Mandibule ; I : Palpes maxillaire.

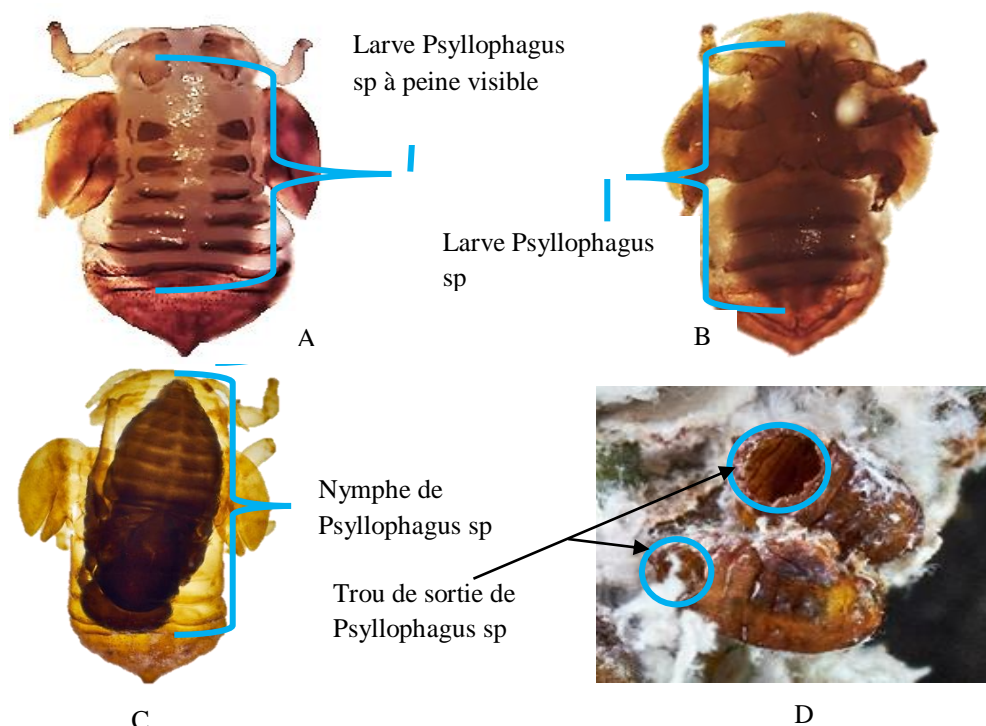


Figure 91. Processus du parasitisme de *P. punensis* à l'égard de *M. gladiata*

A : Face dorsale de la nymphe parasitée après éclaircissage. Psyllophagus apparaît sous forme d'ombre. B : Face ventrale de la nymphe parasitée après éclaircissage. L'ombre de Psyllophagus est nettement visible. C : Face dorsale de la nymphe du psylle parasitée après éclaircissage. Nymphe de *P. punensis* est nettement visible. D : Trou de sortie de Psyllophagus .

2.6.3.3. Taux d'émergence de *P. punensis*

2.6.3.3.1. En laboratoire

Au laboratoire, la plupart des larves momifiées ont donné un adulte du parasitoïde. Au préalable les larves momifiées avec leurs feuilles du Ficus ont été récoltées et mises dans des boîtes de Pétri jusqu'à leur émergence dans les conditions ambiantes non contrôlées. Sur 1203 larves momifiées il a été enregistré 933 adultes parasitoïdes avec un taux d'émergence de 78% et seulement 270 momies non émergées, soit un taux de 22,4 % (Figure 92, Tableau 10)

Tableaux 10. Taux d'émergence des adultes de *P. punensis* en laboratoire.

	Momies émergées	Momies non émergées	Nombre de momies examinées
Nombre	933	270	1203
(%)	77,56	22,44	

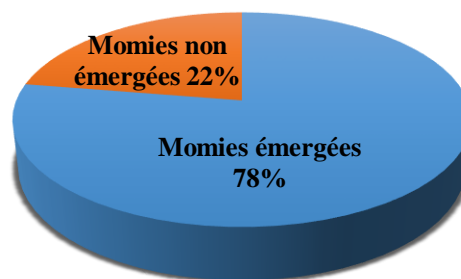


Figure 92. Taux d'émergence des adultes de *P. punensis* à partir des momies du psylle *M. gladiata* en laboratoire.

2.6.3.3.2. En conditions naturelles

En 2017, 1208 larves momifiées de psylle *M. gladiata* ont été recensé au cours de notre échantillonnage. Elles ont permis d'obtenir un taux de 80% de momies émergées, soit un nombre de 966 adultes d'hyménoptères parasitoïdes au cours de l'année dans le site de Hassen Badi. On a observé en 2018 un taux de momies émergées de 80,2% % pour un total de 1109 larves momifiées de psylle, ce qui a donné une émergence de 889 adultes du parasitoïde. En 2017, à Bab Ezzouar, 1419 larves momifiées ont permis d'obtenir un taux d'émergence de 83,3%, soit 1140 adultes de l'encyrtidé. Toujours dans ce site, il a été enregistré un taux d'émergence de 83,1% pour un total de 1334 larves de psylles momifiées, soit un taux légèrement moins élevé qu'en 2017. Si l'on compare les deux sites séparément, il ressort que le site de Hassen Badi, le taux d'émergence est de 80,1%, soit 1855 de momies émergées sur 2317 momies tandis que dans le site de Bab Ezzouar, on dénombre 2753 momies dont le taux d'émergence est de 81,6%. Il n'existe pratiquement pas de différence en raison du taux d'émergence qui est sensiblement identique entre les deux sites. Sur l'ensemble des deux sites, le taux d'émergence ne diffère pas, ce qui est complètement correcte. Sur 5070 momies, 4104 adultes parasitoïdes ont émergé soit un taux d'émergence de 80,9% (Tableau 11).

Tableau 11. Nombre de larves momifiées de *M. gladiata* et l'émergence des adultes de parasite *P. punensis* au cours des année 2017 et 2018 sur les bourgeons de *F. retusa* prélevés soit à Bab Ezzouar ou Hassen Badi.

Sites	Années	Nombre total de momies	Nombre de momies émergées	Taux d'émergence (%)	Nombre d'adultes Observés	Nombre d'adultes prévues
Hassen Badi	2017	1208	999	80,0	116	(966)
	2018	1109	889	80,2	126	(889)
Bab Ezzouar	2017	1419	1184	83,3	145	(1140)
	2018	1334	1108	83,1	139	(1109)

2.7. Description des dégâts

Les dégâts du psylle sur l'arbre de Ficus est bien caractéristique, il s'agit d'un amas cotonneux blanchâtre qui enveloppe les nouvelles pousses ou bourgeons et donnent un aspect de neige sur l'arbre attaqué lors d'une sévère infestation (Figure 93A et B). Cette aspect cotonneux –cireux est une substance secrétée par les larves et plus particulièrement les larves âgées de *M. gladiata* : c'est le cas de tous les psylles. L'intensité de cet amas de coton apparaît progressivement et suit la tendance du développement larvaire du psylle, c'est-à-dire, qu'en premier temps les adultes pondent les œufs entre les écailles (feuilles) de nouvelles bourgeons, ces derniers éclosent et donnent naissance des L₁ qui croissent et émergent en L₂. C'est à partir de la L₃ que les larves peuvent sécréter cette substance cireuse et plus le développement larvaire du psylle avance plus l'aspect cotonneux s'intensifie.

La cire cotonneuse est aussi une sorte de protection du psylle contre les bioagresseurs. La prise de nourriture par les psylles affaiblit l'arbre et le rend plus attractif d'autres ravageurs. Le psylle attaque en particulier les bourgeons et les nouvelles pousses. Celles-ci changent de couleur de vert vif à brun foncé. L'arbre perd complètement ses feuilles après dessèchement, et son développement est perturbé. Cette perturbation du développement entraîne le dépérissement de l'arbre dont la valeur ornementale pour laquelle le ficus est destiné se perd. On rappelle que parmi les arbres d'ornement, le Ficus est le plus planté dans le milieu urbain à Alger. De plus le dérangement dû aux chutes d'amas cotonneux sur les piétons et même les voitures et les trottoirs créent des taches supplémentaires pour les agents de nettoyage de la ville. Généralement, les dégâts infligés par les infestations du psylle ne provoquent pas la mort de l'arbre, mais ils détruisent sa valeur ornementale. Cependant quand l'attaque est sévère, l'arbre dépérit en général du côté sud de la couronne et l'amas cotonneux persiste avant disparaître. Il faut signaler que les amas cotonneux disparaissent après le dépérissement et que les amas cotonneux blanchâtres renferment des psylles morts tous stades confondus (Figure 93 A, B, C, D).

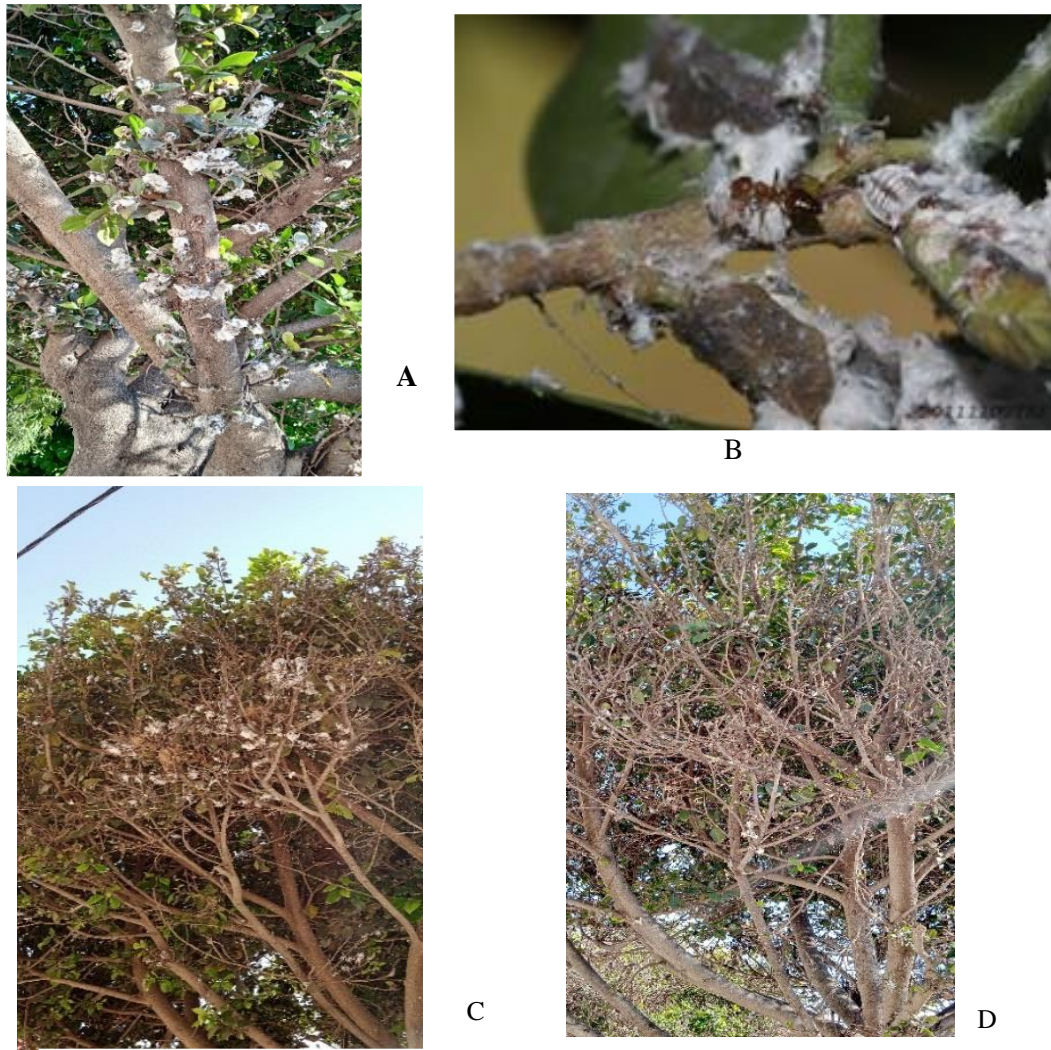


Figure 93. Dégâts de *M. gladiata* sur *F. retusa*

A : Amas cotonneux blanchâtres sur feuilles, B : Amas cotonneux sur les nouvelles pousses, C : déperissement avec amas cotonneux blanchâtres, D : déperissement et disparition d'amas cotonneux blanchâtres.

3. DISCUSSION

Des colonies de *M. gladiata* ont été observées de juillet à fin novembre 2011 dans des plantations urbaines de *F. retusa*. Pendant la période d'échantillonnage, tous les stades immatures et les adultes existent simultanément, ce qui suppose le développement du psylle est continu avec des générations qui se chevauchent largement (Pedata et al. 2012). Au cours de l'étude, tous les stades immatures vivent sur les pousses infestées indiquant des générations qui se chevauchent. Cependant, deux augmentations constantes de la population des deux premiers stades nymphaux ont été observées au début de mars et juin, ce qui suppose peut-être un début des générations printanières et estivales (Laborda et al. 2015). De même Edison (2016) confirme qu'une forte pullulation de *M. gladiata* en

mars, comme dans notre cas, fait penser à la génération de printemps. En plus il y a vraisemblablement un pic en novembre indiquant une deuxième génération automnale en Algérie. Selon Jerinic-Prodanovic (2012) *Albizia psylla* présente plus de deux générations par an, allant jusqu'à quatre générations qui se chevauchent notamment sur la côte croate, en Slovaquie et en Grèce. En ce qui concerne le *Tipuana psila*, au Brésil, tous les stades de développement sont présents dans les pousses, les tiges et les feuilles en fortes populations d'insectes à la fin du printemps et au début l'été selon (Santana et al. 2006). En Espagne (Andalousie) il existe plusieurs générations qui se chevauchent de mai à début juillet (Sánchez, 2008). Selon Rapisarda & Belcari (1999) dans la région du Toscane, il y a trois générations annuelles de psila

Les œufs de *M. gladiata* se trouvaient généralement sous les stipules de nouvelles pousses saines, disposées en groupes de 15 à 30 unités. Les deux premiers stades nymphaux préféraient généralement la partie la plus interne de la pousse, tandis que les stades de développement plus anciens étaient localisés plus à l'extérieur (Laborda et al. 2015). L'abondance de la population de ravageurs a augmenté en février – avril et a diminué à partir de mai (Laborda et al. 2015). Un certain nombre d'autres espèces de ravageurs ont été collectées sur les arbres échantillonnés. Ceux-ci comprenaient : *G. ficorum* (Marchal) (Thysanoptera, Phlaeothripidae), *P. longispinus* (TargioniTozzetti) (Hemiptera, Pseudococcidae) et *G. ficicola* Takahashi (Hemiptera : Aphididae). Contrairement à *M. gladiata*, les populations de ces insectes sur les pousses sont élevées à partir de mai (Laborda et al. 2015). Les œufs apparaissent généralement de mars à août, qui constitue une première période ayant un effectif moins important par rapport à celui de la deuxième période qui va de septembre à décembre où les effectifs sont élevés. Selon Laborda et al. (2015), les deux périodes indiqueraient donc que *M. gladiata* en Algérie se distingue par la présence de deux générations dont l'une se produit au printemps et l'autre en été. L'évolution et la dynamique des populations de psylles montrent que tous les stades de développement sont présents en même temps sur les arbres. Par conséquent, le chevauchement des générations est courant dans ce groupe d'insectes (Hodkinson, 1974 ; Kabashima et al., 2014), ce qui rend difficile la détermination du nombre de générations annuelles de chaque espèce. Les populations taïwanaises sont multivoltines, avec plus de trois générations par an. *M. gladiata* n'est généralement pas considéré comme un ravageur dans son aire de répartition d'origine

Contrairement à *G. ficorum*, le psylle craint les basses températures qui ralentit qui ralentit non seulement son développement, mais aussi sa reproduction des psylles, c'est

ce qui expliquerait en partie l'absence des œufs en hiver. En revanche les adultes du psylle du poirier (*Cacopsylla pyri* L.) supportent les basses températures hivernales. Les imagos de la forme hivernale résistent également aux basses températures dans la mesure où leur apparition à lieu dès apparaissent dès septembre pour assurer la survie de l'espèce durant la mauvaise saison (Nguyen, 1975). Malgré l'absence des œufs, le psylle existe pendant toute l'année et dès l'arrivée de la période favorable, l'activité biologique de l'insecte reprend (Hodkinson, 1974). Jiménez-Alagarda, (2015) Jiménez (2015), Laborda et al. 2015 et Rodrigo et al. (2016), Les fortes populations ou pullulations se produisent, puis diminuent considérablement en été (juillet et août) et quand les températures redeviennent, les infestations marque une à partir de septembre. En effet les conditions climatiques régulent la population du psylle, *Tryosa erytreae* dont la dynamique des populations dépend des variations de la température maximale, de l'humidité relative minimale et du déficit de saturation maximal de l'humidité dans l'air et des ennemis naturels (Tamesse et Messi, 2004). L'évolution saisonnière des stades de développement de *M. gladiata* varie suivant les stades de développement du psylle, les conditions climatiques et l'état physiologique des arbres, c'est-à-dire de la présence ou l'absence de bourgeons et de jeunes rameaux (Tamesse & Messi, 2004). Les stades larvaires 1, 2, 3 et se caractérisent par une abondance automnale accrue alors que les nymphes et les adultes sont actifs en hiver, printemps, automne et été.

M. gladiata vit sur *F. microcarpa* L.f. [= *retusa* (L.) ; *nitida* Thunb.] (Urticales, Moracées). *F. benghalensis* L. et *F. microphylla* Salzm. ex Miq. sont signalés à tort comme hôtes du psylle (Ouvrard, 2014). Dans son aire de répartition naturelle, *M. gladiata* n'est généralement pas considéré comme un ravageur. Déjà Maki en 1915 à Taïwan a signalé les dégâts dans la partie inférieure de la couronne de la plante couvertes. *M. gladiata* vit sur *F. microcarpa* L.f. [= *retusa* (L.); *nitida* Thunb.] (Urticales, Moracées). *F. benghalensis* L. et *F. microphylla* Salzm. ex Miq. sont également signalés à tort comme hôtes du psylle (Ouvrard, 2014).

Parmi les psylles, *M. gladiata* est celui qui cause les dommages les plus visibles et les plus importants, surtout lors de l'infestation de jeunes arbres Déjà Maki en 1915 à Taiwan a signalé les dégâts infligés à la partie inférieure de la couronne de la plante hôte (figus). Les colonies du psylle se développent et se nourrissent de nouvelles pousses de la plante hôte recouvertes de sécrétions cireuses blanches dans lesquelles vivent les jeunes stades (Pedata et al. 2012). Les colonies du psylle se développent et se nourrissent de nouvelles pousses de la plante hôte recouvertes de sécrétions cireuses blanches sous forme de

flocons compacts et irréguliers dans lesquelles vivent les jeunes stades du psylle (Mifsud & Porcelli, 2012 ; Pedata et al. 2012 ; Sánchez, 2012 ; Bella & Rapisarda, 2014 ; Run, 2016). C'est le stade nymphal le plus mobile (Pedata et al., 2012) qui produit les filaments cotonneux sucrés les plus importants, bien que cette production ait déjà lieu à partir du troisième stade (Dahlsten et al, 1996 ; Hodkinson 1999 ; Meza et Baldini, 2001). Les jeunes pousses recouvertes de sécrétions cireuses blanches sous lesquels les plus jeunes stades sont bien protégés, se dessèchent au fur et à mesure avant de dépérir. En Italie notamment à Naples et en Sicile, les dégâts de *M. gladiata* sont peu importants et ne semblent pas dramatiquement sévère et seules quelques jeunes plantations ont été attaquées. En revanche, en Espagne le ficus d'alignement a subi d'importants dégâts si bien qu'il a nécessité des traitements chimiques avec des produits tels que l'huile minérale, les pyréthriinoïdes et le chlorpyrifos (Olmo & Nieto, 2010). De même le psylle a provoqué de graves dommages dans d'autres pays où il s'est implanté, d'où la nécessité de prêter attention à sa possible propagation future et le développement de ses populations (Bella & Rapisarda, 2014).

Parmi les ennemis naturels de *M. gladiata*, *P. mitratus* (Dalman) (Hymenoptera, signalé pour la première fois comme un parasitoïde, *A. nemoralis* (Fabricius) (Hemiptera, Anthocoridae) sont les plus abondants (Laborda et al. 2015). *P. mitratus*, que nous n'avions pas recensé au cours de notre étude, préfère les stades les plus âgés, du troisième aux cinquième stades nymphaux) (Laborda et al. 2015). A la place, un endoparasite très efficace a été observé : il s'agit de *P. punensis*, signalé pour la première fois en Algérie, qui parasite les larves du 3^{ème} stade du psylle. *A. nemoralis*.

4. Conclusion et perspectives

L'apparition des premiers œufs est enregistrée en janvier ou mars, mais ils marquent une absence de 3 mois successifs allant de février, mars et avril jusqu'à mai aussi bien à Hassen Badi qu'à Bab Ezzouar en dépit de petit décalage dans le temps et dans le nombre. Les premières populations émergent entre janvier et juillet alors que les nymphes sont nettement importantes de février à aout et d'aout à décembre tandis que les adultes montrent un pic entre janvier en septembre et 2eme entre septembre et décembre. Les stades de développement varient selon la saison, les sont très abondants en automne, les larves L₁ en hiver, en été et au printemps, les L₂ un maximum en hiver suivie par l'automne en printemps, en été. Les nymphes marquent leur présence pendant les trois années avec des effectifs variables. C'est en printemps que leur activité est importante y compris en hiver

et en automne. Les adultes sont moins importants quant à leur nombre par rapport aux nymphes, les adultes sont observés essentiellement en automne malgré leur faible population. *M. gladiata* affectionne les jeunes pousses de l'année correspondant à la poussée de sève dès lors que les pousses de l'année précédente sont complètement désaffectionnées tout comme les feuilles. D'une façon générale, la sex-ratio se distingue par une dominance des mâles par rapport aux femelles.

P. punensis est un endoparasite primaire des larves qu'il peut parasiter à partir du 3^{ème} stade (L₃). La femelle de *Psyllaephagus* pond dans la jeune larve du psylle, un œuf qui donnera naissance à une larve de l'endoparasite qui se développe et se nourrit du contenu de la larve du psylle. Cette dernière se développe normalement jusqu'au stade nymphal du parasite avant de mourir.

Au laboratoire, la plupart des larves momifiées ont donné un adulte du parasitoïde. Sur 1203 larves momifiées il y a émergence de 933 adultes et 270 momies non émergées, soit des taux d'émergence respectifs de 78% et de 22,4 %. Par contre dans les conditions naturelles, ce taux d'émergence dépasse 80% et atteint même 83,3%

Les infestations sont facilement détectables dans les arbres en raison de la grande quantité de sécrétions cireuses blanches produites par nymphes, qui couvrent les nouvelles pousses en croissance, donnant un aspect cotonneux aux rameaux infestés et qui protège les jeunes stades larvaires. Généralement les attaques du psylle ne provoquent pas la mort de l'arbre mais celles-ci détruisent sa valeur ornementale, mais n'entraînent pas systématiquement son dépérissement.

➤ Bien que d'autres études soient nécessaires sur la biologie de *M. gladiata*, ne soupçonne pas-t-on qu'il pourrait se comporter dans la région euro-méditerranéenne comme une espèce exotique envahissante ?

➤ L'introduction d'insectes exotiques au cours des dernières décennies représente une menace en raison de leurs impacts à la fois économiques et écologiques (Boieiro et al. 2015) si bien que les parasitoïdes et les prédateurs (Margiotta et al. 2017) suscitent un intérêt considérable pour le contrôle biologique de ces nouvelles espèces d'origine exotique d'autant plus qu'il s'agit d'un milieu urbain.

➤ L'impact des Hyménoptères parasites et de prédateurs reste à évaluer car ces derniers malgré leur présence, n'arrivent pas à diminuer d'une façon palpable les populations de *M. gladiata* comme nous l'avons observé lors de nos prospections sur le terrain.

➤ La diffusion de signaux femelles sur les arbres *Ficus* peut soit attirer les mâles sur des pièges collants, soit déranger les mâles à rechercher les femelles à la place de l'utilisation des produits phytosanitaires dont les multiples dangers ne sont plus à démontrer

➤ Les signaux vibrationnels pour perturber l'accouplement et piéger les mâles pourrait être utilisée pour lutter contre *M. gladiata*, qui est un ravageur envahissant et. La diffusion de signaux femelles sur les arbres *Ficus* peut soit attirer plus de mâles sur des pièges collants, soit déranger les mâles à la recherche de femelles.

➤ Le risque d'introduction de ravageurs exotiques supplémentaires tel que *M. gladiata* avec les arbres ornementaux notamment le *Ficus* n'est pas négligeable et devraient être donc pris en compte à l'avenir dans les stratégies de plantation dans le milieu urbain.

CONCLUSION GENERALE

Nous avons pu mettre en évidence l'entomocénoce associée au *Ficus retusa* présente dans deux sites, Hassen Badi et Bab Ezzouar. Celle - ci comprend 30 espèces environ qui se répartissent en 7 ordres et en 10 familles avec trois nouvelles espèces signalé en Algérie : *Psyllaephagus punensis* (Ashmead) (Hymenoptera : Encyrtidae), *Androthrips ficorum* (Marchal) (Thysanoptera : Phlaethripidae), *Adactylidium gynaiokothripsi* (Antonatos et al.) (Acari : Acarophenacisidae).

L'étude de la structure et les variations spatio-temporelles de la communauté des deux sites en faisant une étude écologique (en se basant sur quelques indices de diversité qualitatives et quantitatives telsque le modele de Motumura), a mis en évidence la présence de trois groupes fonctionnels : ce sont les phytophages qui occupent les premiers rang tels que *M. gladiata*, *G. ficorum* et *G. ficicola*, Les rangs intermédiaires et les derniers rangs sont occupés par les opportunistes telles que les coccinelles et autres ennemis naturels.

Les deux sites sont en déséquilibre écologique et similaire dans le temps et dans l'espace quelques soit les données qualitatives ou quantitatives. Par ailleurs la distribution de l'entomocénose dans sa niche écologique révèle en effet qu'*A. gossypi*, *G. ficicola*, *M. gladiata* et *P. punensis* sont des taxons qui fréquentent principalement les bourgeons tandis que *A. nemoralis*, *M. confusa*, *O. laevigatus*, *A. ramachandrai* et *A. gynaiokothripsi* préfèrent les feuilles enroulées. Les feuilles sont fréquentées par des consommateurs primaires (*C. viridis*, *C. rusci*, *P. ficus*, *P. longispinus*, *Diaspididae* sp.) de

consommateurs secondaires coccinelles (*N. peyerimhoffi*, *N. quadrimaculatus*, *B. quadripustulatus*, *O. doublieri*, *P. vigintiduopunctata*, *S. (Pullus) subvillosus*, *S. interruptus*, *C. septempunctata*, et deux prédateurs *C. carnea* et *E. balteatus*).

La variation spatio-temporelle de *G. ficorum* montre une différence d'une année à l'autre, mais en général, il y a deux périodes distinctes l'une s'étale de janvier à juin et l'autre de juin à décembre respectivement en 2017 et 2018 et marque sa forte dominance principalement dès août à septembre avant de décliner en novembre et décembre. ce qui explique que la population du thrips est abondante en automne et à un degré moindre en été. Par contre, ils sont insignifiants en hiver et au printemps dont la mortalité est plus élevée.

Les dégâts du thrips causés sur le ficus sont facilement reconnaissables grâce à l'apparition de taches ou mouchetures rouge violacé le long de la nervure principale avant de se généraliser à toute la surface de la feuille. Cette dernière s'enroule progressivement avant de se déshydrater, durcit et change de couleur du vert au maron et chute au final. Ces dégâts n'entraînent pas systématiquement le dépérissement de l'arbre, mais ils affectent sa valeur ornementale.

Nous avons pu identifier trois prédateurs de *G. ficorum* : *M. confusa*, *C. carnea* et *A. ramachandrai* et deux parasites *A. gynaiokothripsi* et *T. gentilei*

M. confusa, est active sur toute l'année mais plus abondante durant la période automnale là où *G. ficorum* ce qui est le cas d'*A. ramachandrai*, *A. gyniokothripsi* et *C. carnea*.

L'étude de la variation spatio-temporelle de *M. gladiata* montre que cette espèce est présente sur toute l'année avec des fluctuations plus ou moins importantes d'un mois à un autre et d'une année à autre. Tandis que la population du psylle est dominante en automne que d'autres période de l'année.

Le psylle *M. gladiata* affectionne les jeunes pousses de l'année que les pousses de l'année précédente. Plus particulièrement sue les bourgeons bien que les nymphes aggrées sont significativement abritent la face inférieure des feuilles ou les adultes vont émerger.

Deux prédateurs et un seul parasite ont été recensés pendant toute l'année. L'encyrtide *P. punensis* est un endoparasite primaire des larves qu'il peut parasiter à partir du 3^{ème} stade (L₃). La femelle de *Psyllaephagus* pond dans la jeune larve du psylle, un œuf qui donnera naissance à une larve de l'endoparasite qui se développe et se nourrit du contenu de la larve du psylle. Cette dernière se développement normalement jusqu'au stade nymphal du parasite avant de mourir.

Le test d'émergence au laboratoire montre que la plupart des larves momifiées ont donné un adulte du parasitoïde. Sur 1203 larves momifiées il y a émergence de 933 adultes et 270 momies non émergées, soit des taux d'émergence respective de 78% et de 22,4 %. Par contre dans les conditions naturelles, ce taux d'émergence dépasse 80% et atteint même 83,3%

Les infestations de *M. gladiata* sur ficus retusa sont facilement détectables en raison de la grande quantité de sécrétions cireuses blanches produites par nymphes, qui couvrent les nouvelles pousses en croissance, donnant un aspect cotonneux aux rameaux infestés et qui protège les jeunes stades larvaires. Généralement les attaques du psylle ne provoquent pas la mort de l'arbre mais celles -ci détruisent sa valeur ornementale, mais n'entraînent pas systématique son dépérissement.

En perspective, l'introduction d'insectes exotiques au cours des dernières décennies représente une menace en raison de leurs impacts à la fois économiques et écologiques suscitent un intérêt considérable pour le contrôle biologique de ces nouvelles espèces d'origine exotique d'autant plus qu'il s'agit d'un milieu urbain.

➤ Bien que d'autres études soient nécessaires sur la bioécologie de *M. gladiata* et *G. ficorum*, ainsi que l'impact des hyménoptères parasites et de prédateurs qui reste à évaluer car ces derniers malgré leur présence, n'arrivent pas à diminuer d'une façon palpable les populations de ces deux ravageurs dans le but de raisonner une lutte biologique dans un cadre d'une IPM à la place de l'utilisation des produits phytosanitaires dont les multiples dangers ne sont plus à démontrer dans un milieu urbain.

➤ Il serait intéressant de créer un modèle hôte-parasitoïde qui tient compte de l'influence des conditions environnementales sur la dynamique de la population de *M. gladiata* et *G. ficorum*.

➤ Le risque d'introduction des plantes ornementaux notamment le Ficus n'est pas négligeable et devraient être donc pris en compte à l'avenir dans les stratégies de plantation dans le milieu urbain.

➤ Un grand intérêt de déterminer si les insectes qui abritent ces arbres de Ficus ne constituent pas des ravageurs agricoles aux plus tard.

➤ À la fin la situation dégradée de la santé des arbres urbains qui se présente aujourd'hui nous appelle à préserver notre patrimoine, la conception urbanistique de l'arbre en ville, concerne élus, responsables et citoyens ainsi que plusieurs domaines relatifs aux sciences ce qui implique une intervention pluridisciplinaire. Des questions paraissent étrangères aux problèmes initiaux ont été parfois soulevées. Lorsque tous les

risques ont été correctement ciblés et évalués, un véritable choix doit être mener à une décision correcte. Mais quels sont les critères convenables et quels sont les fait pertinants retenir ? les spécialiste, les experts, les agronomes, les entomologistes peuvent difficilement délibrement leur ligne d'action.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Abreu-Rodriguez, E. (1982).** *Adactylidium sp.* (Acarina: Pyemotidae), a new record of a predatory mite of thrips eggs in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 66(4): 310.
2. **Adel-Sellami, M., Sellami, M., Saharaoui, L., & Benrima, A. (2020).** L'entomofaune associée au gommier rouge (*eucalyptus camaldulensis* dehn, 1832) dans l'algérois. *Bulletin de la Société zoologique de France*, 145(3), 341-355.
3. **Adeoluwa, O.O., Akinkunmi, O.Y., Akintoye, H.A., & Shokalu, A.O. (2014).** Rooting, growth and sustainability of yellow Ficus (*Ficus retusa* 'Nitida') as affected by growth media under nursery conditions. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(5), 2071-2080.
4. **Aguirre, L.A., Miranda, M.A., Urías, M.A., Orona, F., Almeyda, I.H., Johansen, R., & Tucuch, M. (2013).** Especies de trips (Thysanoptera) en mango, fluctuación y abundancia. *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), 9-12.
5. **Alfaro-Fernández, A., Siverio, F., Cebrián, M.C., Villaescusa, F.J., & Font, M.I. (2012).** 'Candidatus Liberibacter solanacearum' associated with Bactericera trigonica-affected carrots in the Canary Islands. *Plant Disease*, 96(4), 581-581.
6. **Alford, D.V. (2013).** Ravageurs des végétaux d'ornement Arbres, arbustes et fleurs. Ed. *Quae*, (2ème édition). 280p.
7. **Ananthakrishnan, T.N. (1984).** Bioecology of thrips. *Indira Publishing House*. 233p.
8. **Ananthakrishnan, T. N. (1993).** Bionomics of thrips. *Annual Review of Entomology*, 38(1), 71-92.
9. **Anderson, N.H. (1962).** Growth and fecundity of *Anthocoris spp.* reared on various prey (Hel.: Anthocoridae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 5: 40-52
10. **Antonatos, S.A., Barbetaki, A.E., Papadoulis, G.T., & Papafotiou, M. (2015, August).** Seasonal abundance of *Gynaikothrips ficorum* (Marshall) and its natural enemies on *Ficus microcarpa* in Greece. In *XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014)*: 1105: 101-108.

11. Antonatos, S.A., Kapaxidi, E.V., & Papadoulis, G.T. (2011). *Adactylidium gynaikothripsi* n. sp.(Acari: Acarophenacidae) associated with *Gynaikothrips ficorum* (marshal)(Thysanoptera: Phlaeothripidae) from Greece. *International Journal of Acarology*, 37(1), 18-26.
12. Arthurs, S., Heinz, K.M. (2003). Thrips parasitic nematode *Thripinema nicklewoodi* (Tylenchida: Allantonematidae) reduces feeding, reproductive fitness, and tospovirus transmission by its host, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental Entomology*, 32:853-58.
13. Arthurs, S., Chen, J., Dogramaci, M., Ali, A.D., Mannion, C. (2011). Evaluation of *Montandoniola confusa* Streito and Matocq sp. nov. and *Orius insidiosus* Say (Heteroptera:Anthocoridae), for control of *Gynaikothrips uzeli* Zimmerman (Tysanoptera: Phlaeothripidae) on *Ficus benjamina*. *Biological Control*, 57: 202-207.
14. Atwal, A.S., Chaudhary, J.P., & Ramzan, M. (1970). Studies on the development and field population of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayana (Psyllidae: Homoptera). *Journal of Research-Punjab Agricultural University*, 7(3), 333-338.
15. Bagnall, R.S. (1919). XXV.-Brief descriptions of new Thysanoptera.-X. *Annals and magazine of natural history*, 4(22), 253-277.
16. Balachowsky, A.S. & Mesnil L. (1935). Harmful insects with the crop plants. Their manners, their destruction. *ED. Mery*, Paris, 1: 627p.
17. Bekkouche, A. (2019). Cultiver l'urbain, où résident les paradoxes ? Réfelxion mesologique, *L'arbre pour la ville. Les ouvrages du CRASC*. 193 : 103-120.
18. Bella, S. & Rapisarda, C. (2014). New findings in Italy of the recently introduced alien psyllid *Macrohomonotoma gladiata* and additional distributional records of *Acizzia jamatonica* and *Cacopsylla fulguralis* (Hemiptera: Psylloidea). *Redia*; 97: 151–155.
19. Bella, S. & Aguiar, A.F. (2020). Non-native insect pests from the Madeira Archipelago (Portugal): new records and further data (Insecta: Orthoptera; Thysanoptera; Hemiptera; Coleoptera; Diptera; Lepidoptera; Hymenoptera). *Fragmenta entomologica*, 52 (2): 369–376.
20. Bennour Azooz, M. (2017). L'arbre urbain à Tunis: entre fonctionnalités et croyances. Projets de paysage. *Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace*, (16) :6.
21. Benmessaoud-Boukhalfa, H., Mouhouche, F., & Belmazouzi, F. Z. (2010). Inventory and identification of some Thrips species in coastal and sub-coastal regions of Algeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(5), 755-761.

- 22. Berry J.A. (2007).** Key to the New Zealand species of *Psyllaephagus* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) with descriptions of three new species and a new record of the psyllid hyperparasitoid *Coccidoctonus psyllae* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae). *Australian Journal of Entomology*, 46: 99-105.
- 23. Bhattacharya, A.K. (1972).** The chromosomes of the psyllids (Sternorhyncha Homoptera). *Current Science*, 41: 295-296.
- 24. Bindra, O.S., & Varma, G.C. (1969).** Studies on the chemical control of *Trioza fletcheri* minor Crawford (Psyllidae: Hemiptera), a pest of *Terminalia arjuna*. *Indian Forester*, 95(4), 263-266.
- 25. Bodenheimer, H.S. (1951).** Citrus entomology in Middle East. *ED Dr. Junk' S Gravenhage nitgevery*.633p.
- 26. Bodkin, G.E. (1927).** The Fig Wax Scale (*Ceroplastes rusci*, L.) in Palestine. *Bulletin of Entomological Research*, 17(3), 259.
- 27. Boieiro, M., Aguiar, A. F., Rego, C., Borges, P. A., & Serrano, A. R. (2015).** The biodiversity of terrestrial arthropods in Madeira and Selvagens archipelagos. *Revista IDE@-SEA*, 6B, 1-20.
- 28. Bonani, J.P.,A., Fereres, E., Garzo, M.P., Miranada, B., Da Gloria, A. & 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.
- 29. Bonnemaison, L., & Missonnier, J. (1956).** Le psylle du poirier (*Psylla pyri* L.), Morphologie et biologie, Méthodes de lutte. *Annales Des Epiphyties*, 7(2), 263-331.
- 30. Bouček, Z. (1977).** A faunistic review of the Yugoslavian Chalcidoidea (Parasitic Hymenoptera). *Acta Entomologica Jugoslavica*, 13: 1–145.
- 31. Bournier A. (1967).** Un intéressant parasite de Thysanoptères *Tetrastichus Gentilei* [Hym. Chalcididae]. *Société Entomologique de France. (N. S.), J (r)*, 173 - 179.
- 32. Bournier, J.P. (2003).** Thysanoptères nouveaux pour la faune du Gabon. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 108(3), 265-275.
- 33. Bouyer, J., Youssoufou, S., Yahaya, S., Cesar, J., Guerrini, L., Kabore-Zoungrana, C. & Dulieu, D. (2007).** Identification of ecological indicators for monitoring ecosystem health in the trans-boundary W Regional Park: A pilot study. *Biological conservation*, 138, 73-88.

- 34. Brown, R.G. & Hodkinson, I.D. (1988).** Taxonomy and Ecology of the Jumping Plant-lice of Panama: Homoptera, *Psylloidea*, In: L. Lyneborg (Ed), *Entomonograph*. E. J. Brill, Scandinavian Science Press Ltd., Leiden, New York, Kopenhagen, Köln, p. 304.
- 35. Bruts, E.C & Fischers, W.R. (1967).** Mating behavior, egg production, and egg fertility in the pear psylla. *Journal of Economic Entomology*, 60: 1297-1300.
- 36. Burckhardt, D. (1989).** Les psylles (Insecta, Homoptera, Psylloidea) de l'Algérie. *Archives des Sciences, Genève*, 1989.42(2) :367-424.
- 37. Burckhardt, D. (1994).** Psyllid pests of temperate and subtropical crop and ornamental plants (Hemiptera, Psylloidea): a review. *Trends in Agricultural Sciences, Entomology*, 2, 173-186.
- 38. Burckhardt, D. (2010).** Fauna Europaea Hemiptera: Psylloidea Version 2.3., <http://www.faunaeur.org>.
- 39. Burckhardt, D., & Hodkinson, I.D. (1986).** A revision of the west Palaearctic pear psyllids (Hemiptera: Psyllidae). *Bulletin of entomological Research*, 76(1), 119-132.
- 40. Burckhardt, D. & Couturier, G. (1988).** Biology and taxonomy of *Tuthillia cognata* (Homoptera: Psylloidea), a pest on *Myrciaria dubia* (Myrtaceae). In *Annales de la Société entomologique de France*, 24(3) : 257-261.
- 41. Burckhardt, D. & Ouvrard, D. (2012).** A revised classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa*, 3509(1): 1–34.
- 42. Burckhardt, D., Ouvrard, D., Queiroz, D., & Percy, D. (2014).** Psyllid host-plants (Hemiptera: Psylloidea): resolving a semantic problem. *Florida entomologist*, 97(1), 242-246.
- 43. Burckhardt, D., Sharma, A., & Raman, A. (2018).** Checklist and comments on the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) from the Indian subcontinent. *Zootaxa*, 4457(1), 1-38.
- 44. Burks, B.D. (1971).** A synopsis of the genera of the family Eurytomidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Transactions of the American Entomological Society*, 97(1), 1-89.
- 45. Cambero-Campos, J., Valenzuela-García, R., Carvajal-Cazola, C., Rios-Velasco, C., & García-Martínez, O. (2010).** New records for Mexico: *Gynaikothrips uzeli*, *Androthrips ramachandrai* (Thysanoptera: Phlaeothripidae) and *Montandoniola confusa* (Hemiptera: Anthocoridae). *Florida Entomologist*, 93(3), 470-472.
- 46. Cameron, S. L.; Beckenbach, A. T.; Dowton, M.; Whiting, M. F. (2006).** Evidence from mitochondrial genomics on interordinal relationships in insects. *Arthropod Systematics and Phylogeny*, 64 (1): 27-34.

47. Campbell, K. G. (1964). Sound production in psyllidae (Hemiptera). *Journal of the Entomological Society of Australia (NSW)*, 1 : 3.
48. Carraro, L., Loi, N. & Ermacora, P. (2001). Transmission characteristics of the European stone fruit yellows phytoplasma and its vector *Cacopsylla pruni*. *European Journal of Plant Pathology*, 107(7), 695-700.
49. Catling, H.D. (1969). The bionomics of the South African citrus psylla, *Trioza erytrae* (Del Guercio)(Homoptera: Psyllidae) I. The influence of the flushing rhythm of citrus and factors which regulate flushing. *Journal of the entomological Society of Southern Africa*, 32(1), 191-208.
50. Catling, H.D. (1970). Distribution of psyllid vectors of citrus greening disease, with notes on biology and bionomics of *Diaphorina citri*. *FAO Plant Protection Bulletin*, 18(1):8-15.
51. Catling, H.D. (1971). The bionomics of the South African citrus psylla, *Trioza erytrae* (Del Guercio)(Homoptera: Psyllidae) 5. The influence of host plant quality. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 34(2), 381-391.
52. Catling, H.D., & Annecke, D.P. (1968). Ecology of *citrus psylla* in the Letaba district of Northern Transvaal. *South African Citrus Journal*, 410, 8-11.
53. Ceccio, P.G., Garau, M.G., Melis, S., Palomba, A., Pautasso, M., Pittau, F., Ballero, M. (1992). Itchy dermatitis from *Gynaikothrips ficorum* March in a family group. *Allergy*, 47: 441-442.
54. Chen M, Miyakawa T, Matsui C. (1973). Citrus likubin pathogens in salivary glands of *Diaphorina citri*. *Phytopathology*, 63:194-195.
55. Clark, L.R. (1962). The general biology of *Cardiaspina albitextura* (Psyllidae) and its abundance in relation to weather and Parasitism. *Australian Journal of Zoology*, 10(4), 537-586.
56. Cloutier, C., Johnson, S.G. (1993). Interaction between life stages in a phytoseiid predator: western flower thrips prey killed by adults as food for protonymphs of *Amblyseius cucumeris*. *Experimental and Applied Acarology*. 17: 441-49.
57. Cock, M.J.W. (1982). The biology and host specificity of *Liothrips mikaniae* (Priesner)(Thysanoptera: Phlaeothripidae), a potential biological control agent of *Mikania micrantha* (Compositae). *Bulletin of Entomological Research*, 72(3), 523-533.
58. Cook, P. P. (1963). Mating behaviour of *Psylla pyricola* Forster (Hom. Psyllidae). *The Pan-Pacific Entomologist*, 39, 175.
59. Crawford, D.L. (1914). *A Monograph of the Jumping Plant-lice: Or Psyllidæ, of the New World*. US Government Printing Office, 85: 186.
60. Crawford, D.L. (1928). *Fauna sumatrensis* (Beitrag Nr. 61). *Psyllidae*, 17: 425-426.

61. Crespi, B.J., Morris, D.C. & Mound, L.A. (2004) Evolution of ecological and behavioural diversity: Australian Acacia thrips as model organisms. *Australian Biological Resources Study & Australian National Insect Collection, CSIRO, Canberra, Australia*. 328pp.
62. Crowe, T.M. & Crowe, A.A. (1982). Patterns of distributions, diversity and endemism in Afrotropical birds. *Journal of Zoology*, 198: 417- 442.
63. Cruz, A. (2013). *Macrohomonotoma gladiata*, nueva plaga de *Ficus microcarpa* encontrada en Tenerife: la culpa de todo la tiene el cambio climático. La Opinión de Tenerife. <http://www.laopinion.es/tenerife/2013/02/13/escasez-lluvias-aumenta-aparicion-plagasparques/459435.html>.
64. Curis, M.C., Zamar, M.I., Bertolaccini, I., Kurtz, M.E., (2015). First record of *Gynaikothrips ficorum* (Marchal) on *Ficus microcarpa* L. from the province of Santa Fe and *Gynaikothrips uzeli* (Zimmermann) (Thysanoptera, Phlaeothripidae) on *Ficus benjamina* L. (Urticales: Moraceae) from the province of Jujuy, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 74(1–2): 85–88.
65. Da Silva M.L., Chagastelles, P.C., & Nardi, N.B. (2006). Mesenchymal stem cells reside in virtually all post-natal organs and tissues. *Journal of cell science*, 119(11) : 2204-2213.
66. Daget, P. (1976). Ordination des profils écologiques. : *Naturalia monspeliensia. Série Botanique*, 26, 108- 28.
67. Dahlsten, D. D., Rownet, R., Tassan, W., Cooper, W., Chaney, K., Robb, S., Tjosvold, M., Bianchi & Lane. (1996). Blue Gum Psyllid. *HortScript, Pavel Svinhra. Ed., University of California*, (20): 2p.
68. Dajoz, R. (1985). Linné, un précurseur de l'écologie. *Publications de la Société Linnéenne de Lyon*, 54(8), 53-64.
69. Dang, L.H., Mound, L.A. and Qiao, G.X. (2014). Conspectus of the Phlaeothripinae genera from China and Southeast Asia (Thysanoptera, Phlaeothripidae). *Zootaxa*, 3807, 1–82.
70. Danthu, P., Soloviev, P., Gaye, A., Sarr, A., Seck, M., Thomas, I. (2002). Vegetative propagation of some West African *Ficus* species by cuttings. *Agroforestry Systems*, 55 : 57–63.
71. Dara, S.K., & Hodel, D.R. (2015). Weeping fig thrips (Thysanoptera: Phlaeothripidae) in California and a review of its biology and management options. *Journal of Integrated Pest Management*, 6(1), 2.
72. De León, J.H., Sétamou, M., Gastaminza, G.A., Buenahora, J., Cáceres, S., Yamamoto, P.T., ... & 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.

73. Del Cnizo, J. (1945). II. Redescription de *Gynaikothrips ficorum* (Marchal) y concepto actual del genero *Gynaikothrips* Zimmermann, nuevo parala fauna continental europea (Thysanoptera, Phloeothripidae). *Eos*, 21(2), 123-156.

74. Del Toro, I., Ribbons, R. R., & Peline, S. L. (2012). The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 17, 133-146.

75. Dempster, J.P. (1963). The natural prey of three species of Anthocoris (Heteroptera: Anthocoridae) living on broom (*Sarothamnus scoparius* L.). *Entomologia experimentalis et applicata*, 6(2), 149-155.

76. Denmark, H.A. (1967). Cuban laurel thrips, *Gynaikothrips ficorum*, in Florida. *Florida Department of Agriculture. Entomology Circular*, 59: 1-2.

77. Denmark, H.A., Fasulo, T.R., & Funderburk, J. (2005). Cuban Laurel Thrips, *Gynaikothrips ficorum* (Marchal)(Insecta: Thysanoptera: Phlaeothripidae). *EDIS*, 2005(3).

78. Diop, D. (2013). Contribution à l'étude biosystématique des espèces du genre *Ficus* au Sénégal. Thèse d'Etat, Faculté des sciences et techniques, Département de Biologie végétale, UCAD. Sénégal. 178 p.

79. Diop, D., Mbaye, M.S., Sane, S., Noba, K., & Ba, A.T. (2018). Taxonomie du genre *Ficus* au Sénégal : apport des caractères morphologiques. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(6), 2713-2737.

80. Dobbs, T.T. & Boyd, D.W. (2006). Status and distribution of *Montandoniola moraguesi* (Hemiptera, Anthocoridae) in the continental United States. *Florida Entomologist*, 89. 41-46.

81. Dozier, H.L. (1926). Notes on Porto Rican Thysanoptera. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 10(3-4), 279-281.

82. Edison, D. (2016). *Estudio de las principales plagas de insectos chupadores en áreas verdes urbanas de la ciudad de València.* Universitat Politcnica De València.these ing. Rural.44p.

83. El Husseini M.M. & Askar S. I. (2019). Competition between two biocontrol agents attacking the thrips, *Gynaikothrips ficorum* (Marchal) (Thysanoptera: Phlaeothripidae), infesting the Cuban laurel, *Ficus nitida* Thunb., in Egypt. *Egyptian Journal of Biological Pest Control. Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1),1-4.

- 84. Elbadry, E.A., & Tawfik, M. S. F. (1966).** Life cycle of the mite *Adactylidium* sp.(Acarina: Pyemotidae), a predator of thrips eggs in the United Arab Republic. *Annals of the Entomological Society of America*, 59(3), 458-461.
- 85. Eyer, JR. (1937).** Physiology of psyllid yellows of potatoes. *Journal of Economic Entomology*. 30:891–898.
- 86. Fauvel, G., Atger, P., Cotton, D., & d'Arcier, F.F. (1981).** 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*, 1(9) : 813-820.
- 87. Forbes, A.R. (2019).** Innervation of the stylets of the pear psylla, *Psylla pyricola* (Homoptera: Psyllidae), and the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 69, 27-30.
- 88. Fraval, A. (2006).** Les thrips. *Insectes*, 143, 29-34.
- 89. 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.
- 90. Fulmek, L. (1958).** Die Parasitensekten der Blattflöhe (Psyllidae). *Entomologisches Nachrichtenblatt Österreich und Schweizer Entomologen*, 10, 53-60.
- 91. Funasaki, C.Y. (1966).** Studies on the life cycle and propagation technique of *Montandoniola moraguesi* (Puton) (Heteroptera: Anthocoridae). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 19: 209–211
- 92. Galán Blesa, J., Jiménez Alagarda, C., García Parra, I., Lázaro, M. J., Laborda Cenjor, R., Sanchez Domingo, A., ... & Rodrigo Santamalia, M. (2014, October).** Plagas presentes en los *Ficus microcarpa* del arbolado urbano de la zona norte de Valencia. *In XVI Congreso Nacional de Arboricultura* (pp. 220-223). Editorial Universitat Politècnica de València.
- 93. Galindo, M.J. (2010).** Una agresiva plaga de chinches pone en peligro a los ficus de la ciudad. *La Opinión de Murcia*, 13. oct. 2010. <http://www.laopiniondemurcia.es/cartagena/2010/10/13/agresiva-plaga-chinches-ponepeligro-icus-ciudad/276283.html>.
- 94. Garcia L.E. & Rick L. (1993).** Brandenburg Spring Movement of *Frankliniella jusca* into Peanuts *in Thrips Biology and Management* Bruce L. Parker, Margaret Skinner and Trevor Lewis.

95. **Gegechkori, A.M. (1968).** Materials for the Study of the Diet of the Psyllids (Hemiptera, Psylloidea) Narrowly Specialized Phytophages. *Soobscenija Akademii Nauk Gruzinskoj SSR*, 52, 509-514.
96. **Ghanim, A.A., Shanab, L.M., El-Batran, L.A., & Ramadan, M.M. (2011).** Influence of certain prey types on some biological characteristics of *Chrysoperla carnea* (STEPH.) under constant temperature and relative humidity. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 2(2), 213-225.
97. **Ghosh, A.K., Agarwala, B.K. (1993).** The fauna of India and the adjacent countries. Part 6, Subfamily Greenideinae. *Zoological Survey of India*, Calcutta, XIV, 330 pp.
98. **Gillespie, D.R. (1989).** Biological control of thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber by *Amblyseius cucumeris*. *Entomophaga*, 34:185-92.
99. **Goldarazena, A. (2015).** Orden Thysanoptera. *Revista IDE@-SEA*, 52, 1-52.
100. **Goldarazena, A., Ochoa, R., Jordana, R., O'Connor, B. (2001).** Revision of the genus *Adactylidium* Cross (Acari: Tarsonemida: Acarophenacidae) mites associated with thrips (Thysanoptera). *Proceeding of the Entomological Society of Washington*. 103:473-516.
101. **Goldarazena, A., Zhang, Z-Q. & Jordana, R. (2000).** A new species and a new record of ectoparasitic mites from thrips in Turkey (Acari: Trombidiidae: Erythraeidae). *Systematic Parasitology*, 45:75-80
102. **Grall, J., & Hily, C. (2003).** Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales des fonds meubles. Fiche technique Rebent FT01. 7p.
103. **Green, G.E., & Catling, H.D. (1971).** Weather-induced mortality of the citrus psylla, *Trioza erythrae* (Del Guercio)(Homoptera: Psyllidae), a vector of greening virus, in some citrus producing areas of southern Africa. *Agricultural Meteorology*, 8, 305-317.
104. **Grimaldi, D. & Engel, M. S. (2005).** Evolution of the Insects. *Cambridge University Press, Cambridge, N.Y.*, xv.755 p.
105. **Guenaoui, Y., & Ouvrard, D. (2016).** Une nouvelle espèce de psylle découverte sur Ficus en Algérie. *Phytoma*, 691, 7-9.
106. **Guerrieri, E., & Noyes, J.S. (2009).** A review of the European species of the genus *Trechnites* Thomson (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae), parasitoids of plant lice (Hemiptera: Psylloidea) with description of a new species. *Systematic Entomology*, 34(2), 252-259.
107. **Halbert, S.E. (2004).** The genus *Greenidea* (Rhynchota: Aphididae) in the United States. *Florida Entomologist*, 87(2), 159-163.

- 108. Halima-Kamel, M.B. (2009).** First report of *Greenidea ficicola* in Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 4(1), 107-110.
- 109. Hanafi, A., Lacham, A. (1999).** Lutte intégrée contre le Thrips californien (*Frankliniella occidentalis*) en culture de poivron sous serre dans la région du Souss. *Cahiers Options Méditerranéennes*. Ed.I.A.V. Hassen II. AGADIR, Maroc, Vol.31, 435-440.
- 110. Hayat, M. & Khan, F. R. (2014).** Taxonomic notes on some Indian Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) with descriptions of a new genus and species. *Oriental Insects*; 48(1-2): 123-149.
- 111. Hayat, M., Ahmad, Z., & Khan, F.R. (2014).** Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) from the Kingdom of Saudi Arabia. *Zootaxa*, 3793(1), 1-59.
- 112. Held, D.W., & Boyd Jr, D.W. (2008).** Evaluation of sticky traps and insecticides to prevent gall induction by *Gynaikothrips uzeli* Zimmerman (Thysanoptera: Phlaeothripidae) on *Ficus benjamina*. *Pest Management Science: Formerly pesticide science*, 64(2), 133-140.
- 113. Held, D.W., Boyd, D., Lockley, T., & Edwards, G.B. (2005).** *Gynaikothrips uzeli* (Thysanoptera: Phlaeothripidae) in the southeastern United States: distribution and review of biology. *The Florida Entomologist*, 88(4), 538-540.
- 114. Henley, R.W., Chase, A.R., Osborne, L.S. (2009).** Ficus Production Guide. *CFREC- A Foliage Plant Research Note RH -91-16*. University of Florida, IFAS, Central Florida Research (Available online) and Education Center-Apopka, 2807, 32703-8504.
- 115. Herard, F. (1986).** Annotated list of the entomophagous complex associated with pear psylla, *Psylla pyri* (L.)(Hom.: Psyllidae) in France. *Agronomie*, 6(1), 1-34.
- 116. Heslop-Harrison, G. (1960).** Sound production in the Homoptera with special reference to sound producing mechanisms in the Psyllidae. *Journal of Natural History*, 3(34), 633-640.
- 117. Hoddle, M.S., Robinson, L. (2004).** Evaluation of factors influencing augmentative releases of *Chrysoperla carnea* for control of *Scirtothrips perseae* in California avocado orchards. *Biological Control*, 31:268-75.
- 118. Hoddle, M. S., & Morse, J. G. (2012).** The perseae mite invasion into California: History, biology, management and current status. *California Avocado Society Yearbook*, 95, 107-137.
- 119. Hoddle, M.S., Mound, L.A. & Paris, D. (2012).** Thrips of California 2012. Available: http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/Thrips_of_California.html (accessed 14/3/2018).

120. Hoddle, M.S., Oevering, P., Phillips, P.A., Faber, B.A. (2004). Evaluation of augmentative releases of *Franklinothrips orizabensis* for control of *Scirtothrips perseae* in California avocado orchards. *Biological Control*, 30:456-65.
121. Hodkinson, I.D. (1971). A new species of Strophingia Enderlein (Homoptera: Psylloidea) from Britain. *Journal of Entomology Series B, Taxonomy*, 40(1), 1-5.
122. Hodkinson, I.D. (1972). Long range dispersal of certain species of Psyllidae in the Northern Pennines. *Entomologist's monthly magazine*, 108: 21-22.
123. Hodkinson, I.D. (1973). The population dynamics and host plant interactions of *Strophingia ericae* (Curt.)(Homoptera: Psylloidea). *The Journal of Animal Ecology*, 565-583.
124. Hodkinson, I.D. (1974). The biology of the Psylloidea (Homoptera): a review. *Bulletin of entomological research*, 64(2), 325-339.
125. Hodkinson, I.D. (1983). The psyllids (Homoptera: Psylloidea) of the Austro-Oriental, Pacific and Hawaiian zoogeographical realms: an annotated check list. *Journal of Natural History*, 17(3): 341-377.
126. Hodkinson, I.D. (1984). The biology and ecology of the gall-forming Psylloidea (Homoptera). *Biology of gall insects*, 59, 77.
127. Hodkinson, I.D. (1986). The psyllids (Homoptera: Psylloidea) of the Oriental Zoogeographical Region: an annotated check-list. *Journal of Natural History*, 20(2): 299-357.
128. Hodkinson, I.D. (1999). Species response to global environmental change or why ecophysiological models are important: a reply to Davis et al. *Journal of Animal Ecology*, 68(6), 1259-1262.
129. 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.
130. Hodkinson, I.D. & Hollis, D. (1987). The legume-feeding psyllids (Homoptera) of the west palearctic region. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 56: 1-86.
131. Hodkinson, I.D. & White, I.M. (1979). Homoptera, Psylloidea. *Handbooks for the Identification of British Insects*, 2(5a): 1-98.
132. Hollis, D. & Broomfield, P.S. (1989). Ficus-feeding psyllids (Homoptera), with special reference to the Homotomidae. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Entomology Series*, 58(2), 131-183.
133. Hollis, D. (2004). Australian Psylloidea: jumping plantlice and lerp insects. *Australian Biological Resources Study (ABRS), Canberra, Australia*. 232 p.

- 134. Hollis, D., & Broomfield, P.S. (1989).** Ficus-feeding psyllids (Homoptera), with special reference to the Homotomidae. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Entomology Series*, 58(2), 131-183. <http://biodiversitylibrary.org/page/41055721>
- 135. Hood, J.D. (1912).** New genera and species of North American Thysanoptera from the South and West. *Proceedings of the Biological Society of Washington*.
- 136. Inagaki, H. (1974).** UNE ÉTUDE D'ÉCOLOGIE ÉVOLUTIVE. *Bulletin d'Ecologie*, 5(3), 207-219.
- 137. Jacobson, R.J. (1997).** Integrated pest management (IPM) in glasshouses. *Integrated pest management (IPM) in glasshouses*. 639-666.
- 138. Jensen, D. (1957).** Parasites of the Psyllidae. *Hilgardia*, 27(2), 71-99.
- 139. Jerinić-Prodanović, D. (2006).** A new jumping plant louse, *Cacopsylla ulmi* Förster (Homoptera, Psyllidae), on elm in Serbia. *Acta entomologica serbica*, 11(1-2), 11-18.
- 140. Jerinic-Prodanovic, D. (2012).** Alien species of jumping plant lice (Hemiptera: Psylloidea) in Serbia. International Symposium: Current Trends in Plant Protection. *Proceedings*: 553-560.
- 141. Jerinić-Prodanović, D., & Protić, L. (2013).** True bugs (Hemiptera, Heteroptera) as psyllid predators (Hemiptera, Psylloidea). *ZooKeys*, (319), 169.
- 142. Jiménez Alagarda, C., Galán Blesa, J., García Parra, I., Lázaro, M. J., Laborda Cenjor, R., Sanchez Domingo, A., ... & Rodrigo Santamalia, M. (2014, October).** Comparación del ciclo biológico de diferentes especies de psilas presentes en árboles ornamentales de la ciudad de València. In *XVI Congreso Nacional de Arboricultura* (pp. 176-179). Editorial Universitat Politècnica de València.
- 143. Jiménez, A.C. (2015).** Aplicación de endoterapia para el control de la psila *Macrohomonotoma gladiata* (Kuwayama) (Hemiptera, Homotomidae), del ficus (*Ficus microcarpa*). Trabajo Final de Carrera, *Universitat Politècnica de Valencia*.90p.
- 144. Kaliszewski, M., Athias-Binche, F., & Lindquist, E. E. (1995).** Parasitism and parasitoidism in Tarsonemina (Acari: Heterostigmata) and evolutionary considerations. *Advances in Parasitology*, 35, 335-367.
- 145. Kabashima, J.N., Paine, T.D., Daane, K.M & Dreistadt, S.H. (2014).** Psyllids. Integrated Pest Management for Home Gardeners and Landscape Professionals. University of California. Agriculture and natural resources. *Pest Notes*. 7423. www.ipm.ucanr.edu/pmg/pestnotes/pn7423.html.

- 146. Khautsov A.A. (2007).** Two new species of mites of the family Acarophenacidae (Acari, Heterostigmata) from Crimea (Ukraine). *Vestnik Zoologii*, 41: 549-553.
- 147. Kissayi, K., & Benhalima, S. (2016).** Contribution à la connaissance des Encyrtidae (Hymenoptera : Chalcidoidea) du Maroc, nouvelles données et comparaison avec la faune d'Afrique du Nord. In *Annales de la Société entomologique de France (NS)*, 52(6) :343-353.
- 148. Kukulová-Peck, J. (1991).** Chapter 6. Fossil history and the evolution of Hexapod structures: 141-179. In: CSIRO, Division of Entomology. *Insects of Australia.*, 2(2). Cornell University Press, Ithaca, USA. 1137 p.
- 149. Laborda, R., Galán-Blesa, J., Sánchez-Domingo, A., Xamaní, P., Estruch, V. D., Selfa, J., ... & Rodrigo, E. (2015).** Preliminary study on the biology, natural enemies and chemical control of the invasive *Macrohormotoma gladiata* (Kuwayama) on urban *Ficus microcarpa* L. trees in Valencia (SE Spain). *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(1), 123-128.
- 150. LaSalle, J. (1994).** North american genera of tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae). *Journal of Natural History*, 28(1), 109-236.
- 151. Láska, P. (2011).** Biology of *Trioza apicalis* - A review. *Plant Protection Science*, 47: 68-77.
- 152. Laudonia, S., & Viggiani, G. (2005).** Extensive infestations by a thrips on figs in Campania. *Informatore Agrario*, 61(20), 73-74.
- 153. Lauterer, P. (1963).** A contribution to the knowledge of the psyllid fauna of Czechoslovakia. *Časopis Moravského Muzea v Brně*, 48, 145-156.
- 154. Lewis, T. (1973).** Thrips: their biology, ecology, and economic importance. *Ed. Academic Press, New York*, 349p.
- 155. Li, F. (2011).** *Psyllidomorpha of China (Insecta: Hemiptera)*. Science Press, Beijing, China, 1-2. 1976 p.
- 156. Liao, Y.C. & Yang, M.M. (2015).** Acoustic Communication of Three Closely Related Psyllid Species: A Case Study in Clarifying Allied Species Using Substrate-borne Signals (Hemiptera: Psyllidae: Cacopsylla). *Annals of the Entomological Society of America* .108(5): 902-911.
- 157. Liao, Y.C. & Yang, M.M. (2017).** First evidence of vibrational communication in Homotomidae (Psylloidea) and comparison of substrate-borne signals of two allied species. *Journal of Insect Behavior*, 30(5): 1-15.
- 158. Linnavuori, R. (1951).** On some new or lesser known Heteroptera. In *Annales Entomologici Fennici*, 17 :104-107.

- 159. Loche, P., Piras, S., Piseddu, V., & Podda, P. (1984).** Contribution to the knowledge of *Gynaikothrips ficorum* March. (Thysanoptera, Tubulifera), a thrips dangerous to *Ficus retusa* Desf. in Sardinia: trends in control. *Difesa delle Piante*, 7(3), 153-160.
- 160. Longinova, M.M. (1972).** On the fauna of psylloidae (Homoptera) from Morocco. *Societas Scientiarum Fennica*, 47: 37.
- 161. Loomans J.M. (2006).** Exploration for hymenopterous parasitoids of thrips. *Bulletin of Insectology*, 59: 69–83.
- 162. Louette M. (1981).** The birds of Cameroon. An annotated checklist. *Verhandelingen Van de Koninklijke Academie Voor Wetenschappen, Letteren Schone Kunsten Van België. Klasse de Wetenschappen* 43, p. 1-295.
- 163. Loutfy, M.H.A., Karakish EAK 1, SF. Khalifa ERA. Mira. (2005).** Numerical Taxonomic Evaluation of Leaf Architecture of Some Species of Genus *Ficus* L. *International Journal of Agriculture & Biology*, 7(3), 352–357.
- 164. Lupoli, R. (2012).** La biodiversité des insectes. Une ressource inexplorée pour la découverte de nouveaux médicaments. *Résumé de la conférence présentée le 4 juin 2011 à la Société des Amis du Muséum national d'histoire naturelle et du Jardin des plantes n° 251/septembre 2012.*
- 165. Maki, M. (1915).** On *Macrohomotoma gladiatum*. *Insect World*, 19: 267-271.
- 166. Margiotta, M., Bella, S., Buffa, F., Caleca, V., Floris, I., Giorno, V., & Laudonia, S. (2017).** Modeling Environmental Influences in the *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera : Encyrtidae) – *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera : Aphalaridae) Parasitoid–Host System. *Journal of Economic Entomology*, 110(2), 491-501.
- 167. Martin, J.H. & Webb, M.D. (1999).** *Hemiptera: the true bugs*. p 54-75. In Barnard, P. C. (ed.) *Identifying British insects and arachnids. An annotated bibliography of key works.* Cambridge University Press, Cambridge.
- 168. Martin, J.H. & Lau C.S.K. (2011).** The Hemiptera-Sternorrhyncha (Insecta) of Hong Kong, China - an annotated inventory citing voucher specimens and published records. *Zootaxa*, 2847: 1-122.
- 169. Martinez, A.L., & Wallace, J.M. (1967).** Citrus leaf mottle-yellows disease in the Philippines and transmission of the causal virus by a psyllid, *Diaphorina citri*. *The plant disease reporter*, 51(8), 692-695.

- 170. Mascarenhas, A.L.S., Silva, Jr.C. (2016).** Natural history of *Gynaikothrips uzeli* (Thysanoptera, Phlaeothripidae) in galls of *Ficus benjamina* (Rosales, Moraceae). *Iheringia, Série Zoologia*, 106: e2015016. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2015016>
- 171. Matsuda, R. (1970).** Morphology and evolution of the insect thorax. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 76, 1–431.
- 172. Matsuda, R. (1976).** *Morphology and Evolution of the Insect Abdomen. With special reference to developmental patterns and their bearings upon systematics*. Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris & Frankfurt, 534 p.
- 173. Melo, F.S., Cavalleri, A., Mendonca, Jr.MS. (2013).** Predation of *Gynaikothrips uzeli* (Thysanoptera: Phlaeothripidae) by *Androthrips ramachandrai* (Thysanoptera: Phlaeothripidae). *Florida Entomologist*, 96: 859-863.
- 174. Meza, P. A., & Baldini Urrutia, A. (2001).** Dos nuevos psilidos en Chile: *Ctenarytaina eucalypti* y *Blastopsylla occidentalis*. *Corporación Nacional Forestal*.
- 175. Mifsud, D., & Porcelli, F. (2012).** The psyllid *Macrohomonotoma gladiata* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Psylloidea: Homotomidae): a *Ficus* pest recently introduced in the EPPO region. *EPPO Bulletin*, 42(1), 161-164.
- 176. Miranda, S.M. A., Bravo, E.M., & Tucuch, F.M. (2010).** *Fluctuación poblacional de trips (Thysanoptera: Thripidae) asociados al mango en Michoacán, Oaxaca y Campeche*. *Entomología Mexicana*, 9, 363-366.
- 177. Moran, V.C. (1968).** Preliminary observations on the choice of host plants by adults of the citrus psylla, *Trioza erytrae* (Del Guercio)(Homoptera: Psyllidae). *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 31(2), 403-410.
- 178. Moranz, R.A., Debinski, D.M., Winkler, L., Trager, J., McGranahan, D.A., Engle, D.M., & Miller, J.R. (2013).** Effects of grassland management practices on ant functional groups in central North America. *Journal of Insect Conservation*, 17(4), 699-713.
- 179. Morcos, G. (1944).** *Gynaikothrips ficorum* Marchal in Egypt. *Bulletin de la Societ Fouad ler d'Entomologie*. 28: 183-187.
- 180. Morse, J.G., & Hoddle, M.S. (2006).** Invasion biology of thrips. *Annual Review of Entomology*, 51, 67-89.
- 181. Motomura, I. (1932).** A statistical treatment of ecological communities. *Zoological Magazine*, 44, 379-383.
- 182. Mound, L.A. (2005).** Thysanoptera: diversity and interactions. *Annual Review of Entomology*, 50, 247-269.

- 183. Mound L.A. (2009):** Sternal pore plates (glandular areas) of male thripidae (Thysanoptera). *Zootaxa*, 2129: 29–46.
- 184. Mound, L.A., Morison, G.D, Pitkin, B.R., Palme, J.M. (1976).** Thysanoptera: *Handbooks for the identification of British insects*,1(11): 1–79.
- 185. Mound, L.A., Heming, B.S., & Palmer, J.M. (1980).** Phylogenetic relationships between the families of recent Thysanoptera (Insecta). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 69(2), 111-141.
- 186. Mound, L.A., & Walker, A.K. (1982).** Terebrantia (Insecta: Thysanoptera). *Fauna of New Zealand*, (1).120p.
- 187. Mound, L.A., & Walker, A.K. (1986).** Tubulifera (Insecta: Thysanoptera). *Fauna of New Zealand*, 10.
- 188. Mound, L.A., Wang, C.L., Okajima, S., (1995).** Observations in Taiwan on the identity of the Cuban laurel thrips (Thysanoptera, Phlaeothripidae). *Journal of the New York Entomological Society*, 103: 185-190.
- 189. Mound L.A. & Marullo R. (1996).** The Thrips of Central and South America, An Introduction (Insecta, Thysanoptera). *Memoirs on Entomology International*. Associated Publishers, Gainesville, Florida. *Florida Entomologist* 79(2):270.
- 190. Mound, L.A., Wang, C.L. & Okajima, S. (1996).** Observations in Taiwan on the identity of the Cuban laurel thrips (Thysanoptera, Phlaeothripidae). *Journal of the New York Entomological Society*; 103: 185-190.
- 191. Mound, L.A., & Kibby, G. (1998).** *Thysanoptera: an identification guide*. CAB international.
- 192. Mound, L.A. & Williams, G. (2003).** Host-plant disjunction in a new species of *Neohoodiella* (Insecta, Thysanoptera, Phlaeothripinae), with notes on leaf-frequenting thrips in NSW subtropical rainforest. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*,124: 17-28.
- 193. Mound, L.A, Morris, D.C. (2005).** Gall-inducing thrips: an evolutionary perspective, pp. 59-72 In Raman A, Schaefer CW, Withers TM [eds.], *Biology, Ecology, and Evolution of Gall-inducing Arthropods*. Science Publishers, Inc., Enfield, New Hampshire, USA.
- 194. Mound, L.A., & Tree, D.J. (2015).** Species of *Lissothrips* and *Williamsiella* from mosses and lichens in Australia and New Zealand (Thysanoptera, Phlaeothripinae). *Zootaxa*, 3946(3), 361-373.
- 195. Munyaneza, J.E., Fisher, T.W., Sengoda, V.G., Garczynski, S.F., Nissinen, A., & Lemmetty, A. (2010).** Association of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” with the psyllid,

Trioza apicalis (Hemiptera: Triozidae) in Europe. *Journal of Economic Entomology*, 103(4), 1060-1070.

196. Narrea-Cango, M., Vergara-Cobián, C., & Malpartida-Zevallos, J. (2013). Phytophagous insects associated to *Ficus benjamina* L. and *Ficus microcarpa* L.(Urticales: Moraceae) in Lima, Perú. *Ecología Aplicada*, 12(2), 67-74.

197. Nguyen, T.X. (1975). Evolution et élimination de la diapause ovarienne de *psylla pyri* L. dans des conditions naturelles de la région Toulousaine. *Bulletin de la Societe Zoologique de France*. 100(2): 241-246.

198. Nixon, P. (1999). Orchid pests and their management. Home, Yard & Garden Pest Newsletter. Available at <http://www.ag.uiuc.edu/cespubs/hyg/html/pdf/199919.pdf> [accessed 20 mai 2017].

199. Noyes, J.S., & Hanson, P. (1996). Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Costa Rica: the genera and species associated with jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea). *Bulletin of the British Museum (Natural History), Entomology Series*, 65(2), 105-164.

200. Olmo-García, D., Nieto-López, A. (2009). *Macrohomotoma gladiata* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Psyl - loi dea), nueva psila en *Ficus microcarpa*. XXV reunión del grupo de trabajo de laboratorios y prospecciones fitosanitarias. Reus, 10-12 noviembre 2009.

201. Ossiannilsson, F. (1992). *The Psylloidea (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark*. Fauna Entomologica Scandinavica 26. E.J. Brill, Leiden, Netherlands, 346 p.

202. Ouvrard, D. (2020). Psyl'list -the world psylloidea database. Accessed at <http://www.hemiptera-databases.com/psyllist>

203. Ouvrard, D., Bourgoïn, T., & Campbell, B.C. (2002). Comparative morphological assessment of the psyllid pleuron (Insecta, Hemiptera, Sternorrhyncha). *Journal of morphology*, 252(3), 276-290.

204. Ouvrard, D., Chalise, P. & Percy, D.M. (2015). Host-plant leaps versus host-plant shuffle: a global survey reveals contrasting patterns in an oligophagous insect group (Hemiptera, Psylloidea). *Systematics and Biodiversity*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/14772000.2015.1046969>

205. Paine, T.D. (1992). Cuban laurel thrips (Thysanoptera: Phlaeothripidae) biology in southern California: seasonal abundance, temperature dependent development, leaf suitability and predation. *Annals of the Entomological Society of America*, 85(2): 164–172.

206. Palmer, J.M. (1990). Identification of the common thrips of tropical Africa (Thysanoptera: Insecta). *International Journal of Pest Management*, 36(1), 27-49.

207. Pande, Y.D. (1971). Biology of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuw.(Hemiptera: Psyllidae). *Israel Journal of Entomology*, 6(2), 307-311.
208. Pande, Y.D. (1972). Seasonal fluctuations in the abundance and host preference of *Diopharina citri* Kuw. in relation to certain species of citrus. *Indian Journal of Agricultural Research*, 6: 51-54.
209. Parker, B.L., Skinner, M. (1997). Integrated pest management (IPM) in tree crops. *Integrated pest management (IPM) in tree crops.*, 615-638.
210. Parrella, M.P., Lewis, T. (1997). Integrated pest management (IPM) in field crops. *Thrips as crop pests.*, 595-614.
211. Pedata, P.A., Burckhardt, D. & Mancini, D. (2012). Severe infestations of the jumping plant-louse *Macrohomotoma gladiata*, a new species for Italy in urban Ficus plantations. *Bulletin of Insectology*, 65(1): 95–98. <http://www.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol65-2012-095-098pedata.pdf>
212. Pelikán, J., (1991). Te Cuban–laurel thrips (*Gynaikothrips fcorum* Marchal, 1908) in green-houses in Czechoslovakia. [Czech]. *Ochrana Rostlin*, 27: 287–291.
213. Percy, D.M., Rung, A., & Hoddle, M.S. (2012). An annotated checklist of the psyllids of California (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa*, 3193(1), 1-27.
214. Percy, D.M., (2020). Psyllid morphology. <http://www.psyllids.org/psyllidsMorphology.htm>
215. Péricart, J., & Halperin, J. (1989). The Anthocoridae of Israel (Heteroptera). *Phytoparasitica*, 17(2), 91-99.
216. Pletsch, D.J. (1947). The potato psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc), its biology and control. *Bulletin - Montana State College, Agricultural Experiment Station*. 446, 95p.
217. Premachandra, W.T.S.D., Borgemeister, C. (2003). Combined releases of entomopathogenic nematodes and the predatory mite *Hypoaspis aculeifer* to control soil-dwelling stages of western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *Biocontrol*, 48: 529-41.
218. Priesner H. (1939). Zur Kenntnis der Gattung *Gynaikothrips* Zimm. (Tysanoptera). *Mitteilungen der Muenchner Entomologischen Gesellschaft* 29: 475-487.
219. Priesner, H. (1964). Monography of the Thysanoptera of the Egyptian deserts. *Agris*. 538-541.
220. Prinsloo, G.L. (1981). On the encyrtid parasites (Hymenoptera: Chalcidoidea) associated with psyllids (Hemiptera: Psylloidea) in southern Africa. *Journal of the Entomological society of southern Africa*, 44(2), 199-244.

- 221. Przybylski, Z. (1970).** Studies on the synchronisation of phytophenological phenomena with the development of *P. mali*. *Ekologia polska*, 18(2). 13-40.
- 222. Quintanilla, R. (1980).** Trips: *Características morfológicas y biológicas*– Especies de mayor importancia agrícola. Ed. Hemisferio Sur SA, Buenos Aires, Argentina.
- 223. Radonjić S., Hrnčić S. (2017).** First record of the alien psyllid *Macrohomonotoma gladiata* (Hemiptera Psylloidea Homotomidae) in Montenegro. *Redia-Giornale Di Zoologia*, 100: 77-80.
- 224. Rapisarda, C. & Belcari, A. (1999).** Notes on some psyllids (Homoptera Psylloidea) infesting urban trees in Italy. *Proceedings of the International Symposium on Urban Tree Health. Acta Horticulturae*, 496: 155-164.
- 225. Rasmy, A.H., & MacPhee, A.W. (1970).** STUDIES ON PEAR PSYLLA IN NOVA SCOTIA. *The Canadian Entomologist*, 102(5), 586-591.
- 226. Razi, S. (2017).** *Etude éco-biologique des thrips de la région de Biskra*. These de Doctorat En Sciences Agronomiques. Université Mohamed Kheider –Biskra.132p.
- 227. Rechid, R. (2011).** Les thrips dans la région de Biskra : biodiversité et importance dans un champ de fève (Doctoral dissertation, Université de Mohamed Kheider–Biskra).
- 228. Reinert, J.A. (1983).** Controlling cuban laurel thrips in nurseries and landscapes. *American Nurseryman*, 157, 63–66.
- 229. Reitz, S.R., Yearby, E.L., Funderburk, J.E., Statisky, J., Momol, M.T., Olson, S.M. (2003).** Integrated management tactics for *Frankliniella thrips* (Thysanoptera: Thripidae) in field-grown peppers. *Journal of Economic Entomology*, 96(4), 1201-1214.
- 230. Remaudière, G. & Remaudière, M. (1997).** Catalogue des Aphididae du monde (Homoptera Aphidoidea). INRA Editions, Paris. 473 pp.
- 231. Rivnay, E. (1947).** Biology of *Gynaikothrips ficorum* Marchal in Palestine. *Bulletin de la Société Fouad I d'Entomologie*. 31: 129–140.
- 232. Roberti, A. (2016).** Zones non agricoles et pépinières ornementales. *Bulletin élaboré sur la base de l'observation réalisée dans le cadre du réseau Provence Alpes Côte d'Azur*. :1-8.
- 233. Roberti, A., Germain, J.F. & Pionnat, S. (2016).** Un nouveau ravageur sur Ficus le psylle, *Macrohomonotoma gladiata*, Kuwayama. *4^e Conférence sur les entretiens des jardins, espaces végétales et infrastructures*, Toulouse, 19-20 octobre 2016, 125-132.
- 234. Rodrigo Santamalia, M., García-Parra, I., Sánchez Domingo, A., Bertomeu, S., Xamaní Monserrat, P., & Laborda Cenjor, R. (2016).** Fenología y abundancia de cinco especies de psilas (Hemiptera, Psylloidea) en espacios verdes urbanos de la ciudad de Valencia (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 59, 181-186.

- 235. Roques, A., Rabitsch, W., Rasplus, J.Y., Lopez-Vaamonde, C., Nentwig, W., & Kenis, M. (2009).** *Alien terrestrial invertebrates of Europe*. In Handbook of alien species in Europe (pp. 63-79). Springer, Dordrecht.
- 236. Rung, A. (2016).** A new pest of ficus in California: *Macrohomotoma gladiata* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Psylloidea: Homotomidae), new to North America. *Check List*, 12, 1.
- 237. Russell, L.M. (1971).** Notes on *Euphalerus nidifex* Schwarz and related nest making New World Psyllids (Homoptera: Psyllidae). *Florida Entomologist*, 54: 3–12.
- 238. Sabelis, M.W., Van Rijn, P.C.J. (1997).** Predation by insects and mites. *Thrips as crop pests*, 259-354.
- 239. Saharaoui, L. (2017).** Les coccinelles algériennes (analyse faunistique et structure des communautés). Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, 198 p.
- 240. Samy, O. (1973).** Psyllids of Egypt. *Bulletin of the Entomological Society of Egypt*, 56:437-480.
- 241. Sánchez, I. (2008).** Primera cita de *Platycorypha nigrivirga* Burckhardt, 1987 (Hemiptera: Psyllidae) para Europa continental. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 43: 445- 446.
- 242. Sánchez, I. (2012).** Primeras citas de *Macrohomotoma gladiata* (Hemiptera: Psylloidea: Homotomidae) en Andalucía (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 50, 533-534.
- 243. Santana, D.L.Q., Burckhardt, D. & Aguiar, A.M.F. (2006).** Primeiro Registro de *Platycorypha nigrivirga* Burckhardt (Hemiptera: Psylloidea), em *Tipuana tipu* (Benth.), no Brasil. *Neotropical Entomology*, 35: 61-863.
- 244. Schaefer, H.A. (1949).** Biologische und ökologische Beobachtungen an Psylliden (Hemiptera). *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*, 60: 25-41.
- 245. Schuh, R.T. & Slater, J.A. (1995).** True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera). Classification and Natural History. *Cornell University Press, Ithaca, New York*. 336 p.
- 246. Senevet, G. (1922).** Présence à Alger d'un insecte fort genant pour l'homme : *Gynaikothrips Uzeli*, Zimmermann. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord*, (13), 4.
- 247. Shelton, A.M., Zhao, J.Z., Nault, B.A., Plate, J., Musser, F.R., & Larentzaki, E. (2006).** Patterns of insecticide resistance in *onion thrips* (Thysanoptera: Thripidae) in onion fields in New York. *Journal of economic entomology*, 99(5), 1798-1804.

248. Shipp, J.L., Wang, K. (2003). Evaluation of *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) for control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse tomatoes. *Biological Control*, 28:271-81.
249. Soliman, A.A, Guneidy, A.M & Abdell-Razik, N.A. (1969). Susceptibility of *Gynaikothrips ficorum* March. to some systemic insecticides (Thysanoptera). *Bulletin of the Entomological Society of Egypt*, 3:113–119.
250. Stannard, L. J. (1968). *The thrips, or Thysanoptera, of Illinois*. Illinois Natural History Survey Bulletin; 29(4). 365p.
251. Sureshkumar, N., & Ananthkrishnan T.N. (1987). Biotic interactions in relation to prey-predator relationship with special reference to some thrips species (Thysanoptera: Insecta). *Journal of Entomological Research*. 11: 192-202.
252. Suzuki, T., Haga, K., Leal, W. S., Kodama, S., & Kuwahara, Y. (1989). Secretion of Thrips.: IV. Identification of β -Acaridial from Three Gall-Forming Thrips (Thysanoptera: Phlaeothripidae). *Applied Entomology and Zoology*, 24(2), 222-228.
253. Takahashi, R. (1934). Association of different species of thrips in their galls. *Botany Zoology., Tokyo*, 2, 1827-1836.
254. Tamesse, J.L. & Messi, J. (2004). Facteurs influenc, ant la dynamique des populations du psylle africain des agrumes *Trioza erythrae* Del Guercio (Hemiptera : Triozidae) au Cameroun. *International Journal of Tropical Insect Science*. 24(3): 213–227.
255. Tamesse, J.L., Soufo, L., Tchanatame, E.C., Dzokou, V.J., Gumovsky, A., & De Coninck, E. (2014). Description of *Psyllaephagus blastopsyllae* sp. n.(Encyrtidae), new species, endoparasitoid of *Blastopsylla occidentalis* Taylor (Psyllidae, Spondyliaspidae) in Cameroon. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 5(2), 228-236.
256. Tavares, J., Formaglio, P., Thiberge, S., Mordelet, E., Van Rooijen, N., Medvinsky, A., ... & Amino, R. (2013). Role of host cell traversal by the malaria sporozoite during liver infection. *Journal of experimental medicine*, 210(5), 905-915.
257. Tawfik, M.F.S. (1967). Microfauna of the leaf-rolls of *Ficus nitida* Thunb. Hort. *Bulletin of the Entomological Society of Egypt*, 51, 483–487.
258. Tawfik, M.F.S., & Nagui, A. (1965). The biology of *Montandoniola moraguesi* Puton, a predator of *Gynaikothrips ficorum* Marchal in Egypt (Hemiptera–Heteroptera: Anthocoridae). *Bulletin de la Société Entomologique d’Egypte*, 49, 181-200.
259. Tawfik, M. F. S. (1968). The life-history of *Teratophylum insigne* Reuter (Hemiptera: Teratophylidae). *Bulletin de la Societe Entomologique d’Egypte*, 52, 235-250.

- 260. Tawfik, M.F.S., & Ata, A.M. (1973).** The life-history of *Orius albidipennis* (Reut.) (Hemiptera-Heteroptera: Anthocoridae). *Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte*, 57, 117-126.
- 261. Thanh-Xuan, N. (1970).** Research on the morphology and biology of *Psyllopsis fraxini* (Homoptera, Psyllidae). *Annale de la Société Entomologique de France (E.N)*, 6 : 757-773.
- 262. Thanh-Xuan, N. (1972).** Influence de la nature des plantes hotes sur la longevite et la fecondite de *Psylla pyri* L.(Insecte, Homoptera, Psyllidae). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, D274*: 546-548.
- 263. Thanh-Xuan, N. (1973).** Action du surpeuplement sur la reproduction de *Psylla pyri* L.(Insectes, Homoptère, Psyllidae). *Comptes Rendus Hebdomadaire de l'Académie des Sciences, Paris, D 276*, 2389-2390.
- 264. 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: 733–744.
- 265. Todd J.W., Culbreath A.K., Chamberlin J.R., Beshear R.J. & Mullinix B.G., (1995).** *Colonization and Population Dynamics of Thrips in Peanuts in the Southern United States in Thrips Biology and Management* Bruce L. Parker, Margaret Skinner and Trevor Lewis. 453-460
- 266. Tree, D.J. (2012).** First record of *Gynaikothrips uzeli* (Zimmermann) (Thysanoptera: Phlaeothripidae) from Australia. *The Australian Entomologist*, 39: 105-108.
- 267. Tree, D.J., Walter, G.H. (2009).** Diversity of host plant relationships and leaf galling behaviours within a small genus of thrips-Gynaikothrips and Ficus in south east Queensland, Australia. *Australian Journal of Entomology*, 48: 269-275.
- 268. Tremblay, E. (1965).** *Studio morfo-biologico sulla Trioza tremblayi Wagner (Hemiptera-Homoptera, Psyllidae)*. Stabilimento Tipografico G. Genovese.
- 269. Trodi, F., Djelal, N., & Potié, P. (2015).** L'architecte paysagiste à Alger pendant la période coloniale (1830-1962): une figure émergente. Projets de paysage. *Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace*, (13).
- 270. Tuthill, L.D. (1943).** The psyllids of America north of Mexico (Psyllidae: Homoptera). *Iowa State College Journal of Science*, 17: 443–660.
- 271. UK, CAB, et al. Gynaikothrips ficorum** (Marchal, 1908), Cuban laurel thrips.[invasive species/crop pest]. *Gynaikothrips ficorum (Marchal, 1908), Cuban laurel thrips.[invasive species/crop pest]*., 2014, no AQB ISC record. Visité le 02/01/2019.

272. Van Houten, Y.J., Van Rijn, P.C.J., Tanigoshi, L.K., Van Stratum, P., Bruin, J. (1995). Preselection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 74:225-34.
273. Varadarasan, S. & Ananthkrishnan, T.N. (1981). Population dynamics and prey-predator/parasite relationships of gall-forming thrips. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, B47(3)321-340.
274. Varadarasan, S. & Ananthkrishnan, T.N. (1982). Biological studies on some gall-thrips. *Proceedings of the Indian National Academy of Sciences B48*, 1: 35–43.
275. Vondráček, K. (1957). Mery-Psyloidea (Fauna CSR, Svazek 9). [Jumping Plant Lice – Psyloidea. (Fauna of Czechoslovakia)], 9, 431p.
276. Vu, N.T., Eastwood, R., Nguyen, C.T., Pham, L.V. (2006). The fig was scale *Ceroplastes Russia's* (Linneaus) (Homoptera: Coccidae) in south-east Vietnam: Pest status, life history and biocontrol trials with *Eublemma amabilis* Moore (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomological Research*, 36 : 196-201.
277. Watmough, R.H. (1968). Notes on the biology of *Arytaina spartiophila* and *A. genistae* (Homoptera: Psyllidae) on broom (*Sarothamnus scoparius*) in Britain. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 31, 115-122.
278. Westigard, P.H., Gentner, L.G., & Berry, D.W. (1968). Present status of biological control of the pear psylla in southern Oregon. *Journal of Economic Entomology*, 61(3), 740-743.
279. White, I.M. & Hodkinson, I.D. (1985). Nymphal taxonomy and systematics of the Psylloidea (Homoptera). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 50: 153-301.
280. White, I.M. & Hodkinson, I.D. (1982). *Psylloidea (nymphal stages) Hemiptera, Homoptera*. Handbooks for the Identification of British Insects II, Part 5 (b). Royal Entomological Society of London, London, 50 p.
281. White, T.C.R. (1968). Uptake of water by eggs of *Cardiaspina densitexta* (Homoptera, Psyllidae) from leaf of host plant. *Journal of Insect Physiology*, 14:1669–1683.
282. White, T.C.R. (1969). An index to measure weather-induced stress of trees associated with outbreaks of psyllids in Australia. *Ecology*, 50:905–909.
283. White, T.C.R. (1970a). Airborne arthropods collected in South Australia with a drogue-net towed by a light aircraft. *Pacific Insects*, 12:251–259.
284. White, T.C.R. (1970b). The nymphal stage of *Cardiaspina densitexta* (Homoptera, Psyllidae) on leaves of *Eucalyptus fasciculosa*. *Australian Journal of Zoology*, 18:273–293.

- 285. White, T.C.R. (1971).** Lerp Insects (Homoptera: Psyllidae) on red gum *Eucalyptus camaldulensis* in South Australia. *South Australian Naturalist*, 46:20–23.
- 286. Wolcott, G.N. (1953).** Control of the laurel thrips, *gynaikothrips ficorum* marchal. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 37(3), 234-24.
- 287. Wolfenbarger, D.O. (1946).** Cuban laurel thrips control on *Ficus benjamini*. *Florida Entomologist*, 82-83.
- 288. Yamada, K., Bindu, K., Nasreem, A., Nasser, M. (2011).** A new flower bug of the genus *Montandoniola* (Hemiptera, Heteroptera, Anthocoridae), a predator of gall-forming thrips on black pepper in southern India. *Acta entomologica musei nationalis Pragae*, 51, 1–10.
- 289. Yang C. K. & LI, F. (1984).** Notes on the genus *Macrohomotoma* and descriptions of six new species from China. *Acta Agriculturae Universitatis Pekinensis*, 10: 369-380.
- 290. Yang, M. M., Burckhardt, D. & Fang, S.J. (2009).** *Psylloidea of Taiwan*. Volume I. National Chung Hsing University, 96p.
- 291. Yang, M.M., D. Burckhardt and S.J. Fang. (2009).** Families Calophyidae, Carsidaridae, Homotomidae and Phacopteronidae, with overview and keys to families and genera of Taiwanese Psylloidea (Insecta: Hemiptera). Vol. I, *Psylloidea of Taiwan*. Taichung, Taiwan: National Chung Hsing University. 96 pp.
- 292. Yanzhou, Z., & Dawei, H. (2004).** A review and an illustrated key to genera of Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) from China. *Science Press*.162.
- 293. Ziouani, Kh, Benzehra, A., & Saharaoui, L. (2019).** Population fluctuations of *Gynaikothrips ficorum* (Marchal, 1908)(Thysanoptera, Tubulifera) and natural enemies on leaf gall of *Ficus retusa* in Algeria. *Arxiu de Miscel·lània Zoològica*, 17, 59-71.
- 294. Zucht, B. (1972).** Bau und entwicklung der ausseren Genitalorgane bei Psyllinen (Homopteren). *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere*, 89, 167-231.
- 295. Zuparko, R.L. (2015).** Annotated Checklist of California Encyrtidae (Hymenoptera). *Zootaxa*, 4017(1), 1-126.
- 296. Aramel [<http://aramel.free.fr/INSECTES10-9.shtml>] consulter le 9. 01. 2018.**

Annexe 1. Indices de diversité mensuels de Hassen Badi et de de Bab Ezzouar de 2017 à 2018

		Jan	Fev	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Hassen Badi	Taxa_S	21	19	23	21	23	24	25	19	19	16	18	18
	Individuals	16402	15951	8883	10991	11876	2427	4544	15788	29528	23097	17177	12398
	Simpson1-D	0,53	0,47	0,69	0,76	0,84	0,85	0,47	0,20	0,26	0,46	0,51	0,59
	Shannon_H	1,10	1,03	1,56	1,72	2,06	2,23	1,16	0,47	0,59	0,93	1,06	1,23
	Equitability_J	0,36	0,35	0,50	0,56	0,66	0,70	0,36	0,16	0,20	0,34	0,37	0,43
	1 - Hill	0,37	0,42	0,7	0,76	0,85	0,87	0,67	0,13	0,14	0,86	0,39	0,49
Bab Ezzouar	Taxa_S	21	20	25	23	23	22	25	20	17	14	14	15
	Individuals	0857	9067	6894	10793	9633	2073	5740	18450	31397	27154	19091	15413
	Simpson_1-D	0,60	0,71	0,70	0,75	0,85	0,86	0,42	0,15	0,14	0,34	0,58	0,62
	Shannon_H	1,13	1,48	1,54	1,72	2,12	2,22	1,03	0,40	0,39	0,76	1,14	1,20
	Equitability_J	0,37	0,49	0,48	0,55	0,68	0,72	0,32	0,13	0,14	0,29	0,43	0,44
	Hill	0,54	0,32	0,86	0,24	0,14	0,13	0,65	0,067	0,045	0,0137	0,55	0,49

Annexe 2. Statut écologique de l'entomocénose dans le site de Hassen Badi.

Espèces	Hassen Badi 2017		Hassen Badi 2018	
	Fréquence	Statut	Fréquence	Statut
<i>A. gossypii</i>	25	Accessoire	25	Accessoire
<i>G. ficicola</i>	75	Régulière	83,3	Constante
<i>M. gladiata</i>	100	Omniprésente	100	Omniprésente
<i>C. viridis</i>	91,7	Constante	100	Omniprésente
<i>C. rusci</i>	50	Accessoire	58,3	Régulière
<i>P. ficus</i>	91,7	Constante	100	Omniprésente
<i>P. longispinus</i>	75	Régulière	91,7	Constante
<i>Diaspididae</i> sp.	50	Accessoire	75	Régulière
<i>A. nemoralis</i>	100	Omniprésente	100	Omniprésente
<i>M. confusa</i>	100	Omniprésente	100	Omniprésente
<i>O. laevigatus</i>	66,7	Régulière	83,3	Constante
<i>C. carnea</i>	75	Régulière	83,3	Constante
<i>E. balteatus</i>	58,3	Régulière	58,3	Régulière
<i>N. peyerimhoffi</i>	41,7	Accessoire	83,3	Constante
<i>N. quadrimaculatus</i>	41,7	Accessoire	25	Accessoire
<i>B. quadripustulatus</i>	41,7	Accessoire	33,3	Accessoire
<i>O. doublieri</i>	41,7	Accessoire	33,3	Accessoire
<i>P. vigintiduopunctata</i>	16,7	Accidentelle	8,3	Accidentelle
<i>S. subvillosus</i>	33,3	Accessoire	50	Accessoire
<i>S. interruptus</i>	33,3	Accessoire	16,7	Accidentelle
<i>C. septempunctata</i>	33,3	Accessoire	41,3	Accessoire
<i>Psyllaephagus</i> sp.	100	Omniprésente	100	Accessoire

<i>T. magnum</i>	41,7	Accessoire	41,3	Accessoire
<i>C. auberti</i>	33,3	Accessoire	33,3	Accessoire
<i>T. gentilei</i>	50	Accessoire	41,3	Accessoire
<i>G. ficorum</i>	91,7	Constante	91,7	Constante
<i>A. ramachandrai</i>	75	Régulière	75	Régulière
<i>A. gynikothripsi</i>	66,7	Régulière	50	Accessoire
<i>Campyloneura virgula</i>			25	Accessoire
<i>Empicoris errabundus</i>			16,7	Accidentelle

Annexe 3 . Statut écologique de l'entomocénoses de Bab Ezzouar

Espèces	Bab Ezzouar 2017		Bab Ezzouar 2018	
	Fréquence	Statut	Fréquence	Statut
<i>A. gossypii</i>	25	Accessoire	25	Accessoire
<i>G. ficicola</i>	75	Régulière	83,3	Constante
<i>M. gladiata</i>	100	Omniprésente	100	Omniprésente
<i>C. viridis</i>	100	Omniprésente	100	Omniprésente
<i>C. rusci</i>	41,7	Accessoire	33,3	Accessoire
<i>P. ficus</i>	91,7	Constante	100	Omniprésente
<i>P. longispinus</i>	75	Régulière	66,7	Régulière
<i>Diaspididae</i> sp.	50	Accessoire	58,3	Régulière
<i>A. nemoralis</i>	83,3	Constante	91,7	Constante
<i>M. confusa</i>	100	Omniprésente	100	Omniprésente
<i>O. laevigatus</i>	75	Régulière	91,7	Constante
<i>C. carnea</i>	75	Régulière	91,7	Constante
<i>E. balteatus</i>	50	Accessoire	41,7	Accessoire
<i>N. peyerimhoffi</i>	50	Accessoire	50	Accessoire
<i>N. quadrimaculatus</i>	58,3	Régulière	33,3	Accessoire
<i>B. quadripustulatus</i>	58,3	Régulière	33,3	Accessoire
<i>O. doublieri</i>	41,7	Accessoire	50	Accessoire
<i>P. vigintiduopunctata</i>	33,3	Accessoire	33,3	Accessoire
<i>S. subvillosus</i>	50	Accessoire	33,3	Accessoire
<i>S. interruptus</i>	41,7	Accessoire	41,7	Accessoire
<i>C. septempunctata</i>	33,3	Accessoire	25	Accessoire
<i>Psyllaephagus</i> sp.	100	Omniprésente	100	Omniprésente
<i>T. magnum</i>	41,7	Accessoire	41,7	Accessoire
<i>C. auberti</i>	41,7	Accessoire	50	Accessoire
<i>T. gentilei</i>	50	Accessoire	41,7	Accessoire
<i>G. ficorum</i>	100	Omniprésente	91,7	Constante
<i>A. ramachandrai</i>	75	Régulière	75	Régulière
<i>A. gynikothripsi</i>	66,7	Régulière	66,7	Régulière

Annexe 4. Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% (H24 et H48) ou comparaison des moyennes deux à deux selon Tukey

	Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
24h	oeufs vs Adultes	5,000	8,333	2,668	< 0,0001	Oui
	oeufs vs Larves	2,800	4,667	2,668	0,001	Oui
	Larves vs Adultes	2,200	3,667	2,668	0,008	Oui
48	oeufs vs Adultes	11,400	13,312	2,668	< 0,0001	Oui
	oeufs vs Larves	10,600	12,378	2,668	< 0,0001	Oui
	Larves vs Adultes	0,800	0,934	2,668	0,630	Non

Annexe 5. Taux de mortalité des stades larvaires et nymphaux

	L1			L2			L3			L4			Nymphe			Adultes			
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	
Janvier	0,2	1,2	0,2	0,1	1,2	4,3	0,8	1,5	1,27	0,0	3,3	0,1	0,1	0	0,1	2,5	2,8	1,8	19,5
Février	0	0	0,6	0,5	1,9	1,6	1,0	1,1	1,31	0,2	0,2	0,5	0,1	0,1	0,1	1,8	0	0,4	10,9
Mars	0,1	1,1	0	1,0	0,6	0,4	1,8	1,4	0,00	0,6	2,5	0,1	0	0	0	1,1	1,1	0	11,8
Avril	0	0,3	0	0,1	0,2	0,3	0,4	2,1	0,52	2,6	3,6	1,3	0,2	0,3	0	1,4	1,1	0,4	14,3
Mai	0,2	0	0,8	0,3	0	0	0,2	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,2	0,1	1,4	0,7	0,4	4,7
Juin	0	0,3	0,1	0,1	0	0,2	0,0	0,1	0	0,1	0,5	0	0,2	0,3	0,2	0,7	0,4	0	3,1
Juillet	0	0	0,1	0	0	1,3	1,8	1,7	0,19	1,6	0	0,7	0,1	0,2	0,3	1,1	1,4	0,4	10,4
Août	0,2	0,2	3,1	1,1	1,0	2,0	2,3	2,3	0,66	2,4	1,9	3,6	0,3	0,2	0,1	3,2	2,5	1,5	27,2
Septembre	2,2	0,4	3,5	2,3	0,1	0,3	2,9	0,3	0,05	3,6	0,5	0	0,2	0,4	0,1	4,3	3,9	0	24,9
Octobre	0,3	1,1	2,9	1,0	0,4	0,3	0,9	1,7	0,61	2,3	1,2	0,5	0,5	0,5	0,2	7,9	6,7	0,4	28,9
Novembre	0,3	8,3	8,5	1,2	0,6	4,6	0,2	1,9	2,53	2,3	3,1	2,9	0,6	0,9	0,7	10,8	9,5	0,4	59,0
Décembre	1,4	3,7	2,8	1,3	1,3	0,4	0,3	1,8	0,14	3,5	1,6	0,2	0,3	0,3	0,1	3,6	3,2	5,3	25,8
	5,0	16,6	22,6	9,0	7,3	15,7	12,5	16,2	7,27	19,1	18,8	9,8	2,6	3,3	1,6	40,1	33,1	11,2	

Annexe 6. Sex-Ratio de *M. gladiata* dans le site de Hassen Badi et Bab Ezzouar en 2017 et 2018.

Mois	Hacen Badi								Bab Ezzouar							
	2017				2018				2017				2018			
	♀	♂	Total	(%)	♀	♂	Total	(%)	♀	♂	Total	SR(%)	♀	♂	Total	SR(%)
Janvier	7	5	12	0,7	1	1	2	1	3	4	7	1,3	2	1	3	0,5
Février	1	1	2	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0
Mars	6	3	9	0,5	1	1	2	1	6	2	8	0,3	2	1	3	0,5
Avril	16	9	25	0,6	2	2	4	1	14	8	22	0,6	4	3	7	0,8
Mai	4	5	9	1,3	3	1	4	0,3	4	1	5	0,3	1	1	2	1
Juin	1	2	3	2	2	1	3	0,5	1	1	2	1	1	1	2	1

Juillet	1	0	1	*	1	1	2	1	0	0	0	0	3	1	4	0,3
Aout	3	1	4	0,3	1	1	2	1	2	0	2	*	2	1	3	0,5
Septembre	9	11	20	1,2	8	4	12	0,5	11	3	14	0,3	10	9	19	0,9
Octobre	23	16	39	0,7	49	22	71	0,4	26	15	41	0,6	39	27	66	0,7
Novembre	24	8	32	0,3	37	28	65	0,8	19	12	31	0,6	32	21	53	0,7
Décembre	21	12	33	0,6	3	1	4	0,3	17	15	32	0,9	15	11	26	0,7
	116	73	189	0,63	108	63	171	0,6	104	62	166	0,6	111	77	188	0,7

* : population composée de femelle

Population fluctuations of *Gynaikothrips ficorum* (Marchal, 1908) (Thysanoptera, Tubulifera) and natural enemies on leaf gall of *Ficus retusa* in Algeria

Kh. Ziouani, A. Benzehra, L. Saharaoui

Ziouani, Kh., Benzehra, A., Saharaoui, L., 2019. Population fluctuations of *Gynaikothrips ficorum* (Marchal, 1908) (Thysanoptera, Tubulifera) and natural enemies on leaf gall of *Ficus retusa* in Algeria. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 17: 59–71, Doi: <https://doi.org/10.32800/amz.2019.17.0059>

Abstract

Population fluctuations of Gynaikothrips ficorum (Marchal, 1908) (Thysanoptera, Tubulifera) and natural enemies on leaf gall of Ficus retusa in Algeria. Monthly fluctuations of thrip populations on *Ficus retusa* were monitored and parasites and predators in Boudouaou, Algeria, were identified. Twenty leaves were collected fortnightly from 30 trees from January to December 2015. The number of eggs increased significantly in August with 11,163 eggs and was slightly higher in October with 11,471 eggs. Presence was rare in spring and winter. The 1st and 2nd larval stages (L1 and L2) overlapped: L1 were present from August to October with 27 and 51 individuals respectively, and L2 were present from August to December with 65 to 186 individuals respectively. Prepupae were active in April and June, reaching 46 and 50 individuals respectively, before increasing to 266 in November. Highest numbers of pupae were observed in June (171) and July (135). The number of adults gradually increased, reaching a maximum of 642 in early December. Two predators were identified: *Montandoniola confusa* (Hemiptera, Anthocoridae) and *Nephus peyerimhoffi* (Coleoptera, Coccinellidae). A parasite, *Tetrastichus gentilei* (Hymenoptera, Eulophidae), was also later identified.

Key words: *Gynaikothrips ficorum*, *Ficus retusa*, Predators, Parasite, Algeria

Resumen

Fluctuaciones en las poblaciones de Gynaikothrips ficorum (Marchal, 1908) (Thysanoptera, Tubulifera) y de sus enemigos naturales en las agallas de hojas de Ficus retusa en Argelia. El estudio consiste en la observación de las fluctuaciones mensuales de las poblaciones de arañuelas en *Ficus retusa*, así como de sus parásitos y depredadores conocidos, en Boudouaou. Para ello, cada quince días se recogieron 20 hojas de cada uno de los árboles seleccionados, durante 12 meses de enero a diciembre de 2015. Aparentemente, el número de huevos aumenta considerablemente en agosto, cuando se registraron 11.163 huevos, valor que se superó ligeramente en octubre, con 11.471 huevos, frente a una ausencia casi total de los mismos en primavera e invierno. Se solapan los estadios larvarios 1 y 2 (L1 y L2): L1 va de agosto a octubre, con 27 y 51 individuos respectivamente, seguido de L2, con 65 y 186 individuos de octubre a diciembre. Las prepupas están activas en abril y

junio, cuando alcanzan 46 y 50 individuos, respectivamente, para aumentar hasta 266 en noviembre, si bien muestran valores elevados en junio y julio, con 171 y 135 ejemplares respectivamente. Los individuos adultos aumentan progresivamente hasta llegar al máximo a principios de diciembre, con 642 individuos. Se han identificado asimismo, dos depredadores: *Montandoniola confusa* (Hemiptera, Anthocoridae) y *Nephus peyerimhoffi* (Coleoptera, Coccinellidae) y solo un parásito: *Tetrastichus gentile* (Hymenoptera, Eulophidae), que aparece al final tras los otros dos depredadores y actúa junto con estos.

Palabras clave: *Gynaikothrips ficorum*, *Ficus retusa*, Depredadores, Parásito, Argelia

Resum

Fluctuacions en les poblacions de Gynaikothrips ficorum (Marchal, 1908) (Thysanoptera, Tubulifera) i dels seus enemics naturals a les gales de fulles de Ficus retusa a Algèria. L'estudi consisteix en l'observació de les fluctuacions mensuals de les poblacions d'aranyols en *Ficus retusa*, així com dels seus paràsits i depredadors coneguts, a Boudouaou. Amb aquest objectiu, cada quinze dies es van recollir 20 fulles de cadascun dels arbres seleccionats, durant 12 mesos de gener a desembre de 2015. Aparentment, el nombre d'ous augmenta considerablement a l'agost, quan se'n van registrar 11.163, valor que es va superar lleugerament a l'octubre, amb 11.471 ous. Durant la primavera i l'hivern es va registrar una absència gairebé total d'ous. Se superposen els estadis larvaris 1 i 2 (L1 i L2): L1 va d'agost a octubre, amb 27 i 51 individus respectivament, seguit d' L2, amb 65 i 186 individus d'octubre a desembre. Les prepupes estan actives a l'abril i al juny, quan assoleixen 46 i 50 individus, respectivament, i augmenten fins a 266 al novembre, si bé mostren valors elevats al juny i al juliol, amb 171 i 135 exemplars respectivament. Els individus adults augmenten progressivament fins a arribar al màxim al començament de desembre, amb 642 individus. També s'han identificat dos depredadors: *Montandoniola confusa* (Hemiptera, Anthocoridae) i *Nephus peyerimhoffi* (Coleoptera, Coccinellidae) i només un paràsit: *Tetrastichus gentile* (Hymenoptera, Eulophidae), que apareix al final després dels altres depredadors i actua juntament amb aquests.

Paraules clau: *Gynaikothrips ficorum*, *Ficus retusa*, Depredadors, Paràsit, Algèria

Received: 11/03/2019; Conditional acceptance: 17/04/2019; Final acceptance: 04/06/2019

Khawla Ziouani, Abdelmadjid Benzehra, Lounes Saharaoui, Department of Agricultural and Forest Zoology, High National School of Agronomy, Avenue Hassen Badi, El-Harrach, 16200 Algiers, Algeria.

Corresponding author: Khawla Ziouani. E-mail: khawla.zed.kz@gmail.com / k.ziouani@st.ensa.dz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3895-2096>

Introduction

About 6,227 species of Thysanoptera are known worldwide (Mound, 2018), 300 species of which produce galls in various plant species (Ananthakrishnan, 1993; Crespi et al., 1997; Lewis, 1997; Mound, 2003). Forty species of the genus *Gynaikothrips* (Zimmermann) are cecidophagous or galligenous, and originate from Southeast Asia, but have been described from Africa; they are associated with Moraceae plants and especially infest the ornamental *Ficus* and fruiting figs causing considerable damage (Mound, 2009; Dang et al., 2014). Among these species, *Gynaikothrips ficorum* (Marchal), also known as Cuban laurel thrips and *G. uzeli* (Zimmermann), are considered the most studied species due to their similar morphological traits (Priesner, 1939).

G. ficorum (Marchal) is a pantropical species introduced to Algeria from Southeast Asia and first recorded by Del Canizo (1945). It prefers leaf-gall on *Ficus microcarpa* L. var. *nitida* (Urticales, Moraceae) (Priesner, 1939; Alford, 2013; Tree and Wolter, 2009), but in case of abundant infestation, it feeds on other hosts, particularly other genus of *Ficus*, namely *F. axillaris*, *F. aurea*, *F. Benjamina*, *F. elastica*, *F. retusa*, as well as *Codiaeum variegatum*, *Melicocca bijuga*, *Nicotiana tabacum*, *Viburnum suspensum* and *Citrus* sp. It has also been found on *Eucalyptus* sp. in Cuba, *Gliricidia* in Puerto Rico, *Calicarpum* sp. in Colombia (Denmark, 1967), and occasionally on orchids (Nixon, 1999). Feeding on tender leaves causes the formation of purplish red spots on the underside of the leaves. These become curled and form galls where *G. ficorum* matting, oviposition and larval development take place (Mound and Marullo, 1996; Morcos, 1944; Wolcott, 1953).

Other pests are also associated with *G. ficorum* within the leaf galls, such as *Chrysomphalus pinnulifer* (Diaspididae), *Singhiella citrifoli* (Aleyrodidae), *Greenidea ficicola* (Aphididae) (Tawfik, 1967; Paine, 1992; Held et al., 2005; Narrea-Cango et al., 2013; Mifsud et al., 2012; Antonatos et al., 2015). However, several authors have reported the presence of predators on leaf galls such as: *Ontandonioli moraguesi*, *Orius albidipennis*, *Macrotracheliella laevis*, *Cardiastethus rugicollis*, *Anthochoris flavipes*, *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera, Anthocoridae), *Teratophylum insigne* (Hemiptera, Teratophylidae), *Cardiastethus rugicollis*, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera, Chrysopidae), and *Androthrips ramachandrai* (Thysanoptera, Phlaeothripidae). Whereas *Adactylidium* sp. (Acari), *Pleurotropis* sp., *Tetrastichus thripophonus*, and *Tetrastichus gentilei* (Hymenoptera, Eulophidae) are considered as parasites of *G. ficorum* (Dozier, 1926; Wolcott, 1953; Tawfik, 1967; Varadarasan and Ananthkrishnan, 1981; Paine, 1992; La Salle, 1994; Held et al., 2005; Hoddle et al., 2012; Melo et al., 2013; Antonatos et al., 2015).

Several studies on insecticidal control (Wolfenbarger, 1946; Wolcott, 1953; Reinert, 1973) confirm that insecticides can be used to control *G. ficorum* (Held and Boyd, 2008). Systemic insecticides appear to provide better control than broad-spectrum insecticides that are detrimental to natural enemies that potentially naturally maintain populations of *Gynaikothrips* at relatively low numbers (Arthurs et al., 2011).

The aims of this study were to study the monthly fluctuation of *G. ficorum*, to identify their natural enemies, and to explore the impact of these enemies on the population of *Ficus retusa* in an urban landscape in Algeria.

Material and methods

Study site

This study was conducted in 2015 in a sub-humid area located in the city of Boudouaou (Algeria) at an elevation of about 22 m (36° 43' 53" N, 3° 24' 17" E), in the eastern limit of the Mitidja, approximately 35 km from Algiers and 11 km south-west of Boumerdes (fig. 1).

This area is characterized by a Mediterranean climate with hot summers and cold winters. The precipitation is irregular. It is abundant in November to March and low from April to September, with a total annual rainfall of 562.4 mm/year (data from the National Meteorology Service, Algiers).

Sampling and analyses of galls

Sampling was carried out randomly on 30 trees. Twenty leaves were collected from each tree (i. e. 600 leaves). Exposure and leaf age were not taken into account. The leaves were placed in plastic bags on which the sampling date, tree number and location were indicated. In the laboratory, the leaf galls were preserved in 70% ethanol until their mounting and identification. The fortnightly samples were taken from January to December 2015.

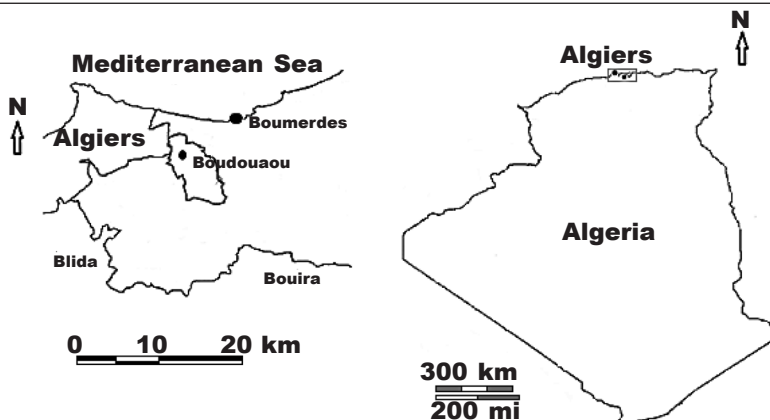


Fig. 1. Map location of sampling area in Boudouaou, Algeria.

Fig. 1. Mapa de localización de la zona de muestreo en Boudouaou, Argelia.

Specimens were placed in cold KOH 10% for 24 hours. They were successively bathed in distilled water three times before being mounted in Faure liquid. The counting involved monitoring the demographic evolution of immature stages and adults using a binocular loupe of the type 'Carl Zeiss' at 3.6X magnification.

The identification of *G. ficorum*, including eggs was carried out on the basis of identification keys initiated by Marchal (1908), Del Canizo (1945), Mound et al. (1976), Quintanilla (1980), Pelikán (1991), Mound et al. (1995), Dang et al. (2014), and Curis et al. (2015).

Statistical analyses

Simple analyses of variance were carried out to verify the period of abundance of each stage and to correlate this with the abundance of their enemies in order to test their impact on the thrips.

Results

Fluctuation of larval stages

The first larval stage (L1) was present all year except from mid-May to mid-August. Activity of L1 and L2 overlapped for two periods. The first period was from February to the end of April and the second was from mid-August to the beginning of October. In the first period, the maximum number of individuals was recorded at the beginning of April for both L1 (114) and L2 (159). In the second period, the maximum was recorded at the end of September and early October for both L1 (67 individuals) and L2 (186 individuals), respectively (fig. 2).

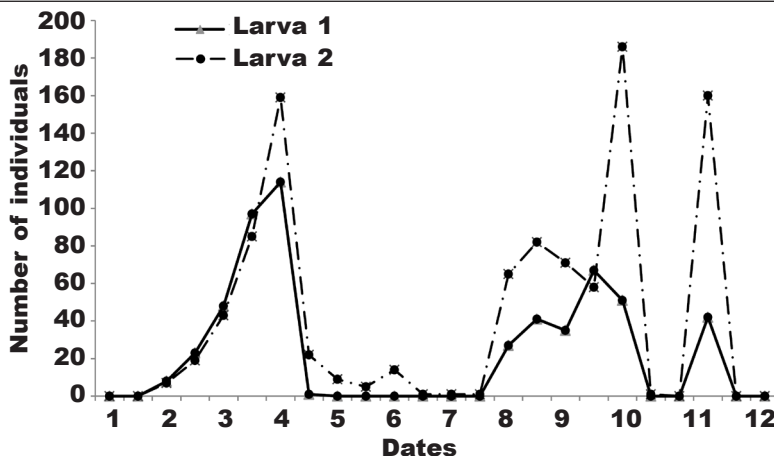


Fig. 2. Monthly evolution of larvae L1 and L2 of *G. ficorum* on *F. retusa* in Boudouaou, Algeria. Dates: 1, 01.01.2015; 2, 01.02.2015; 3, 01.03.2015; 4, 05.04.2015; 5, 15.05.2015; 6, 15.06.2015; 7, 15.07.2015; 8, 10.08.2015; 9, 05.09.2015; 10, 01.10.2015; 11, 10.11.2015; 12, 01.12.2015.

Fig. 2. Evolución mensual de larvas L1 y L2 de *G. ficorum* en *F. retusa* en Boudouaou, Argelia. (Para las abreviaturas de las fechas véase arriba).

Fluctuation of pupal stage

The population number of *G. ficorum*, prepupa and pupa was zero from January to early April and from late June to late July. Numbers increased slightly at the end of April (46 individuals) to reach 50 individuals in mid-June for the prepupae and 171 then 135 individuals for the pupae. Numbers increased again from August to December with highest number at the end of November with 266 individuals for the prepupae and 457 individuals for the pupae (fig. 3).

Fluctuation of *G. ficorum* adults and eggs

Eggs were absent in January. Their number gradually increased to 4,280 eggs in early April then declined significantly in mid-May to 491 eggs and in mid-July to 145. The number of eggs later increased, and was highest in early October (11,471 eggs). Numbers then fell to 6,454 in November, but increased again in mid-December to 10,400 eggs.

The adult population was present almost year-round, with the exception of early February to early April when the population was negligible. Adults appeared from the end of April, with 117 individuals, and continued to increase in the following months to reach a peak in early December with 642 individuals (fig. 4).

Damage of *G. ficorum* on *F. retusa*

G. ficorum adults fed on young leaves and induced the appearance of purplish red spots along the main vein, causing curling of the leaf. Infested leaves dehydrated, hardened and changed color gradually, turning from yellow to brown before falling out on windy or rainy days. This damage did not generally kill the tree but did decrease their ornamental value (fig. 5).

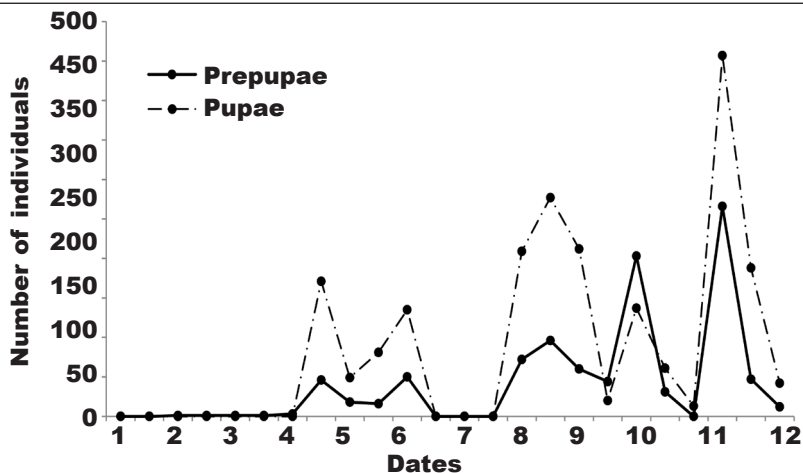


Fig. 3. Monthly evolution of prepupae and pupae of *G. ficorum* on *F. retusa* in Boudouaou, Algeria. Dates: 1, 01.01.2015; 2, 01.02.2015; 3, 01.03.2015; 4, 05.04.2015; 5, 15.05.2015; 6, 15.06.2015; 7, 15.07.2015; 8, 10.08.2015; 9, 05.09.2015; 10, 01.10.2015; 11, 10.11.2015; 12, 01.12.2015.

Fig. 3. Evolución mensual de prepupas y pupas de *G. ficorum* en *F. retusa* en Boudouaou, Argelia. (Para las abreviaturas de las fechas véase arriba).

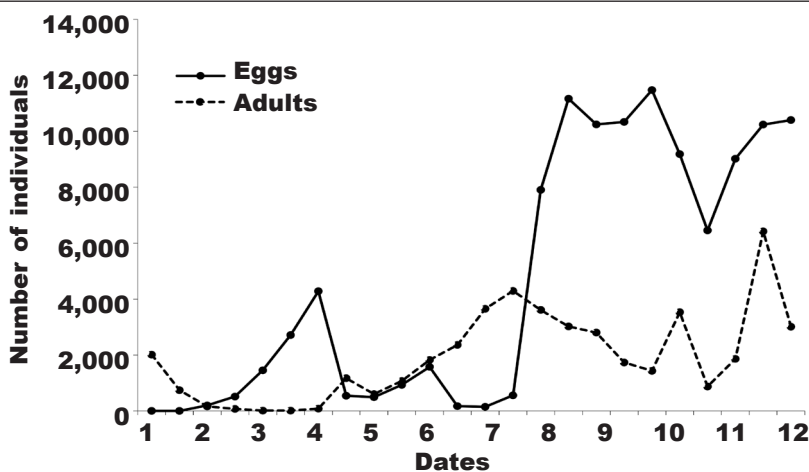


Fig. 4. Monthly evolution of eggs and adults of *G. ficorum* on *F. retusa* in Boudouaou, Algeria. Dates: 1, 01.01.2015; 2, 01.02.2015; 3, 01.03.2015; 4, 05.04.2015; 5, 15.05.2015; 6, 15.06.2015; 7, 15.07.2015; 8, 10.08.2015; 9, 05.09.2015; 10, 01.10.2015; 11, 10.11.2015; 12, 01.12.2015.

Fig. 4. Evolución mensual de huevos y adultos de *G. ficorum* en *F. retusa* en Boudouaou, Argelia. (Para las abreviaturas de las fechas véase arriba).



Fig. 5. The *G. ficorum* damages on the leaves of *Ficus retusa* in different stage of maturation.

Fig. 5. Daños causados por *G. ficorum* en las hojas de *Ficus retusa* en distintos estadios de maduración.

Predators and parasites of the *G. ficorum*

Gall testing revealed important diversity of associated enemies within the gall leaf. We found three major enemies of *G. ficorum* that were present in all the life cycle of this species:

Montandoniola confusa (Streito and Matocq, 2009) (Hemiptera, Anthocoridae)

We found this predator to be present in high numbers in summer, reaching 50 individuals in August. This parasite feeds on all stages of *G. ficorum*: eggs, larvae, prepupae, and pupae (fig. 6).

Nephus peyerimhoffi (Sicard, 1923) *Oenopia doublieri* (Mulsant, 1846)

N. peyerimhoffi (Coleoptera, Coccinellidae) is coccidiphagous, highly present in leaf galls, particularly in the spring when its main food sources *Pseudococcus* species, i.e. *Pseudococcus citri* (Risso) and *Pseudococcus adonidum* (Linné) (Saharaoui et al., 2015) are present. Few individuals of *Oenopia doublieri* were observed during our sampling. *N. peyerimhoffi* is a predatory thrip that feeds mainly on eggs, but can also consume larval and pupal stages; it was present throughout the study period and its presence was essential during the period of thrip laying. Abundance was significant in February (55 individuals) (fig. 7).

Tetrastichus gentilei (Del Guercio, 1931)

T. gentilei (Hymenoptera, Eulophidae) is an endoparasite of larval stages of thrips (fig. 8). During the surveys it was observed from August to December. Its population varied from 20 to 34 individuals in August, then dropped in November before starting increasing slightly again to 4 and 10 individuals respectively in early and late December.

Succession of presence of *M. confusa*, *N. peyerimhoffi* and *T. gentilei*

The frequency of the predators and parasites overlapped among the species. The ladybird *N. peyerimhoffi* was present first, in March, at the time of the appearance of the eggs on

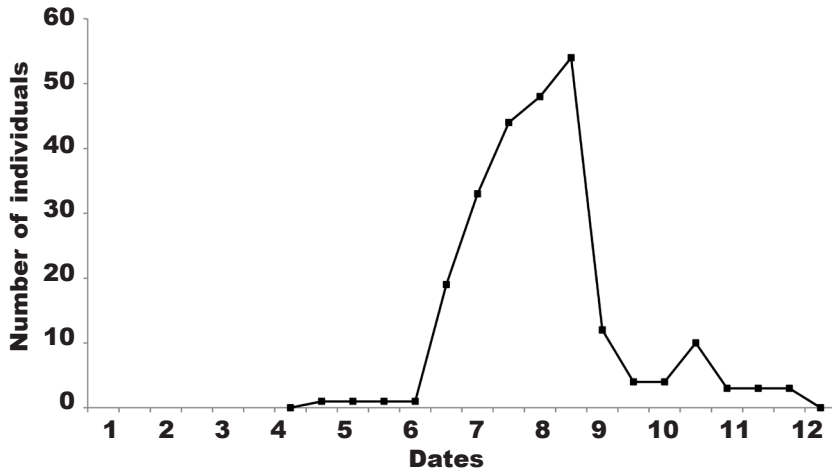


Fig. 6. Monthly evolution of *M. confusa* on *Ficus retusa* in Boudouaou, Algeria. Dates: 1, 01.01.2015; 2, 01.02.2015; 3, 01.03.2015; 4, 30.04.2015; 5, 15.05.2015; 6, 15.06.2015; 7, 15.07.2015; 8, 10.08.2015; 9, 05.09.2015; 10, 01.10.2015; 11, 10.11.2015; 12, 01.12.2015.

Fig. 6. Evolución mensual de *M. confusa* en *Ficus retusa* en Boudouaou, Argelia. (Para las abreviaturas de las fechas ver arriba.)

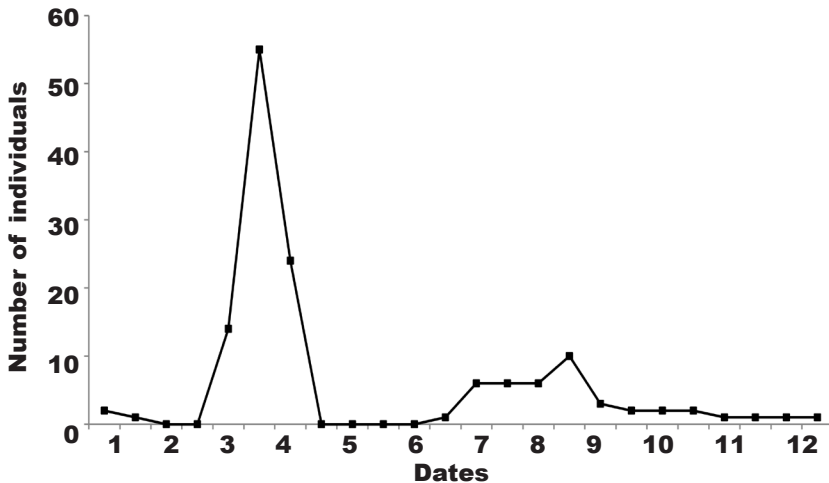


Fig. 7. Monthly evolution of *N. peyerimhoffi* on *Ficus retusa* in Boudouaou, Algeria. Dates: 1, 01.01.2015; 2, 01.02.2015; 3, 01.03.2015; 4, 05.04.2015; 5, 15.05.2015; 6, 15.06.2015; 7, 15.07.2015; 8, 10.08.2015; 9, 05.09.2015; 10, 01.10.2015; 11, 10.11.2015; 12, 01.12.2015.

Fig. 7. Evolución mensual de *N. peyerimhoffi* en *Ficus retusa* en Boudouaou, Argelia. (Para las abreviaturas de las fechas ver arriba.)

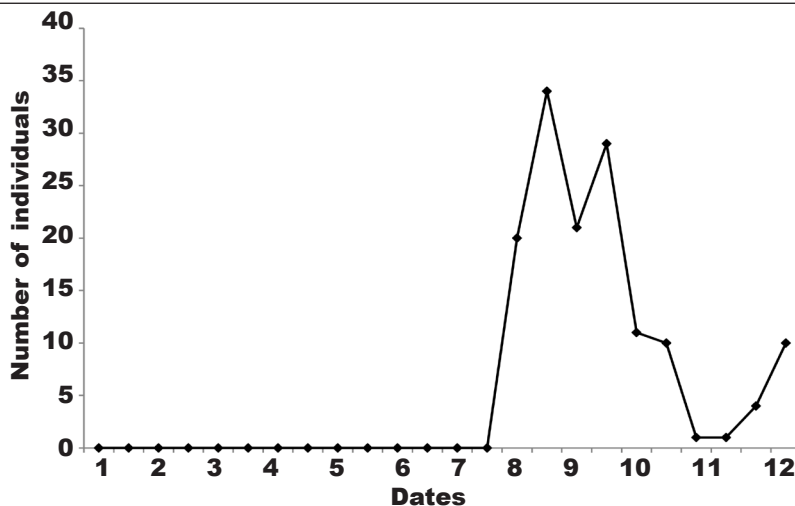


Fig. 8. Monthly evolution of *Tetrastichus gentilei* on *Ficus retusa* in Boudouaou, Algeria. Dates: 1, 01.01.2015; 2, 01.02.2015; 3, 01.03.2015; 4, 05.04.2015; 5, 15.05.2015; 6, 15.06.2015; 7, 15.07.2015; 8, 10.08.2015; 9, 05.09.2015; 10, 01.10.2015; 11, 10.11.2015; 12, 01.12.2015.

Fig. 8. Evolución mensual de *Tetrastichus gentilei* en *Ficus retusa* en Boudouaou, Argelia. (Para las abreviaturas de las fechas ver arriba.)

which it feeds. It remained throughout the year. It was followed in number by *M. confusa*, which feeds preferably on eggs, but can consume other larval stages. The parasite *T. gentilei* was observed in mid–July. *M. confusa* and *N. peyerimhoffi* were present in late June. *T. gentilei* appeared at the beginning of August when the predators and the parasites acted together (fig. 9). Based on our observations, *M. confusa* was the most abundant insect in the analyzed leaf galls. It was considered the major predator of several species of thrips.

Discussion

Data from this study indicate great diversity at all stages of *G. ficorum* on the gall leaf of *Ficus retusa*. The number of eggs was particularly diverse and highly significant in August. For the larval stages, abundance was highest in autumn and spring, while for the pupal stage, it was highest in November, likely due to the age of galls and the influence of climatic conditions. However, the population of this species was highest in August, followed by November and October. The high population of *G. ficorum* in August may be due to the shorter life cycle of thrips and greater opportunity of an overlapping generation (Mascarenhas and Silva, 2016). The presence of the associated predator and parasites on the same gall leaf may impact the population of *G. ficorum*. Other studies consider that the date of planting may be a factor of variation in the number of thrips; *Frankliniella fusca* swarm in the early plantings of peanuts in April, while this number decreases in late plantings in May and June (Todd et al., 1995).

According to Paine (1992), the generation of *G. ficorum* peaks within mature galls during summer, likely due to the high temperature and increase in rainfall. He noted that the population of *G. ficorum* ranged from 48 to 99 individuals at 15°C and about 16 individuals

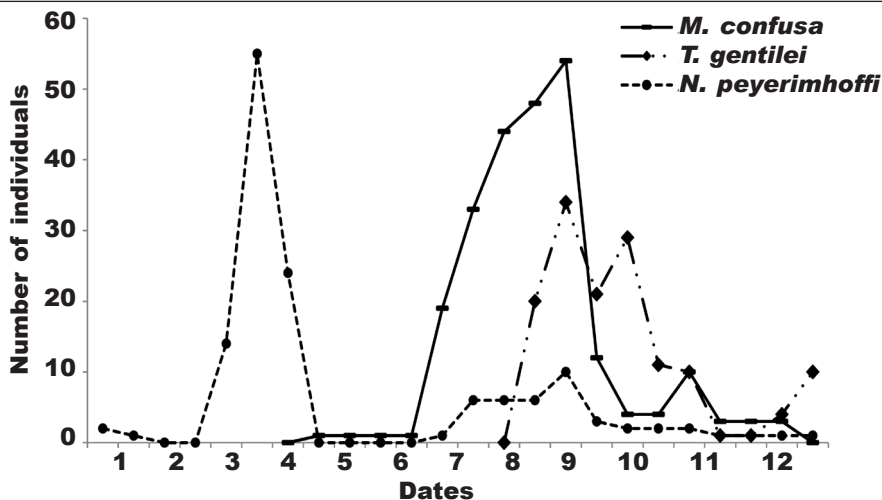


Fig. 9. Ordre de succession of predators and parasite of *G. ficorum* on *F. retusa* in Boudouaou, Algeria. Dates: 1, 01.01.2015; 2, 01.02.2015; 3, 01.03.2015; 4, 05.04.2015; 5, 15.05.2015; 6, 15.06.2015; 7, 15.07.2015; 8, 10.08.2015; 9, 05.09.2015; 10, 01.10.2015; 11, 10.11.2015; 12, 01.12.2015.

Fig. 9. Orden de sucesión de predadores y parásitos de *G. ficorum* en *F. retusa* en Boudouaou, Argelia. (Para las abreviaturas de las fechas ver arriba.)

at 13°C, and also suggested that lower and upper temperature thresholds were observed at 12 and 35°C, suggesting that spring temperatures do not limit the development of thrips. However, Arthurs et al. (2011) suggested that the temperature variation has an impact on the cycle life of the genus *Gynaikothrips* under greenhouses conditions. Shogren and Pain (2015) mentioned that another factor that may influence the population of thrips is the sampling period. They found the percentage of thrips differed at the same study site over the different sampled years, resulting in an abundance of thrips within the galls. However, Rivnay (1974) found that the population of *G. ficorum* increased from March to June, and also in late August and October, but decreased in mid-summer. This is comparable to our results and may be due to more abundant and diverse fauna at these times.

Among specimens of the gall-associated fauna, we highlighted two major predators; *M. confusa* and *N. peyerimhoffi*, previously associated with *G. ficorum* and *T. gentilei* as a parasite of *G. ficorum*. Generally, the species of the genus *Montandoniola* are predators of most thrips (Dobbs and Boyd, 2006; Yamada et al., 2011). In this study, *G. ficorum* predators were present in greater quantity, particularly *M. confusa*. This led to a sharp decrease in numbers of this predator. It also impacted on the mortality of eggs, and decreased the population from 11,471 eggs to about 200 larvae. On this subject, Arthurs et al. (2011) noted that *M. confusa* can reduce the population of *G. ficorum* by 95% and leaf galls by up to 77% within 5 weeks. In a study on *G. ficorum*, Funasaki (1966) reported that the nymphs in the 1st and 2nd instars of *M. moraguesi* feed on eggs and larvae of *G. ficorum*, and nymphs in the 3rd, 4th and 5th instars feed on thrips at any stage of development, including adults. Tavares et al. (2013) mentioned that *M. confusa* feeds on all stages of *G. ficorum*, but it prefers the eggs, likely due to their nutritional quality and their availability compared to the other stages.

Regarding the parasites of *G. ficorum*, the females of *T. gentilei* found in this investigation laid their eggs in the young larvae of *G. ficorum*, presumably the prepupae, pupae and the adults, including the larvae. Bournier (1967) found that the second larval stages L2 were never attacked by this parasite, and our results confirmed this. Boyd and Held (2016) found that wasps can be used as a parasitoid of the 1st and 2nd instars of *Gynaikothrips uzeli* with an emergence time twice as fast as on *G. ficorum*. It was also revealed that *T. gentilei* is a parasitoid of guava thrips *Liothrips anonae* (Pikart et al., 2015).

In conclusion, we found that the abundance of *G. ficorum* was highest in August and decreased significantly in winter, likely due to the effect of their associated natural enemies, particularly, *M. confusa*, that strongly reduced the populations of *G. ficorum*. We also noted a higher opportunity for overlap among generations in 2015 and synchronization between this generation and the presence of their enemies. The interaction of thrip–enemies is a complex factor that requires further study to understand the impact of the associated predators and parasites on the population of thrips in Algeria.

Acknowledgements

I would like to thank my supervisor Abdelmadjid Benzehra for support and encouragement, and Hezil Sara and Manar Benoumhani for help with the English language.

References

- Alford, D., 2013. Thysanoptères. In: *Ravageurs des végétaux d'ornement: arbres, arbustes, fleurs*. 2nd edition. Editions Quae, Cambridge, Royaume-Univ, Versailles.
- Ananthakrishnan, T. N., 1993. Bionomics of Thrips. *Annual Review of Entomology*, 38(1): 71–92.
- Antonatos, S. A., Barbetaki, A. E., Papadoulis, G. T., Papafotiou, M., 2015. Seasonal abundance of *Gynaikothrips ficorum* (Marshal) and its natural enemies on *Ficus microcarpa* in Greece. In: *XXIX –International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014)*: 1105 (pp. 101–108), Doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1105.15>
- Arthurs, S., Chen, J., Dogramaci, M., Ali, A. D., Mannion, C., 2011. Evaluation of *Montandoniella confusa* Streito and Matocq sp. nov. and *Orius insidiosus* Say (Heteroptera: Anthocoridae), for control of *Gynaikothrips uzeli* Zimmerman (Thysanoptera: Phlaeothripidae) on *Ficus benjamina*. *Biological Control*, 57(3): 202–207, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.03.001>
- Bournier, A., 1967. Un intéressant parasite de Thysanoptères *Tetrastichus Gentile* (Hym. Chalcididae). *Annales de la Société entomologique de France*, 3(1): 173–179.
- Boyd, D. W., Held, D. W., 2016. Development of *Thripastichus gentilei* (Hymenoptera: Eulophidae) in the Thrips *Gynaikothrips uzeli* (Thysanoptera: Phlaeothripidae). *Florida Entomologist*, 99(3): 440–445, Doi: <https://doi.org/10.1653/024.099.0315>
- Crespi, B. J., Carmean, D. A., Chapman, T. W., 1997. Ecology and evolution of galling thrips and their allies. *Annual Review of Entomology*, 42(1): 51–71.
- Curis, M. C., Zamar, M. I., Bertolaccini, I., Kurtz, M. E., 2015. First record of *Gynaikothrips ficorum* (Marchal) on *Ficus microcarpa* L. from the province of Santa Fe and *Gynaikothrips uzeli* (Zimmermann) (Thysanoptera, Phlaeothripidae) on *Ficus benjamina* L. (Urticales: Moraceae) from the province of Jujuy, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 74(1–2): 85–88.
- Dang, L. H., Mound, L. A., Qiao, G. X., 2014. Conspectus of the Phlaeothripinae genera from China and Southeast Asia (Thysanoptera, Phlaeothripidae). *Zootaxa*, 3807(1): 1–82.

- Del Cañizo, J., 1945. II. Redescrició de *Gynaikothrips ficorum* (Marchal) y concepto actual del género *Gynaikothrips* Zimmermann, nuevo para la fauna continental europea (Thysanoptera, Phloeothripidae). *Eos*, 21(2): 123–156.
- Denmark, H. A., 1967. Cuban laurel thrips *Gynaikothrips ficorum* in Florida. *Florida Department of Agriculture. Entomology Circular*, 59: 1–2.
- Dobbs, T. T., Boyd, D. W., 2006. Status and distribution of *Montandoniola moraguesi* (Puton) (Hemiptera: Anthocoridae) in the continental United States. *Florida Entomologist*, 89(1): 41–46.
- Dozier, H. L., 1926. Notes on Porto Rican Thysanoptera. *The journal of the Department of Agriculture of Porto Rico*, 10: 279–281.
- Funasaki, C. Y., 1966. Studies on the life cycle and propagation technique of *Montandoniola moraguesi* (Puton) (Heteroptera: Anthocoridae). *Proceedings, Hawaiian Entomological Society*, 19: 209–211.
- Held, D. W., Boyd, D., 2008. Evaluation of sticky traps and insecticides to prevent gall induction by *Gynaikothrips uzeli* Zimmerman (Thysanoptera: Phlaeothripidae) on *Ficus benjamina*. *Pest Management Science: Formerly pesticide science*, 64(2):133–140, Doi: <https://doi.org/10.1002/ps.1483>
- Held, D. W., Boyd, D., Lockley, T., Edwards, G. B., 2005. *Gynaikothrips uzeli* Zimmerman (Thysanoptera: Phlaeothripidae) in the southeastern United States: distribution and review of biology. *The Florida Entomologist*, 88(4): 538–540, <https://www.jstor.org/stable/3496647>
- Hoddle, M. S., Mound, L. A., Paris, D., 2012. Thrips of California. *CBIT Publishing, Queensland*, http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/authors/authors.html [Accessed on: 22 February 2018]
- LaSalle, J., 1994. North American genera of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae). *Journal of Natural History*, 28(1): 109–236.
- Lewis, T., 1997. *Thrips as crop pests*. CAB International, New York.
- Marchal, P., 1908. Sur une nouvelle espèce de Thrips (Thysanoptera) nuisible aux Ficus en Algérie. *Bulletin Entomologique de France*, 14: 251–253.
- Mascarenhas, A. L. S., Silva, Jr. C., 2016. Natural history of *Gynaikothrips uzeli* (Thysanoptera, Phlaeothripidae) in galls of *Ficus benjamina* (Rosales, Moraceae). *Iheringia, Série Zoologia*, 106: 5.
- Melo, F. S., Cavalleri, A., Mendonça, Jr. M. de S., 2013. Predation of *Gynaikothrips uzeli* (Thysanoptera: Phlaeothripidae) by *Androthrips ramachandrai* (Thysanoptera: Phlaeothripidae). *Florida Entomologist*, 96(3): 859–863.
- Mifsud, D., Falzon, A., Malumphy, C., de Lillo, E., Vovlas N., Porcelli, F., 2012. On some arthropods associated with *Ficus* species (Moraceae) in the Maltese Islands. *Bulletin of the Entomological Society of Malta*, 5: 5–34.
- Morcos, G., 1944. *Gynaikothrips ficorum* Marchal in Egypt (Thysanoptera). *Bulletin de la Societe Fouad 1er d'entomologie*, 28: 183–187
- Mound, L. A., 2003. Thysanoptera. In: *The Encyclopedia of Insects*: 1127–1132 (V. H. Resh, R. T. Cardé, Eds.). Academic Press, St. Louis, USA.
- 2009. Sternal pore plates (glandular areas) of male thripidae (Thysanoptera). *Zootaxa*, 2129: 29–46.
- 2018. *Thysanoptera (Thrips) of the World, a checklist*, <http://www.ento.csiro.au/thysanoptera/worldthrips> [Accessed on 3 December 2018].
- Mound, L. A., Marullo, R., 1996. The Thrips of Central and South America: An Introduction (Insecta, Thysanoptera). *Memoirs on Entomology International*, 6: 1–488.
- Mound, L. A., Morison, G. D., Pitkin, B. R., Palme, J. M., 1976. *Thysanoptera: Handbooks for the identification of British insects*, 1(11): 1–79.
- Mound, L. A., Wang, C. L., Okajima, S., 1995. Observations in Taiwan on the identity of the Cuban laurel thrips (Thysanoptera, Phlaeothripidae). *Journal of the New York Ento-*

- mological Society*, 103: 185–190.
- 1996. Observations in Taiwan on the identity of the Cuban laurel thrips (Tysanoptera, Phlaeothripidae). *Journal of the New York Entomological Society*, 103: 185–190.
- Narrea–Cango, M., Vergara–Cobián, C., Malpartida–Zeballos, J., 2013. Insectos fitófagos asociados a *Ficus benjamina* L. y a *F. microcarpa* L. (Urticales: Moraceae) en Lima, Perú. *Ecología Aplicada*, 12(2): 67–74.
- Nixon, P., 1999. Orchid pests and their management. Home, Yard & Garden Pest Newsletter, <http://www.ag.uiuc.edu/cespubs/hyg/html/pdf/199919> [Accessed on: 20 May 2018].
- Paine, T. D., 1992. Cuban Laurel Thrips (Thysanoptera: Phlaeothripidae) biology in Southern California: seasonal abundance, temperature dependent development, leaf suitability and predation. *Annals of the Entomological Society of America*, 85(2): 164–172.
- Pelikán, J., 1991. Te Cuban–laurel thrips (*Gynaikothrips ficorum* Marchal, 1908) in greenhouses in Czechoslovakia. [Czech]. *Ochrana Rostlin*, 27: 287–291.
- Pikart, T. G., Costa, V. A., de Castro, A. A., Zanuncio, J. C., Serrão, J. E., 2015. *Thripastichus gentilei*: A New Agent for Biological Control of the Guava Thrips in Brazil (Hymenoptera: Eulophidae). *Entomologia Generalis*, 35(3): 151–155.
- Priesner, H., 1939. Zur Kenntnis der Gattung *Gynaikothrips* Zimm. (Tysanoptera). *Mitteilungen der Muenchner Entomologischen Gesellschaft*, 29: 475–487.
- Quintanilla, R., 1980. *Trips: Características morfológicas y biológicas– Especies de mayor importancia agrícola*. Ed. Hemisferio Sur SA, Buenos Aires, Argentina.
- Reinert, J. A., 1973. Cuban laurel thrips: systemic insecticides for control. *Journal of Economic Entomology*, 66(5): 1217–1218.
- Rivnay, E., 1947. Biology of *Gynaikothrips ficorum* Marchal in Palestine. *Bulletin of the Entomological Society of Egypt Fouad I*, 31: 129–140.
- Saharaoui, L., Hemptinne, J. L., Magro A., 2015. Partage des ressources trophiques chez les coccinelles. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 140(1–4): 1–19.
- Shogren, C., Paine, T. D., 2015. Economic Benefit for Cuban Laurel Thrips Biological Control. *Journal of Economic Entomology*, 109(1): 93–99.
- Tavares, A. M., Torres, J. B., Silva–Torres, S. A., Vacari, A. M., 2013. Behavior of *Montandoniola confusa* Streito & Matocq (Hemiptera: Anthocoridae) preying upon gall–forming thrips *Gynaikothrips ficorum* Marchal (Thysanoptera: Phlaeothripidae). *Biological Control*, 67(3): 328–336.
- Tawfik, M. F. S., 1967. Microfauna of the leaf–rolls of *Ficus nitida* Thunb. *Bulletin of Entomological Society of Egypt*, 51: 483–487.
- Todd, J. W., Culbreath, A. K., Chamberlin, J. R., Beshear, R. J., Mullinix, B. G., 1995. Colonization and population dynamics of thrips in peanuts in the southern United States. In: *Thrips Biology and Management*: 453–460 (B. L. Parker, M. Skinner, T. Lewis, Eds.). NATO ASI series. Series A: Life sciences.
- Tree, D. J., Walter, G. H., 2009. Diversity of host plant relationships and leaf galling behaviours within a small genus of thrips–*Gynaikothrips* and *Ficus* in south east Queensland, Australia. *Australian Journal of Entomology*, 48: 269–275.
- Varadarasan, S., Ananthakrishnan T. N., 1981. Population dynamics and prey–predator/parasite relationships of gall–forming thrips. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, B47: 321–340.
- Wolcott, G. N., 1953. Control of the laurel thrips, *Gynaikothrips ficorum* (Marchal). *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 37: 234–240.
- Wolfenbarger, D. O., 1946. Cuban Laurel Thrips Control on *Ficus benjamini*, *Florida Entomologist*, 28(4): 82–83.
- Yamada, K., Bindu, K., Nasreem, A., Nasser, M., 2011. A new flower bug of the genus *Montandoniola* (Hemiptera, Heteroptera, Anthocoridae), a predator of gall–forming thrips on black pepper in southern India. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 51: 1–10.