

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA -1-

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de master académique en
science de la nature et de la vie

Spécialité : Phytoprotection durable

Thème

**Contribution à la connaissance des parasitoïdes des
aphides dans le jardin botanique**

Présenté par : M^{ELLE} Abbad Asma

Devant le jury composé de :

Mr. AROUN M.E.F	M.C.B	U.S.D. Blida	Président
Mme ALLAL-BENFEKIH L.	Professeur	U.S.D. Blida	Promotrice
Mme DJENNAS K.	M.A.A	U.S.D. Blida	Co-promotrice
Mme DJEMAI I.	M.A.B	U.S.D. Blida	Examinatrice
Mme BENMENNI K.	Conservatrice	Jardin botanique d'El Hamma	Invitée

Année Universitaire 2015/2016

Remerciement

Tout d'abord, je remercie Allah le tout puissant qui m'a donné la foi, la patience et la chance d'étudier et suivre, le chemin de la science.

*Mes très vifs remerciements s'adressent à ma chère promotrice **M^{me} Allal L.** Professeur au département de Biotechnologie de l'Université de Blida I, qui m'a aidé tout au long de mon travail. Qu'elle trouve ici mes sincères reconnaissances pour son inestimable soutien et ces précieux conseils et remarques.*

*Mes plus sincères gratitudes à **M^{me} Djennas K.** Maitre Assistante A. à l'université de Blida I, ma co-promotrice pour toute son aide, son soutien et sa patience qui m'ont permis de réaliser ce modeste travail.*

*Je remercie très sincèrement **M^r Aroun M.E.F.** Maitre Conférence B. à l'université de Blida I, de m'avoir honoré en acceptant de présider mon jury, et je le remercie pour son soutien et son aide.*

*Je remercie très sincèrement **M^{me} Djemai I.** Maitre Assistante B à l'université de Blida I, pour m'avoir fait le grand honneur de juger ce travail.*

*Mes sincères remerciements à **M^{me} Benmenni K.** Conservatrice du jardin botanique d'El Hamma, pour son aide, pour les conseils pratiques et les nombreuses discussions et pour son accueil plus que chaleureux. Je salue ici son grande disponibilité et expérience grâce auxquelles j'ai pu mener mon travail jusqu'au bout.*

*J'adresse mes remerciements à **M^r Laamari M.** Professeur au Département d'agronomie de l'université de Batna, de m'avoir fait l'honneur d'accepté de faire l'identification des espèces parasitoïdes et de m'aider dans ce modeste travail.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude, à **M^{me} Kadri S.** Technicien supérieur responsable de la multiplication des plantes au Jardin botanique d'El Hamma du jardin botanique d'El Hamma, à **M^{me} Touahri S.** Ingénieur responsable du carré des*

plantes médicinales et autochtones du jardin botanique d'El Hamma et à tous les membres de l'école d'horticulture et la bibliothèque et à tous les responsables de l'école de l'environnement pour leur accueil chaleureux et pour ces conseils.

*J'adresse mes remerciements au staff technique de l'ANN (Agence National de la Nature), spécialement à **Mr Djennas A.** et à toute l'équipe de l'herbarium pour leur aide.*

*Je ne saurais assez remercier **M^{me} Djemai Amina** la responsable du laboratoire de zoologie à l'université de Blida 1, pour son aide et pour ces encouragements et pour son soutien. J'adresse mes remerciements à **M^r Degaichia H.** doctorant à l'université de Blida-1-, pour son aide et ces conseils.*

Je remercie tous les enseignants qui ont assuré ma formation.

Je remercie mes parents pour leur soutien et leur amour éternels. J'adresse des remerciements particuliers à mon frère Halim et à mes très chères sœurs.

Un très grand merci à mon collègue Redha qui m'a vraiment aidé tout au long de mon travail.

J'adresse mes remerciements à mes chères amis proches, qui m'ont aidé et toujours soutenu et encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire.

En fin que toutes les personnes, qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail, trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Asma

Dédicaces

A ma très chère mère

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le

degré

d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec

ta tendresse et affection.

A mon très cher père, pour m'avoir soutenu.

A mon cher frère Halim.

A mes très chères sœurs : Ilhem, Dounia et Nesrine.

Je dédie ce travail aux efforts de ma famille

A mes chers amis Zineb, Meriem, Meryouma, Redah, Fatima, Soumia et

Sofiane si présents, si gentils et si adorables.

A toute la promo de Phytoprotection durable.

Asma

II.5	Rôle des hyménoptères parasitoïdes dans la lutte biologique contre les pucerons	24
Chapitre III : Matériels et méthodes		
III.1	Objectifs du travail.....	25
III.2	Synthèse climatique.....	25
III.2.1	Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен (1953).....	25
III.2.3	Étage bioclimatique	26
III.2.4	Variations climatiques durant la période d'étude.....	27
III.3	Présentation des sites de prélèvement au niveau du Jardin d'essai.....	29
III.3.1	Critères de choix des stations.....	30
III.4	Description et caractérisation des sites étudiés.....	30
III.4.1	Jardin français.....	30
III.4.2	Carré floriculture.....	31
III.4.3	Carré botanique.....	31
III.4.4	Jardin anglais.....	32
III.5	Matériel de travail.....	33
III.5.1	Matériel végétal.....	33
III.5.2	Matériel animal.....	33
III.5.3	Matériel utilisé sur le terrain.....	33
III.5.4	Matériel utilisé au laboratoire.....	34
III.6	Méthode de travail.....	35
III.6.1	Méthode d'échantillonnage.....	36
III.6.1.1	Méthodologie choisie pour l'étude faunistique.....	36
III.6.1.2	Méthodologie choisie pour l'étude floristique...	36
III.6.2	Conservation.....	37
III.6.2.1	Conservation des pucerons et des hyménoptères	37
III.6.2.2	Conservation des plantes	37
III.6.3.	Identification.....	37
III.6.3.1.	Montage des pucerons	37
III.6.3.2.	Identification des Pucerons.....	39

III.6.3.3.	Identification des parasitoïdes.....	42
III.6.3.4.	Identification des hyperparasitoïdes.....	43
III.6.3.5.	Identification des plantes hôtes.....	43
III.7.	Exploitation des résultats.....	43
III.7.1.	Inventaire de relevé floristique.....	43
III.7.1.1.	Analyses et traitement statistiques du relevé floristique.....	43
III.7.1.1.1	Analyse Factorielle des correspondances A.F.C et classification Ascendante Hiérarchique C.A.H.....	43
III.7.1.1.2	Indices écologiques.....	44
III.7.2	Relations trophiques.....	44
III.7.3	Taux d'émergence (%).....	44
III.7.4	Sex-ratio.....	44
Chapitre IV : Résultats et discussions		
Résultats.....		45
IV.1.	Caractérisation floristique des milieux d'étude dans le jardin d'El Hamma.....	45
IV.1.1.	Composition floristique de chaque station étudiée	45
IV.1.1.1.	Au niveau du jardin français	45
IV.1.1.2.	Au niveau du Carré floriculture.....	46
IV.1.1.3.	Au niveau du carré botanique.....	48
IV.1.1.4.	Au niveau du jardin anglais.....	49
IV.1.2.	Analyse de la végétation	50
IV.1.2.1.	Structure floristique globale	50
IV.1.2.2.	Variation de la diversité et de la densité dans les différentes stations.....	54
IV.2.	Disponibilité des plantes hôtes et des espèces Aphidiennes dans les stations d'étude.....	55
IV.2.1.	Jardin français.....	55
IV.2.2.	Carré floriculture.....	55
IV.2.3.	Carré botanique.....	56
IV.2.4.	Jardin anglais.....	56
IV.3.	Faune des parasitoïdes et des hyperparasitoïdes rencontrés dans les stations étudiées.....	57
IV.4.	Importance numérique des parasitoïdes.....	58
IV.5.	Interactions tri-trophiques et tétra-trophiques rencontrées.....	58
IV.6.	Interactions tétra-trophiques.....	60
IV.7.	Relation des espèces aphidiennes et des parasitoïdes.....	61
IV.7.1.	Typologie des associations parasitoïdes-aphides-plantes	62
IV.8.	Variation des taux d'émergence des parasitoïdes.....	66

IV.8.1.	Variation globale du taux d'émergence chez <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	66
IV.8.2.	Variation globale du taux d'émergence chez <i>Trioxys angelicae</i>	66
IV.8.3.	Variation globale du taux d'émergence chez <i>Trioxys acaphelae</i>	67
IV.8.4.	Variation globale du taux d'émergence chez <i>Aphidius colemani</i>	68
IV.9.	Variation mensuelle des taux d'émergence des parasitoïdes dans les stations étudiées du jardin d'El Hamma.	68
IV.9.1.	Variation mensuelle chez <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	68
IV.9.2.	Variation mensuelle de <i>Trioxys angelicae</i>	69
IV.9.3.	Variation mensuelle de <i>Trioxys acaphelae</i>	70
IV.9.4.	Variation mensuelle d' <i>Aphidius colemani</i>	70
IV.10	Moyennes d'émergences des parasitoïdes par station.....	71
IV.10.1.	Dans le jardin français.....	71
IV.10.2.	Dans le Carré floriculture.....	71
IV.10.3.	Dans le Carré botanique.....	72
IV.10.4.	Dans le jardin Anglais.....	73
IV.11	Sexe ratio.....	73
IV.11.1.	Variation mensuelle globale du sexe ratio chez <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	73
IV.11.2.	Variation temporelle du sexe ratio dans chaque habitat	74
IV.11.3.	Variation mensuelle du sexe ratio par station.....	76
IV.12	Distribution et structure mensuelle des aphides et de leurs parasitoïdes dans les stations étudiées du jardin d'El Hamma.....	78
	Discussions.....	82
	Conclusion générale	89

Annexe
Références bibliographiques

Contribution à la connaissance des parasitoïdes des aphides dans le jardin botanique d'El Hamma

Résumé

Ce travail s'est focalisé sur l'étude des hyménoptères parasitoïdes Aphidiinae de quatre milieux choisis ainsi que leur composition floristique dans le jardin botanique d'El Hamma. Des prospections et des observations hebdomadaires sont effectuées au niveau des feuilles et des jeunes pousses infestées par des pucerons ou comportant des momies du début de février jusqu'à la mi-mai.

Les relevés floristiques ont permis de trouver une hétérogénéité de familles botaniques réparties en une diversité et une richesse importante d'espèces et de strate végétales entre les différentes stations étudiées.

Nous avons inventorié 7 espèces d'hyménoptères parasitoïdes des pucerons, dont 4 parasitoïdes primaires appartenant à la famille des Braconidae et à la sous famille des Aphidiinae, représentés par 3 genres *Lysiphlebus*, *Aphidius*, *Trioxys*. L'espèce *L. testaceipes* est la plus abondante et la plus représentative en termes d'émergence et de parasitisme. Les 4 espèces de parasitoïdes primaires sont collectées à partir des momies de 8 espèces aphidiennes inféodées à 19 espèces végétales, avec un total de 23 associations tri-trophiques. Les 3 autres espèces sont représentées par des hyperparasitoïdes appartenant aux familles des Pteromalidae et des Figitidae.

Mots clés : Aphides, Association tri-trophique, Jardin botanique d'EL Hamma, Parasitoïdes.

Contribution to the acquaintance of parasitoids of aphids in the botanical garden of El Hamma

Abstract

This work is focused to the study of aphid's parasitoids in four site selected, and their floristic composition in the Botanical Garden of El Hamma. The observations and the surveys with a weekly method are carried in leaves and on young shoots were carried out during a period of 4 month (from February to mid May 2016).

The list floristic have allowed to find a heterogeneity of the family botanical divided into a diversity and wealth of species and plant stratum between the various stations studied.

The 09 species of hymenoptera parasitoids aphid the inventoried, 04 among them are primary parasitoids belong of the family Braconidae and subfamily Aphidiinae, represented by 03 Genera *Lysiphlebus*, *Aphidius*, *Trioxys*. The specie *Lysiphlebus testaceipes* is the most represented and the most abundant in terms of emergence and parasitism. The 04 species of primary parasitoids inventoried are collected from aphid mummies of 8 species subservient to 19 plant species. A total of 23 association's tri-trophic (plant-aphid parasitoid primary). The 03 other species of Hymenoptera belong to families Pteromalidae and Figitidae. Species belonging to these families are either secondary parasitoids or hyperparasitoids.

Key words: Aphids, Botanical Garden El Hamma, Parasitoids, Tritrophic associations.

المساهمة للمعرفة طفيليات المن في الحديقة النباتات الحامة

المخلص

خصص هذا العمل لدراسة الدبابير الطفيلية المن للأربع أماكن المختارة و أيضا دراسة التركيب و التنوع النباتي في حديقة النباتات بللحامة. الاستطلاعات و الملاحظات و العينات المأخوذة من الأوراق الشجار و الأوراق الفتية تمت في فترة متابعة تقدر بأربعة أشهر (من فيفري 2016 حتى منتصف مايو 2016) إن دراسة التنوع النباتي أثبتت وجود تباين في السلالة النباتية ووزعت من حيث ثراء الأنواع و تنوع الطبقة النباتية بين مختلف مناطق الدراسة.

أظهرت استطلاعات 7 أنواع من طفيليات المن ، بحيث 04 منها تنتمي إلى فصيلة Braconidae:

و Aphidiinae.

و تتمثل ب03 أجناس *Lysiphlebus, Aphidius, Trioxys* و الجنس *L. testaceipes*

هو أكثر وفرة وتمثيل من حيث التطفل و الأربع أصناف من الطفيليات الأولية تم جردها من الموميوات ل 8 نوع من المن تابعة إلى 19 من أنواع النباتات بحيث تم تشكيل مجموعة 23 جمعيات ثلاثي التغذية (النبات-المن-الطفيلي الأول)

و الأصناف الأخرى تنتمي إلى الطفيليات الثنائية و تتمثل بأسر Figitidae Pteromalidae

كلمات المفتاح: الطفيليات , المن , جمعية ثلاثي التغذية , حديقة النباتات الحامة

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure1.1:	Localisation de la région d'étude.....	5
Figure1.2:	Plan du jardin botanique d'El Hamma.....	6
Figure1.3:	Aperçu sur le jardin français.....	7
Figure1.4:	Aperçu sur le jardin anglais	8
Figure1.5:	Parmi les allées : Allée des Dragonniers	9
Figure2.1:	Morphologie d'un Hyménoptère.....	15
Figure2.2:	Aile antérieure d'un Braconidae.....	17
Figure2.3:	Aphidiinae ectoparasite idiobionte (à gauche) et un endoparasite koinobionte (à droite) sur le puceron.....	18
Figure 2.4:	Femelle d'Aphidius colemani (Aphididae) en train de pondre dans le corps d'un puceron.....	20
Figure 2.5:	Cycle de développement d'un hyménoptère parasitoïde du puceron.....	22
Figure 2.6:	Pucerons momifiés par Aphelinus à gauche et Aphidius à droite.....	22
Figure 2.7:	Espèces de parasitoïdes les plus connus en lutte biologique Aphelinus abdominalis, Aphidius colemani	24
Figure3.1:	Diagramme ombrothermique de la région d'Alger (Climatedata.org : climat : Alger centre), période non indiquée.....	26
Figure3.2:	Localisation de la région d'El Hamma (Alger) dans le Climagramme d'Emberger.....	27
Figure3.3:	Evolution des précipitations, des températures et des humidités relatives durant la période d'échantillonnage de février à mai 2016 dans la région d'Alger.....	28
Figure3.4:	La localisation de différentes stations d'étude.....	29
Figure3.5:	Site 1: Jardin français.....	30
Figure3.6:	Site 2: Carré floriculture.....	31
Figure3.7:	Site 3 : Carré botanique.....	32
Figure3.8:	Site 4 : Jardin anglais.....	32
Figure3.9:	Exemples de quelques pucerons.....	33
Figure3.10:	Matériel de conservation.....	34
Figure3.11:	Matériel et produits de montage.....	35
Figure3.12:	Etapas réalisées pour le montage des aphides.....	38

Figure3.13:	Exemples de certains caractères morphologiques abdominaux pour l'identification des aphides.....	40
Figure3.14:	Exemples de certains caractères morphologiques abdominaux pour l'identification des aphides (Gr 2×10, 4×10, 8×10).....	41
Figure3.15:	Différentes formes d'ailes de quelques genres de parasitoïdes (Gr 2×10, 4×10, 8×10.....	42
Figure 4.1 :	Analyse factorielle des relevés floristiques dans les différents sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma.....	52
Figure 4.2:	Dendrogramme de la composition floristique dans les différents sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma....	53
Figure 4.3:	Nombre d'associations formées par chaque parasitoïde dans les stations étudiés dans le jardin d'El Hamma.....	60
Figure 4.4:	Nombres d'associations totales formées par chaque hyperparasitoïdes dans les stations étudiées au niveau le jardin d'El Hamma.....	61
Figure 4.5:	Variations temporelles des taux d'émergence de <i>Lysiphlebus testaceipes</i> dans le jardin botanique d'El Hamma.....	66
Figure 4.6:	Variations temporelles des taux d'émergence de <i>Trioxys angelicae</i> dans le jardin botanique d'El Hamma.....	67
Figure 4.7:	Variations temporelles des taux d'émergence de <i>Trioxys acalephae</i> dans le jardin botanique d'El Hamma.....	67
Figure 4.8:	Variations temporelles des taux d'émergence d' <i>aphidius colemani</i> dans le jardin botanique d'El Hamma.....	68
Figure4.9:	Variation mensuelle du taux d'émergence de <i>L. testaceipes</i> sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans stations étudiées du jardin d'El Hamma.....	69
Figure4.10:	Variation mensuelle du taux d'émergence de <i>Trioxys angelicae</i> sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans les stations étudiées du jardin d'El Hamma.....	69
Figure4.11:	Variation mensuelle du taux d'émergence de <i>Trioxys acaphelae</i> sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans les stations étudiées du jardin d'El Hamma.....	70
Figure4.12:	Variation mensuelle d' <i>Aphidius colemani</i> sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans la région d'étude.....	70
Figure4.13:	Taux d'émergence moyen de <i>L. testaceipes</i> dans le jardin Français.....	71
Figure4.14:	Taux d'émergence moyen de chaque parasitoïde sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans le carré floriculture.....	72
Figure4.15:	Taux d'émergence moyen de chaque parasitoïde sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans le carré botanique.....	72

Figure4.16:	Taux d'émergence moyen de chaque parasitoïde sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans le jardin Anglais.....	73
Figure4.17:	Variation mensuelle globale du sexe ratio chez <i>Lysiphlebus testaceipes</i> dans la région d'étude.....	74
Figure4.18:	Variation temporelle du sexe ratio chez <i>Lysiphlebus testaceipes</i> dans le jardin.....	74
Figure4.19:	Variation temporelle du sexe ratio chez <i>Lysiphlebus testaceipes</i> dans le carré floriculture.....	75
Figure4.20:	La variation temporelle de sexe ratio de l'espèce <i>Lysiphlebus testaceipes</i> dans le carré botanique.....	75
Figure4.21:	La variation temporelle de sexe ratio de l'espèce <i>Lysiphlebus testaceipes</i> dans le jardin anglais.....	76
Figure4.22:	Variation mensuelle du sexe ratio de <i>Lysiphlebus testaceipes</i> dans le jardin français.....	76
Figure4.23:	Variation mensuelle du sexe ratio de <i>Lysiphlebus testaceipes</i> dans le carré floriculture.....	77
Figure4.24:	Variation mensuelle du sexe ratio de <i>Lysiphlebus testaceipes</i> dans le carré botanique.....	77
Figure4.25:	Variation mensuelle du sexe ratio de <i>Lysiphlebus testaceipes</i> dans le jardin anglais.....	78
Figure4.26:	Projection sur le plan factoriel F1 F2 de l'AFC, des abondances mensuelles des taxons des Aphides et leurs parasitoïdes dans le jardin d'El Hamma durant la période d'étude.....	80
Figure4.27:	Classification ascendante des variables des abondances mensuelles des taxons des Aphides et leurs parasitoïdes dans la région d'étude d'El Hamma durant la période d'étude.....	81

Liste des tableaux

Tableau1.1 :	Présentation de quelques espèces existantes au Jardin d'Essai d'E Hamma.....	11
Tableau2.1:	Impacts du miellat excrété par plusieurs espèces de pucerons vis-à-vis de différentes espèces parasitoïdes.....	24
Tableau3.1:	Valeurs des quantités de précipitations et des températures enregistrées à Alger	25
Tableau 4.1:	Composition floristique au niveau du jardin français.....	45
Tableau 4.2:	La composition floristique au niveau du carré floriculture.....	47
Tableau 4.3:	Composition floristique au niveau du carré botanique.....	48
Tableau 4.4:	Composition floristique au niveau du jardin anglais.....	50

Tableau 4.6:	Richesses et indices de diversités comparées de la composition végétale dans différentes site d'étude.....	54
Tableau 4.7:	Disponibilité des espèces aphidiennes selon la plante hôte dans le jardin français.....	55
Tableau 4.8:	Disponibilité des espèces aphidiennes selon la plante hôte au niveau du carré floriculture.....	55
Tableau 4.9:	Disponibilité des espèces aphidiennes selon la plante hôte au niveau de carré botanique.....	56
Tableau4.10:	Disponibilité des espèces aphidiennes selon la plante hôte dans le jardin anglais.....	56
Tableau4.11:	Espèces d'Hyménoptères parasitoïdes et des hyperparasitoïdes inventoriées dans les stations d'étude.....	57
Tableau4.12:	Importance quantitative des différentes espèces d'hyménoptères parasitoïdes émergées à partir des momies collectées dans les stations de la région étudiés (Février à Mai 2016).....	58
Tableau4.13:	Les différentes relations tri-trophiques (plante- puceron – parasitoïde) notées dans les stations de la région étudiée.....	59
Tableau4.14:	Les différentes relations tétra-trophiques notées dans les stations étudiées du jardin botanique d'El Hamma.....	60
Tableau4.15:	Relation espèces aphidiennes et parasitoïdes dans les stations d'étude du jardin d'El Hamma de février à mai 2016.....	61
Tableau4.16:	Distribution mensuelle des abondances aphidiennes et de leurs parasitoïdes dans les stations étudiées du jardin d'El Hamma.....	79

Introduction générale

Introduction générale

Les Aphides sont considérés actuellement parmi les ravageurs les plus redoutables et l'un des groupes les plus nocifs aux plantes. Pourtant, ils sont toujours surveillés par un grand nombre d'espèces d'ennemis naturels, particulièrement les parasitoïdes qui participent d'une manière active à la diminution des populations de pucerons ravageurs (Hemidi *et al.*, 2013). Les parasitoïdes sont considérés comme des spécialistes importants dans la suppression des populations des aphides, par rapport aux prédateurs (Farhad *et al.*, 2011). En Algérie, le nombre d'espèces de pucerons connu à ce jour est de 156 espèces (Laamari *et al.*, 2010 et 2013). Cependant, les données disponibles sur les parasitoïdes de pucerons sont très limitées et restent fragmentaires (Chehma et Laamari, 2014).

Face aux désordres écologiques enregistrés, une méthode phytosanitaire a été présentée dans la perspective d'une gestion durable des agro-systèmes. C'est la gestion agro-écologique des ravageurs. Une composante importante de cette stratégie est la lutte biologique par conservation qui consiste à amplifier le potentiel de régulation naturelle des ennemis des cultures à différentes échelles spatiales et temporelles (Kamenova, 2009). Aussi, une bonne gestion des écosystèmes naturels peut contribuer d'une façon très efficace dans le maintien et l'enrichissement de cette faune auxiliaire (Kamenova, 2009).

En milieu cultivé, plusieurs méthodes de lutte sont possibles pour la réduction des pucerons, en particulier, l'emploi des pesticides. En milieux naturels et forestiers, connus par contre pour leur fragilité et leur biodiversité, la lutte chimique n'est pas envisageable, notamment, par l'emploi des insecticides conventionnels. Les techniques sylvicoles et l'emploi des auxiliaires, restent les moyens -réalisables (Aggoun, 2015).

La régulation des populations aphidiennes est accomplie par l'action de nombreux ennemis naturels : des parasites microhyménoptères (Braconidae, Aphidiidae), les entomophores et les prédateurs (coccinelles, syrphes, chrysopes,...) (Bosque-Perez *et al.*, 2002). A travers le monde, plus de 400 espèces de parasitoïdes susceptibles d'être utilisées en lutte biologique contre les pucerons sont inventoriées (Kavallieratos *et al.*, 2008),

Introduction générale

Parmi ces parasitoïdes, la sous-famille des Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae) appartient à la famille des Braconidae (Ichneumonoïdea), joue un rôle important de régulation. Plusieurs espèces parasitoïdes ont fait l'objet d'introduction ou de multiplication afin de contrôler les pullulations de certains aphides nuisibles aux plantes. C'est le cas du parasitoïde *Pauesia cedrobii* (Hymenoptera, Aphidiinae), qui a été introduit en France en 1977, à partir de la région du Moyen Atlas marocain, afin de contrôler le puceron du cèdre *Cedrobium laportei* (Aggoun, 2015).

Ce travail est effectué dans la région d'El Hamma (jardin botanique) qui est connu par la richesse de la flore qui va permettre sans doute de ressortir d'une part une richesse d'insectes parmi eux les Hyménoptères parasitoïdes des pucerons et d'autre part les relations qui existent entre ces insectes utiles et les pucerons nuisibles dans un milieu naturel. Pour cela notre étude a nécessité de réaliser des observations et des échantillonnages des colonies aphidiennes et les momies trouvées.

Ce document est divisé en quatre chapitres: le premier chapitre qui comporte la présentation et les caractéristiques générales de la région d'étude.

Le deuxième chapitre porte sur une littérature générale sur les hyménoptères parasitoïdes des pucerons.

Le troisième chapitre traite deux parties la première partie présente les différentes stations d'étude et la seconde partie est consacrée à la présentation du matériel et de la méthodologie de travail adoptée.

Le quatrième chapitre est réservé aux résultats et discussions.

En fin, nous avons terminé par une conclusion et perspectives.

Introduction

Le Jardin d'El Hamma (Ex jardin d'Essai d'Alger) est un établissement scientifique et technique pour les études et la diffusion de toutes les espèces végétales intéressantes. Des centaines d'espèces y sont en collection. Leurs diffusions est assurée par le séminarium et la pépinière du jardin d'essai. Le Jardin d'Essai a pour principales missions, la conservation, la multiplication et la réhabilitation des espèces rares ou en voie de disparition notamment les espèces autochtones menacées, ainsi que le développement des recherches scientifiques afin d'assurer une meilleure prise en charge de ces dernières et permettre leur réintroduction.

Le Jardin d'Essai demeure une entité inestimable de richesse et de diversité en matière de flore. Il représente dans son ensemble deux grands styles architecturaux : « français » et « anglais ». Le premier style est basé sur le tracé de lignes géométriques régulières alors que le second style se présente sous forme de tracés de lignes sinueuses et irrégulières.

I.1. Historique

Le Jardin a été nommé pépinière central du gouvernement et a été créé en 1832 dans le but d'introduire et cultiver diverses plantes utiles : ornementales, médicinales, alimentaire. Pendant la 1^{ère} décennie, l'objectif a été de faire le terrassement et le conditionnement du terrain pour la plantation des plantes. Hardy en 1842, l'a surnommé le jardin d'acclimatation. Il lui donné la principale forme actuelle avec des plantations en différentes allées et a permis de valoriser l'introduction et la production des plantes exotiques fruitières et ornementales, (E.P.A Jardin d'Essai, 2013). Pendant la période de 1870 à 1912, le Jardin a pris le nom du Jardin d'Essai du Hamma mais il a perdu un peu sa gloire à cause de la mauvaise gestion, quoique sa célébrité entre les scientifiques et les jardiniers du monde n'a cessé d'augmenter (Carra et Gueit, 1952).

Grâce à deux architectes Régnier et Guion, selon Carra et Gueit, (1952) il a été réalisé deux types du Jardin : un jardin à la française et l'autre à l'anglaise

Chapitre I – Présentation de la région d'étude et du jardin botanique d'El Hamma

entre la période de la 1^e et la 2^e guerre mondiale, où le Jardin d'Essai a subi leurs effets négatifs de négligence et de destruction.

Après l'indépendance de l'Algérie, le Jardin a été mis sous la responsabilité de différentes institutions qui ont essayé de préserver son rôle éducatif-scientifique et l'ont gardé comme un lieu de promenade et de loisirs.

Le Jardin a été fermé au public en 1993 où il a subi d'une période de dégradation jusqu'à 2005 où il a été décidé de réaliser une rénovation pour restituer au patrimoine historique du Jardin sa magnificence et le développer avec des techniques respectant les principes du développement durable. Le Jardin a réouvert ses portes en mai 2009 (Rossi, 2012).

I.2. situation géographique

Le jardin d'essai d'El Hamma est localisé à la latitude 36° 43' Nord de longitude et 35° de latitude Est, faisant face à la baie d'Alger, entre la mer Méditerranéenne au Nord et le Sanctuaire des Martyres au Sud (E.P.A Jardin d'Essai, 2010).

Le jardin s'étend sur une superficie de 32 ha clôturée. Il est situé dans la partie Nord-Est d'Alger. Il fait partie intégrante du quartier du Hamma qui est devenu un important ensemble naturel et culturel avec la nouvelle Bibliothèque Nationale, l'Hôtel Sofitel, au sommet de la colline le complexe de Ryadh El Feth et en centre en bas, la grotte de Cervantès, la villa AbdelTif ainsi que le Musée National des beaux-arts. Il est limité au Nord par la rue Hassiba Ben Bouali, au sud par la rue Mohamed Belouizdad, à l'Est par le stade 20 Aout 1955, à l'Ouest par l'Hôtel Sofitel et la Bibliothèque Nationale d'Algérie. Il fait partie de la wilaya d'Alger, daïra de Sidi M'hamed commune de Belouizdad (E.P.A Jardin d'Essai ,2008) (Figure1.1).

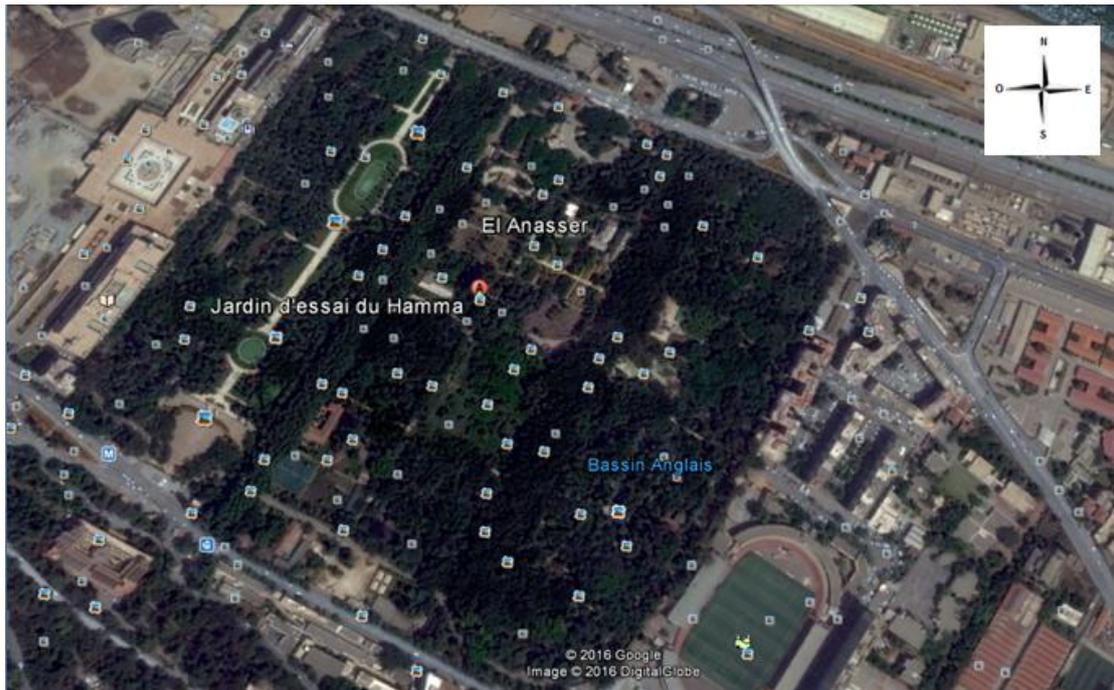


Figure1.1 : Localisation de la région d'étude (Google earth, 2016).

I.3. Description

Le Jardin d'Essai, crée en 1832 s'appelait pépinière Central du Gouvernement. Sa superficie comprenait cinq hectares en 1837 et passa au fil du temps à 60ha. Actuellement, la superficie du Jardin d'Essai clôturée est de 30hectares. Le Jardin abritait le jardin zoologique et l'école d'horticulture et l'école d'environnement, E.P.A Jardin d'Essai d'El Hamma(2008).

Les allées sont rectilignes, droites et tracées. Les carrés de cultures sont semblables aux cases d'un damier. Le style est régulier, Les haies sont rectilignes et linéaires. Le Jardin d'Essai est divisé selon une organisation qui fait la fonction de l'espace considéré ou le style établi (E.P.A Jardin d'Essai, 2013). (figure1.2)

Chapitre I – Présentation de la région d'étude et du jardin botanique d'El Hamma



- | | | | |
|----------|---|----------|--------------------------|
| A | Laboratoire de culture in vitro Banque de semences
Herbarium | C | Serre de vente |
| B | Serre expérimentale | E | Zone de production |
| D | Serre d'exposition | G | Carré de floriculture |
| F | Ecole d'horticulture | I | Station de compostage |
| H | Serre de platanes | K | Ecole de l'environnement |
| J | Rocaille | N | Direction |
| L | Carré systématique (botanique) | | |
| M | Carré des plantes autochtones | | |

Figure 1.2 : Plan du jardin botanique d'El Hamma (Anonyme, 2012).

I.3.1. Jardin français

Le Jardin français est caractérisé par son tracé régulier (carrés, rectangles) et symétrique au niveau des plantations. Ce jardin présente deux grands miroirs d'eau, ou des bassins de forme classique et bien réguliers qui occupent la ligne centrale du jardin français. Il occupe environ 2/3 de la totalité de la surface du jardin d'essai (E.P.A Jardin d'Essai, 2008) (Figure1.3).



Figure 1.3 : Aperçu sur le jardin français (Originale).

I.3.2. Jardin anglais

Le style du jardin anglais est caractérisé par les contours des parcelles qui le composent et ceux des allées qui sont irrégulières. Les essences qui s'y trouvent sont surtout d'origine tropicale ou subtropicale et les plantations sont bien développées.

Il y a la présence d'un grand bassin où se développent des plantes aquatiques telles que les Nénuphars blancs, Cyperus, Elodées...et dans lequel un îlot émerge à l'intérieure du bassin composé essentiellement de palmiers. (E.P.A Jardin d'Essai, 2008)(Figure1.4).



Figure1.4 : Aperçu sur le jardin anglais (Originale).

I.3.3. Les carrés et les serres

Les carrés sont spécialisés en collections botaniques, en parcelles expérimentales et en diverses cultures sous abris pour la conservation, la reproduction et l'expérimentation des espèces les plus fragiles (E.P.A Jardin d'Essai, 2010), qui se situent dans la botanique, le carré floriculture, le carré des plantes médicinales.

Dans le jardin d'essai, on retrouve plusieurs types de serres de vente et des serres de multiplication avec deux palmariums expérimentaux et une collection de cactées très intéressante. (E.P.A Jardin d'Essai, 2008).

I.3.4. L'Herbarium et les allées

L'Herbier du Jardin d'Essai est formé de deux collections distinctes : une ancienne collection des plantes datant de la période coloniale et une collection plus récente formée de plantes spontanées algériennes ainsi que des espèces exotiques du Jardin d'Essai.

Chapitre I – Présentation de la région d'étude et du jardin botanique d'El Hamma

Il existe trois voix d'accès :

1-Le périphérique routes carrossables (délimite le jardin anglais à l'est et au sud).

2-Des allées principales : allée des Platanes : plantée en 1845, allée des Dragonniers : plantée en 1847, allée des Ficus : plantée en 1863.

3- Des allées secondaires: allée des Bambous, allée des Washingtonia, allée des Lauriers, allée des Yuccas, allée des Nolinas, et l'allée des Ginkgos.

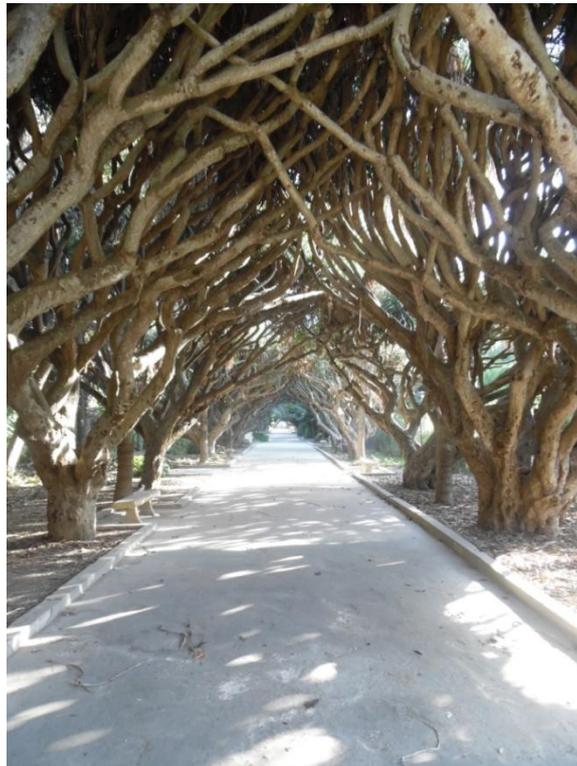


Figure1.5 : Parmi les allées : Allée des Dragonniers (Originale).

I.4. Facteurs abiotiques du milieu

A l'origine, le Jardin d'essai du Hamma était un terrain marécageux. Par la suite, des travaux de drainage et d'assainissement ont été accomplis. Les aménagements apportés ont permis la création de terrasses particulières au niveau du jardin au style français, permettant ainsi l'évacuation actuelle des eaux de pluie selon une pente douce qui varie entre 2% et 5% sur l'ensemble du jardin (E.P.A Jardin d'Essai, 2013).

Chapitre I – Présentation de la région d'étude et du jardin botanique d'El Hamma

Selon une étude réalisée par l'institut National de Recherche Agronomique (INRA) en 1965, le sol du jardin dans toute son étendue est profondément remanié. Ayant de bonnes réserves en eau, il diminue les risques de sécheresse pour la majorité des strates végétales (plantes buissonnantes, arbustives et arborescentes). Ces sols sont pour la plupart de nature calcaire et de couleur brune (Ecrement, 1966)

I.4.1 Climat

Le jardin d'essai avec sa situation topographique se caractérise par un climat exceptionnel et unique en Afrique du Nord. Sa caractérisation se définit par des conditions naturelles qui se résument par sa diversité végétale et par sa situation approximative directe de la mer et par son hygrométrie de l'air ambiant est élevée et par la colline des arcades contre les vents du sud (Siroco), qui sont très secs et très desséchant et brûlant, en été chargés de fraîcheur, en hiver très nuisible à toutes cultures qui assure la protection du jardin, ces conditions dont le jardin bénéficie lui procurent un micro-climat tempéré chaud-humide en été, le maximum estivale égale à + 42°C à l'ombre et frais-humide en hiver. Le minimum hivernal égale à -1°C au sol. Climat extérieur du jardin d'essais d'El Hamma qui a une grande influence sur son micro-climat, qui prend en considération comme un climat méditerranéen, ce dernier est caractérisé par deux saisons :

-Une saison hivernale assez pluvieuse et peu rigoureuse commence depuis la fin d'automne jusqu'au début du printemps.

-Une saison estivale chaude et sèche qui vient après la saison hivernale.

I.5. Facteurs biotiques du milieu

I.5.1. La végétation

Selon l'agence Nationale pour la conservation de la nature(ANN), Le jardin d'essai a un aspect tropical dominé par sa végétation exotique. Le Jardin d'Essai du Hamma comporte plusieurs espèces où les familles les plus représentatives sont les *Moraceae*, les *Coniferales*, les *Cycadaceae*, les *Musaceae*, les *Arecaceae*. (Tableau 1.1).

Chapitre I – Présentation de la région d'étude et du jardin botanique d'El Hamma

Tableau 1.1.: Présentation de quelques espèces existantes au Jardin d'Essai d'El Hamma, (Hamlaoui et Mebarki, 2011).

Type de plante	Espèces
Arbuste	- <i>Hibiscus rosa seinsis</i> - <i>Dracaena Draco</i> - <i>Datura orborea</i> - <i>Euphorbia pulcherrima</i>
Arbre	- <i>Chorisia sp.</i> - <i>Casuarina equisetifolia</i> - <i>Robinia pseudoacacia</i> - <i>Pittosporum tobira</i> - <i>Ficus retusa</i> - <i>Pinus maritima</i> - <i>Cedrus atlantica</i> - <i>Cocos australis</i> - <i>Kentia forsteriana</i> - <i>Chamaedorea elatior</i>
Grimpante	- <i>Bougainvillea glabra</i> - <i>Jasminum officinale</i> - <i>Jasminum nudiflorum</i> - <i>Bignonia cherere</i> - <i>Passiflora caerulea</i>
Bordures et Haies	- <i>Rosmarinus officinalis</i> - <i>Ruscus aculeatus</i> - <i>Punica granatum</i> - <i>Santolina chamaecyparissus</i>

I.5.2 La faune

Certaines études portant sur la faune du Sahel algérois réalisées notamment par BALACHOWSKY (1948, 1950, 1953, 1954), DOUMANDJI (1984), DOUMANDJI et BICHE (1986), MOULAI (1997), BERRA (1998), SAIGHI (1998) et DJENNAS-MERRAR (2002) ont permis de recenser des espèces d'invertébrés et de vertébrés. L'embranchement des invertébrés est représenté par la classe des *Oligocheta* (*Allolobophora rosea*, *Microscolex dubius*, *Microscolex complanatus*, *Nicodrolus phosphoreus*, des *Gastropoda* (*Milax nigricans*, *Helicidae sp.*, *Chondrula sp.*, *Gastropoda sp.*), des *Arachnida* (*Aranea sp.*), des *Crustacea* (*Isopoda sp.*), des *Myriapoda* (*Iulus*

Chapitre I – Présentation de la région d'étude et du jardin botanique d'El Hamma

sp., *Polydesmus sp.*, *Himantarium*, *Scopolendra morsitans*, *Chilopoda sp.* et des Insecta (Annexe 1.1).

Parmi les vertébrés, on note des batraciens (*Discoglossus*), des reptiles (*Tarentola mauritanica*), des rongeurs (*Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*) et des oiseaux appartenant à 11 ordres et 26 familles dont les plus représentées en espèces sont les *Columbidae*, les *Fringillidae*, les *Turdidae*, les *Ploceidae*, les *Paridae*, les *Sylviidae*, les *Motacillidae*, les *Muscicapidae*, les *Hirundinidae*, les *Picidae*, les *Apodidae* et les *Psittacidae*.

Chapitre II : Généralités sur les hyménoptères parasitoïdes des pucerons

Introduction

Les parasitoïdes représentent une classe d'auxiliaires qui se développent sur ou dans un autre organisme « hôte » dont ils tirent leur moyen de subsistance et le tuent comme résultat direct ou indirect de leur développement (Boller et *al.*, 2004; Altieri et *al.*, 2005). Les insectes parasitoïdes émergent dans sa chrysalide en tant qu'adulte, ils se nourrissent habituellement sur le miellat, le nectar ou le pollen, et il y'a quelques adultes se nourrissent des fluides du corps des hôtes et que d'autres exigent de l'eau additionnelle (Altieri et *al.*, 2005).

Les parasitoïdes s'attaquent à un stade particulier de développement de la proie et sont plus petits de leurs proies. Les parasitoïdes laissent souvent des traces de leur activité (par exemple, les momies des pucerons). On retrouve des espèces ayant un mode de vie parasitoïde dans 6 ordres: Hyménoptère (67000 espèces, environ 75% des parasitoïdes), Diptère (16000 espèces), Coléoptère (4000 espèces), Neuroptère (50 espèces), Lépidoptère (11 espèces) et Trichoptère (une espèce) (Boivin, 2001). Plus particulièrement les hyménoptères des parasitoïdes qui participent d'une manière active à la réduction des populations de pucerons ravageurs. D'après Cloutier et Cloutier (1992) cités par Boivin (2001), ces auxiliaires se distinguent par leur capacité de dispersion et de découverte de l'hôte et leur capacité d'adaptation.

II.1. Position systématique des hyménoptères parasitoïdes des pucerons

Les hyménoptères constituent, après les coléoptères, l'ordre d'insectes le plus diversifié et on estime actuellement qu'il y a plus de 230 000 espèces décrites. Les hyménoptères (Hymenoptera) appartiennent au super-ordre des Mécoptéroïdes, à la classe des Insectes, de la sous-classe des ptérygotes, la section des Néoptères. Des représentants communs de cet ordre sont les abeilles, les guêpes et les fourmis. Le plus souvent des espèces de cet ordre sont des parasites d'autres insectes, ils sont ainsi beaucoup utilisés dans la lutte biologique démontrant leurs grands impacts sur la régulation des populations hôtes (Sharkey, 2007).

Chapitre II : Généralités sur les hyménoptères parasitoïdes des pucerons

Selon Aroun (2015), Les parasitoïdes des pucerons appartiennent à l'ordre des Hymenoptera, la super-famille des Ichneumonoidea, la famille des Braconidae, la sous-famille des Aphidiinae qui comprend 11 espèces appartenant à 8 genres, et la super-famille des Chalcidoidea, la famille des Aphelinidae, la sous-famille des Aphelininae représentée par 2 espèces du genre *Aphelinus* et une espèce du genre *Mesidiopsis*, classée précédemment parmi le genre *Aphelinus*.

Les Hyménoptères parasitoïdes de pucerons se divisent en parasitoïdes primaires (famille des Aphelinidae et Braconidae) et secondaires ou hyper-parasitoïdes (familles des Pteromalidae, Encyrtidae, Eulophidae, Megaspilidae, Charipidae). Dans la famille des Aphelinidae (Chalcidoidea) seuls les genres *Aphelinus* (environ 30 espèces en Europe) et *Protaphelinus* (une espèce) sont en mesure de parasiter des pucerons. Dans la famille des Braconidae (Ichneumonoidea), seule la sous-famille des Aphidiinae est strictement inféodée aux pucerons (Turpeau et *al.*, 2011).

II.2. Description

Les hyménoptères parasitoïdes sont représentés par des individus de très petites taille de quelques millimètres de long (2 mm : *Aphidius colemani* et 4 mm : *Aphidius ervi*), un corps grêle à tégument souvent coriace, de couleur marron, noir, orange et jaune (**Figure 2.1**).

Chapitre II : Généralités sur les hyménoptères parasitoïdes des pucerons

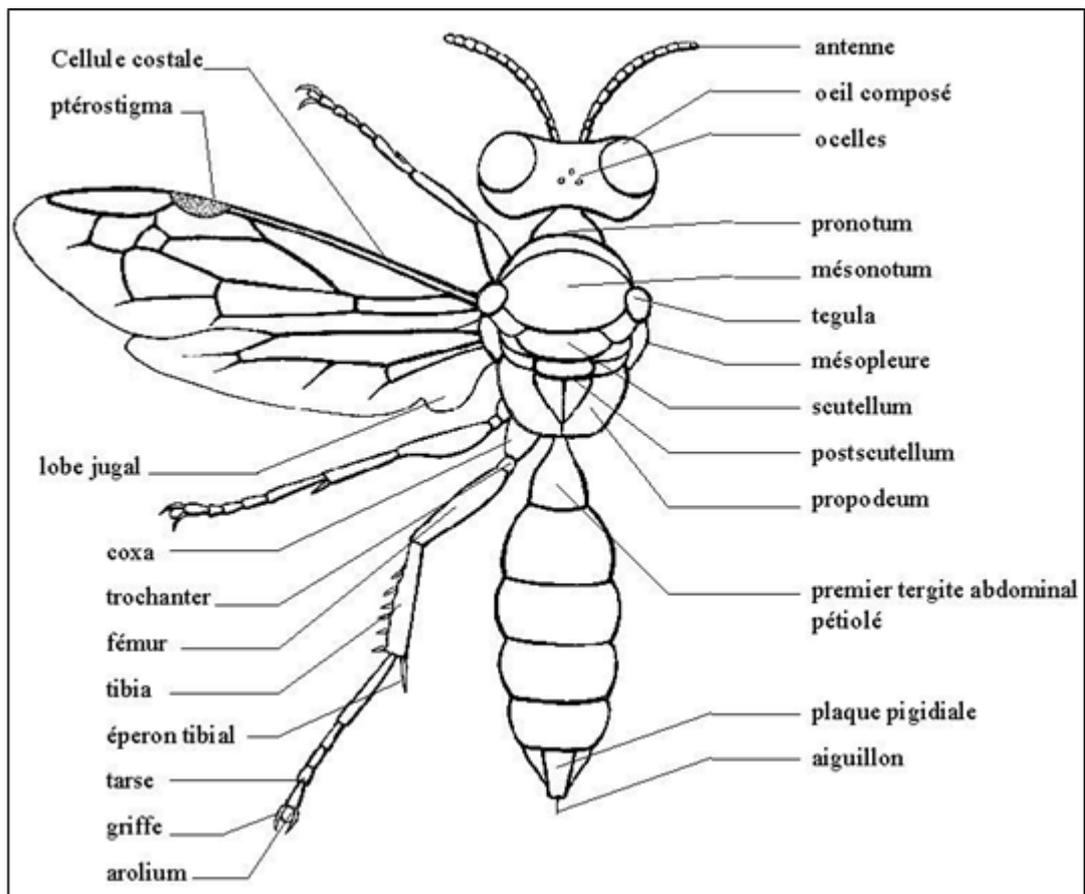


Figure 2.1 : Morphologie d'un Hyménoptère (Anonyme, 2014).

Les adultes au repos ont l'allure de guêpes dont les trois parties du corps sont bien distinctes : tête, thorax et abdomen (Delvare, 2001). La tête est bien développée, reliée au thorax par un cou étroit, yeux en général de grande taille, souvent trois ocelles (Pecault, 2002). Ils ont des antennes longues, coudées aux segments bien visibles (Delvare, 2001), formées habituellement de plus de dix articles. Les pièces buccales sont de type broyeur-lécheur avec une paire de mandibules, deux mâchoires (les maxilles) et une langue (labium). Les maxilles et le labium peuvent chez les Hyménoptères les plus évolués (Apoïdes) s'allonger en une sorte de trompe lécheuse et suceuse (Pecault, 2002). Les pattes sont longues et possèdent des tarse avec des griffes et un arolium (Delvare, 2001).

Les deux paires d'ailes sont membraneuses transparentes, de taille inégale (les postérieurs plus petites) réunies par une série de crochets. La nervation est très variable selon les groupes avec des nervures longitudinales

Chapitre II : Généralités sur les hyménoptères parasitoïdes des pucerons

recoupées par des transversaux formants de grandes cellules. Chez certains groupes (Parasitoïdes), il ya réduction ou même absence de toute nervation (Pecault, 2002).

L'abdomen est arrondi chez les mâles, pointu chez les femelles. La durée de vie est d'environ dix jours entre 18° et 22°C. Dès 10°C, le parasitoïde vole et recherche activement ses proies. Il est moins efficace à des températures supérieures à 30°C (Delvare, 2001). Le nombre de segments visibles est variable selon les groupes. Les derniers sternites souvent réduits et membraneux, portant les génitalia mâles ou les différentes pièces de l'ovipositeur, de la tarière ou de l'aiguillon (Pecault, 2002)

II.2.1. Les Braconidae

Les Braconidae sont l'une de famille les plus importantes de familles d'hyménoptères avec 40.000 espèces dans le monde et plus de 30 sous-familles, et sont presque toutes spécialisées dans le parasitisme des pucerons (Hagvar et Hofsvang, 1991).

La classification supérieure des Braconidae a été un sujet de grande controverse. Environ 40 sous-familles sont généralement reconnues, plusieurs d'entre elles sont nouvellement découvertes (Whitfield et Mason, 1994). Les Braconidae sont également très diversifiés avec probablement plus de 2000 espèces présentes. Ils s'attaquent à des hôtes plus diversifiés que les Ichneumonidae dont les lépidoptères, les pucerons, les coléoptères, les mouches mineuses, les mouches des fruits, et les coléoptères xylophages incluant les scolytes (Delvare, 2006).

L'identification des Braconidae est délicate. Très proches des Ichneumonidae, on peut les différencier par l'absence de la deuxième nervure récurrente sur l'aile antérieure (Evelyne et *al.*, 2011), (figure 2.2)

Chapitre II : Généralités sur les hyménoptères parasitoïdes des pucerons



Figure 2.2 : Aile antérieure d'un Braconidae (Bernared, 2012).

- Leur taille varie de 1 à 10 mm (2 à 27 mm pour les Ichneumonidae) ;
- parents proches, de couleur noire, marron ou orange (parfois avec taches rouges) ;
- Ailes bien développées aux nombreuses nervures. Une seule cellule discoïdale, du fait d'une seule nervure récurrente ;
- Les antennes ont plus de 16 articles et sont bien développées ;
- Les mandibules sont bidentées ;
- Les femelles sont souvent dotées d'un long ovipositeur ;
- Leur ovipositeur est généralement visible mais parfois discret (cas des Aphidiinae) ;
- La plupart se développent en parasitoïdes primaires ;
- Ils peuvent être ectoparasitoïdes idiobiontes c'est-à-dire qu'ils tuent leur hôte avant de déposer leurs œufs sur son cadavre ou des endoparasitoïdes koinobiontes qui maintiennent leur hôte en vie tout au long de leur propre développement jusqu'à leur propre nymphose (cas des Aphidiinae) selon Evelyne et *al.*, 2012 (figure2.3).

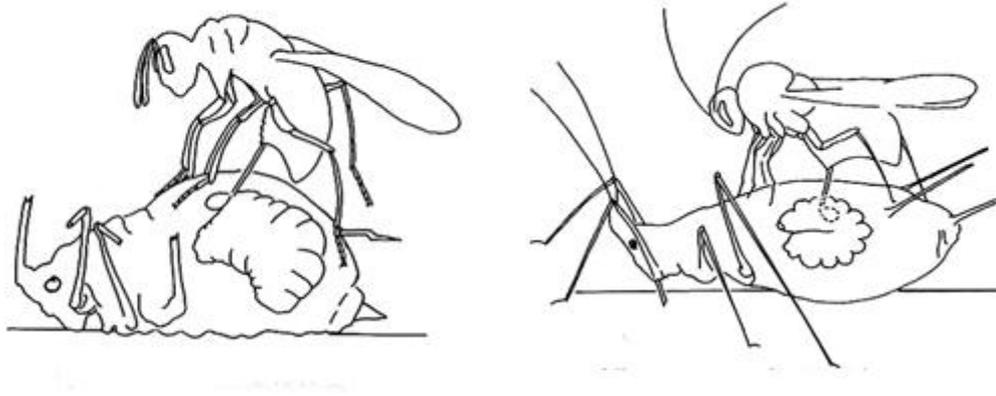


Figure 2.3. Aphidiinae ectoparasite idiobionte (à gauche) et un endoparasite koinobionte (à droite) sur le puceron (Minks et Harrewijn, 1988 in encycloaphid).

II.2.2. Les Aphidiinae

Les Aphidiinae forment une sous-famille d'hyménoptères de la famille des Braconidae de petite taille quelques millimètres (2 à 3,5 mm). Ce sont des endoparasitoïdes solitaires de pucerons (Turpeau et *al.*, 2011). Cette sous-famille comprend environ 27 genres et 120 espèces en Europe. Le genre *Aphidius* est le plus représenté. Les deux espèces *Aphidius colemani* et *A. ervi* sont utilisées en lutte biologique (Colinet 2007; Le Lann 2009).

Les *Aphidiinae* sont des parasitoïdes primaires renferment pas moins de 400 espèces à travers le monde (Kavallieratos *et al.*, 2001), comprend environ 27 genres et 120 espèces en Europe (Evelyne et *al.*, 2011). En Algérie, selon l'étude d'Hemidi et laamari, 2013 les *Aphidiinae* sont représentés par 5 genres (*Aphidius*, *Trioxys*, *Diaeretiella*, *Ephedrus*, *Praon* et *Lysiphlebus*).

II.3. Biologie des hyménoptères parasitoïdes de pucerons

II.3.1. Reproduction

Les Hyménoptères ont un mode de reproduction qui les sépare de tous les autres insectes et qui peut être unique dans le règne animal. Bernard, (1999) a noté que les femelles, notamment, celles des espèces prédatrices et mellifères, ont la faculté de connaître et de déterminer à volonté le sexe de l'œuf pondu.

Chapitre II : Généralités sur les hyménoptères parasitoïdes des pucerons

L'accouplement a lieu généralement le jour. Les femelles s'accouplent une fois alors que les mâles sont capables d'accouplements multiples. Le sexe ratio est de deux femelles pour un mâle (Delvare, 2001).

Les Hyménoptères peuvent contrôler le sexe des individus descendants (arrhénotoque). La décision de la femelle de pondre un œuf dans un hôte est souvent basée sur la grosseur et la qualité de ce dernier. Elle pondra un œuf mâle, œuf non fécondé donc haploïde, dans un hôte de moindre qualité et un œuf femelle (fécondé donc diploïde) dans un hôte de qualité supérieure (Quicke, 1997). Selon le modèle de qualité de l'hôte de Charnov (Charnov et *al.*, 1981; Godfray, 1994), les femelles déposeraient des œufs femelles dans les hôtes de meilleure qualité pour augmenter le succès reproducteur de leur progéniture.

En effet, une femelle parasitoïde plus grosse est de meilleure qualité qu'une femelle plus petite pour deux raisons: elle a une longévité plus grande et elle est plus féconde. Ces deux avantages permettent à la femelle de produire plus de descendants, et donc d'augmenter sa valeur adaptative (Van den Assem et *al.*, 1989).

Chez les Aphidiides, 3 types de reproductions parthénogénétiques peuvent être distinguées:

La parthénogénèse arrhénotoque se caractérise par le fait que les œufs peuvent donner naissance à la fois à des mâles et à des femelles. Ce type de multiplication est très fréquent chez les espèces appartenant au genre *Aphidius* (Stary, 1970).

Dans la Parthénogénèse deutérotocque, les œufs pondus ne donnent que des mâles. Ce type a été observé seulement chez *Lysiphlebus fabarum* (Stary, 1970). Alors que dans la parthénogénèse thélytoque, les œufs donnent exclusivement des femelles et les mâles sont inconnus selon le même auteur.

II.3.2. Oviposition

L'oviposition chez les Aphidiides est le résultat d'une série d'événements qui débute par l'émission de signaux spécifiques par les plantes et les pucerons (Kaluleet Wright, 2004 ; Leroy et al, 2009).

L'oviposition peut intervenir immédiatement ou après une période de pré-oviposition où le parasitoïde entame d'abord une phase de prospection à l'échelle de la plante, notamment au niveau des organes infestés, (Stary, 1970). Une fois que le puceron hôte est détecté et localisé de façon olfactive ou visuelle (Shaun et Tilmon, 2006), le parasitoïde le prospecte avec ses antennes pour déterminer l'espèce et le stade larvaire. Après cette étape, le réflexe postural se déclenche et s'illustre par la courbure de l'abdomen vers l'avant au dessus du thorax et entre les pattes (Figure 1.4) puis la femelle procède ensuite à l'oviposition. Généralement un seul œuf est déposé dans le corps de l'hôte puis la femelle retire son ovipositeur du corps de l'hôte.



Figure 2.4 : Femelle d'*Aphidius colemani* (Aphididae) en train de pondre dans le corps d'un puceron (Ronzon, 2006)

Plusieurs facteurs peuvent agir directement sur l'oviposition et par conséquent sur le succès reproductif de la femelle. Parmi ceux-ci, la température et le photopériodisme apparaissent comme les plus déterminants. Ils contrôlent la durée de vie du parasitoïde, sa période d'activité et l'entrée en diapause (Hance et al., 2006; Martin et al., 2009). Le stade évolutif du puceron intervient également sur l'oviposition (Colinet et al., 2005, Martinou, 2007). Généralement, les femelles préfèrent pondre sur le 3ème et le 4^{ème} stade larvaire en comparaison avec les deux premiers stades

Chapitre II : Généralités sur les hyménoptères parasitoïdes des pucerons

et les formes adultes. Les femelles d'*Aphidius* (accouplées ou vierges) pondent dans tous les stades larvaires des pucerons, de préférence de petite ou moyenne taille selon Lin et Ives (2003) et He *et al.* (2004).

II.3.3. Développement post embryonnaire

Face aux contraintes imposées surtout par le système immunitaire de l'hôte, les femelles des Aphididés ont développé une multitude de stratégies afin d'optimiser la survie de leurs œufs ou de leurs larves (Moreau, 2003). Quelques heures après la ponte, l'embryogenèse s'opère et l'œuf devient translucide. Après 2 jours, il donne naissance à une jeune larve apode. Celle-ci se développe en consommant intérieurement les tissus de l'hôte (Rabasse, 1984). Au 4ème stade de son développement, la larve exploite tout le contenu de son hôte et se transforme au bout de 12 heures en pré-nympe à une température de 20 °C, puis en nymphe. A cette étape, le puceron devient une momie très bombée et facilement détectable et de couleurs variables (brunâtre, noirâtre, blanchâtre, rougeâtre) (Stary, 1970 ; Goofray, 1994).

II.3.4. Cycle biologique

L'œuf éclot et la larve de parasitoïde consomme progressivement le puceron qui poursuit son développement jusqu'au dernier stade larvaire (Muratori *et al.* 2004). A la fin du développement larvaire, la larve tisse un cocon à l'intérieur du puceron. A ce stade, l'enveloppe de puceron contenant un parasitoïde au stade nymphal (momie) et qui sera collée à la surface de la feuille (Starý 1970). A 20°C, le stade de nymphal commence au cours du 10ème jour après la ponte, et dure 3 à 4 jours environ. Puis, les adultes commencent à sortir après avoir pratiqué une ouverture dorsale à l'aide de leurs mandibules (Figure 1.5).

D'après Malais et Ravensberg, (2006), le comportement des Aphidiides (*Aphidius*) est typique durant la ponte : la femelle se dresse sur ses pattes étirées et courbe son abdomen vers l'avant, entre ses pattes sous son thorax. Elle transperce dans cette position le puceron de son ovipositeur et y dépose un œuf.

Chapitre II : Généralités sur les hyménoptères parasitoïdes des pucerons

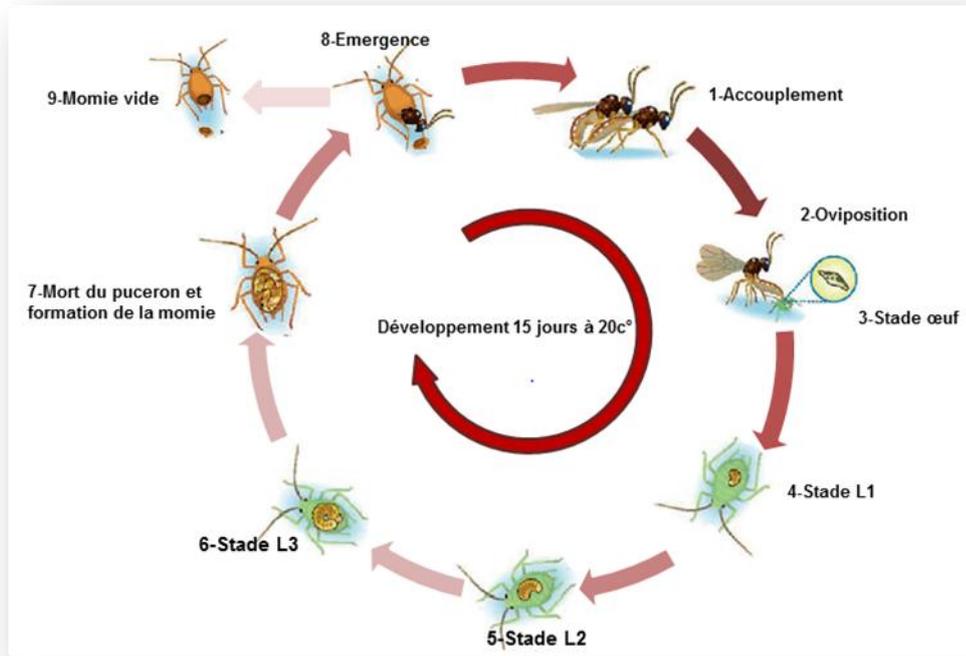


Figure 1.5: Cycle de développement d'un hyménoptère parasitoïde du puceron (Evelyne et *al.*, 2011)

En moyenne, la femelle d'*A. ervi* pond environ 55 œufs par jour. Le puceron parasité peut continuer à se nourrir, sécréter du miellat et se reproduire jusqu'au développement complet de la larve du parasitoïde. Un puceron parasité par *Aphidius* gonfle, durcit et prend une coloration dorée à bronzée, (figure 1.6) (Lhost-Drouineau, 2008)



Figure 2.6: Pucerons momifiés par *Aphelinus* à gauche et *Aphidius* à droite (Delvare, 2001).

Devenu adulte, l'insecte fait un trou rond parfait à l'arrière pour s'extraire de la momie dont la couleur permet d'identifier l'insecte parasitoïde : noir et ocre mesurant 3 mm, avec des antennes courtes et retombantes pour *Aphelinus abdominalis*. Chez *Praon volucre*, la larve fixe le puceron sur la

Chapitre II : Généralités sur les hyménoptères parasitoïdes des pucerons

feuille et tisse un cocon sous la carcasse vidée du puceron en forme de tabouret (Delvare, 2001).

II.4. Régime alimentaire

II.4.1. Parasitisme

Le parasitisme est un processus dans lequel l'hôte et le parasite montrent leurs propres réponses spécifiques à l'influence des facteurs de l'environnement et jouent un rôle actif (Abdessemed.1990). Ainsi, la baisse du taux de parasitisme dans les stades âgés de l'hôte pourrait probablement être due à une défense plus efficace de ceux-ci contre le parasitoïde (Rohne 2002).

On distingue les parasitoïdes solitaires, dont une seule larve se développe aux dépens de son hôte, des parasitoïdes grégaires chez lesquels plusieurs d'entre elles cohabitent normalement sur ou à l'intérieur de celui-ci. Les ectoparasitoïdes consomment leur hôte de l'extérieur. Celui-ci est le plus souvent abrité, soit à l'intérieur d'un cocon ou d'un puparium, soit au sein de divers tissus végétaux : tiges, racines, fruits ou galles. Chez les endoparasitoïdes le développement larvaire s'effectue entièrement à l'intérieur de l'hôte. Ceci implique certaines adaptations, notamment au niveau respiratoire et immunitaire. Le chorion embryonnaire ainsi que les exuvies larvaires restent attachées à la partie postérieure du corps, formant un lien entre la larve du parasitoïde et la cuticule de son hôte, (Delvare, 2006).

La recherche du puceron à parasiter est effectuée en vol. Les *Aphidius* repèrent les foyers à grande distance, par détection des « substances d'alarme » secrétées par les plantes infestées et des phéromones alarmantes des pucerons qui provoquent leurs propres chutes. A courte distance, l'insecte parasitoïde perçoit également le miellat dont il se nourrit (Pascal et al, 2008) (tableau 1).

Chapitre II : Généralités sur les hyménoptères parasitoïdes des pucerons

Tableau 2.1: Impacts du miellat excrété par plusieurs espèces de pucerons vis-à-vis de différentes espèces parasitoïdes (Pascal et al, 2008).

Parasitoïdes	Hôte	Recherches	Références
<i>Aphidius rhopalosiphi</i>	<i>Sitobion avenae</i>	Le parasitoïde <i>Aphidius rhopalosiphi</i> est attiré par les composés volatils du miellat d'autant plus que ce dernier est concentré	Budenberg, (1990)
<i>Aphidius ervi</i>	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	Le miellat est exploité par <i>Aphidius ervi</i> afin de localiser les hôtes : il s'agit donc d'une kairomone	Du et al., (1997)
<i>Aphidius nigripes</i>	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Les composés volatils issus du miellat sont exploités par <i>A. nigripes</i> pour localiser les hôtes.	Bouchard et al., (1984)

II.5. Rôle des hyménoptères parasitoïdes dans la lutte biologique contre les pucerons :

Les parasitoïdes des pucerons de l'ordre des hyménoptères sont un groupe dont l'utilisation en lutte biologique a donné des résultats significatifs dans plusieurs pays du monde (Stary, 1976 in Abdessemed, 1990).

Les premiers essais de lutte biologique par l'utilisation d'Aphidiides ont été réalisés en France et sous serre grâce aux travaux de Lyon (1968, 1970) par l'utilisation de l'hyménoptère parasitoïde du puceron *Diaeretiella rapae* sur *Brevicoryne brassicae* et *Myzus persicae*. Les plus connus sont : *Aphelinus abdominalis*, *Aphidius colemani* et *Aphidius ervi* (figure 1.7).



Figure 2.7: Espèces de parasitoïdes les plus connues en lutte biologique : *Aphelinus abdominalis*, *Aphidius colemani* (Evelyne et al., 2011)

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1. Objectifs du travail

Notre étude consiste à inventorier des espèces d'aphides, leurs momies et leurs plantes hôtes dans le Jardin botanique d'El Hamma dans le but de :

- Contribuer à connaître les parasitoïdes des pucerons et leurs interactions trophiques au niveau de jardin botanique d'El Hamma.
- Connaître la composition et la diversité floristique dans ce jardin.

III.2. Synthèse climatique

Le jardin d'essai d'El-Hamma possède un climat méditerranéen tempéré typique avec un été chaud et sec, un hiver doux et humide; un printemps et un automne orageux.

La neige est rare mais pas impossible. Les pluies sont abondantes et peuvent être diluviennes, les précipitations pluviales varient entre 670 à 800 mm/an avec un dépassement de 100 mm/an pour les mois de Novembre, Décembre et Janvier.

Tableau 3.1. Valeurs des quantités de précipitations et des températures enregistrées à Alger (période non indiquée, Climatedata.org : climat : Alger centre).

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P Mm	91	79	72	53	43	16	3	5	37	78	109	121
°c	11.5	12.1	13.5	15.5	18.2	21.5	24.3	25.3	23.3	19.4	15.1	12.3
°c (min)	8.1	8.3	9.7	11.3	14.0	17.4	20.2	21.0	19.6	15.7	11.5	9.0
°C (max)	14.9	15.9	17.3	19.7	22.5	25.6	28.5	29.5	27	23.2	18.8	15.6

III.2.1. Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен (1953).

Le diagramme Ombrothermique sert à refléter une image synthétique du climat. Un mois est défini comme étant sec lorsque la somme des précipitations moyennes (P mm), est inférieure au double de la température de ce mois ($P/2T$). D'après Bagnouls et Gausсен, lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière, on peut délimiter ainsi la période sèche et la période humide (Figure 3.1).

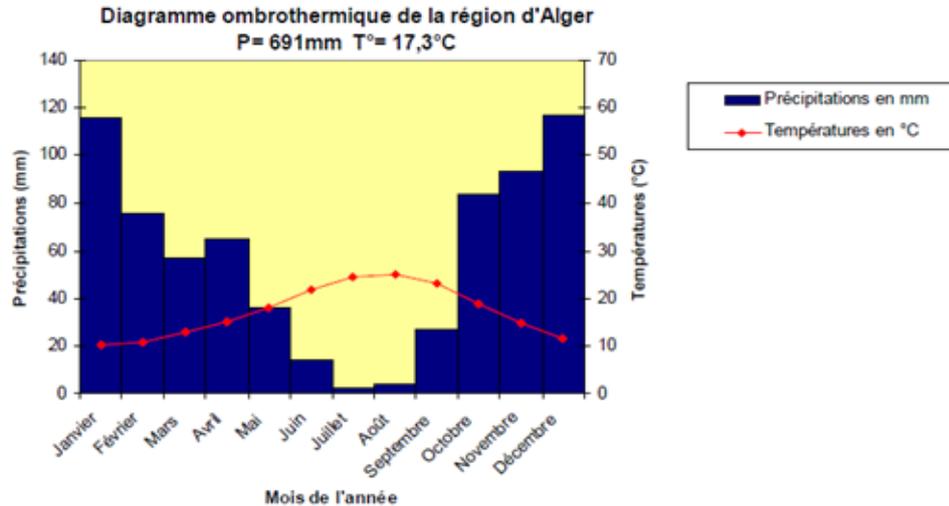


Figure 3.1. Diagramme ombrothermique de la région d'Alger (Climatedata.org : climat : Alger centre, période non indiquée).

Sahel algérois est caractérisé par une période pluvieuse relativement courte. La période sèche s'échelonne de mai à septembre impliquant de grandes répercussions sur l'hydrogéologie et la géotechnie (mécanique des roches et des sols) (Benallal et Ourabia, 1988).

Des précipitations moyennes de 3 mm font du mois de Juillet le mois le plus sec. Les précipitations record sont enregistrées en Décembre. Elles sont de 121 mm en moyenne. Le mois le plus chaud de l'année est celui d'Aout avec une température moyenne de 25.2 °C. Le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de 11.5 °C. La différence de précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 118 mm. Une variation de 13.7 °C est enregistrée sur l'année.

III.2.3. Étage bioclimatique

L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leur classification dans l'étage bioclimatique. Cet indice est calculé par le biais du coefficient pluviométrique adopté par Stewart (1969), et est obtenu par la formule: **$Q2 = 3.43 P / (M - m)$** .

Avec: - P: la pluviométrie annuelle (mm).- M: la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.- m: la moyenne des températures minimales du mois le plus froid. La température moyenne minimale du mois le plus froid, placée en abscisses et la valeur du coefficient pluviométrique Q2

placée en ordonnées, donnent la localisation de la région d'El Hamma (Alger) dans le climagramme (figure 3.2).

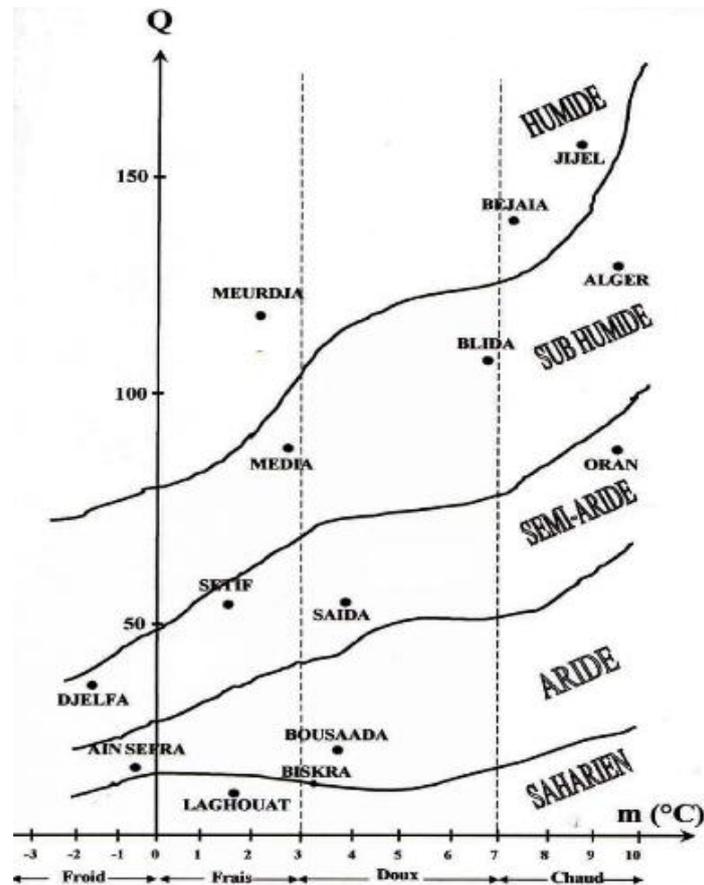


Figure 3.2. Localisation de la région d'El Hamma (Alger) dans le Climagramme d'Emberger.

III.2.4. Variations climatiques durant la période d'étude

Nous avons pris en considération pour notre étude, les quantités de pluies, l'humidité relative ainsi que les températures enregistrées pendant la période d'échantillonnage de février à mai. Les variations de ces paramètres climatiques sont représentées dans la figure 3.3.

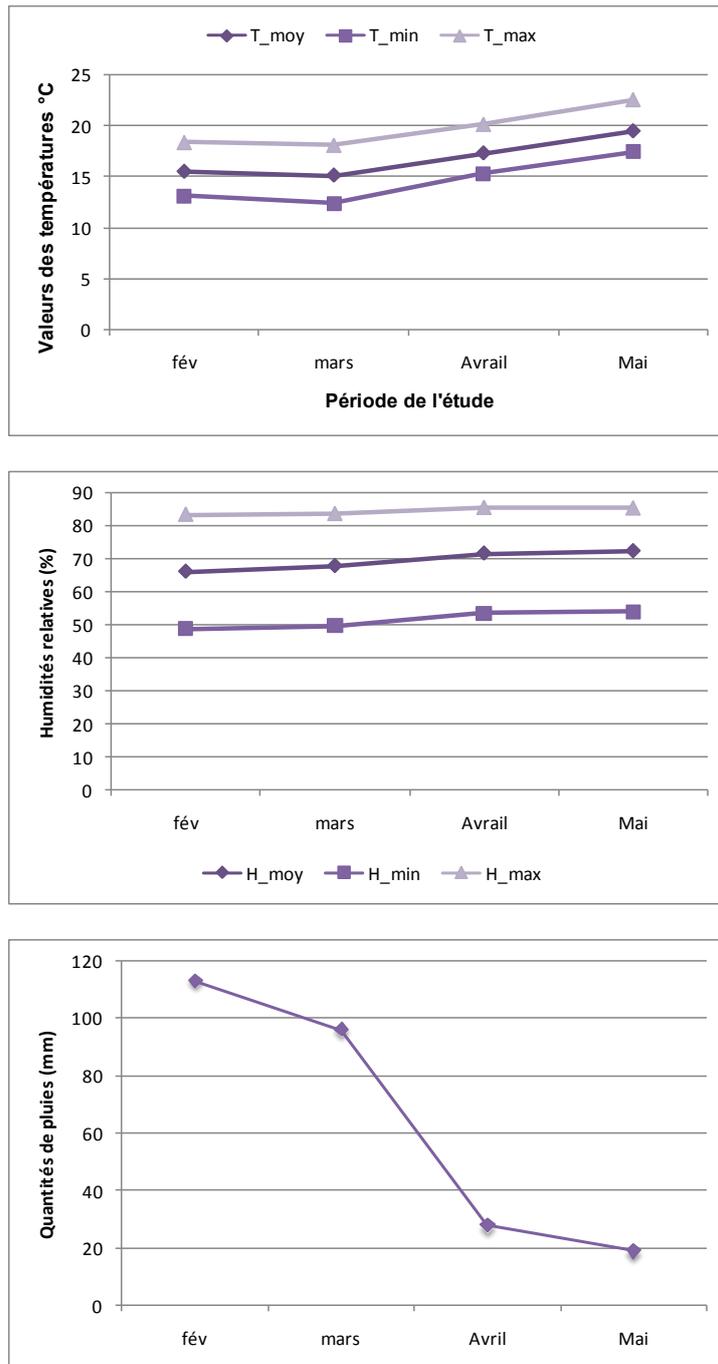


Figure 3.3. Evolution des précipitations, des températures et des humidités relatives durant la période d'échantillonnage de février à mai 2016 dans la région d'Alger.

La période de l'étude dans le jardin botanique d'El Hamma se caractérise par des quantités de pluies abondantes en février et mars qui oscillent entre 100 et 120mm de pluies. Les températures moyennes varient de 15 à 17°C avec des valeurs maximales de 22°C atteintes au mois de mai et des températures minimales de l'ordre de 12°C enregistrées durant le mois de mars. Les humidités relatives sont de l'ordre de 80% pour les valeurs

maximales et de 50% pour les valeurs minimales durant toute la période de l'étude (figure 3.3).

III.3. Présentation des sites de prélèvement au niveau du Jardin d'essai

Le Jardin d'essai d'El Hamma présente une grande diversité floristique et faunistique, de ce fait quatre sites au sein du Jardin botanique du Hamma. Ont été choisies pour l'inventaire des aphides, des momies et des parasitoïdes.

Le premier site de prélèvement est le jardin Français situé du côté ouest, le deuxième site au niveau du carré floriculture du côté sud du jardin ; le troisième site est situé au niveau du carré botanique, dans le côté nord du jardin et le quatrième site se retrouve au jardin Anglais du côté est du jardin. (Figure 3.4).



Figure 3.4. Localisation de différents sites d'étude.

III.3.1 Critères de choix des stations

Le choix de ces sites repose sur les critères suivants :

- une facilité d'accès au terrain pour pouvoir réaliser régulièrement les prélèvements.
- une diversité floristique et faunistique très riche avec une grande éventualité de découvrir de nouvelles espèces d'insectes ravageurs et leurs ennemis naturels dans le jardin botanique d'El Hamma.
- une différenciation écologique et floristique entre les quatre sites d'étude permet d'avoir une approche comparative de la diversité faunistique rencontrés dans la station.

III.4. Description et caractérisation des sites étudiés

III.4 1. Jardin français

Le premier site choisi est une parcelle appartenant au jardin du style français qui recouvre une superficie de 6692.88 m². La parcelle est une pelouse avec des bandes fleuries sur un côté et un sous-bois clair de l'autre côté (Figure 3.5.). C'est un site très bien entretenu, Les opérations culturales se résument en des traitements phytosanitaires qui sont appliqués chaque année d'une manière intensive, soit 9 interventions chimiques par année.



Sous-bois clair

Pelouse et bande fleurie

Figure 3.5. Site 1: Jardin français (Original)

III.4.2. Carré floriculture

Le second site est le carré floriculture d'une superficie de 12662.22m², destiné pour la mise en place de collection de plantes à fleurs (Figure3.6). A ce jour, ce carré subit des travaux de réhabilitation et des opérations culturales telles que : le nettoyage et le désherbage.



Figure3.6. Site 2: Carré floriculture (Original)

III.4. 3. Carré botanique

Le troisième site est le carré botanique qui couvre une superficie de 4955.225 m², il est limité à l'ouest par l'allée des dracaena, à l'est par l'allée des ficus. Ce carré est subdivisé en 36 petits rectangles avec une collection de plantes, regroupées par familles, genres, espèces et variétés parmi eux des Malvaceae, Acanthaceae, Amaranthaceae, Araceae, Bignoniaceae, Celastraceae, Fabaceae, Liliaceae, Oleaceae, Palmaceae, Pinaceae, Rutaceae, Rosaceae Ces plantes représentent une des collections les plus importantes du jardin d'essai d'El Hamma (Figure 3.7).



Figure 3.7. Site 3 : Carré botanique (Original)

III.4.4. Jardin anglais

Le dernier site est une parcelle située dans le jardin du style anglais, cette parcelle recouvre une superficie de 5435.76 m², Elle présente une végétation dense et ombragée et des allées sinueuses. Ce jardin est formé d'un sous-bois dense et d'un grand bassin avec un îlot exotique qui abrite une végétation aquatique (élodée, Nénuphar, Cyperus,...) et héberge des poissons (carpe), des Canards Colvert et des Poules d'eau (Figure 3.8).



Sous-bois

Bassin

Figure 3.8. Site 4 : Jardin anglais (Original)

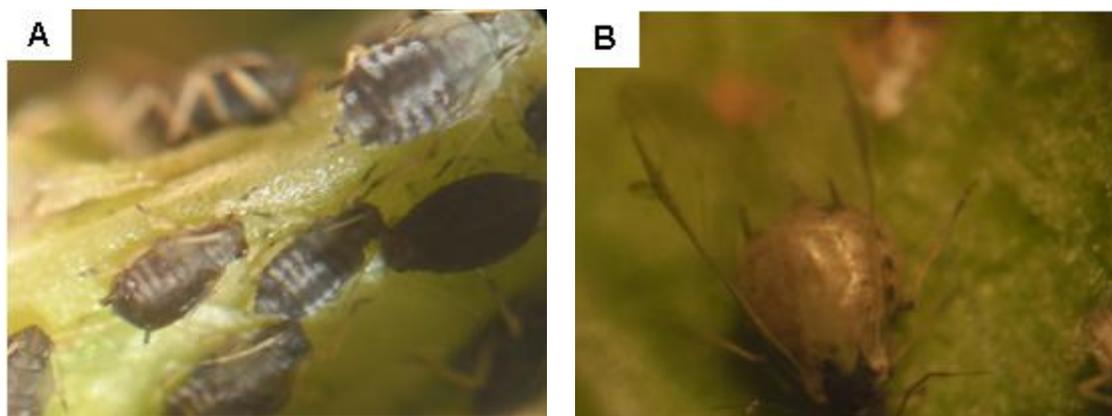
III.5 Matériel de travail

III.5.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé lors des différents échantillonnages, est composé de jeunes pousses, de feuilles, d'inflorescences, prélevés au niveau des sites retenus pour l'étude.

III.5.2. Matériel animal

Le matériel animal est composé de colonies de pucerons vivants et de pucerons momifiés (Figure 3.9), rencontrées sur des différentes espèces végétales trouvées dans les différentes stations dans le jardin botanique d'El Hamma, ainsi des hyménoptères récupérés après leurs émergences. Trois types de matériel animal, à savoir les pucerons, les parasitoïdes primaires ainsi que les hyperparasitoïdes.



Pucerons vivants.

Pucerons momifiés

Figure 3.9. Exemples de quelques pucerons (Original)

III.5.3. Matériel utilisé sur le terrain

Le prélèvement du matériel végétal nécessite l'emploi d'un sécateur, des boîtes des pétri et des sacs en plastiques étiquetés sont utilisés pour séparer les différents échantillons récoltés. Des éppendorffs et un pinceau fin pour la récolte des pucerons momifiés sont aussi utilisés. Sur les étiquettes sont mentionnées la date de prélèvement, le numéro de site, le numéro et le nom de l'espèce de la plante hôte.

III.5.4. Matériel utilisé au laboratoire

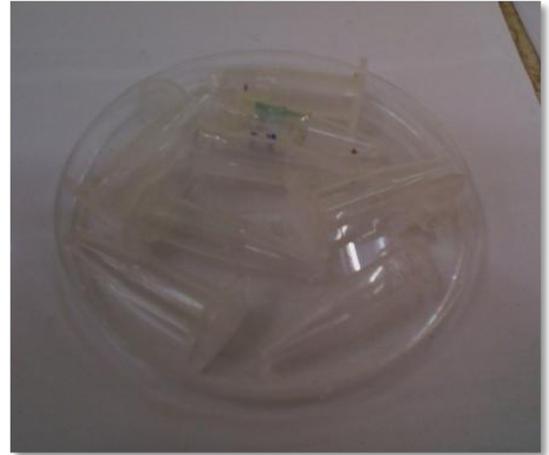
Le matériel de conservation est constitué de tubes à essai, contenant de l'alcool dilué à 70 % et des eppendorffs étiquetés (Figure3.10.).

Le matériel de montage est composé de lames et de lamelles, d'épingles entomologiques, d'une plaque chauffante, de produits de montage (potasse; chloral, phénol), d'un milieu de montage et d'une pince (Figure3.11).

Le matériel d'observation et d'identification est composé d'une loupe binoculaire et d'un microscope optique.



Tubes à essai



Eppendorffs

Figure3.10. Matériel de conservation (Original)

Chapitre III : Matériels et méthodes



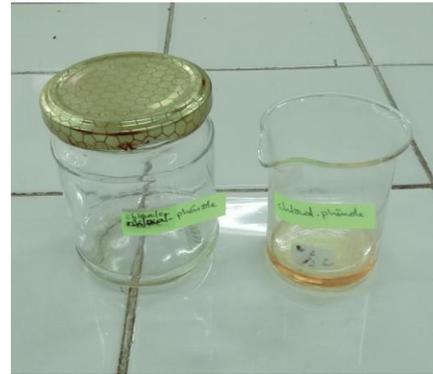
Plaque chauffante



Lames, lamelles et épingles entomologique



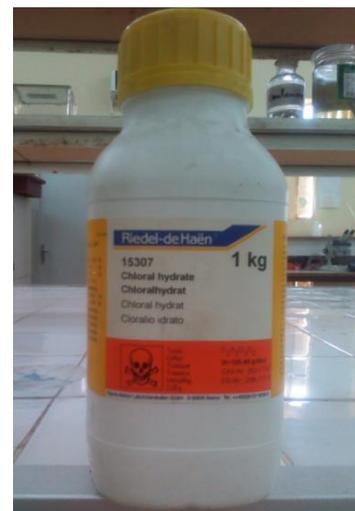
Potasse



Chloral-phénole



Milieu de montage



Produit chloral hydrate

Produits de montage

Figure 3.11. Matériel et produits de montage (Original)

III.6. Méthode de travail

Pour les prélèvements des sorties ont été effectuées sur une durée de quatre mois du 09 Février 2016 au 14 Mai 2016. La fréquence des sorties est d'une fois par semaine soit au total 14 sorties.

Durant toute la période indiquée ci-dessus on a travaillé sur deux parties en parallèle : une partie pour faire l'inventaire des Hyménoptères parasitoïdes

des pucerons et la deuxième partie pour faire une relevée floristique afin de connaître l'abondance des plantes.

III.6.1. Méthode d'échantillonnage

III.6.1.1. Méthodologie choisie pour l'étude faunistique

La méthode adoptée est l'observation directe. Des échantillons d'espèces ont été prélevés au hasard au niveau de la végétation dans les différents sites étudiés et placés séparément dans des boîtes des pétris et des sachets en plastique étiquetés. Parallèlement, on prélève des échantillons de la plante ou des fragments « feuille, fleur, inflorescence, fruit » destinés à l'identification.

III.6.1.2. Méthodologie choisie pour l'étude floristique

Dans le but de connaître la végétation dominante dans chaque site étudié, la méthode du transect végétale a été choisie pour la réalisation du relevé floristique. Le transect végétale constitue une approche précise de la flore, et vise à récolter des relevés phytosociologiques synusiaux reproductibles et géoréférencés, desquels sont extraites plusieurs informations synthétiques sur l'état du biotope. Le choix d'un espace représentatif et homogène pour un transect de 100 mètres de long sur 1 mètre large est mis en place suite à une rencontre des endroits.

La distribution des peuplements d'espèces végétales est étudiée en estimant à vue et aléatoirement leurs abondances dominances respectives selon la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet qui a créé le coefficient d'abondance-dominance, qui assemble les notions de dominance et d'abondance. La dominance représente le recouvrement de l'ensemble des individus d'une espèce donnée et l'abondance exprime le nombre d'individus qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé. Le coefficient d'abondance-dominance est estimé visuellement. Pour chaque site et à chaque sortie, des estimations avec des codes d'abondance-dominance suivis par des pourcentages de recouvrement des différentes espèces végétales contactées ont été élaborés.

Chaque espèce végétale a été modérée selon son recouvrement dans chaque site, en adoptant l'échelle des coefficients d'abondance-dominance établie par Braun-Blanquet qui est comme suit :

- 5 : – Recouvrement > 3/4 de la surface de référence (> 75%)
- 4 : – Recouvrement entre 1/2 et 3/4 (50–75% de la surface de référence)
- 3 : – Recouvrement entre 1/4 et 1/2 (25–50% de la surface de référence)
- 2 : – Recouvrement entre 1/20 et 1/4 (5–25% de la surface de référence)
- 1 : – Recouvrement < 1/20, ou individus dispersés à couvert jusqu'à 1/20 (5%)
- + : Peu d'individus, avec très faible recouvrement
- r: rare.

III.6.2 Conservation

III.6.2.1. Conservation des pucerons et des hyménoptères

Une fois au laboratoire, les échantillons des espèces d'aphides sains sont conservés dans de l'alcool dilué à 70%. Par la suite, on réalise des montages pour leur identification. Par contre les colonies de pucerons momifiées sont conservées dans des eppendorffs et sont contrôlées chaque jour en vue de leur émergence. Les hyménoptères adultes juste après leur émergence sont conservés dans de l'alcool dilué à 70% pour leurs l'identification. Les momies qui n'ont pas émergés, sont laissées en observation pour une durée de 2 à 3 semaines. Cette durée est jugée suffisante pour l'émergence des adultes qui ne sont pas morts ou sont rentrées en diapause (Kavallieratos *et al.*, 2001; Stary *et al.*, 2004; G"uz & Kilincer, 2005).

III.6.2.2. Conservation des plantes

Les plantes récoltées sont séchées et conservées dans des feuilles en papier préalablement étiquetés afin de constituer un herbier.

III.6.3. Identification

Un traitement particulier et une préparation de montage est nécessaire pour l'identification des pucerons, La méthode de montage utilisée est celle proposée par Leclant (1978).

III.6.3.1. Montage des pucerons

Afin d'identifier les pucerons, il faut d'abord les éclaircir et les monter sur lames et lamelles. Pour les pucerons qui sont conservés dans de l'alcool, il est pratiqué d'abord une incision au niveau des sternites abdominaux. Les échantillons sont traités avec une solution de Potasse chaude (KOH) pendant

Chapitre III : Matériels et méthodes

un temps variable de 3 à 5 minutes en fonction de la taille, la couleur, la forme aptère ou ailée, à une température adéquate. Ensuite les échantillons sont transférés soit dans une solution chaude de chloral phénol pendant 1 à 2 minutes en vue d'un montage rapide, où à froid où ils peuvent demeurer quelques jours jusqu'à un mois, afin de rendre le spécimen plus transparent (Figure3.12.).

Le montage est réalisé dans un milieu préparé à partir d'un mélange dont les composantes sont les suivantes: Gomme arabique: 40 g, Phénol 40 g, Glucose: 40 g, Hydrate de chlore 40 g, Acide acétique 20ml. On place entre lame et lamelle les spécimens de pucerons en étalant chaque segment « antennes, ailes, pattes, cauda, cornicules ».

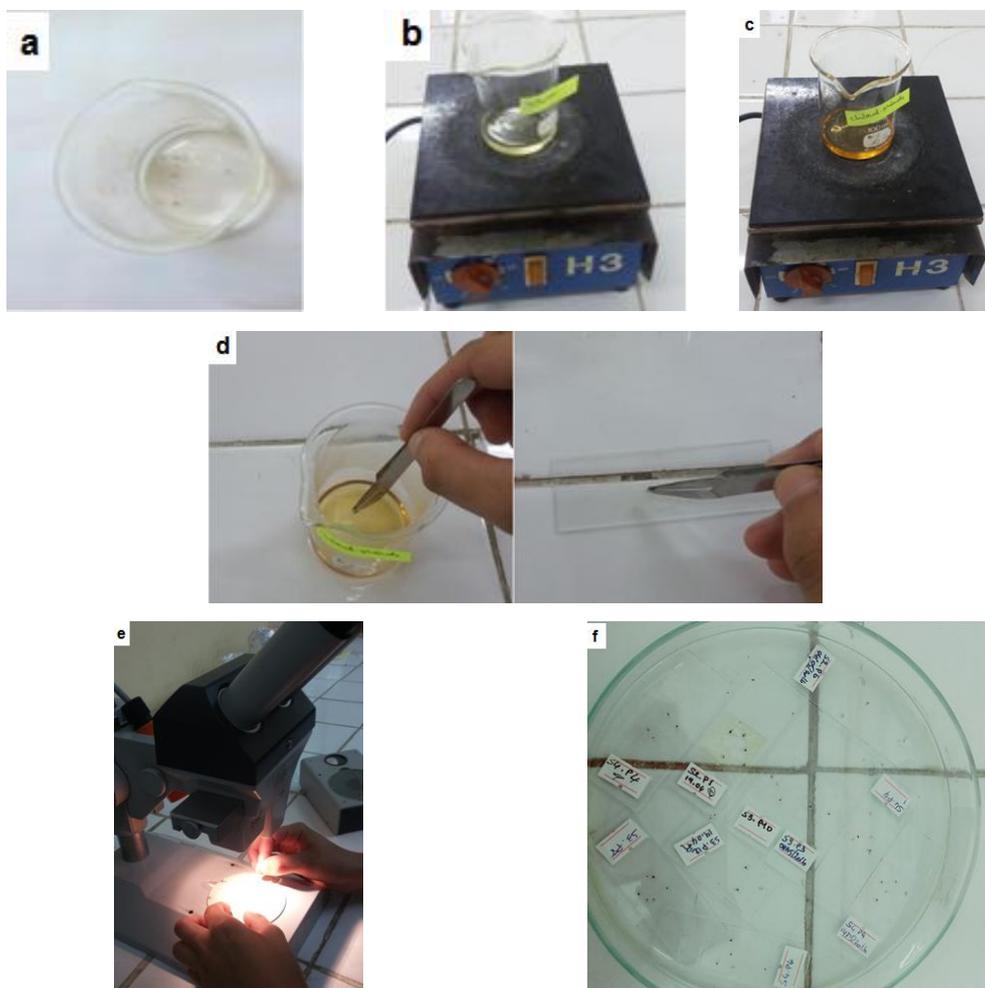


Figure 3.12. Etapes réalisées pour le montage des aphides d'après la technique de Leclant, 1978 (Original)

Légende:

- a- Pucerons dans le milieu de potasse
- b- Chauffer le contenu des pucerons pendant 2 à 4 minutes.

Chapitre III : Matériels et méthodes

- c- Nettoyage et dégraissage des aphides avec le Chloral Phénol et le chauffage pendant 3 à 4 minutes.
- d- Montage les aphides sur lame.
- e- Observation des pucerons à la loupe binoculaire avec un étalement sur la face ventrale.
- f- Pucerons entre lame et lamelle.

III.6.3.2. Identification des Pucerons

L'identification des pucerons est assurée par Monsieur Aroun M.E.F (Enseignant chercheur au département de Biotechnologie de Blida -1-) grâce à la clé de détermination de Heie (1986), qui se base sur certains caractères tels que la longueur du corps, des articles antennaires, la forme de la cauda et des cornicules, la forme de la queue, la nervation des ailes, l'ornementation de l'abdomen, la présence ou l'absence des plaques dorsales ,ainsi que la présence ou l'absence des sensoriales et leur disposition (Figure 3.13 et figure 3.14)



Aphis gossypii



Aphis spirecola



Aphis fabae



Toxoptera aurantii

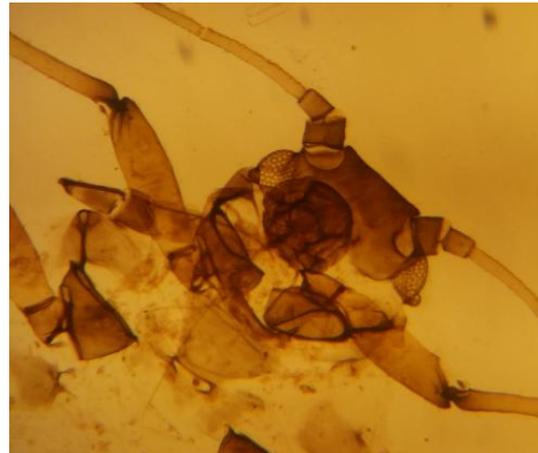


Aphis punicae

Figure3.13. Exemples de certains caractères morphologiques abdominaux pour l'identification des aphides (Gr 2x10, 4x10, 8x10) (Original)



Aphis gossypii



Aphis spirecola



Aphis fabae



Toxoptera aurantii



Aphis punica

Figure 3.14 : Exemples de certains caractères morphologiques de la forme du front et la forme de rostre et des tubercules frontaux pour l'identification des aphides (Original)

III.6.3.3. Identification des parasitoïdes

Pour identifier les hyménoptères parasitoïdes des pucerons, plusieurs caractères morphologiques ont été pris en considération, ce sont la couleur du corps, la nervation des ailes (par exemple chez les braconidae absence de la deuxième nervure récurrente sur l'aile antérieure), la présence ou l'absence de soies sur les ailes, la forme et le nombre d'articles antennaires, la forme du stigma, la forme du premier tergite abdominal (pétiole), la forme du protodeum et la forme de l'ovipositeur (figure 3.15.). La couleur et la forme de la momie peut également servir pour l'identification des parasitoïdes des pucerons (Tomanovic et *al.*, 2003).

Les hyménoptères parasitoïdes ont été observés à l'aide d'une loupe binoculaire aux trois grossissements (X 2, X4 et X8), leur identification a été assurée par Monsieur Laamari M., (Enseignant chercheur au département d'agronomie de l'université de Batna) et Madame. Allal L., (Enseignante chercheuse au niveau du département de Biotechnologie de Blida-1-).



Forme de l'aile du genre *Lysiphlebus*



Forme de l'aile du genre *Trioxyys*



Forme de l'aile du genre *Aphidius*

Figure 3.15. Différentes formes d'ailes et nervations de quelques genres de parasitoïdes (Gr 2x10, 4x10, 8x10) (Original)

III.6.3.4. Identification des hyperparasitoïdes

Pour identifier les espèces des hyperparasitoïdes (parasitoïdes secondaires) trouvée on prend en considération plusieurs caractères morphologiques tels que la forme et la nervation de l'aile, la forme et la couleur du corps, la présence ou l'absence de soies sur les ailes, la forme et le nombre d'articles antennaires. Ont été observé a l'aide d'une loupe binoculaire aux trois grossissements (X 2, X4 et X8) et leurs détermination a été rassurée par Madame. Allal L., (Enseignante chercheure au niveau du département de Biotechnologie de Blida-1-) et a l'aide des documents et le site d'Encyclop'Aphid par Evelyne et *al.* (2011)

III.6.3.5. Identification des plantes hôtes

L'identification des plantes hôtes a été assurée par Madame Benmenni K., conservatrice du jardin botanique du Hamma, Madame Kadri S. Technicien supérieur responsable de la multiplication des plantes au Jardin botanique d'El Hamma et par Monsieur Djennas A. Ingénieur au service faune et flore à l'agence nationale pour la conservation de la nature (ANN) et par Monsieur Degaichia H. doctorant à l'université Saad Dahleb Blida-1-.

III.7. Exploitation des résultats

Les résultats obtenus sont exploités en calculant et présentent quelques paramètres des hyménoptères parasitoïdes des pucerons.

III.7.1. Inventaire de relevé floristique

Il consiste à dresser une liste de diverse plantes collectée pour connaître la composition floristique de différents sites de la région d'étude et connaître la richesse des végétaux.

III.7.1.1. Analyses et traitement statistiques du relevé floristique

III.7.1.1. Analyse Factorielle des correspondances A.F.C et classification Ascendante Hiérarchique C.A.H

Les deux méthodes sont utilisées pour traiter et classer plusieurs plantes trouvées dans les différents sites d'étude

III.7.1.2. Indices écologiques

Etude des indices écologiques particulièrement la dominance, l'individuel, l'indice de Shannon et Taxa, Simpson et l'Equitability ont été utilisées pour l'exploitation des résultats de la diversité et la composition végétale recentrée dans la région d'étude.

III.7.2. Relations trophiques

D'après ce paramètre, on va connaître les différentes relations trouvées entre les pucerons et la plante hôte, des relations tri-trophiques (parasitoïdes-pucerons-plante hôtes), des relations tétra-trophiques (Hyperparasitoïdes-parasitoïdes-aphides-plante hôte).

III.7.3. Taux d'émergence (%)

C'est un paramètre qui calcule le nombre d'émergence de momies, d'une façon que le nombre d'adultes des parasitoïdes émergés x 100 / le nombre de momies comptées.

III.7.4. Sexe- ratio

Ce dernier paramètre correspond au nombre de mâle / le nombre de femelle.

Chapitre IV: Résultats et discussions

Dans ce chapitre, nous présentons les différents résultats obtenus au cours de notre étude.

IV.1. Caractérisation floristique des milieux d'étude dans le jardin d'El Hamma

IV.1.1. Composition floristique de chaque station étudiée

IV.1.1.1. Au niveau du jardin français

25 familles botaniques, 38 espèces botaniques, 18/38 strate herbacée, 9/38 strate arbustive, 12/38 strate arborescente avec un recouvrement global de 92.5%.

Au niveau du jardin français, il y'a une dominance des espèces *Acanthus mollis*, *Setaria palmifolia*, *koelreuteria paniculata*, *Parietaria officinalis* avec un pourcentage de recouvrement de 15%, suivi par d'autres espèces végétales avec un recouvrement de 3.5% qui sont : *Chamaerops humilis*, *Draceana sp*, et *Crocosmia sp*, continu par *Washingtonia sp*, *Bouhinia alba*, *Morus alba*, *Feijoa sellowiana*, *Oxalis purpurea*, *Cardiospermum halicacabum*, *Smilax aspera* avec 1% de recouvrement. Et d'autres espèces sont rencontrées par un recouvrement 0.5% parmi ces espèces *Viburnum tinus*, *Phoenix canarieusis*, *Chamaedorea elatior*, *Kentia belmarena*, *Asparagus plumosus*, *Bambousa sp*, *Catalpa bignonides*, *Cordia nodosa*, *Cyperus altenifolius*, *Acacia sp*, *Tipa tipuana*, *Ginkgo biloba* (tableau 4.1).

Tableau 4.1 : Composition floristique au niveau du jardin français.

Strate	Familles	Espèces	Recouvr.%
Herbacée	Acanthaceae	<i>Acanthus mollis</i>	15
Arbustive	Adoxaceae	<i>Viburnum tinus</i>	0,5
Arborescente	Arecaceae	<i>Phoenix canarieusis</i>	0,5
Herbacée	Araliacées	<i>Helix heder</i>	3,5
Herbacée	Arecaceae	<i>Chamaedorea elatior</i>	0,5
Arbustive	Arecaceae	<i>Chamaerops humilis</i>	3,5
Arborescente	Arecaceae	<i>Kentia belmarena</i>	0,5
Arborescente	Arecaceae	<i>Washingtonia sp</i>	1
Herbacée	Asparagaceae	<i>Asparagus plumosus</i>	0,5
Arbustive	Asparagaceae	<i>Draceana sp</i>	3,5
Herbacée	Bambuseae	<i>Bambousa sp</i>	0,5
Arborescente	Bignoniaceae	<i>Catalpa bignonides</i>	0,5
Arbustive	Boraginaceae	<i>Cordia nodosa</i>	0,5
Herbacée	Cucurbitaceae	<i>Bryonia sp</i>	0,5
Herbacée	Cyperaceae	<i>Cyperus altenifolius</i>	0,5
Arborescente	Fabacée	<i>Acacia sp</i>	0,5
Arborescente	Fabacée	<i>Bouhinia alba</i>	1
Arborescente	Fabacée	<i>Tipa tipuana</i>	0,5

Chapitre IV: Résultats et discussions

Tableau 4.1 : Composition floristique au niveau du jardin français (suite).

Strate	Familles	Espèces	Recouvr.%
Herbacée	Iridaceae	<i>Crocasmia sp</i>	3,5
Arborescente	Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	0,5
Herbacée	Iridaceae	<i>Iris foetidissima</i>	0,5
Arborescente	Moraceae	<i>Brousonitia papyrifera</i>	0,5
Herbacée	Moraceae	<i>Ficus sp</i>	0,5
Arbustive	Moraceae	<i>Morus ruba</i>	0,5
Arbustive	Moraceae	<i>Morus alba</i>	1
Arbustive	Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	0,5
Arbustive	Myrtaceae	<i>Feijoa sellowiana</i>	1
Herbacée	Oleaceae	<i>Olea euopea</i>	0,5
Herbacée	Oxalidaceae	<i>Oxalis purpurea</i>	1
Arborescente	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	0,5
Herbacée	Poaceae	<i>Elytrigia sp</i>	0,5
Herbacée	Poaceae	<i>Setaria palmifolia</i>	15
Arborescente	Podocarpaceae	<i>Podocarpus elatus</i>	0,5
		<i>Cardiospermum</i>	
Herbacée	Sapindaceae	<i>halicacabum</i>	1
Herbacée	Sapindaceae	<i>koelreuteria paniculata</i>	15
Herbacée	Smilacaceae	<i>Smilax aspera</i>	1
Arbustive	Strelitziaceae	<i>Strelitzia reginae</i>	0,5
Herbacée	Urticaceae	<i>Parietaria officinalis</i>	15
Total			92.5

IV.1.1.2. Au niveau du Carré floriculture

26 familles botaniques, 34 espèces botaniques, 23/34 strate herbacée, 9/34 strate arbustive, 2/34 strate arborescente avec un recouvrement global de 91.5%.

Au niveau de carré floriculture, il y'a une abondance avec dominance de la famille des Poaceae représenté par le gazon avec un recouvrement de 18% suivi par l'espèce végétale *Amaryllis beladona* de la famille des Amaryllidaceae avec un pourcentage de recouvrement de 10%, puis par les espèces *Achyranthes aspera* et *Punica granatum-nana*, *Rosa sp.* avec un pourcentage de 8%. Le reste des plantes de cette station comprend des espèces dont le recouvrement végétal ne dépasse pas 3.5% telles que *Rubus ulmifolius*, *Salpichroa rhomboidea*, *Ailanthus altissima*, *Verbena officianis*, *Pennisetum villosum* ainsi que *Torilis sp.* *Cynodon dactylon*, et *Kolroteria paniculata*. Les espèces les plus faiblement représentées sont *Aristolochia sp*, *Sapium sebiferum*, *Morus alba*, *Oryzopsis miliaceae*, *Anagalis avensis*, *Amaranthus hybridus*, *Phoenix dactylifera*, *Asparagus plumosus*, *Euonymus*

Chapitre IV: Résultats et discussions

japonica, *Aleurite fordii*, *Vicia sativa*, *Olea europea*, *Plantago major*, *Galium aparine* (Tableau 4.2).

Tableau 4.2 : La composition floristique au niveau du carré floriculture

Strate	Famille	Espèces	Recouvr.%
Herbacée	Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	8
Herbacée	Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	0,5
Herbacée	Amaryllidaceae	<i>Amaryllis beladona</i>	10
Herbacée	Apiaceae	<i>Torilis sp.</i>	3
Herbacée	Aristolociachiaceae	<i>Aristolochia sp</i>	1
Arborescente	Aceraceae	<i>Phoenix dactylifera</i>	0,5
Herbacée	Asparagaceae	<i>Asparagus plumosus</i>	0,5
Herbacée	Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i>	0,5
Arbustive	Celastraceae	<i>Euonymus japonica</i>	0,5
Herbacée	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	0,5
Arbustive	Euphorbiaceae	<i>Aleurite fordii</i>	0,5
Herbacée	Euphorbiaceae	<i>Sapium sebiferum</i>	1
Herbacée	Fabaceae	<i>vicia sativa</i>	0,5
Arbustive	Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	0,5
Arbustive	Moraceae	<i>Morus alba</i>	1
Herbacée	Oleaceae	<i>Olea europea</i>	0,5
Herbacée	Oxalidaceae	<i>Oxalis articulata</i>	0,5
Herbacée	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	0,5
Herbacée	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	3
Herbacée	Poaceae	<i>Oryzopsis miliaceae</i>	1
Herbacée	Poaceae	<i>Sp.</i>	18
Herbacée	Poaceae	<i>Pennisetum villosum</i>	3,5
Herbacée	Primulaceae	<i>Anagalis avensis</i>	1
Arbustive	Punicaceae	<i>Punica granatum-nana</i>	8
Arbustive	Rhamnaceae	<i>Rhamus alaternus</i>	0,5
Arbustive	Rosaceae	<i>Rosa sp</i>	8
Arbustive	Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i>	3,5
Herbacée	Rubiaceae	<i>Galium aparine</i>	0,5
Herbacée	Sapindaceae	<i>Kolroteria paniculata</i>	3
Arbustive	Solanaceae	<i>Cestrum foetidissimum</i>	0,5
		<i>salpichroa rhomboidea</i>	
Herbacée	Solanaceae	<i>Miers</i>	3,5
Arborescente	Sumarubiaceae	<i>Ailanthus altissima</i>	3,5
Herbacée	Verbenaceae	<i>Verbena officialanis</i>	3,5
		<i>Parthenocissus</i>	
Herbacée	Vitaceae	<i>vitacea</i>	0,5
Total			91.5

Chapitre IV: Résultats et discussions

IV.1.1.3. Au niveau du carré botanique

30 familles botaniques, 43 espèces botaniques, 7/43 strate herbacée, 17/43 strate arbustive, 19/43 strate arborescente, avec un recouvrement global de 78%.

Selon le tableau 4.3, la composition végétale dans la station du carré botanique est représentée presque par le même pourcentage de recouvrement est de 1.5% parmi les espèces qui représente ce pourcentage *Jacobinia coccinea*, *Agave Americana*, *Hedera helix*, *Jacaranda mimosifolia*, *Tecoma radicana*, *Diospyros ebene*, *Erythrina indica*, *Mellissa officinalis*, *Hibiscus syriacus*, *Jasminum nudiflorum*, mais il ya des espèces qui représente par un dominance de 7% qui sont *Ruscus aculeatus*, *Euonymus japonicus*, suivi d'un pourcentage de 2% *Xanthosoma violacea*, *Tecoma capensis*, *Cyperus alternifolius*, *Erythrina corallodendron*, *Olea Europea*.

Tableau 4.3 : Composition floristique au niveau du carré botanique.

Strate	Famille	Espèce	Recouvr.%
Arbustive	Acanthaceae	<i>Jacobinia coccinea</i>	1,5
Herbacée	Agavaceae	<i>Agave americana</i>	1,5
Herbacée	Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	1,5
Herbacée	Araceae	<i>Monstera deliciosa</i>	1,5
Herbacée	Araceae	<i>Xanthosoma violacea</i>	2
Herbacée	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	1,5
Arbustive	Asparagaceae	<i>Ruscus aculeatus</i>	7
Arbustive	Betulaceae	<i>Corylus avellana</i>	1,5
Arborescente	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1,5
Arborescente	Bignoniaceae	<i>Tecoma capensis</i>	2
Arborescente	Bignoniaceae	<i>Tecoma radicana</i>	1,5
Arbustive	Celastraceae	<i>Euonymus japonicus</i>	7
Arbustive	Celastraceae	<i>Euonymus japonica varigeta</i>	1,5
Arbustive	Cyperaceae	<i>Cyperus alternifolius</i>	2
Arborescente	Ebenaceae	<i>Diospyros ebene</i>	1,5
Arborescente	Fabaceae	<i>Erythrina corallodendron</i>	2
Arborescente	Fabaceae	<i>Erythrina indica</i>	1,5
Arbustive	Flacourtiaceae	<i>Dovyalis caffra</i>	1,5
Arborescente	Hippocastanaceae	<i>Aesculus hippocastanum</i>	1,5
Arborescente	Lamiaceae	<i>Mellissa officinalis</i>	1,5
Arbustive	Liliaceae	<i>Aspidistra lurida</i>	1,5
Arborescente	Liliaceae	<i>Cordylin australis</i>	1,5
Herbacée	Malvaceae	<i>Abutilon avicenea</i>	1,5

Chapitre IV: Résultats et discussions

Tableau 4.3 : Composition floristique au niveau du carré botanique (suite)

Strate	Famille	Espèce	Recouvr.%
Arborescente	Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i>	1,5
Arbustive	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	1,5
Arborescente	Malvaceae	<i>Malvaviscus sphalracea</i>	1,5
Arborescente	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	1,5
Arbustive	Oleaceae	<i>Jasminum nudiflorum</i>	1,5
Arbustive	Oleaceae	<i>Jasminum officinalis</i>	1,5
Arbustive	Oleaceae	<i>Jasminum suaveolens</i>	1,5
Arbustive	Oleaceae	<i>Olea Europea</i>	2
Arborescente	Palmaceae	<i>Phoenix sp</i>	1,5
Arborescente	Pinaceae	<i>Cedrus atlantica</i>	1,5
Arborescente	Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	1,5
Arborescente	Pinaceae	<i>Pinus nigra</i>	1,5
Herbacée	Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i>	1,5
Arborescente	Proteaceae	<i>Macadamia ternifolia</i>	1,5
Arbustive	Rubiaceae	<i>Rubia sp</i>	1,5
Arborescente	Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	1,5
Arbustive	Rosaceae	<i>Prunus laurocerasus</i>	1,5
Arbustive	Rosaceae	<i>Pyracantha coccinea</i>	1,5
Arborescente	Ulmaceae	<i>Celtis australis</i>	1,5
Arbustive	Vitaceae	<i>Cissus antractica</i>	1,5
Total			78%

IV.1.1.4. Au niveau du jardin anglais

18 familles botaniques, 26 espèces botaniques, 12/26 strate herbacée, 6/26 strate arbustive, 4/26 strate arborescente, avec un recouvrement global de 60,5%.

D'après le tableau 4.4, les espèces les plus dominantes dans le jardin anglais sont *Cyperus alternifolius*, *Cercis siliquastrum* par un pourcentage de recouvrement 15%, suivi par le pourcentage de 3.5% et les espèce qui recouvre ce pourcentage *Acanthus mollis*, *Hedera helix*, *Ruscus hypophyllum*, *Hibiscus rosa seinsis*, *Strelitzia alba*, suivi par 1% de recouvrement chez certaines espèces qui sont *Arecastrum romanzoffianum*, *Chamaerops humilis*, *Enterolobium timbouva*, *Erythrina corallodendron*, *Phoenix canariensis*, *Bambusa vulgaris*, *Setaria palmifolia*, et finie par des espèces appartenant a un pourcentage de 0.5% qui sont *Phoenix zeylanica*, *Asparagus plumosus*, *Gleditsia triacanthos*, *Crocospmia sp*, *Sterculia sp*, *Ligustrum japonicum*, *Olea europaea*, *Rubus caesisus*, *Cardiospermum halicacabum*, *Smilax aspera*, *Duranta plumieri*, *Urtica urens*.

Chapitre IV: Résultats et discussions

Tableau 4.4 : Composition floristique au niveau du jardin anglais.

Strate	Familles	Espèces	Recouvr.%
Herbacée	Acanthaceae	<i>Acanthus mollis</i>	3,5
Herbacée	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	3,5
Arborescente	Areaceae	<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	1
Arbustive	Areaceae	<i>Chamaerops humilis</i>	1
Arborescente	Areaceae	<i>Phoenix zeylanica</i>	0,5
Herbacée	Asparagaceae	<i>Asparagus plumosus</i>	0,5
Herbacée	Cyperaceae	<i>Cyperus alternifolius</i>	15
	Fabaceae	<i>Cercis siliquastrum</i>	15
	Fabaceae	<i>Enterolobium timbouva</i>	1
Arborescente	Fabaceae	<i>Erythrina corallodendron</i>	1
Arborescente	Fabaceae	<i>Gleditsia triacanthos</i>	0,5
Herbacée	Iridaceae	<i>Crocasmia sp</i>	0,5
Herbacée	Liliaceae	<i>Ruscus hypophyllum</i>	3,5
Arbustive	Malvaceae	<i>Hibiscous rosa seinsis</i>	3,5
Arbustive	Malvaceae	<i>Sterculia sp</i>	0,5
Arbustive	Oleacea	<i>Ligustrum japonicum</i>	0,5
Herbacée	Oleacea	<i>Olea europaea</i>	0,5
Arborescente	Palmaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	1
Herbacée	Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i>	1
Herbacée	Poaceae	<i>Setaria palmifolia</i>	1
Arbustive	Rosaceae	<i>Rubus caesisus</i>	0,5
Herbacée	Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	0,5
Herbacée	Smilacaceae	<i>Smilax aspera</i>	0,5
Arbustive	Streliziaceae	<i>Strelitzia alba</i>	3,5
Herbacée	Urticaceae	<i>Urtica uren</i>	0,5
Arbustive	Verbenaceae	<i>Duranta plumieri</i>	0,5
Total			60.5%

IV.1.2. Analyse de la végétation

IV.1.2.1. Structure floristique globale

Les relevés floristiques effectués pendant le mois de Mai 2016 dans chaque station nous ont permis d'inventorier les différentes espèces végétale avec leurs degrés de recouvrement respectifs ainsi que leur coefficient d'abondance dominance (Tableau 4.5, Annexe4.1). Nous avons analysé la structure des assemblages des végétaux dans les quatre sites à travers une analyse factorielle des correspondances (A.F.C) (Figure 4.1), et une classification ascendante Hiérarchique (C.A.H) (Figure 4.2).

On distingue quatre assemblages très hétérogènes entre eux en termes de richesse, d'abondance et de strate. Le premier assemblage lié au jardin anglais est

Chapitre IV: Résultats et discussions

moins diversifié que les autres sites, caractérisé par des plantes herbacées *Asparpl* : *Asparagus alternifolius*, Bamvul : *Bambusa vulgaris*, Cypalte : *Cyperus alternifolius* et Helix : *Hedera helix*, Rushypo : *Ruscus hypophyllum*, des plantes arbustives Hibiros : *Hibiscus rosa seinsis*, Stercu : *Sterculia sp*, Rubuca : *Rubus caesius*, Steralb : *Strelitzia alba*, aussi des plantes arborées Phocana : *Phoenix canariensis*, Areca : *Arecastrum romanzoffianum*, Cercsil : *Cercis siliquastrum*, Entimb : *Enterolobium timbouva*.

Le Deuxième assemblage appartient au jardin français, est le plus diversifié et riche en espèces végétales par rapport au jardin anglais, composé de plantes herbacées *Ficus* : *Ficus sp*, *Oxalis purpurea*, *Parietaria officinalis*, *Iris foetidissima*, *koelreuteria paniculata*, *Acanthus mollis*, *Smilax aspera*, *Cardiospermum halicacabum*, *Setaria palmifolia*, *Crocospia sp*, et des plantes arbustives *Morus alba*, *Feijoa sellowiana*, *Strelitzia reginae*, *Chamahum* : *Chamaerops humilis*, et des plantes arborées *Dracaena sp*, *Broussonetia papyrifera*, *Bauhinia alba*, *Phytolacca dioica*, *Kentia belmoreana*, *Acacia sp*, *Washingtonia sp*.

Le troisième assemblage représente le site carré floriculture, est un peu moins diversifié que le groupe 2, est caractérisé par des végétaux herbacées parmi eux : Achasp : *Achyranthes aspera*, Amary : *Amaryllis beladona*, Anaaven : *Anagalis avensis*, Aristo : *Aristolochia sp*, Sapse : *Sapium Cynodac* : *Cynodon dactilon*, Gaz : *Gazon*, Penvill : *Penvill* : *pennisetum villosum*, Salrhom : *salpichroa rhomboidea*, Toril : *Torilis nodosa*, Verboffi : *Verbena officinalis*, Oryzmili : *Oryzopsis miliaceae* et des plantes arbustives *Punicgra* : *Punica granatum-nana*, Rosa : *Rosa sp*, Rubul : *Rubus ulmifolius*, *Cestrum foetidissimum* ainsi espèce arborée *Ailalti* : *Ailanthus altissima*.

Le quatrième assemblage représente le carré botanique est très diversifié et riche en espèces végétales, caractérisé par des plantes herbacées *Abutilon avicenea*, *Agave americana*, *Cymbopogon citratus*, *Cissus antractica*, *Xanthosoma violacea*, *Monstera deliciosa*, des plantes arbustives *Aspidistra lurida*, *Dovyalis caffra*, *Jacobinia coccinea*, *Malvaviscus arboreus*, *Corylus avellana*, *Olea Europea*, *Ruscus aculeatus*, *Jasminum nudiflorum*, *Jasminum suaveolens*, *Pyracantha coccinea*, *Euonymus japonicus*, *Prunus laurocerasus*, des plantes arborescente *Jacaranda mimosifolia*, *Tecoma capensis*, *Tecoma radicana*, *Diospyros ebene*, *Erythrina corallodendron*, *Aesculus hippocastanum*, *Meli-off* : *Mellissa officianalis*, *Cordylin australis*, *Hibiscus*

Chapitre IV: Résultats et discussions

syriacus, *Malvaviscus sphalracea*, *Psidium guajava*, *Phoenix sp*, *Cedrus atlantica*, *Pinus nigra*, *Mactern* : *Macadamia ternifolia*, *Erythrina corallodendron*, *Citrus aurantium*, *Celtis australis*.

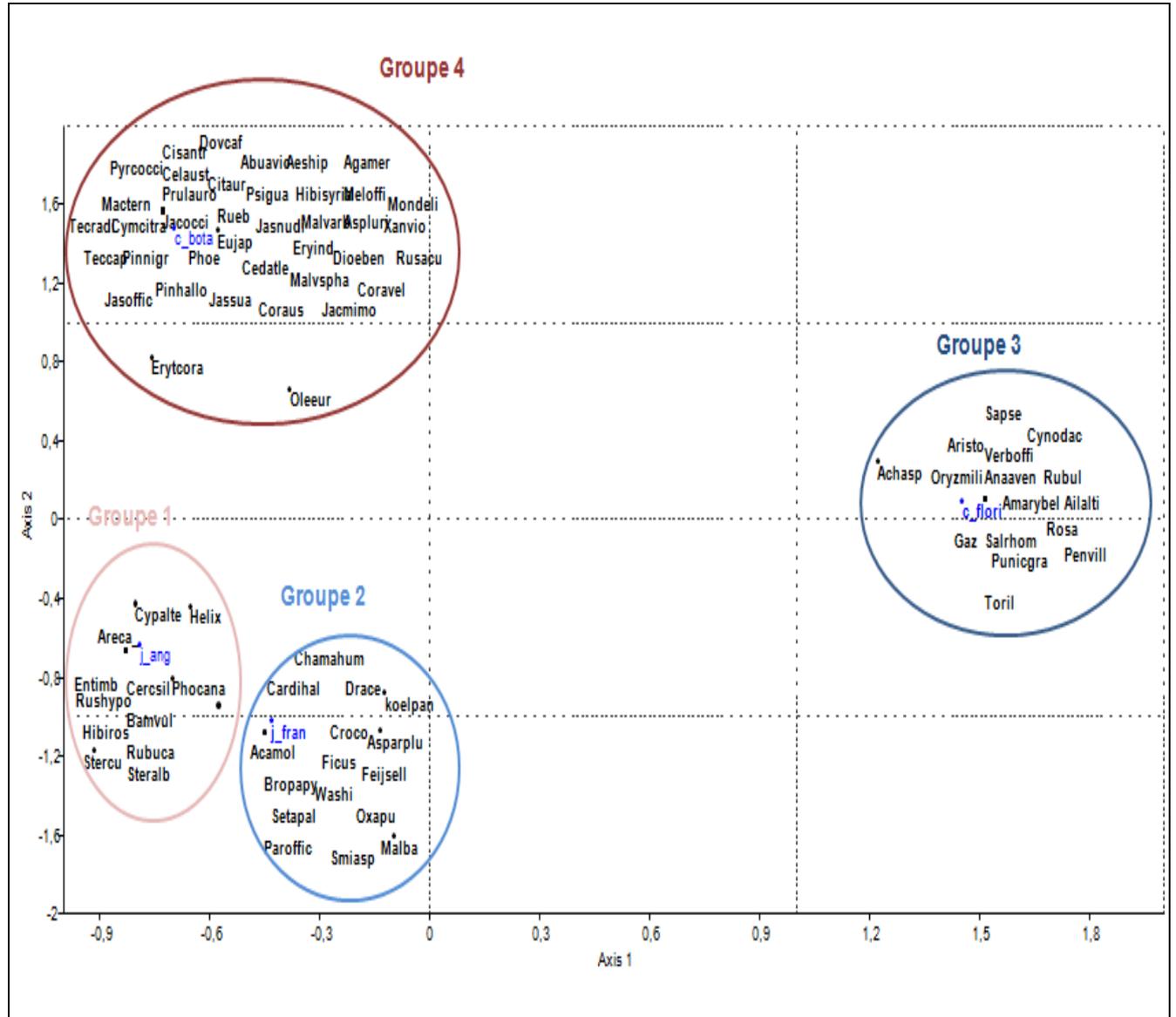


Figure 4.1 : Analyse factorielle des relevés floristiques dans les différents sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma.

Chapitre IV: Résultats et discussions

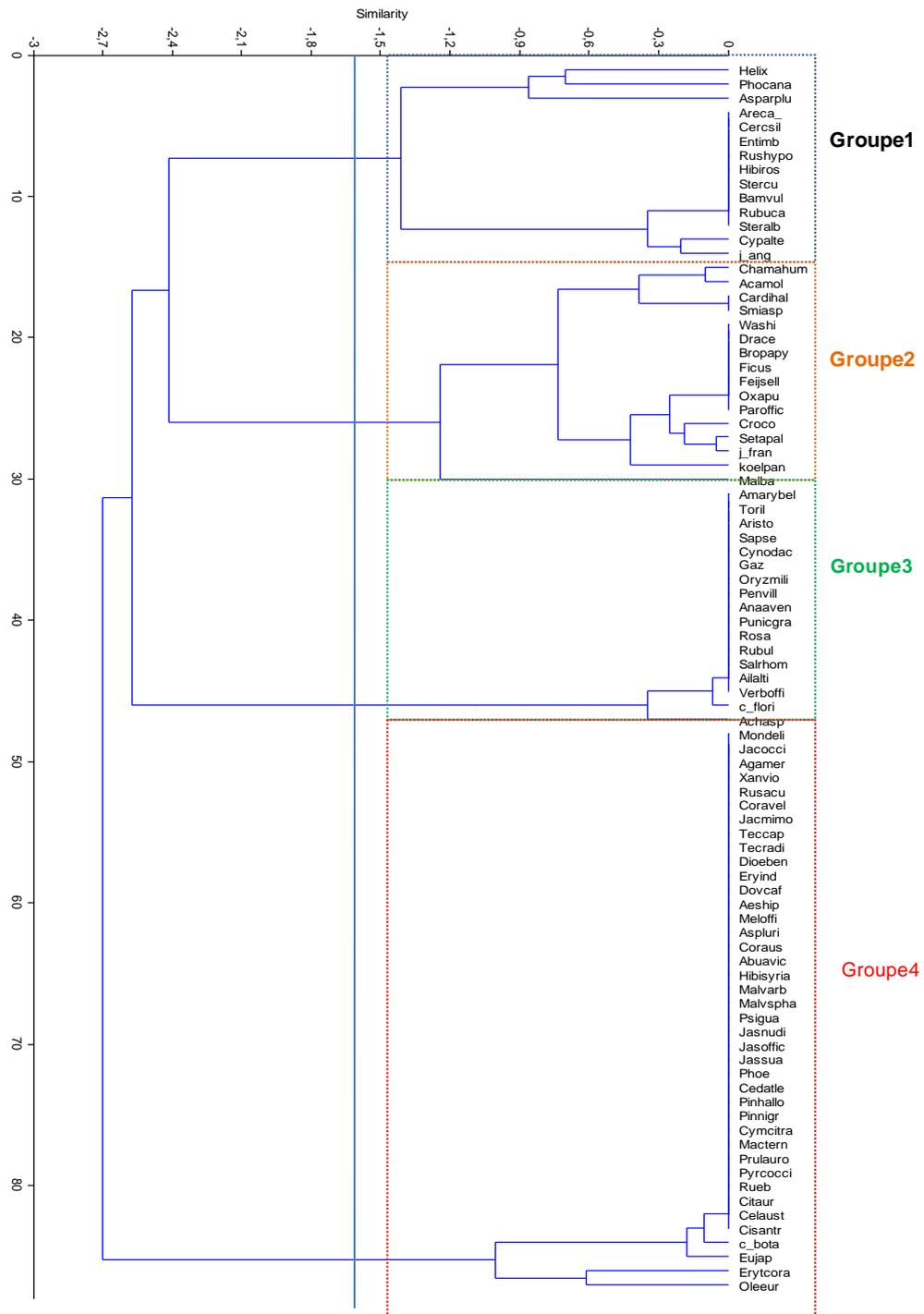


Figure 4.2 : Dendrogramme de la composition floristique dans les différents sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma.

Asparpl : *Asparagus alternifolius*, **Bamvul** : *Bambusa vulgaris*, **Cypalte** : *Cyperus alternifolius*, **Helix** : *Hedera helix*, **Rushyipo** : *Ruscus hypophyllum*, **Hibiros** : *Hibiscus rosa seinsis*, **Stercu** : *Sterculia sp*, **Rubuca** : *Rubus caesius*, **Steralb** : *Strelitzia alba*, **Phocana** : *Phoenix canariensis*, **Areca** : *Arecastrum romanzoffianum*, **Cercsil** : *Cercis siliquastrum*, **Entimb** : *Enterolobium timbouva*, **Ficus** : *Ficus sp*,

Chapitre IV: Résultats et discussions

Oxapu : *Oxalis purpurea*, **Paroffic** : *Parietaria officinalis*, **Koelpan** : *koelreuteria paniculata*, **Acamol** : *Acanthus mollis*, **Smilasp** : *Smilax aspera*, **Cardhal** : *Cardiospermum halicacabum*, **Setaria** : *Setaria palmifolia*, **Croco** : *Crocoshia sp*, **Malba** : *Morus alba*, **Feijsell** : *Feijoa sellowiana*, **Chamahum** : *Chamaerops humilis*, **Washi** : *Washingtonia sp*, **Drace** : *Dracaena sp*, **Bropapy** : *Broussonetia papyrifera*. **Achasp** : *Achyranthes aspera*, **Amary** : *Amaryllis beladona*, **Anaaven** : *Anagalis avensis*, **Aristo** : *Aristolochia sp*, **Sapse** : *Sapium sebiferum*, **Cynodac** : *Cynodon dactylon*, **Gaz** : *sp.*, **Penvill** : *pennisetum villosum*, **Salrhom** : *salpichroa, Rhomboidea*, **Toril** : *Torilis nodosa*, **Verboffi** : *Verbena officinalis*, **Oryzmili** : *Oryzopsis miliaceae* **Punicgra** : *Punica granatum-nana*, **Rosa** : *Rosa sp*, **Rubul** : *Rubus ulmifolius*, **Ailalti** : *Ailanthus altissima*, **Abuavic** : *Abutilon avicenea*, **Agamer** : *Agave americana*, **Cymcitra** : *Cymbopogon citratus*, **Cisantr** : *Cissus antractica*, **Xanvio** : *Xanthosoma violacea*, **Mondeli** : *Monstera deliciosa* , **Aspluri** : *Aspidistra lurida*, **Dovcaf** : *Dovyalis caffra*, **Jacocci** : *Jacobinia coccinea*, **Mavaarb** : *Malvaviscus arboreus*, **Coravel** : *Corylus avellana*, **Oleeur** : *Olea Europea*, **Rusacu** : *Ruscus aculeatus*, **Jasnudi** : *Jasminum nudiflorum*, **Jassua** : *Jasminum suaveolens* **Pyrcocci** : *Pyracantha coccinea*, **Eujap** : *Euonymus japonicus* **Prulauro** : *Prunus laurocerasus*, **Jacmimo** : *Jacaranda mimosifolia*, **Teccap** : *Tecoma capensis*, **Tecradi** : *Tecoma radicana*, **Dioeben** : *Diospyros ebene*, **Eryind** : *Erythrina corallodendron*, **Aeship** : *Aesculus hippocastanum*, **Melioff** : *Mellissa officianalis*, **Coraus** : *Cordylin australis*, **Hibisyria** : *Hibiscus syriacus*, **Malvspha** : *Malvaviscus sphaeracea*, **Psigua** : *Psidium guajava*, **Phoe** : *Phoenix sp*, **Cedatle** : *Cedrus atlantica*, **Pinnigr** : *Pinus nigra*, **Mactern** : *Macadamia ternifolia*, **Erytcor** : *Erythrina corallodendron*, **Citaur** : *Citrus aurantium*, **Celaust** : *Celtis australis*.

IV.1.2.2. Variation de la diversité et de la densité dans les différentes stations

Les richesses floristiques les plus élevées sont constatées dans le de jardin français et le carré botanique avec 38 et 42 espèces de plantes respectivement (tableau. 4.6). L'abondance des différents végétaux varie entre 52 et 59 représentants dans le jardin anglais et le carré botanique à 79 et 89 taxons au niveau du jardin français et le carré de floriculture (Tableau 4.6)

Tableau 4.6 : Richesses et indices de diversités comparées de la composition végétale dans différentes site d'étude.

	j_fran	j_ang	c_flori	c_bota
Taxa_S	38	26	34	42
Individuals	79	52	89	59
Dominance_D	0,1541	0,1928	0,1133	0,05652
Shannon_H	2,938	2,693	3,015	4,347
Simpson_1-D	0,8459	0,8072	0,8867	0,9435
Equitability_J	0,8078	0,8266	0,855	1,163

Chapitre IV: Résultats et discussions

Les diversités floristiques de Shannon et de Simpson sont élevées quelque soit la station échantillonné signifiant que les communautés végétales se répartissent de manière équilibrée.

IV.2. Disponibilité des plantes hôtes et des espèces Aphidiennes dans les stations d'étude

IV.2.1. Jardin français

Le tableau 4.7 montre que les syntaxes *Hedera helix*, *Viburnum tinus* et *Dovyalis caffra* sont des plantes hôtes des 3 espèces aphidiennes *Aphis fabae*, *Aphis spirecola* et *Toxoptera aurantii* respectivement au niveau du jardin français.

Tableau 4.7 : Disponibilité des espèces aphidiennes selon la plante hôte dans le jardin français.

Espèces	Nbre de plantes hôtes exploitées	Familles botaniques	Espèces
<i>Aphis fabae</i>	1	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>
<i>Aphis spirecola</i>	1	Adocaceae	<i>Viburnum tinus</i>
<i>Toxoptera aurantii</i>	1	Salicaceae	<i>Dovyalis caffra</i>

IV.2.2. Carré floriculture

Les résultats consignés dans le tableau (4.8), montrent que *Euonymus japonica* et *Malvaviscus arboreus* sont deux plantes hôtes de la même espèce du puceron *Aphis gossypii*. *Cinnamomum sp.* et *Punica granatum var-nana* sont les plantes cibles des pucerons *Aphis fabae Scaper* et *Aphis punicae* respectivement, notant que *Aphis punicae* est trouvé seulement au niveau du carré floriculture. *Toxoptera aurantii* est rencontré au jardin français et même au niveau du carré floriculture mais sa plante hôte est différente *Galium aparine*.

Tableau 4.8 : Disponibilité des espèces aphidiennes selon la plante hôte au niveau du carré floriculture.

Espèces	Nbre de plantes hôtes exploitées	Familles botaniques	Espèces
<i>Aphis gossypii</i>	2	Celastraceae	<i>Euonymus japonicus</i>
		Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>
<i>Aphis fabae Scaper</i>	1	Lauraceae	<i>Cinnamomum sp.</i>
<i>Aphis punicae</i>	1	Punicaceae	<i>Punica granatum var-nana</i>
<i>Toxoptera aurantii</i>	1	Rubiaceae	<i>Galium aparine</i>

Chapitre IV: Résultats et discussions

IV.2.3. Carré botanique

La disponibilité de 4 espèces d'aphides (tableau 4.9), montre que *Hedera helix*, *Pittosporum tobira*, sont des plantes hôtes d'*Aphis fabae* et d' *Toxoptera aurantii* respectivement et exploitent le même nombre de plantes hôtes(1), par contre l'espèce *Aphis gossypii* est installée au niveau deux plantes hôtes *Dovyalis caffra* et *Plumbago castaneifolia*. Ainsi *Cistus sp.* est une plante hôte à une espèce aphidienne non identifiée.

Tableau 4.9 : Disponibilité des espèces aphidiennes selon la plante hôte au niveau de carré botanique.

Espèces	Nbre de plantes hôtes exploitées	Familles botaniques	Espèces
<i>Aphis fabae</i>	1	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>
<i>Aphis gossypii</i>	2	Salicaceae	<i>Dovyalis caffra</i>
		Plumbaginaceae	<i>Plumbago castaneifolia</i>
<i>Toxoptera aurantii</i>	1	Pittosporaceae	<i>Pittosporum tobira</i>
Sp1	1	Cistaceae	<i>Cistus sp.</i>

IV.2.4. Jardin anglais

Les résultats reportés dans le tableau 4.10, indiquent qu'*Hibiscus rosa sinensis* et *Malvaviscus arboreus* sont deux plantes hôtes de la même espèce du puceron *Aphis gossypii* et qui est rencontré au niveau du jardin anglais et même au niveau des carrés (carré floriculture et botanique).

Viburnum tinus est une plante cible d'*Aphis spirecola* et *Rhaphiolepis indica* est une plante hôte d'*Aphis pomi* retrouvé seulement au niveau du jardin anglais. Dans ce jardin on trouve aussi l'espèce *Toxoptera aurantii* avec une autre plante hôte *Pittosporum tobira* et on rencontre une plante hôte *Lagunaria patersonii* avec une espèce du puceron non identifiée.

Tableau 4.10: Disponibilité des espèces aphidiennes selon la plante hôte dans le jardin anglais.

Espèces	Nbre de plantes hôtes exploitées	Familles botaniques	Espèces
<i>Aphis gossypii</i>	2		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>
		Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>
<i>Aphis spirecola</i>	1	Adocaceae	<i>Viburnum tinus</i>
<i>Aphis pomi</i>	1	Rosaceae	<i>Rhaphiolepis indica</i>
<i>Toxoptera aurantii</i>	1	Pittosporaceae	<i>Pittosporum tobira</i>
Sp1	1	Malvaceae	<i>Lagunaria patersonii</i>

Chapitre IV: Résultats et discussions

IV.3. Faune des parasitoïdes et des hyperparasitoïdes rencontrés dans les stations étudiées

Les prospections effectuées dans les stations du Jardin d'essai d'El Hamma entre février et Mai 2016 ont permis de recenser 7 espèces d'Hyménoptères parasitoïdes des pucerons (Tableau 4.11).

Parmi eux 4 espèces des parasitoïdes primaires appartiennent à la superfamille des Ichneumonoidea, à la famille des Braconidae, à la sous-famille des Aphidiinae qui comprend 4 espèces appartenant à 3 genres. Le carré de floriculture et le carré botanique hébergent des espèces de parasitoïdes qui sont *A.colemani* et *T.angelicae*, tandis que le jardin anglais et le seul milieu qui a favorisé l'installation du parasitoïde primaire *T.acaphelae*. Dans le même temps, le Jardin français, le jardin anglais, les carrés de floriculture et carré botanique ont tous permis l'installation de *L. testaceipes*.

Les 3 autres espèces sont des hyperparasitoïdes, parmi eux *Pachyneuron sp.* appartenant à la sous famille des Pteromalinae, est installé seulement au niveau du carré floriculture. L'espèce *Asaphes sp* appartenant à la sous famille des Asaphiinae a été rencontrée au niveau des jardins (jardin français et anglais). La troisième espèce *Phaenoglyphis villosa* appartenant à la famille des Figitidae et la sous famille des Alloxystinae.a été trouvée au niveau du jardin français, anglais et le carré botanique.

Tableau 4.11: Espèces d'Hyménoptères parasitoïdes et des hyperparasitoïdes inventoriées dans les stations d'étude.

Parasitoïdes Hyperparasitoïdes	Super Familles	Familles	Sous Familles	Genres	Espèces	S	S	S	S
						1	2	3	4
Parasitoïdes	Ichneumon oidea	Braconidae	Aphidiinae	<i>Aphidius</i>	<i>A.colemani</i>	-	+	+	-
				<i>Lysiphlebus</i>	<i>L. testaceipes</i>	+	+	+	+
				<i>Trioxys</i>	<i>T.acaphela</i>	-	-	-	+
					<i>T.angelica</i>	-	+	+	-
Hyperparasitoïes	Chalcidoide a	Pteromalid ae	Asaphiinae	<i>Asaphes</i>	<i>Asaphes sp.</i>	+	-	-	+
			Pteromalin ae	<i>Pachyneuro n</i>	<i>Pachyneur on sp.</i>	-	+	-	-
	Cynipoidea	Figitidae	Alloxystina e	<i>Phaenoglyp his</i>	<i>P. villosa</i>	+	-	+	+

S1 : Jardin français, **S2** : Carré floriculture, **S3** : Carré botanique, **S4** : Jardin anglais.

Chapitre IV: Résultats et discussions

IV.4. Importance numérique des parasitoïdes

Les résultats rapportés sur le tableau 4.12 correspondent aux valeurs moyennes obtenues dans le temps et dans l'espace. Une abondance de **282** individus d'Hyménoptères parasitoïdes a été enregistrée. Parmi ceux-ci, **271** individus sont des parasitoïdes primaires, soit 96.10 % du total et 11 individus sont des parasitoïdes secondaires ou hyperparasitoïdes, soit 3.90 % du total (Tableau 4.12). Chez les parasitoïdes primaires, l'espèce *Lysiphlebus testaceipes* est le plus représenté, avec 256 individus (90.78% de l'effectif global).

Tableau4.12 : Importance quantitative des différentes espèces d'hyménoptères parasitoïdes émergées à partir des momies collectées dans les stations de la région étudiés (Février à Mai 2016).

Genre	Espèce	Nombre	Pourcentage %
Aphidius	<i>Aphidius colemani</i>	6	2.12
Lysiphlebus	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	256	90.78
Trioxys	<i>Trioxys acaphelae</i>	6	2.12
	<i>Trioxys angelicae</i>	3	1.06
	Total	9	3.19
Total		271	96.10
Asaphes	<i>Asaphes sp</i>	7	2.48
pachyneuron	<i>pachyneuron sp</i>	1	0.35
Phaenoglyphis	<i>Phaenoglyphis villosa</i>	3	1.06
Total		11	3.90
Parasitoïdes primaires		271	96.10
Hyperparasitoïdes		11	3.90
Total		282	100

IV.5. Interactions tri-trophiques et tétra-trophiques rencontrées

Les résultats consignés sur le tableau 4.13 et la figure 4.3, montrent que les 4 espèces de parasitoïdes primaires, collectées à partir des momies de 9 espèces aphidiennes inféodées à 19 espèces végétales ont formé un total de 23 associations tri-trophiques (plante- puceron –parasitoïde primaire), globalement dans les différentes stations étudiées.

On constate que le nombre d'associations formées par les parasitoïdes dans les stations étudiés au niveau du jardin d'El Hamma est variable. En effet, le nombre d'associations de *Lysiphlebus testaceipes* est le plus important suivi par *Aphidius colemani* et en fin par *Trioxys acaphelae* et *Trioxys angelicae* avec le même nombre d'associations qui semble être très faible.

Chapitre IV: Résultats et discussions

Tableau 4.13: Les différentes relations tri-trophiques (plante- puceron – parasitoïde) notées dans les stations de la région étudiée.

Espèces	Localité	Puceron hôte	Espèce végétale	Famille	
<i>Aphidius coleamni</i>	Carré de floriculture	<i>Toxoptera aurantii</i>	<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae	
	Carré botanique	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	
		Non identifiée	<i>Cistus sp.</i>	Cistaceae	
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	Jardin français	<i>Aphis spirecola</i>	<i>viburnum Tinus</i>	Adoxaceae	
		<i>Aphis fabae</i>	<i>Helix hedera</i>	Araliaceae	
		<i>Toxoptera aurantii</i>	<i>Dovyalis caffra</i>	Salicaceae	
	Carré de floriculture	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Euonymus Japonica</i>	Celastraceae	
		<i>Toxoptera aurantii</i>	<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae	
		<i>Aphis punicae</i>	<i>Punica granatum var-nana</i>	Lythraceae	
	Carré botanique	<i>Toxoptera aurantii</i>	<i>Dovyalis caffra</i>	Salicaceae	
		<i>Toxoptera aurantii</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae	
		<i>Aphis gossypii</i>	<i>Plumbago auriculata</i>	Plumbaginaceae	
		Non identifiée	<i>Cistus sp</i>	Cistaceae	
		<i>Aphis fabae</i>	<i>Helix hedera</i>	Araliaceae	
	Jardin anglais	<i>A.gossypii</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae	
		<i>Aphis spirecola</i>	<i>viburnum Tinus</i>	Adoxaceae	
		<i>Toxoptera aurantii</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae	
		<i>Aphis pomi</i>	<i>Rhaphiolepis indica</i>	Rosaceae	
		Non identifiée	<i>Lagunaria patersonii</i>	Malvaceae	
	<i>Trioxys acaphelae</i>	Jardin anglais	<i>Aphis spirecola</i>	<i>viburnum Tinus</i>	Adoxaceae
			<i>Aphis gossypii</i>	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae
	<i>Trioxys angelicae</i>	Carré botanique	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae
			<i>Toxoptera aurantii</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae

Chapitre IV: Résultats et discussions

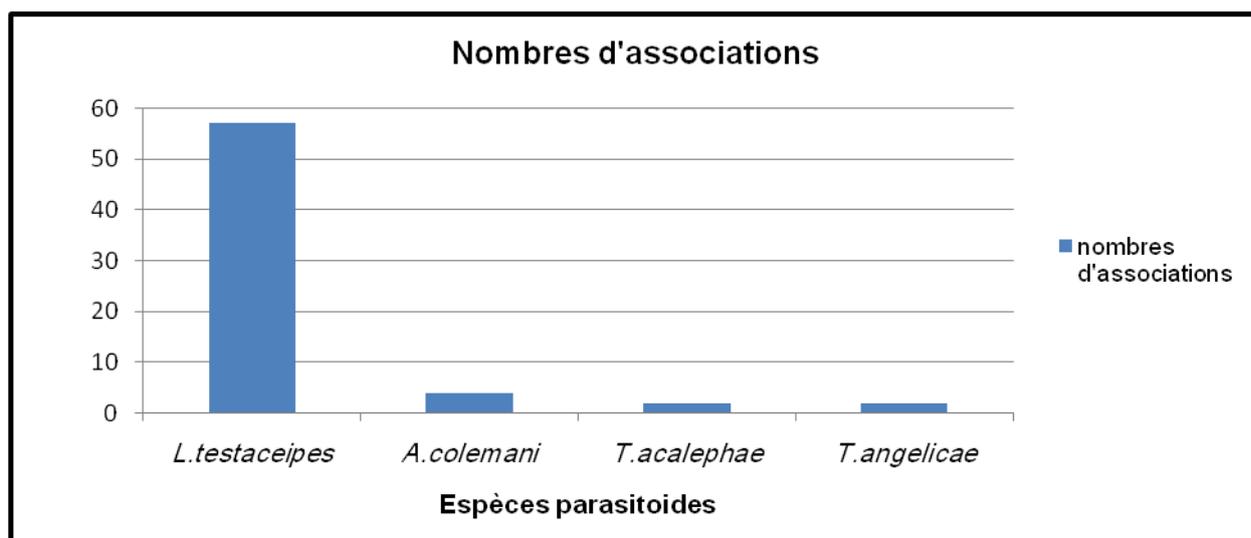


Figure 4.3 : Nombre d'associations formées par chaque parasitoïde dans les stations étudiés dans le jardin d'El Hamma.

IV.6. Interactions tétra-trophiques

Le tableau 4.14 et la figure 4.4, représentent les différentes interactions tétra-trophiques hyperparasitoïdes- parasitoïde primaire-puceron- plante dans les milieux d'étude u jardin d'El Hamma. Il y'a 03 espèces d'hyperparasitoïdes qui sont *Asaphes sp*, *pachyneuron sp*, *Phaenoglyphis villosa*. Le nombre d'association d'*Asaphes sp*. est le plus important suivi par celles de *Phaenoglyphis villosa* et der *Pachyneuron sp*.

Tableau 4.14 : Les différentes relations tétra-trophiques notées dans les stations étudiées du jardin botanique d'El Hamma.

Espèces hyperparasitoïdes	Localité	Parasitoïde primaire	Puceron hôte	Espèce végétale	Famille
<i>Phaenoglyphis villosa</i>	Jardin français	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Toxoptera aurantii</i>	<i>Dovyalis caffra</i>	Salicaceae
<i>Asaphes sp</i>			<i>Aphis fabae</i>	<i>Hedera helix</i>	Araliaceae
<i>pachyneuron sp</i>	Carré floriculture		<i>Aphis punicae</i>	<i>Punica granatum var-nana</i>	Lythraceae
<i>Phaenoglyphis villosa</i>	Carré botanique	<i>Aphidius colemani</i>	Non identifiée	<i>Cistus sp</i>	Cistaceae
	Jardin anglais	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphis pomi</i>	<i>Rhaphiolepis indica</i>	Rosaceae
<i>Aphis gossypii</i>			<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	

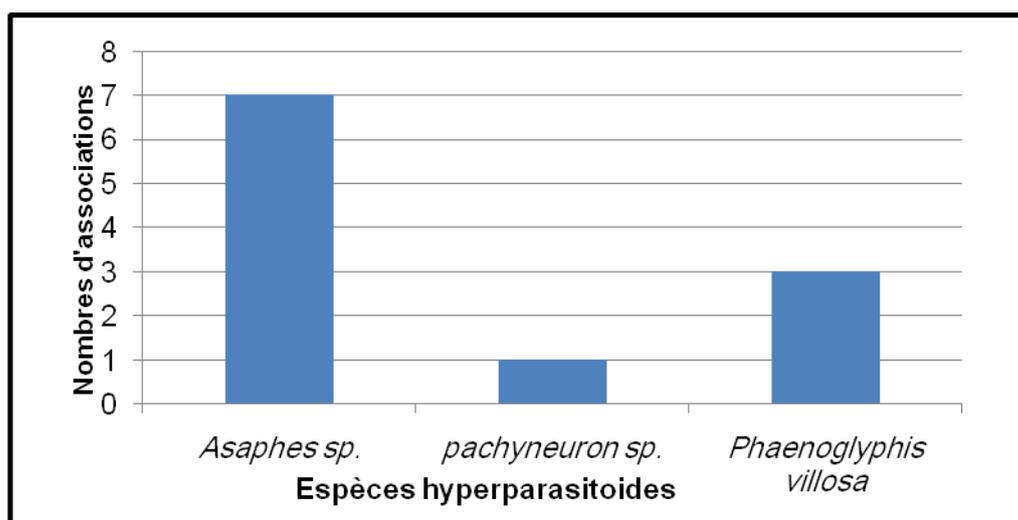


Figure 4.4 : Nombres d'associations totales formées par chaque hyperparasitoïdes dans les stations étudiées au niveau le jardin d'El Hamma.

IV.7. Relation des espèces aphidiennes et des parasitoïdes

Les résultats de notre étude montrent que les 9 espèces aphidiennes inventoriées sont hôtes des parasitoïdes (tableau 4.15).

Les 4 espèces de parasitoïdes recensées, sont des parasites des espèces aphidiennes infestant un nombre différent de plantes hôtes. Il s'agit d'*Aphis gossypii* et *Toxoptera aurantii* ayant été observé sur 4 plantes hôtes. Par contre *Aphis gossypii* est parasité par 4 espèces parasitoïdes et *Toxoptera aurantii* est parasité sauf par 3 espèces parasitoïdes, suivi par *Aphis spirecola* et une espèce non identifiée ayant été parasité par 2 espèces de parasitoïdes. Alors que les espèces *Aphis fabae*, *Aphis pomi*, *Aphis punicae* et une espèce non identifiée ne sont hôtes que d'une seule espèce de parasitoïde d'après les résultats obtenus.

Tableau 4.15 : Relation espèces aphidiennes et parasitoïdes dans les stations d'étude du jardin d'El Hamma de février à mai 2016.

Espèces aphidiennes	Plantes hôtes des aphides	Nbre de parasitoïdes
<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	1	1
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	4	4
<i>Aphis pomi</i> de Geer, 1773	1	1
<i>Aphis punicae</i> Passerini, 1863	1	1
<i>Aphis spirecola</i> Patch. 1914	1	2
<i>Toxoptera aurantii</i> Bayer de Fonscolombe, 1841	4	3
Sp1	1	2
Sp2	1	1

IV.7.1 Typologie des associations parasitoïdes-aphides-plantes

Les prospections effectuées dans la région d'étude Jardin d'essai d'El Hamma entre février et Mai 2016 ont permis de recenser plusieurs associations qui sont :

Lysiphlebus testaceipes a été rencontré

- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Euonymus Japonica*, dans la station carré floriculture le 09-02-2016 avec 4 (♀♀) et 2 (♂♂) sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Dovyalis caffra*, dans la station jardin français, avec 2 (♀♀) et 3 (♂♂) et dans la station carré floriculture au niveau de *Galium aparine* avec 3 (♀♀) et 3 (♂♂), le 18-02-2016.
- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Hibiscus rosa sinensis*, dans la station jardin anglais le 18-02-2016 avec 7(♀♀) et 5(♂♂).
- Sur *Aphis pomi* au niveau de *Rhaphiolepis indica*, dans la station jardin anglais le 18-02-2016 avec 2 (♀♀).
- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Hibiscus rosa sinensis*, dans la station jardin anglais le 25-02-2016 avec 1(♂♂).
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Dovyalis caffra*, dans la station jardin français le 02-03-2016 avec 1(♀♀).
- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Euonymus Japonica* dans la station carré floriculture, avec 1 (♀♀) et au niveau d'*Hibiscus rosa sinensis*, dans la station jardin anglais avec 1(♀♀) et 1 (♂♂), le 02 03-2016.
- Sur *Aphis fabae* au niveau de *Dovyalis caffra* dans la station carré botanique le 09-03-2016 avec 1(♀♀).
- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Hibiscus rosa sinensis*, avec 2(♀♀) et 5(♂♂) dans la station jardin anglais le 09-03-2016.
- Sur *Aphis spirecola* au niveau de *viburnum Tinus*, dans la station jardin français le 15-03-2016, avec 1(♀♀).
- Sur *Aphis pomi* au niveau de *Rhaphiolepis indica*, dans la station jardin anglais le 18-02-2016 avec 2 (♀♀).
- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Hibiscus rosa sinensis*, dans la station jardin anglais le 25-02-2016 avec 1(♂♂).
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Dovyalis caffra*, dans la station jardin français le 02-03-2016 avec 1(♀♀).

Chapitre IV: Résultats et discussions

- Sur *A.gossypii* au niveau d'*Euonymus Japonica*, dans la station carré floriculture le 02-03-2016 avec 1 (♀♀).
- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Hibiscus rosa sinensis*, dans la station jardin anglais le 02 03-2016 avec 1(♀♀) et 1 (♂♂).
- Sur *Aphis fabae* au niveau *Dovyalis caffra* dans la station carré botanique le 09-03-2016 avec 1(♀♀).
- Sur *Aphis gossypii* au niveau *Hibiscus rosa sinensis*, dans la station jardin Anglais le 09-03-2016, avec 2(♀♀) et 5(♂♂).
- Sur *A.spirecola* au niveau *viburnum Tinus*, dans la station jardin français le 15-03-2016, avec 1(♀♀).
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Pittosporum tobira*, avec 2 (♂♂) et sur *Aphis fabae* au niveau de *Dovyalis caffra*, avec 1 (♀♀) dans la station carré botanique le 15-03-2016.
- Sur *Aphis spirecola* au niveau de *viburnum Tinus*, avec 1(♀♀), et sur une espèce non identifiée au niveau de *Lagunaria patersonii*, avec 1(♀♀), dans la station jardin anglais le 15-03-2016.
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Pittosporum tobira*, dans la station carré botanique le 23-03-2016, avec 2(♀♀) et 1(♂♂).
- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Hibiscus rosa sinensis*, avec 8 (♀♀) et 5 (♂♂) ; et sur *Aphis spirecola* au niveau de *viburnum Tinus*, avec 13 (♀♀) et 11 (♂♂) ; et sur une espèce non identifiée au niveau de *Lagunaria patersonii*, avec 1(♂♂) ; et sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Pittosporum tobira*, avec 11(♀♀) et 8(♂♂), dans le jardin anglais le 30-03-2016.
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Pittosporum tobira*, dans la station carré botanique le 07-04-2016, avec 3 (♀♀) et 4 (♂♂).
- Sur *A.gossypii* au niveau de *Malvaviscus arboreus*, dans la station jardin anglais le 07-04-2016, avec 8 (♀♀) et 5 (♂♂).
- Sur *Aphis spirecola* au niveau de *viburnum Tinus*, dans la station jardin anglais le 7-04-2016, avec 1 (♂♂).
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Galium aparine*, dans la station carré floriculture le 19-04-2016, avec 2 (♀♀).
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Pittosporum tobira*, dans la station carré botanique le 19-04-2016 avec 3 (♀♀).

Chapitre IV: Résultats et discussions

- Sur une espèce non identifiée au niveau de *Plumbago auriculata*, dans la station carré botanique le 19-04-2016 avec 5 (♀♀) et 6 (♂♂).
- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Hibiscus rosa sinensis*, avec 1 (♀♀); et sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Pittosporum tobira*, avec 2 (♀♀) et 1 (♂♂), dans le jardin anglais le 19-04-2016.
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Dovyalis caffra*, dans le jardin français le 27-04-2016, avec 5 (♀♀) et 4 (♂♂).
- Sur une espèce non identifiée au niveau de *Cistus sp*, avec 1(♀♀); et sur *Aphis fabae* au niveau de *Helix hedera*, avec 1(♀♀); et sur une espèce non identifiée au niveau de *Plumbago auriculata*, avec 5(♀♀) et 3 (♂♂), dans le carré botanique le 27-04-2016.
- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Hibiscus rosa sinensis*, avec 15(♀♀) et 6(♂♂); et sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Pittosporum tobira*, avec 1 (♀♀) et 5(♂♂); et sur *Aphis gossypii* au niveau de *Malvaviscus arboreus*, avec 1(♀♀), dans la station jardin anglais le 27-04-2016.
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Dovyalis caffra*, avec 1 (♀♀) et 2(♂♂); et sur *Aphis fabae* au niveau *Helix hedera*, dans la station jardin français le 04-05-2016, avec 3 (♀♀).
- Sur *A.gossypii* au niveau d'*Euonymus Japonica*, dans la station carré floriculture le 04-05-2016, avec 2 (♂♂).
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Galium aparine*, dans la station carré floriculture le 04-05-2016, avec 1 (♀♀).
- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Hibiscus rosa sinensis*, avec 17 (♀♀) et 10(♂♂); Sur *Aphis pomi* au niveau *Rhaphiolepis indica*, 2 (♀♀); et sur *Toxopteraaurantii* au niveau de *Pittosporum tobira*, avec 4 (♀♀) et 2(♂♂), dans la station jardin anglais le 04-05-2016.
- Sur *Aphis punicae* au niveau de *Punica granatum var-nana*, avec 1(♂♂); et sur *Toxoptera aurantii* au niveau *Galium aparine*, avec 2 (♀♀), dans la station carré floriculture le 14-05-2016.
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Dovyalis caffra*, avec 1 (♀♀) et 1(♂♂); et Sur une espèce non identifiée au niveau de *Plumbago auriculata*, avec 1(♀♀), dans la station carré botanique le 14-05-2016.

Chapitre IV: Résultats et discussions

- Sur *A.gossypii* au niveau d'*Hibiscus rosa sinensis*, avec 2 (♀♀) et 2(♂♂) ; et sur *Aphis pomi* au niveau de *Rhaphiolepis indica*, avec 1(♂♂) ; et sur *Aphis gossypii* au niveau de *Malvaviscus arboreus*, avec 2(♀♀), dans la station jardin anglais le 14-05-2016.

Trioxys angelicae a été rencontré

- Sur *Aphis gossypii* au niveau d'*Euonymus Japonica*, dans la station carré floriculture le 15-03-2016, avec 1 (♀♀).
- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Pittosporum tobira*, dans la station carré botanique le 19-04-2016 avec 2 (♀♀).

Trioxys acalephae a été rencontré

- Sur *Aphis spirecola* au niveau de *viburnum Tinus*, dans la station jardin anglais le 18-02-2016, avec 2 (♀♀).
- Sur *Aphis gossypii* au niveau de *Malvaviscus arboreus*, dans la station jardin anglais le 04-05-2016, avec 3(♀♀) et 1(♂♂).

Aphidius colemani a été rencontré

- Sur *Toxoptera aurantii* au niveau de *Galium aparine* dans le carré floriculture le 04-05-2016, avec 1 (♀♀).
- Dans une espèce non identifiée au niveau de *Cistus sp*, dans le carré botanique le 04-05-2016, avec 1 (♀♀).
- Sur *Aphis gossypii* au niveau de *Malvaviscus arboreus*, dans le carré botanique le 14-05-2016, avec 2(♀♀).
- Sur une espèce non identifiée au niveau de *Cistus sp*, dans la station carré botanique le 14-05-2016, avec 2 (♀♀).

IV.8. Variation des taux d'émergence des parasitoïdes

IV.8.1. Variation globale du taux d'émergence chez *Lysiphlebus testaceipes*

Le taux d'émergence à partir d'*Aphis gossypii* est de 60% au début de février ce taux augmente légèrement et s'annule vers le mi mai, puis commence à augmenter une deuxième fois avec un pic de 100% en avril et diminue jusqu'au mi mai le 14/05.

Chapitre IV: Résultats et discussions

Lysiphlebus testaceipes commence à émerger à partir de *Toxoptera aurantii* le 18 février avec un taux de 80%, le taux d'émergence de *L. testaceipes* chez ce puceron est varié entre 8% et 100% durant la période d'étude. A partir d'*Aphis spirecola*, le taux d'émergence est plus faible vers le 18 février puis il commence à augmenter jusqu'au 07 avril pour atteindre un taux maximal égal à 100%. L'émergence de *L. testaceipes* a partir d'*Aphis fabae* débute le 09 mars avec un taux maximal de 100%. Chez *Aphis pomi* et *Aphis punicae*, ce parasitoïde a émergé uniquement le 18/02 et le 14/05 respectivement, (Figure 4.5).

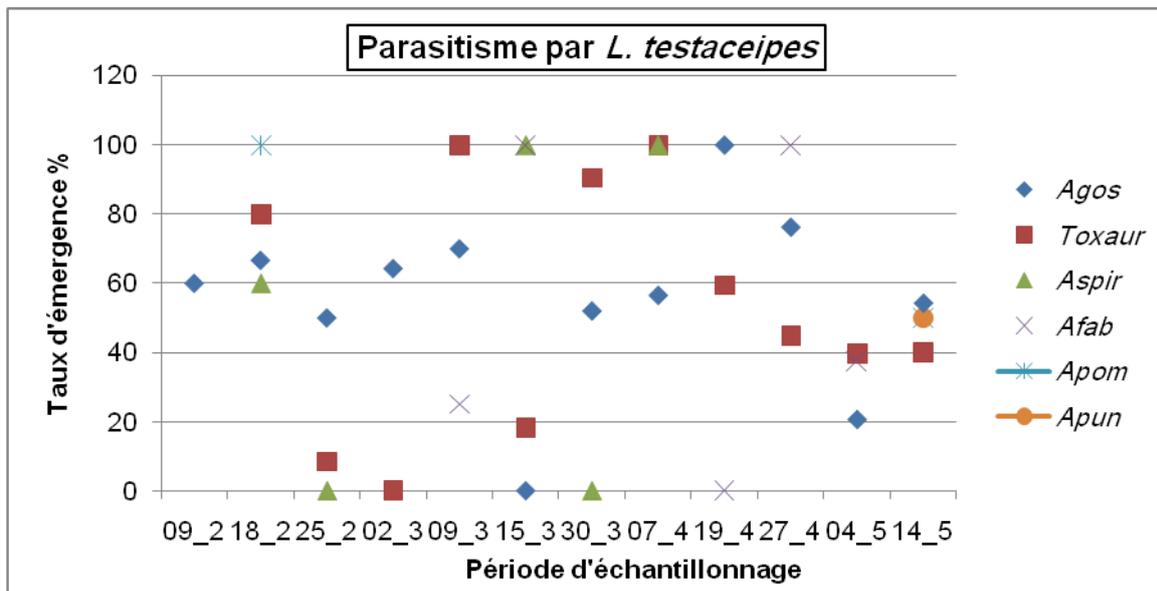


Figure 4.5: Variations temporelles des taux d'émergence de *Lysiphlebus testaceipes* dans le jardin botanique d'El Hamma (Agos : *Aphis gossypii*, Aspir : *Aphis spirecola*, Afab : *Aphis fabae* Apom : *Aphis pomi*, Apun : *Aphis punicae*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*).

IV.8.2. Variation globale du taux d'émergence chez *Trioxys angelicae*

Les résultats de la variation temporelle du taux d'émergence du parasitoïde *Trioxys angelicae* dans les différentes stations de jardin d'essai sont reportés sur la figure 4.6. Le taux d'émergence de ce parasitoïde primaire sur *Aphis gossypii* est très remarquable contrairement sur *Toxoptera aurantii* il atteint 100% à la date du 15 mars, contrairement sur *Toxoptera aurantii* où il n'a atteint que 40% d'émergence le 19/04.

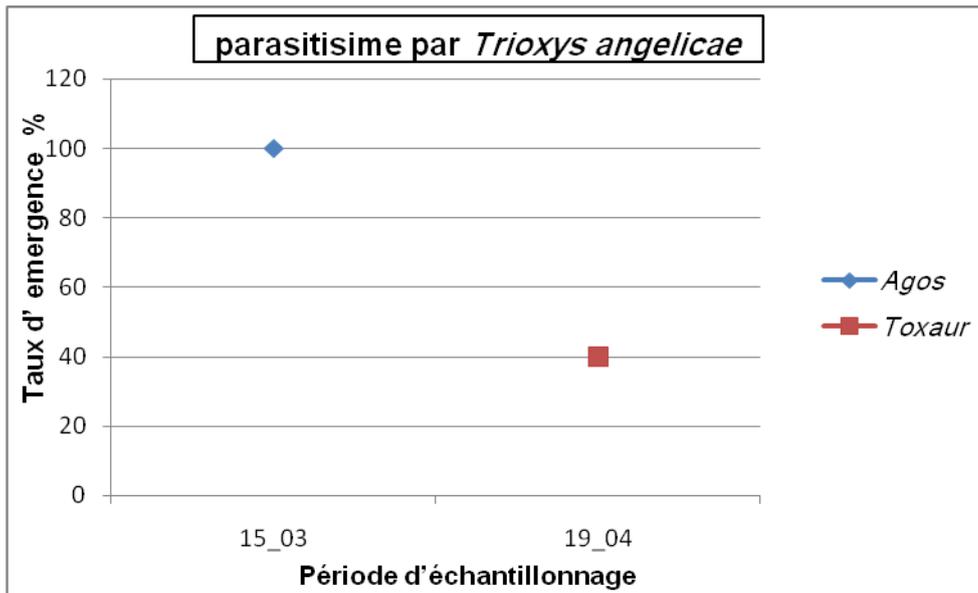


Figure 4.6 : Variations temporelles des taux d'émergence de *Trioxy angelicae* dans le jardin botanique d'El Hamma (Agos : *Aphis gossypii*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*).

IV.8.3. Variation globale du taux d'émergence chez *Trioxy acaphelae*

La variation temporelle de taux d'émergence est plus importante chez *Aphis gossypii* le 04 Mai que chez *Aphis spirecola* le 18 Février. (Figure 4.7)

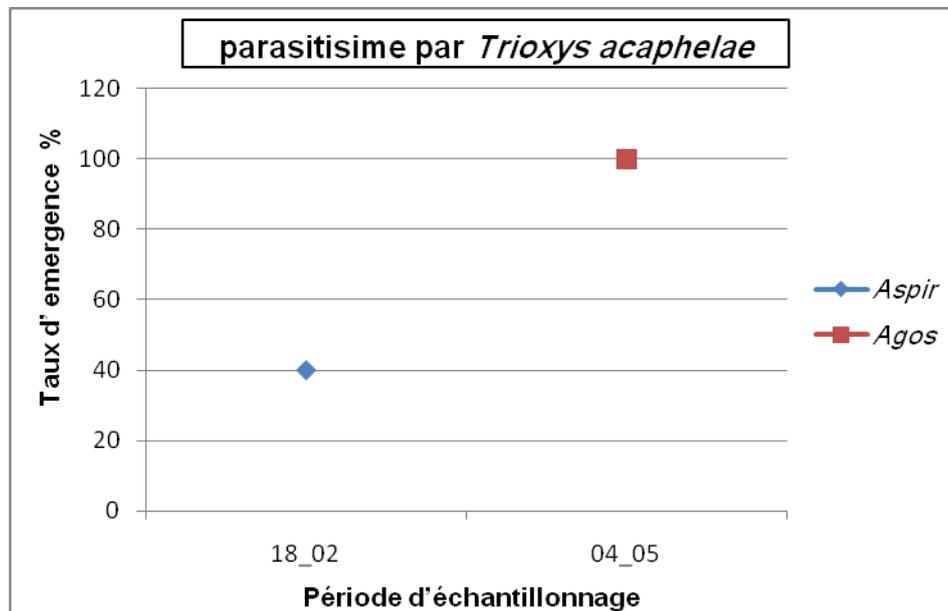


Figure 4.7. Variations temporelles des taux d'émergence de *Trioxy acaphelae* dans le jardin botanique d'El Hamma (Agos : *Aphis gossypii*, Aspir : *Aphis spirecola*)

IV.8.4. Variation globale du taux d'émergence chez *Aphidius colemani*

La figure 4.8 représente le taux d'émergence d'*Aphidius colemani* sur *Toxoptera aurantii* et l'espèce sp le 04/05 qui est de 10% et 25% respectivement, contrairement sur d'*Aphis gossypii* et sp où il est de 35% le 14/05.

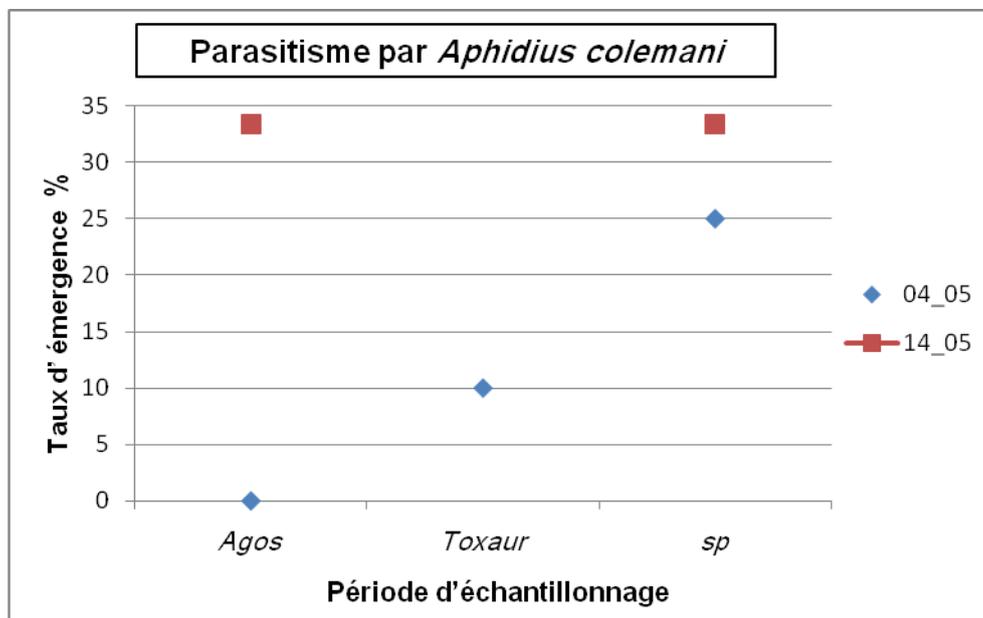


Figure 4.8 .: Variations temporelles des taux d'émergence d'*aphidius colemani* dans le jardin botanique d'El Hamma (Agos: *Aphis gossypii*, Toxaur: *Toxoptera aurantii*, sp: espèce non identifiée).

IV.9. Variation mensuelle des taux d'émergence des parasitoïdes dans les stations étudiées du jardin d'El Hamma.

IV.9.1. Variation mensuelle chez *Lysiphlebus testaceipes*

Les résultats de la variation mensuelle des taux d'émergence de *Lysiphlebus testaceipes* indiquent que le taux d'émergence de ce parasitoïde sur *Aphis spirecola* et *Aphis pomi* est très remarquable, il atteint 100% au mois de mars et avril pour le 1^{er} aphide et de 100% au mois de février pour le 2^{ème} aphide. Contrairement, les taux d'émergence varient entre 38% et 78% pendant toute la période d'étude, à partir de *Toxoptera aurantii* et *Aphis gossypii*. Aux mois de mars, avril et mai, l'émergence varie à des pourcentages différents à partir du puceron *Aphis fabae*. Enfin, on remarque un taux d'émergence de 45%, chez *Aphis punicae* au mois de mai (Figure 4.9)

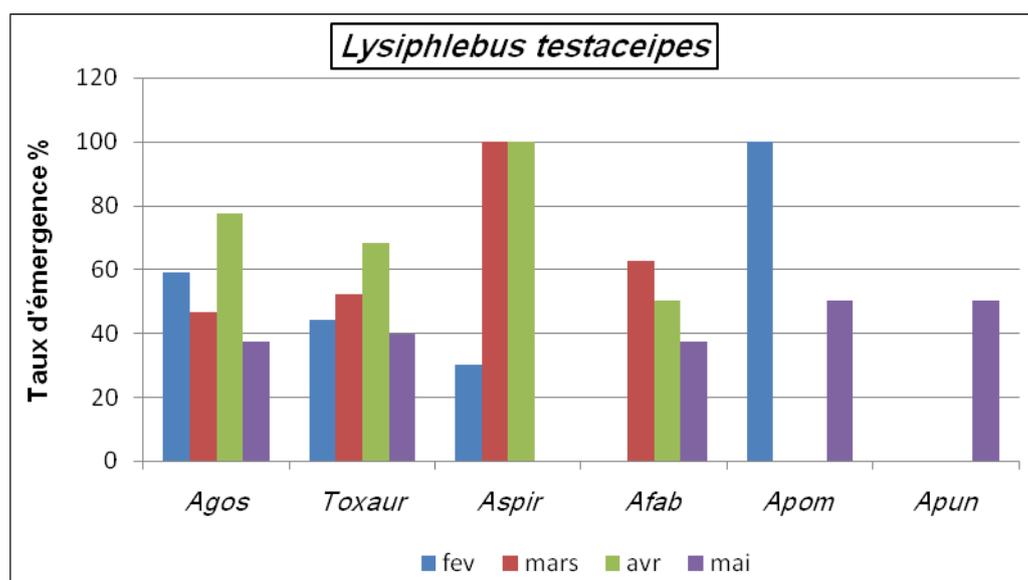


Figure 4.9 : Variation mensuelle du taux d'émergence de *L. testaceipes* sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans stations étudiées du jardin d'El Hamma. (Agos : *Aphis gossypii*, Aspir : *Aphis spirecola*, Afab : *Aphis fabae*, Apun : *Aphis punicae*, Apom : *Aphis pomi*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*).

IV.9.2 Variation mensuelle de *Trioxys angelicae*

Le taux d'émergence de *Trioxys angelicae* est plus élevé chez *Aphis gossypii*, il atteint 100% au mois de mars. Par contre, chez l'autre aphide hôte *Toxoptera aurantii*, il est moins important de l'ordre de 40% au mois d'Avril. Notons que ce parasitoïde n'a parasité que deux espèces d'aphides hôtes (Figure 4.10).

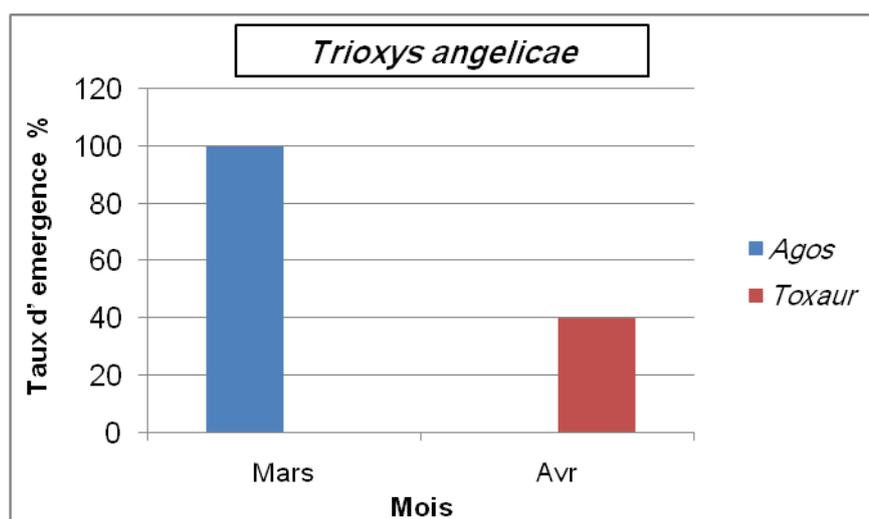


Figure 4.10: Variation mensuelle du taux d'émergence de *Trioxys angelicae* sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans les stations étudiées du jardin d'El Hamma. (Agos : *Aphis gossypii*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*)

IV.9.3. Variation mensuelle de *Trioxys acaphelae*

Le taux d'émergence de ce parasitoïde primaire sur *Aphis Spirecola* est très remarquable contrairement sur *Aphis gossypii*. Il atteint le 100% en mai, et 40% en février respectivement (Figure 4.11).

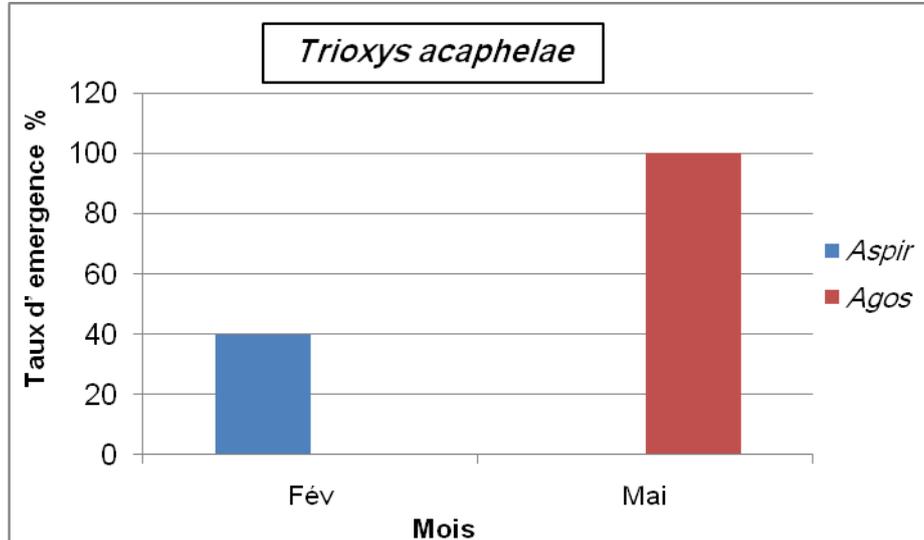


Figure 4.11 : Variation mensuelle du taux d'émergence de *Trioxys acaphelae* sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans les stations étudiées du jardin d'El Hamma. (Agos : *Aphis gossypii*, Aspir : *Aphis spirecola*).

IV.9.4. Variation mensuelle d'*Aphidius colemani*

Aphidius colemani n'a été présent qu'au mois de mai avec des taux de l'ordre de 30% sur l'aphide *Aphis gossypii* et sur une espèce du puceron non identifiée, et 10% d'émergence seulement chez *Toxoptera aurantii* (Figure 4.12).

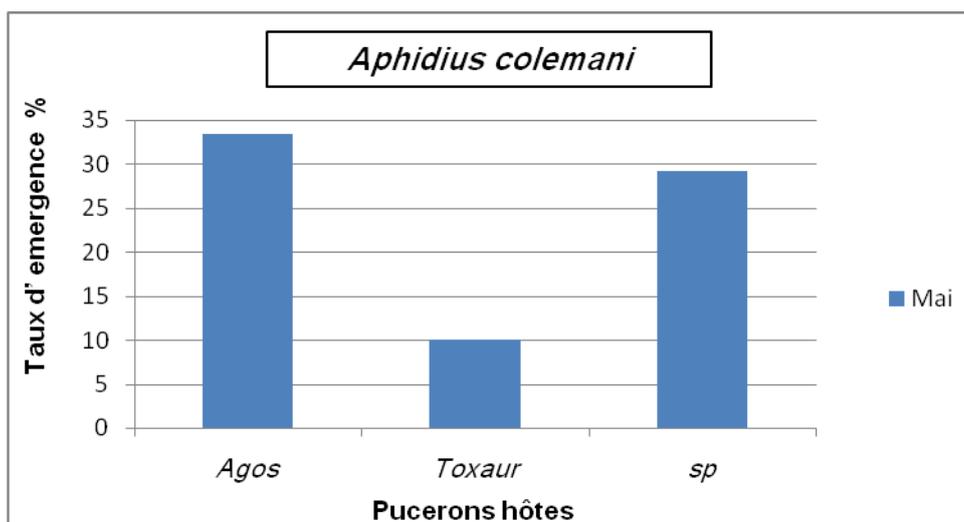


Figure 4.12 : Variation mensuelle d'*Aphidius colemani* sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans la région d'étude (Agos : *Aphis gossypii*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*, sp : espèce non identifiée).

IV.10. Moyennes d'éclosions des parasitoïdes par station

IV.10.1 Dans le jardin français

Le taux moyen d'éclosion de *Lysiphlebus testaceipes*, seul parasitoïde rencontré dans le jardin français varie d'une espèce aphidienne à une autre, avec un taux d'éclosion de 100%, 50% et 20% enregistrés sur *Aphis spirecola*, *Toxoptera aurantii* et *Aphis fabae* respectivement, (Figure 4.13)

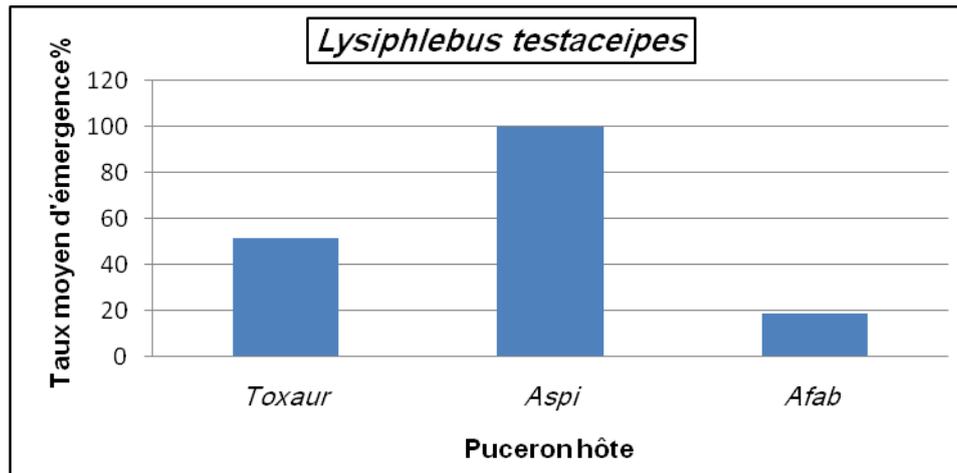


Figure 4.13 : Taux d'éclosion moyen de *L. testaceipes* dans le jardin Français. (Aspi : *Aphis spirecola*, Afab : *Aphis fabae* Toxaur : *Toxoptera aurantii*, Lytes : *Lysiphlebus testaceipes*)

IV.10.2. Dans le Carré floriculture

On note dans cette station un taux moyen d'éclosion de 100% de *Trioxys angelicae* chez l'hôte *Aphis gossypii*. Le parasitisme de *Lysiphlebus testaceipes* est par contre rencontré chez plusieurs aphides *Aphis gossypii*, *Aphis punicae*, *Toxoptera aurantii* avec différents pourcentages 60%, 50%, 30% respectivement. On remarque aussi la présence du parasitoïde *Aphidius colemani* avec 10% d'éclosion retrouvé chez l'aphide *Toxoptera aurantii*. (Figure 4.14)

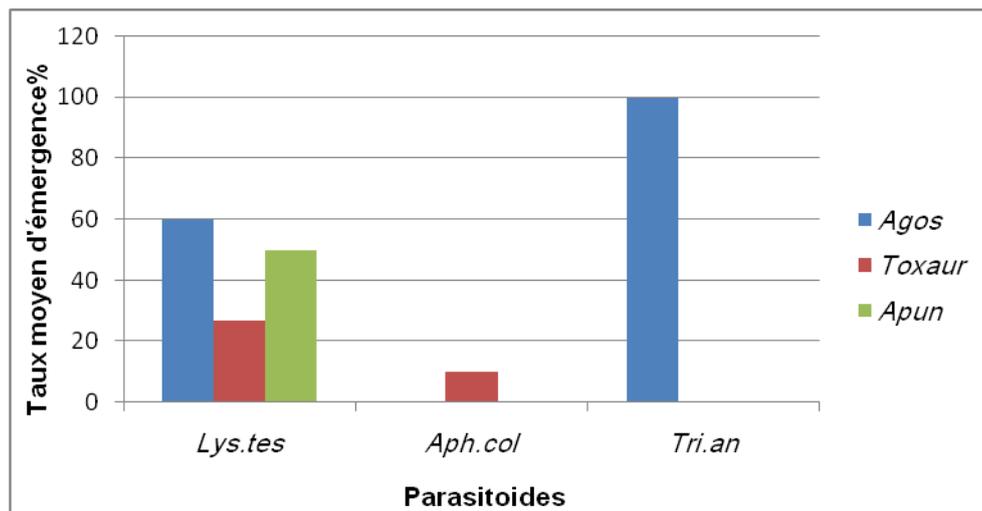


Figure 4.14: Taux d'émergence moyen de chaque parasitoïde sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans le carré floriculture (Aspi : *Aphis spirecola*, Apun : *Aphis punicae*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*, Lys.tes : *Lysiphlebus testaceipes*, Aph.col : *Aphidius colemani*, Tri.an : *Trioxys angelicae*)

IV.10.3. Dans le Carré botanique

Lysiphlebus testaceipes est présent dans les différentes espèces d'aphides hôtes rencontrés dans cette station avec une moyenne d'émergence élevée. Par exemple chez *Aphis fabae*, il y'a une émergence de plus de 80%. Par contre, *Aphidius colemani* est rencontré chez *Aphis gossypii* et une espèce non identifiée avec des pourcentages de 32% et 28% respectivement. Enfin, on retrouve le parasitoïde *Trioxys angelicae* avec un taux d'émergence de 40% chez l'hôte *Toxoptera aurantii* seulement (Figure 4.15).

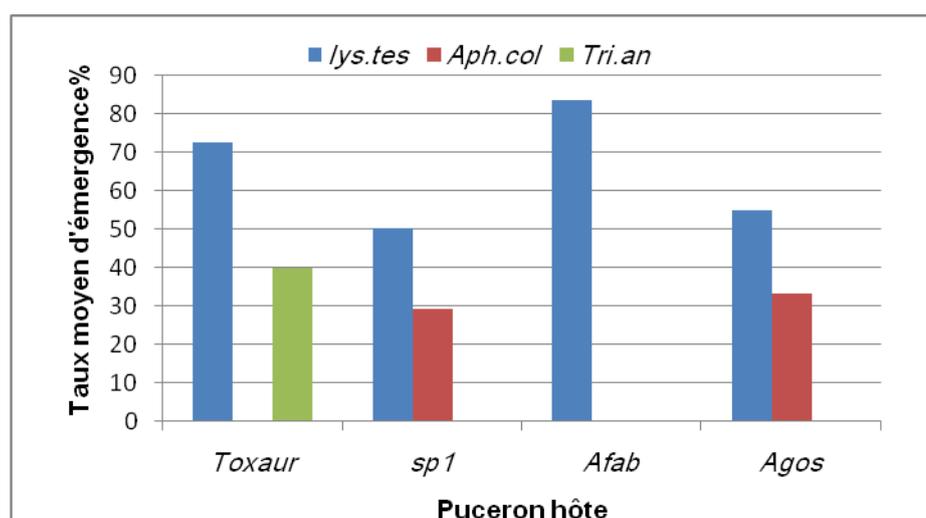


Figure 4.15: Taux d'émergence moyen de chaque parasitoïde sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans le carré botanique (Aspi : *Aphis spirecola*, Afab : *Aphis fabae*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*, sp1: espèce non identifiée, Lys.tes : *Lysiphlebus testaceipes*, Aph.col : *Aphidius colemani*, Tri.an : *Trioxys angelicae*)

IV.10.4. Dans le jardin Anglais

Chez *Toxoptera aurantii*, *Aphis gossypii*, *Aphis spirecola* et *Aphis pomi* et une espèce non identifié, nous avons remarqué un taux d'émergence élevé d'émergence (jusqu'à 100%) du parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes*. Par contre *Trioxys acaphela* n'a été rencontré que chez *Aphis gossypii* avec un taux moyen de 100% et chez *Aphis spirecola* avec 40% d'émergence (Figure 4.16).

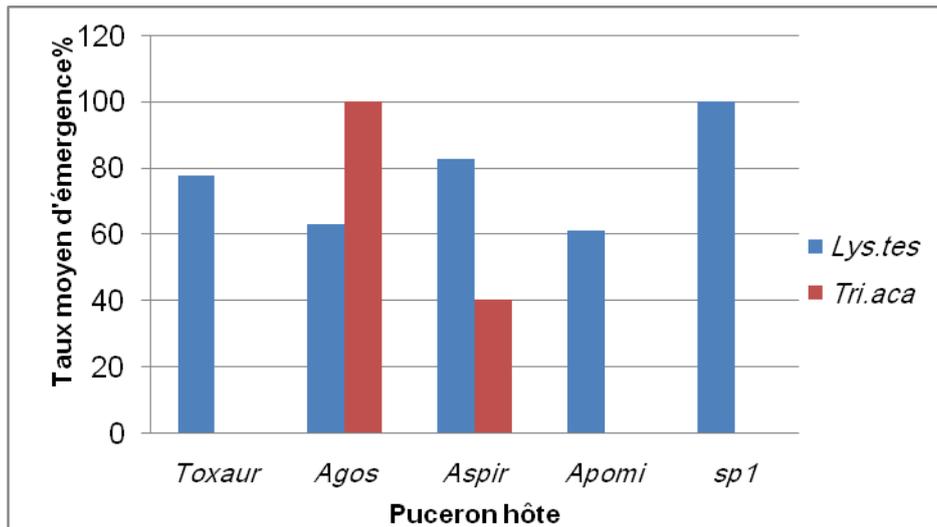


Figure 4.16. : Taux d'émergence moyen de chaque parasitoïde sur les différentes espèces aphidiennes rencontrées dans le jardin Anglais (Aspi : *Aphis spirecola*, Apomi : *Aphis pomi*, Agos : *Aphis gossypii*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*, Lys. tes : *Lysiphlebus testaceipes*, Tri. aca : *Trioxys acaphela*).

IV.11. Sexe ratio

La plupart des espèces de parasitoïdes primaires émergées et rencontrées dans les stations d'étude du jardin d'El Hamma, sont des populations mixtes mais avec une certaine dominance des femelles.

IV.11.1. Variation mensuelle globale du sexe ratio chez *Lysiphlebus testaceipes*

Le sexe ratio est équilibré pour l'espèce *Lysiphlebus testaceipes*. Il varie selon les mois et selon les différentes aphides hôtes notamment sur *Toxoptera aurantii* et *Aphis gossypii* on remarque presque les mêmes variations mensuelles de sexe ratio sur chaque aphides et chez *Aphis spirecola* est enregistré en février et mars par une différenciation de la variation du sexe ratio durant toute la période d'observation. Enfin pour les autres aphides hôtes, on remarque l'absence de la variation de sexe ratio (Figure 4.17).

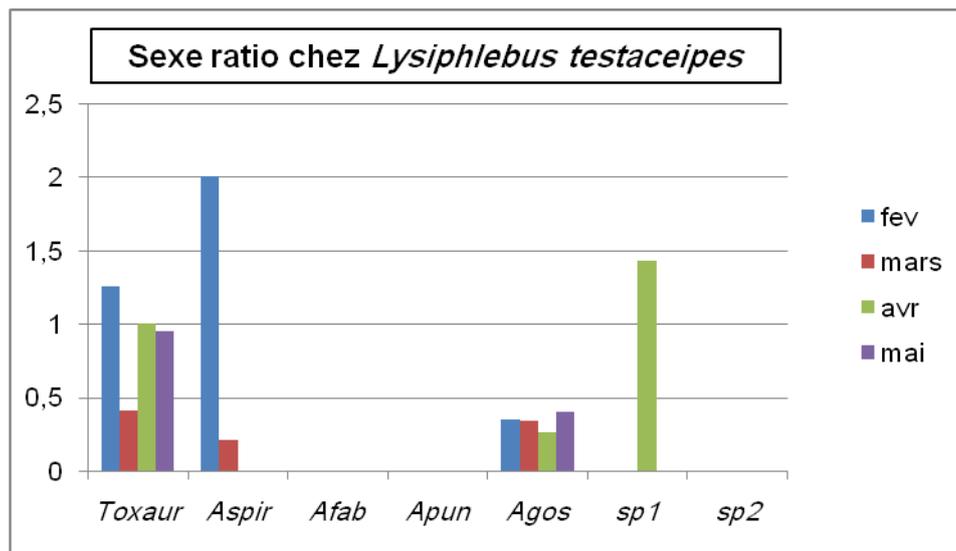


Figure 4.17: Variation mensuelle globale du sexe ratio chez *Lysiphlebus testaceipes* dans la région d'étude. Aspi : *Aphis spirecola*, Afab : *Aphis faba*, Apun : *Aphis punicae*, Apomi : *Aphis pomi*, Agos : *Aphis gossypii*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*, sp1 et sp2 : espèces non identifiées.

IV.11.2. Variation temporelle du sexe ratio dans chaque habitat

Sur *Toxoptera aurantii* surtout, le sexe ratio de *L. testaceipes* dans le jardin français est plus élevé en février et mai (Figure 4.18).

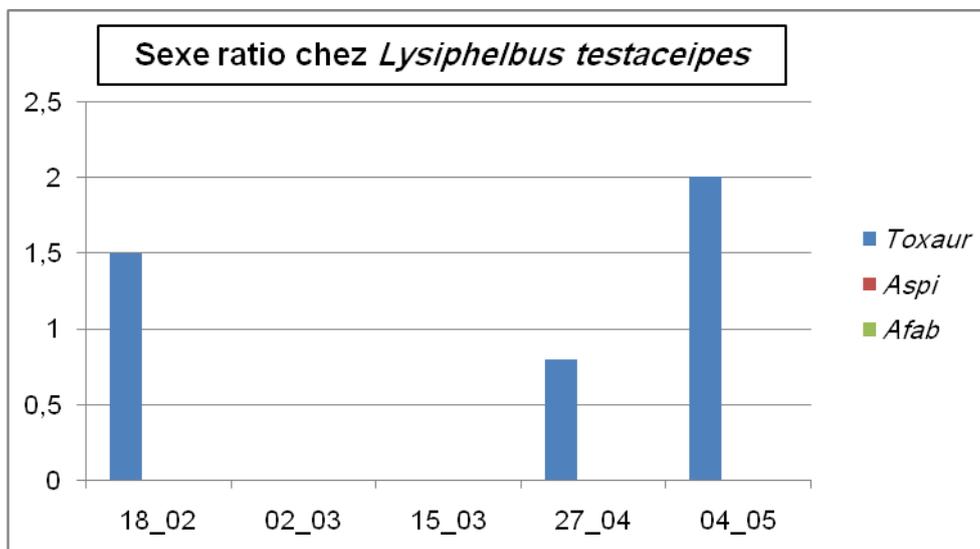


Figure 4.18: Variation temporelle du sexe ratio chez *Lysiphlebus testaceipes* dans le jardin français. (Aspi : *Aphis spirecola*, Afab : *Aphis faba*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*).

Dans le carré floriculture, le sexe ratio est plus élevé chez *Toxoptera aurantii* vers le mi Février, contrairement sur *Aphis gossypii* où il est de faible variation au début de ce mois (Figure 4.19).

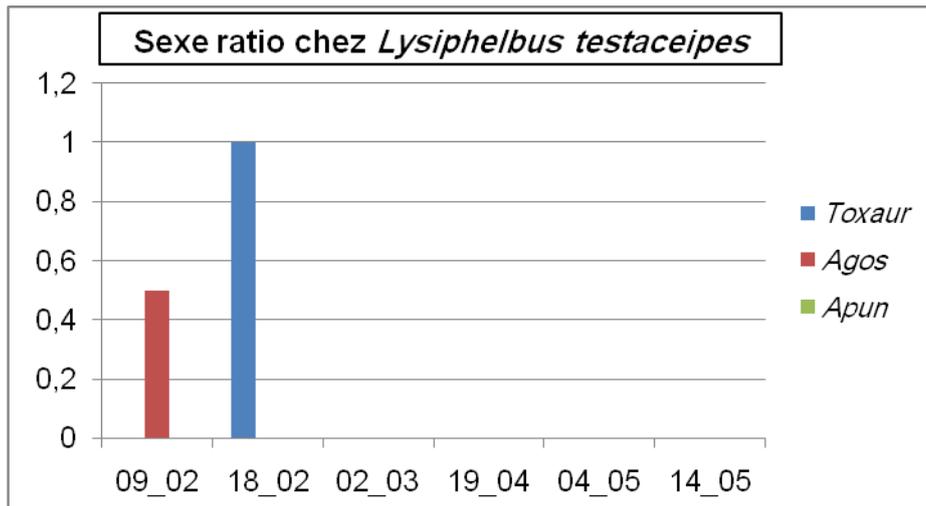


Figure 4.19: Variation temporelle du sexe ratio chez *Lysiphlebus testaceipes* dans le carré floriculture. (Apun : *Aphis punicae*, Agos : *Aphis gossypii*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*).

Au niveau du carré botanique, chez l'aphide *Toxoptera aurantii* il y'a une variation importante de sexe ratio de *Lysiphlebus testaceipes* selon le temps. Le rapport du nombre de mâles sur le nombre de femelles est élevé au 07 Avril. Contrairement, il est plus élevé sur *Aphis fabae* au 27 Avril. Chez les autres espèces, les populations de *Lysiphlebus* comptent soit des mâles soit des femelles et donc il n'ya pas de ratio (Figure 4.20).

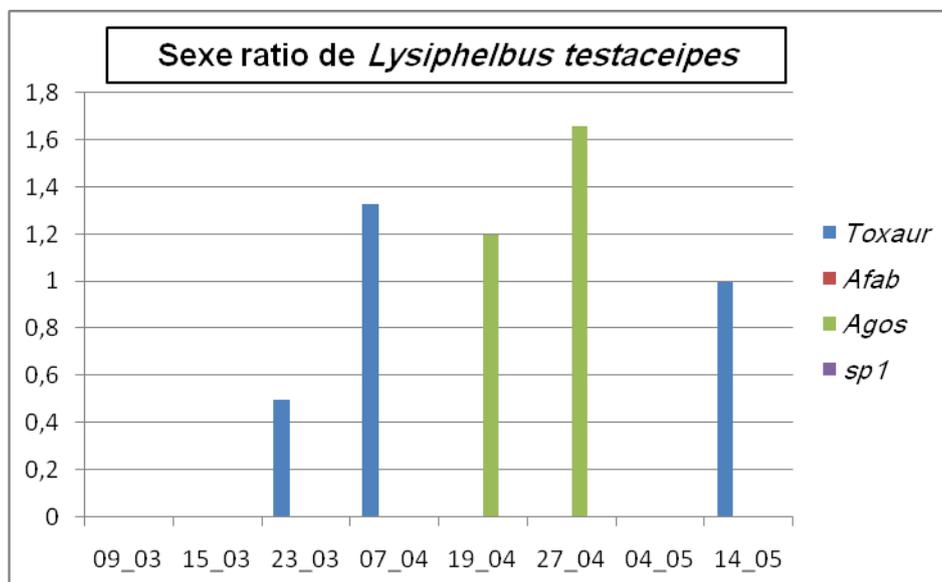


Figure 4.20 : La variation temporelle de sexe ratio de l'espèce *Lysiphlebus testaceipes* dans le carré botanique (Afab : *Aphis faba*, Toxaur : *Toxoptera aurantii*, Agos: *Aphis gossypii*, sp1: espèce non identifiée).

Au niveau du jardin anglais, le sexe ratio de *Lysiphlebus testaceipes* est enregistré presque toute la période d'étude. Les variations chez l'aphide hôte

Chapitre IV: Résultats et discussions

Toxoptera aurantii sont plus élevées à la fin Avril, mais il ya des variabilités aux autres dates (30 Mars, 19 et 27 Avril, 04 et 14 Mai). Sur *Aphis Spirecola*, le sexe ratio est plus élevé en Février qu'à la fin Mars. Sur les autres espèces aphidiennes, les populations de *Lysiphlebus* ne sont constituées que par des mâles ou des femelles. (Figure 4.21).

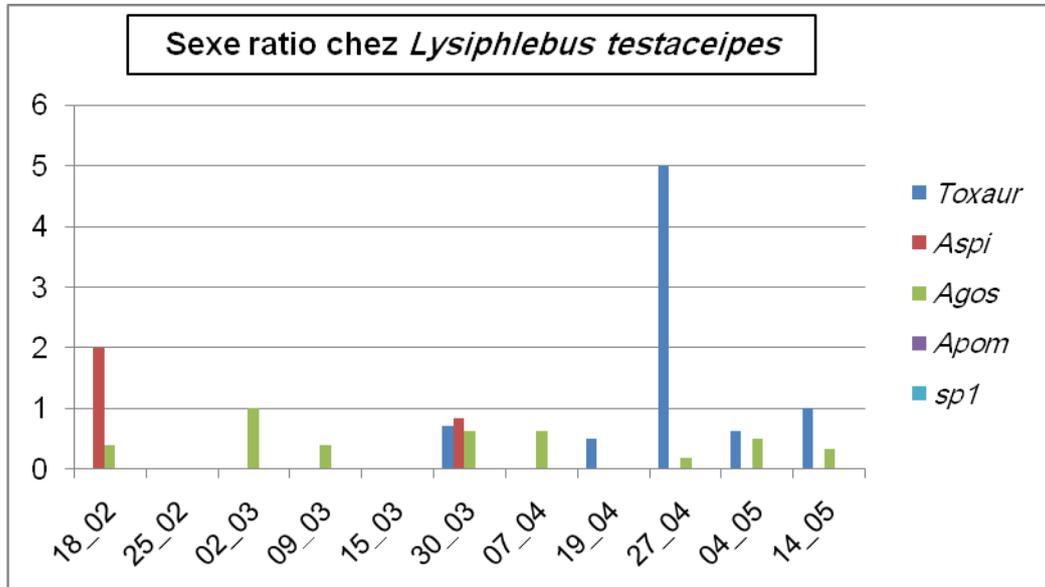


Figure 4.21: La variation temporelle de sexe ratio de l'espèce *Lysiphlebus testaceipes* dans le jardin anglais (Toxaur : *Toxoptera aurantii*, Aspi : *Aphis spirecola*, Agos : *Aphis gossypii*, Apomi : *Aphis pomi*, sp1: espèce non identifiée).

IV.11.3. Variation mensuelle du sexe ratio par station

Le sexe ratio de *Lysiphlebus testaceipes* au niveau du jardin français est plus élevé sur *Toxoptera aurantii* en Mai que pendant les autres mois. Sur les autres pucerons, seul l'un des sexes du parasitoïde domine, (4.22).

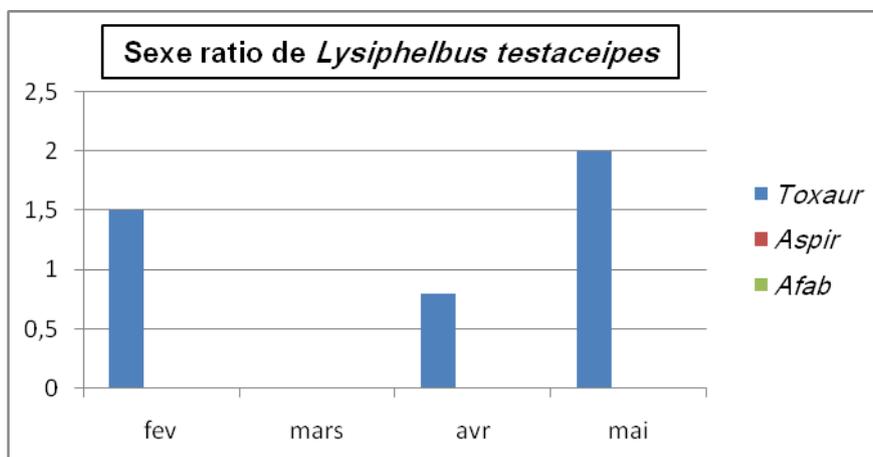


Figure 4.22 : Variation mensuelle du sexe ratio de *Lysiphlebus testaceipes* dans le jardin français (Toxaur : *Toxoptera aurantii*, Aspir : *Aphis spirecola*, Afab : *Aphis fabae*).

Chapitre IV: Résultats et discussions

Au niveau de carré floriculture et durant le mois de Février, le rapport du nombre de mâles sur le nombre de femelles est élevé sur *Toxoptera aurantii* en comparaison avec celui observé sur *Aphis gossypii*. Néanmoins, il n'y a que des mâles ou des femelles de *L. testaceipes* sur *A. punicae* (Fig. 4.23).

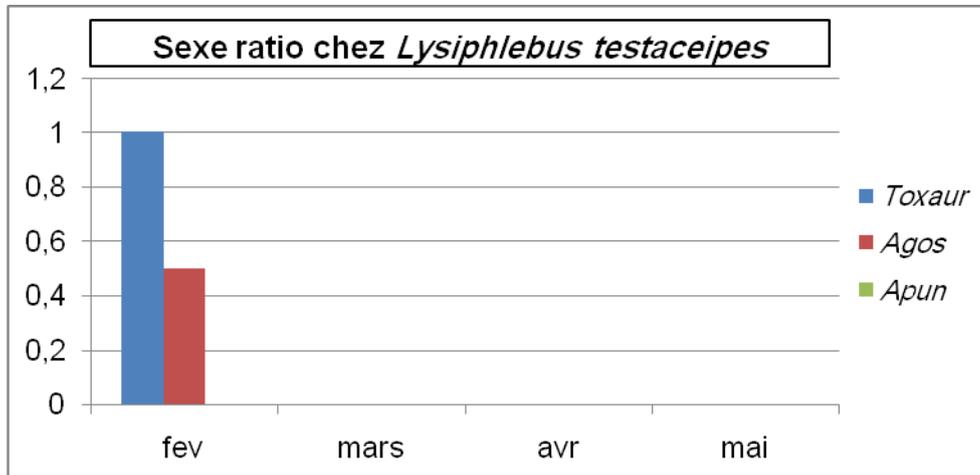


Figure 4.23 : Variation mensuelle du sexe ratio de *Lysiphlebus testaceipes* dans le carré floriculture. (Toxaur : *Toxoptera aurantii*, Agos : *Aphis gossypii*, Apun : *Aphis punicae*).

La figure 4.24 représente la variation mensuelle du sexe ratio de *Lysiphlebus testaceipes* dans le carré botanique. Sur *Toxoptera aurantii*, le sexe ratio semble plus élevé au mois de Mai plus élevé qu'en Mars et'Avril. Sur *Aphis gossypii*, le sexe ratio est plus important en Avril.

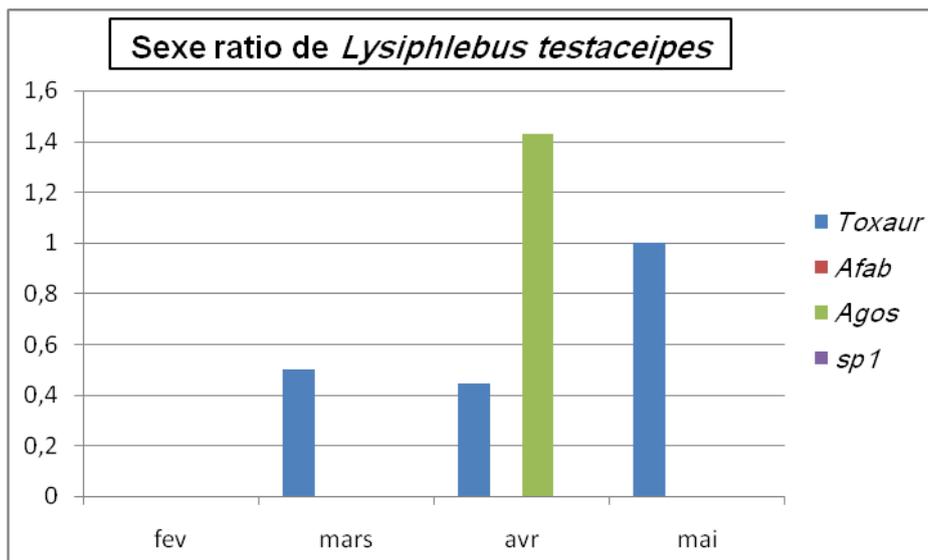


Figure 4.24 : Variation mensuelle du sexe ratio de *Lysiphlebus testaceipes* dans le carré botanique. (Toxaur : *Toxoptera aurantii*, Afab : *Aphis fabae*, Agos : *Aphis gossypii*, Sp1 : espèce non identifiée).

Chapitre IV: Résultats et discussions

Selon la figure 4.25, les populations de *L. testaceipes* ayant émergé d'*Aphis gossypii* se caractérisent par de faibles ratios quel que soit le mois. Il en est de même pour celles qui ont émergé des pucerons *Toxoptera aurantii* et *Aphis spiraecola* au mois de mars. Néanmoins, on peut noter des ratios très élevés sur ces mêmes espèces aphidiennes en avril et en février respectivement (fig. 4.25).

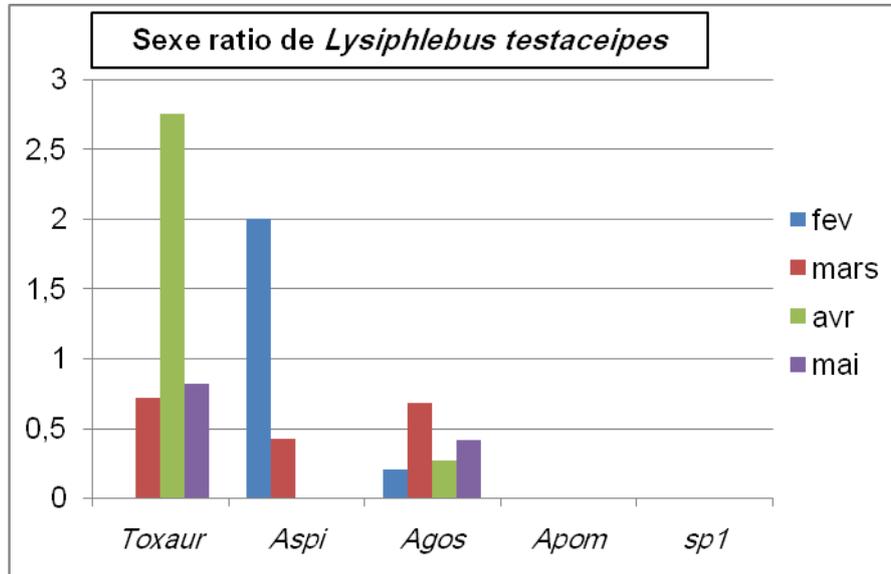


Figure 4.25 : Variation mensuelle du sexe ratio de *Lysiphlebus testaceipes* dans le jardin anglais. (Toxaur : *Toxoptera aurantii*, Aspi : *Aphis spiraecola*, Agos : *Aphis gossypii*, Apom : *Aphis pomi*, Sp1 : espèce non identifiée).

IV.12. Distribution et structure mensuelle des aphides et de leurs parasitoïdes dans les stations étudiées du jardin d'El Hamma.

Nous avons pris en considération les abondances moyennes mensuelles des proies aphidiennes et celles des différentes espèces de parasitoïdes rencontrées de manière à expliquer les relations trophiques entre ces deux catégories entomofauniques fonctionnelles. Le tableau 4.16 indique des valeurs importantes des abondances mensuelles de *L. testaceipes* en comparaison avec les autres taxons de parasitoïdes. Par ailleurs, on peut constater que les abondances de *L. testaceipes* évoluent progressivement dans le temps (Tableau 4.16).

Les aphides *Aphis gossypii* et *Toxoptera aurantii* sont plus abondants par rapport à tous les autres pucerons (*Aphis spiraecola*, *Aphis pomi*, *Aphis punicae*) rencontrés et qui ne sont représentés qu'avec de faibles abondances. Chez les parasitoïdes, les espèces *Aphidius colemani*, *Trioxys angelicae*, *Trioxys acaphela* sont faiblement abondants (Tableau 4.16).

Chapitre IV: Résultats et discussions

Tableau 4.16 : Distribution mensuelle des abondances aphidiennes et de leurs parasitoïdes dans les stations étudiées du jardin d'El Hamma.

Espèces	Février	Mars	Avril	Mai
<i>Aphis gossypii</i>	6,67	7,8	22,25	37
<i>Aphis spirecola</i>	2	7	0,25	0
<i>Aphis fabae</i>	0	1,75	1,75	4
<i>Aphis pomi</i>	0,67	0	0	4
<i>Aphis punicae</i>	0	0	0	1
<i>Toxoptera aurantii</i>	6,33	10,4	15	20
Sp1	0	1	0	0
Sp2	0	0	2	0
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	11,67	15,4	21,75	28,5
<i>Aphidius colemani</i>	0	0	0	3
<i>Trioxys acaphela</i>	0,67	0	0	2
<i>Trioxys angelicae</i>	0	0,2	0,5	0

Pour expliquer comment se structurent les communautés aphidiennes avec leurs complexes parasitoïdes primaires, nous avons réalisé une analyse factorielle des correspondances suivie par une analyse du dendrogramme associé (Figure 4. 26 et figure 4.27). Les résultats de l'A.F.C et de la C.A.H indiquent des associations trophiques spécifiques entre les aphides et leurs parasitoïdes pour un mois considéré, on distingue 3 groupes correspondent à des parasitoïdes et des pucerons en fonction du temps (mois). Le 1^{er} groupe est aperçu en Avril par un aphide aphide Sp2: et par le parasitoïde *Trioxys angelicae*. Le 2^{eme} groupe est représenté par *Aphis spirecola* et Sp1 en Mars. Et le 3^{eme} groupe est représenté par *Aphis gossypii*, *Aphis pomi*, *Aphis punicae*, *Toxoptera aurantii*, et des espèces des parasitoïdes qui sont : *Lysiphlebus testaceipes*, *Aphidius colemani*, *Trioxys acaphela* durant le mois de février et de mai.

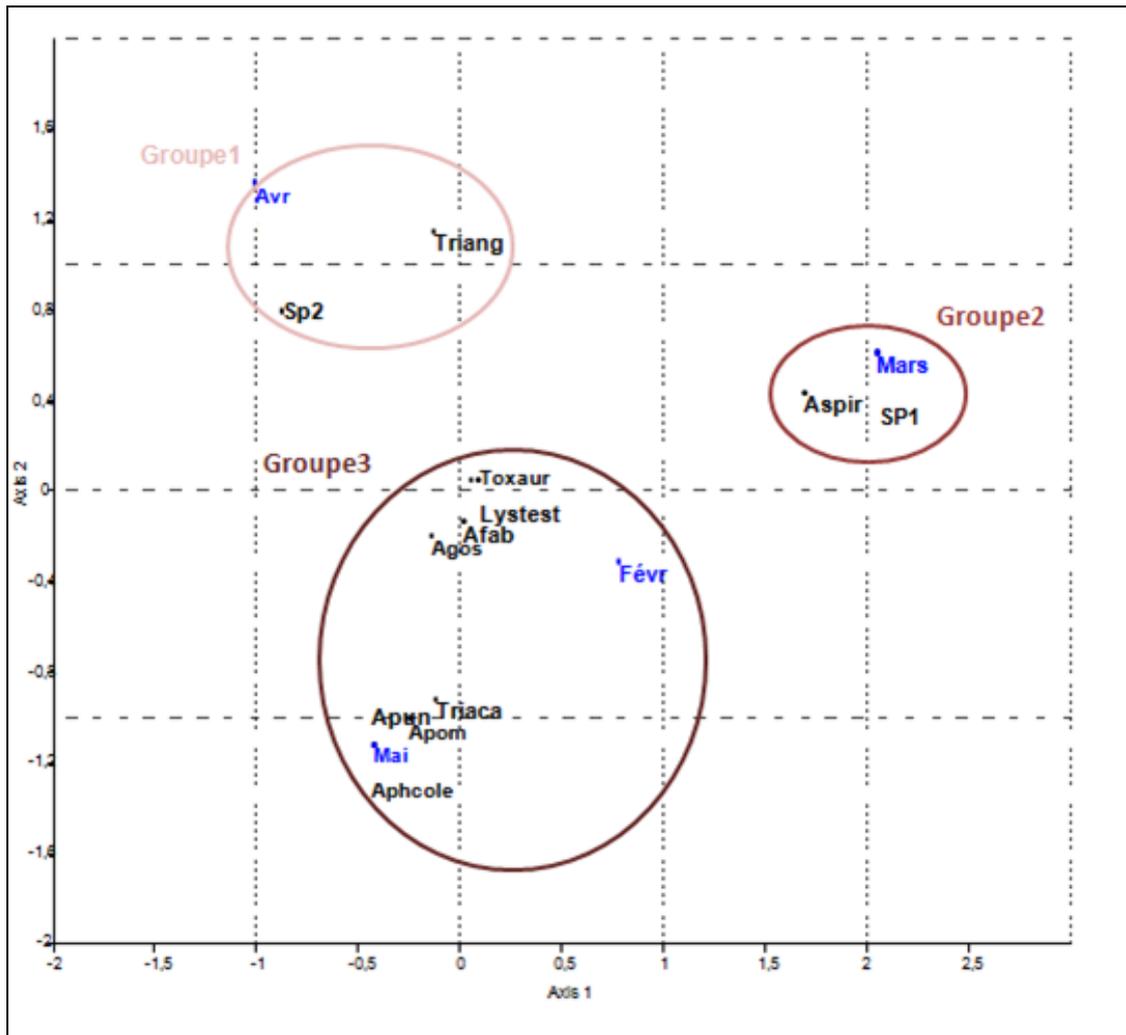


Figure 4.26: Projection sur le plan factoriel F1 F2 de l'AFC, des abondances mensuelles des taxons des Aphides et leurs parasitoïdes dans le jardin d'El Hamma durant la période d'étude.

Chapitre IV: Résultats et discussions

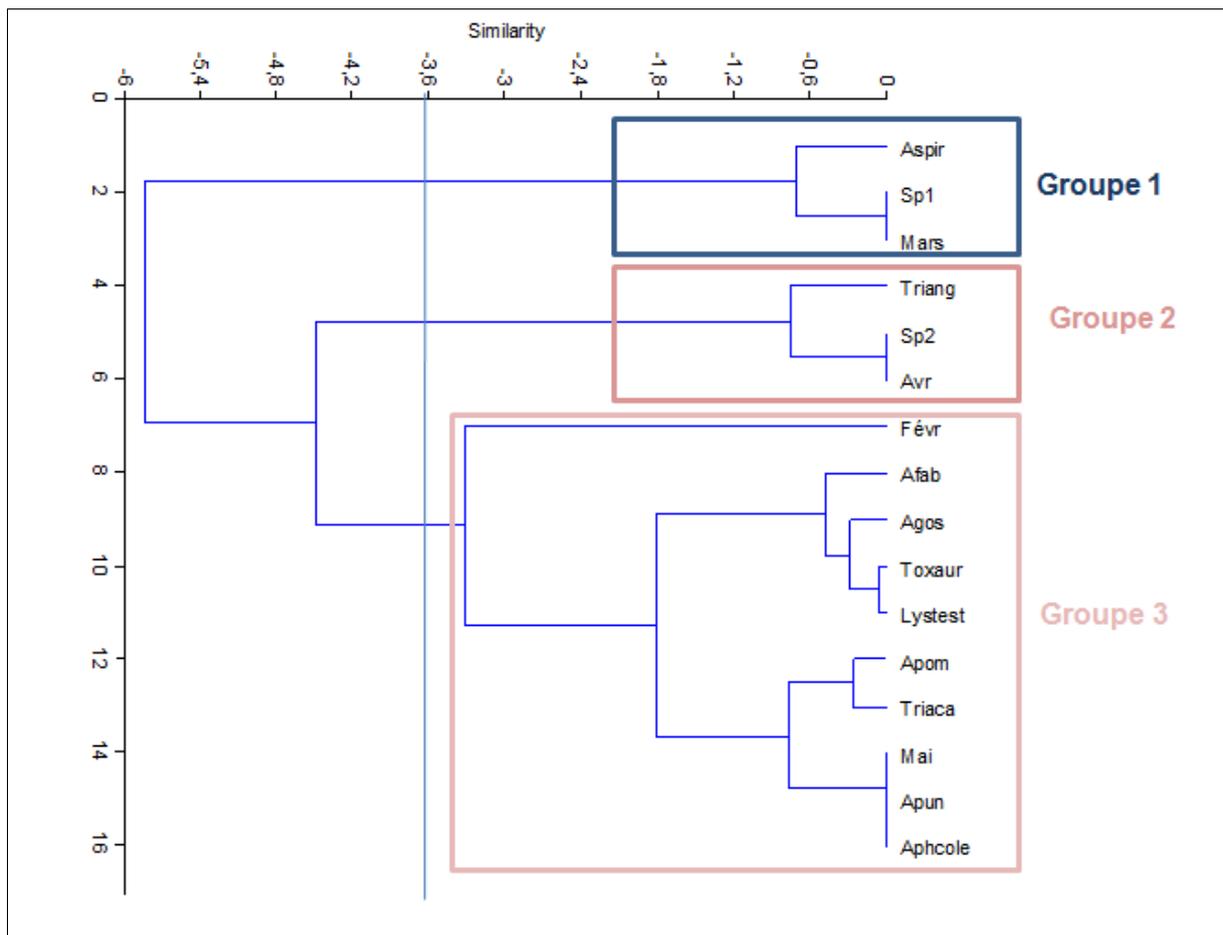


Figure 4.27 : Classification ascendante des variables des abondances mensuelles des taxons des Aphides et leurs parasitoïdes dans la région d'étude d'El Hamma durant la période d'étude.

Chapitre IV : Résultats et discussion

Discussion

D'après les résultats de disponibilités des aphides et leurs plantes hôtes, on distingue 14 associations bio-trophiques (pucceron-plante hôte), au jardin botanique d'El Hamma. Les espèces aphidiennes inventoriées appartiennent à une seule famille, celle des Aphididae dans laquelle nous avons trouvé deux genres : le genre *Aphis* représenté par 4 espèces et le genre *Toxoptera* avec une seule espèce. Ces espèces aphidiennes sont inféodées au total à 15 espèces végétales appartenant à 11 familles botaniques. De manière globale, le genre *Aphis* a été rencontré sur 9 espèces végétales (*Hedera helix*, *Euonymus japonica*, *Malvaviscus arboreus*, *Cinnamomum sp.*, *Punica granatum var-nana*, *Dovyalis caffra*, *Hibiscus rosa sinensis*, *Viburnum tinus*, *Rhaphiolepis indica*) tandis que le genre *Toxoptera* a été retrouvé sur 3 espèces végétales (*Pittosporum tobira*, *Galium aparine*, *Dovyalis caffra*).

En 1996, Saighi avait signalé au jardin d'essai la présence de *Toxoptera* sur 4 familles botaniques : Malvaceae, Pittosporaceae, Rutaceae, Solanaceae) et la présence du genre *Aphis* sur plusieurs familles botaniques parmi lesquelles les Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Malvaceae, Oxalidaceae, Pittosporaceae, Poaceae, et les Rosaceae.

Le genre *Aphis* est trouvé aussi dans la région de Biskra sur des plantes ornementales telles *Myoporum laetum*, *Hibiscus rosa sinensis*, *Duranta plumieri*, *Pistacia lentiscus*, *Gossypium herbaceum*, *Lavandula arboria*, *Punica granatum*, *Pittosporum tobira*, *Gossypium herbaceum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Nerium oleander*, *Pistacia lentiscus*, (Hemidi et al., 2013).

Dans un milieu naturel et cultivé au niveau de la région de Ghardaïa, Chehema et Laamari, (2014) ont trouvés également le genre *Aphis* sur différentes plantes appartenant aux familles des Asclepiadaceae, Fabaceae, Rutaceae, Asteraceae, Caprifoliaceae, Rosaceae, Malvaceae. D'autres travaux ont signalés aussi le genre *Aphis* sur des Apocynaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Brassicaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Malvaceae, Nyctaginaceae, Pittosporaceae, Rosaceae, Rutaceae, et Solanaceae.

Le genre *Toxoptera* avec l'espèce *T. aurantii* existe sur les Rutaceae au Maroc (Sekkat, 2007). C'est une espèce reconnue comme polyphage ; elle a été signalée par Argyriou (1970) sur des Rutaceae, Fabaceae et

Chapitre IV : Résultats et discussion

Pittosporaceae en Grèce. Bodenheimer et Swirski (1957) in Aroun, (2015) l'ont observé sur *Oxalidaceae*, *Rhamnaceae*, *Rosaceae* et même les *Rutaceae* au Moyen Orient.

Les parasitoïdes de pucerons sont représentés dans la sous famille des Aphidiinae (Hymenoptera : Braconidae) par 3 genres et 4 espèces qui sont *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes*, *Trioxys acalephae*, *Trioxys angelicae*.

Ces mêmes espèces de parasitoïdes ont été trouvés à Biskra parmi les parasitoïdes des pucerons des plantes ornementales avec 7 autres espèces (Hemidi et *al.*, 2013), et déjà signalées dans la région méditerranéenne par Stary et *al.* cités par Kavallieratos et *al.*, (2002) ; Ben Halima-Kamel et Ben Hamouda, (2005) ; et Chehma et Laamari, (2014). Ces espèces de parasitoïdes sont généralement les plus impliquées dans le parasitisme des pucerons à travers le monde (Chou, 1981 cités par Chehma et Laamari, 2014).

Le genre *Lysiphlebus* regroupe environ 30 espèces à travers le monde (Tomanovic et *al.*, 2008). D'après Stary et *al.*, (1971), ces espèces ont une grande capacité d'adaptation aux différentes conditions climatiques. Le genre *Aphidius* regroupe des espèces cosmopolites comme *Aphidius colemani*, *A. ervi*, *A. funebris*, et *A. matricariae* (Chou, 1981 ; Rakhshani et *al.*, 2007). Le genre *Aphidius* est déjà signalée en Algérie par Laamari et *al.*, (2011 et 2012), en Tunisie par Ben Hamouda et Ben Halima, (2005); et par Boukhris-Bouhachem , (2011) et au Maroc (Stary et Sekkat, 1987). Ces espèces sont également trouvées en milieu naturel (Tahar chaouche, 2010) et cultivé (Halimi, 2010) de la région du Biskra.

Les résultats auxquels nous avons abouti ont permis de constater des hyperparasitoïdes (parasitoïdes secondaires) qui parasitent les parasitoïdes primaires rencontrés. Il s'agit d'*Asaphes sp.*, *Pachyneuron sp.*, *Phaenoglyphis villosa* appartenant aux sous familles des Asaphiinae, Pteromalinae, Alloxystinae, respectivement.

Selon Darsouei et *al.* (2011), l'efficacité des parasitoïdes primaires est limitée par l'intervention des hyper parasitoïdes, qui vivent sur les stades immatures des parasitoïdes primaires et qui constituent le quatrième niveau trophique dans de nombreux écosystèmes (Buitenhuis, 2004).

Chapitre IV : Résultats et discussion

D'après Hemidi *et al.* (2013), 18 espèces d'Hyménoptères parasitoïdes ont été rencontrés dans la région de Biskra, à partir des momies de 10 espèces de pucerons des plantes ornementales, dont 11 parasitoïdes primaires représentés par *Aphidius matricariae*, *A. colemani*, *A. ervi*, *A. transcaspicus*, *Aphidius* sp., *Trioxys angelicae*, *T. acalephae*, *Diaeretiella rapae*, *Ephedrus persicae*, *Praon volucre* et *Lysiphlebus testaceipes* et 7 hyperparasitoïdes qui sont représentés par *Alloxysta vitrix* (Alloxystidae), *Dendrocerus* spp. (Megaspilidae), *Syrphophagus aphidivorus* (Encyrtidae), *Asaphes* spp, *Coruna clavata*, une espèce non identifiée de la famille des Pteromalidae et une autre espèce non identifiée de la super famille des Chalcidoidea.

Selon leur importance numérique, les parasitoïdes primaires sont les plus présents avec 96.10 %, dans les milieux d'étude du jardin d'El Hamma. Les parasitoïdes secondaires sont très peu représentés avec 3.90% seulement. Comparativement, Chehema et Laamari (2013) ont signalé un pourcentage de 67.10% de parasitoïdes et 32.92% d'hyperparasitoïdes dans la région du Biskra.

Lysiphlebus testaceipes est trouvé comme le plus adapté à la structure et la composition environnementale du jardin d'essai, avec un taux d'émergence de 90,78%, durant la période d'échantillonnage de février à mai 2016. D'après Sary *et al.* (1971), les espèces du genre *Lysiphlebus* ont une grande capacité d'adaptation aux différentes conditions climatiques. En effet, le nombre et l'efficacité d'un parasitoïde primaire sont déterminés par des facteurs biotiques et abiotiques, en particulier, la température, l'humidité, la disponibilité de nutrition et l'activité des différents hyper parasitoïdes) (Sary, 1970; Barnea *et al.*, 2005 ; Jaskiewicz & Slawinska, 2005; Krawczyk *et al.*, 2009; Ferrer-Suay *et al.*, 2013). Nous avons enregistré pendant la période d'étude des températures moyennes varient de 15 à 19°C, des quantités de pluies moyennes oscillent entre 19 et 120mm de pluies et les moyennes d'humidité relative sont entre de 60% de 70%.

Dans les habitats que nous avons étudiés, les interactions entre les plantes et les insectes phytophages reposent sur trois niveaux trophiques. Les 4 espèces de parasitoïdes primaires, inventoriées à partir des momies de 09 espèces aphidiennes inféodées à 19 espèces végétales ont formés un

Chapitre IV : Résultats et discussion

total de 23 associations tri-trophiques (plante-puceron –parasitoïde primaire). *Lysiphlebus testaceipes* vient au premier rang avec 12 associations tri-trophiques et *Aphidius colemani*, se place au second rang avec 3 associations tri trophiques, suivi en dernier par les deux espèces *Trioxys acalephae* et *Trioxys angelicae* avec 2 associations trophiques seulement. Les travaux d'Hemidi et al. (2013) ont mis en exergue 53 d'associations tri-trophiques enregistrées où les genres *Aphidius* et *Trioxys* ont présenté le plus grand nombre d'associations. Tahar Chaouche (2010) et Halimi, (2010) ont révélé dans la région de Biskra, des relations trophiques dominantes pour les genres *Aphidius* et *Lysiphlebus*.

L'espèce *Lysiphlebus testaceipes* avec 12 associations formées, a été signalée sur 6 espèces aphidiennes inféodées à 8 plantes hôtes. D'après Laamari et al., (2012) *Lysiphlebus testaceipes* est un parasitoïde exotique et considéré comme une espèce naturalisée. Le parasitoïde *L. testaceipes* vient d'être signalé pour la première fois en Algérie sur le puceron *Siphonatrophia cupressi* trouvé sur le Cyprès (Cupressaceae). La même association a été signalée en 2012 dans la Péninsule Ibérique (Espagne) par Lumbierres et al., (2015).

A travers l'Algérie, Laamari & Stary (2013), ont mentionnés que ce parasitoïde occupe la deuxième position après *Aphidius matricariae*. Il a pu développer 74 associations tri-trophiques. Après avoir été introduit dans le Sud de la France en 1973–1974 (Starý et al. 1988), il a pu gagner l'Espagne (Baixeras & Michelena, 1983), le Portugal (Cecilio, 1994) et enfin l'Afrique du Nord, cité par Aggoun (2015).

L'espèce *Aphidius colemani*, avec les 3 associations formées, occupe le deuxième rang. Il a été signalé sur 03 espèces de pucerons inventoriées sur 03 plantes ornementales. Ces aphides hôtes sont *Toxoptera aurantii*, *Aphis gossypii* et une espèce non identifiée sur *Galium aparine*, *Malvaviscus arboreus*, *Cistus sp.*, respectivement. D'après les travaux de Chehma et Laamari (2014), ce genre se rencontre avec 12 associations sur 06 espèces de pucerons qui sont : *Aphis nerii*, *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii*, *Aphis spirecola*, *Aphis fabae*, *Capitophorus eleagni* et une espèce non identifiée sur plusieurs plantes associées au milieu naturel et cultivé.

Chapitre IV : Résultats et discussion

Selon les études d'Hemidi et al. (2013) l'espèce *Aphidius colemani*, avec 10 associations tri-trophiques formées a été signalée sur 04 espèces de pucerons inféodées à 09 plantes ornementales. D'après Elliott et al. (1994) et Stary (1975) cités par Waterhouse (1998), ce parasitoïde préfère s'installer sur des aphides appartenant à la famille des Aphididae. Dans le bassin méditerranéen, *A. colemani* a été isolé à partir des momies de *Melanaphis donacis* et d'*Hyalopterus pruni* au Maroc, en Italie et en France (Stary et Sekkat, 1987 ; Waterhouse, 1998). Il a été signalé aussi en Tunisie sur *Hyalopterus pruni* (Ben Halima et Ben Hamouda, 2005) et sur *Aphis gossypii* (Boukhris Bouhachem, 2011). En France, il a parasité *Aphis nerii* sur laurier rose (Tardieux et Rabasse 1986 et 1988 cités par Waterhouse, 1998). *Aphidius matricariae* et *A. colemani* sont commercialisés dans de nombreux pays comme des agents de contrôle biologique des pucerons (Andorno et al., 2007).

Les derniers associations constatées à travers nos résultats sont représentées par le genre *Trioxys*, avec 02 espèces (*T. angelicae* et *T. acalephae*). L'espèce *T. acalephae* occupe 2 associations tri-trophiques avec deux espèces aphidiennes *Aphis spirecola*, *Aphis gossypii* sur deux plantes hôtes différentes *Viburnum Tinus*, *Malvaviscus arboreus*, respectivement. *T.angelicae* occupe 2 associations avec 2 espèces de pucerons *Aphis gossypii* sur *Malvaviscus arboreus*, et *Toxoptera aurantii* sur *Pittosporum tobira*. Cette dernière espèce de parasitoïde est signalée avec 8 associations et a émergé à partir des momies d'*Aphis gossypii*, *A. punicae* et *A. spiraecola*. En milieu cultivé, *T.angelicae* a été signalé sur *Aphis punicae* et *A. spiraecola* inféodés aux arbres fruitiers. En milieu naturel, ce parasitoïde est associé à des arbustes dans la région de Biskra (Hemidi et al., 2013).

D'après Talebi et al. (2009), les espèces du genre *Trioxys* sont surtout inféodées aux pucerons des arbres et des arbustes. La majorité des espèces du genre *Trioxys* trouvées en Serbie et au Monténégro sont associées aux habitats forestiers (Tomanovic et Kavallieratos, 2002).

Dans notre région d'étude, les hyperparasitoïdes ou les parasitoïdes secondaires, vivent sur les stades immatures des parasitoïdes primaires et qui constituent le quatrième niveau trophique dans de nombreux écosystèmes

Chapitre IV : Résultats et discussion

(Buitenhuis, 2004). L'efficacité des parasitoïdes primaires est limitée par l'intervention des hyperparasitoïdes (Darsouei *et al.*, 2011).

Parmi les 04 parasitoïdes primaires inventoriés dans la région d'étude, 02 ont été attaqués par au moins un hyperparasitoïde *Phaenoglyphis villosa*, *Asaphes sp*, ou *pachyneuron sp*. Les espèces de parasitoïdes qui n'ont pas été parasités durant la période de l'étude, sont *Trioxys acalephae* et *T.angelicae*.

Par ailleurs, il est remarqué que sur les associations tri-trophiques plante-puceron-parasitoïde primaire notées, 6 associations tétra-trophiques ont été formées dans la région du jardin d'essai d'El Hamma.

Certaines interactions tri-trophiques ont favorisé l'installation de 4 espèces d'hyperparasitoïdes. Ceci peut s'expliquer par le fait que la plupart des hyperparasitoïdes sont des généralistes (Gordh, 1981 cité par Buitenhuis, 2004). Ces derniers s'attaquent généralement à de nombreux parasitoïdes primaires installés sur plusieurs pucerons. Les hyperparasitoïdes sont moins attirés à distance par des stimuli chimiques volatils. Toutefois, ils utilisent des stimuli de contact trouvés sur la plante pour localiser leur hôte. L'un des principaux stimuli utilisés est le miellat (Buitenhuis, 2004).

Aggoun (2010), a trouvé sur 13 espèces de parasitoïdes primaires dans la région de Khenchela, 09 espèces sont touchées par l'hyperparasitisme. Les espèces qui n'ont pas été hyper parasitées, sont: *A. colemani*, *L. confusus*, *Ephedrus persicae* et *Diaretiella. rapae*.

Le taux de parasitisme des différentes espèces aphidiennes dans les sites prospectées varie de 10 % à 100 %. Les faibles taux de parasitisme enregistrés sur certaines espèces aphidiennes peuvent être attribués à la densité des pucerons, à la plante, à l'hyperparasitisme, au système de culture appliqué et aux conditions climatiques (Stary, 1979 cités par Chehma et Laamari, 2013). Le genre *Aphis* est le plus exposé à l'action du parasitisme. D'après Stary in Wajnberg et Risn (2006), cité par Chehma et Lammari, 2014), les parasitoïdes trouvent beaucoup de difficultés pour s'installer sur les pucerons au sein des colonies aphidiennes denses. Il a été constaté en effet que sur des plantes très infestées par les pucerons et entièrement couvertes par le miellat, les momies sont rares. Ce phénomène a été également observé par Stary (1979). Cet auteur l'attribue au fait que le miellat limite le

Chapitre IV : Résultats et discussion

déplacement des parasitoïdes. Le taux de parasitisme n'est compté comme significatif, que lorsqu'il est supérieur à 5 % (Praslicka *et al.*, 2004 cité par Chehema, 2013). D'après notre étude, les valeurs enregistrées du parasitisme sont nettement supérieures à ce seuil.

Le taux d'émergence le plus élevé est obtenu chez les pucerons du genre *Aphis* parasités par *Lysiphlebus testaceipes*. Le taux d'émergence varie en fonction de facteurs abiotiques et biotiques, (Bueno *et al.*, 2003, Rodrigues *et al.*, 2004 ; Sidney *et al.*, 2010; Brodeur et Boivin, 2004). Ces différents auteurs ont mentionné que l'hôte convenable affecte directement le développement, la mortalité, la longévité et la fécondité des parasitoïdes.

Les facteurs abiotiques, sont représentés surtout par la température qui agit indirectement sur l'émergence. L'exposition des stades larvaires aux températures extrêmes, induit une chute importante du taux d'émergence, suite à une augmentation de la résistance de l'hôte au parasitisme et à une réduction des activités métaboliques des stades larvaires qui préfèrent entrer en diapause, (Hance *et al.*, 2006).

Concernant les facteurs biotiques, leur action se manifeste d'une façon directe. Rakhshani *et al.* (2004) ont testé l'effet de la qualité de l'hôte et de ses stades larvaires sur le taux de mortalité des parasitoïdes. Ils se sont rendu compte que les stades larvaires sont les plus préférés et que la mortalité est importante si l'âge de l'hôte est très avancé.

Au niveau du jardin d'essai, nous avons trouvé chez les quatre espèces de parasitoïdes primaires rencontrées (*L. testaceipes*, *Aphidius angelicae*, *T. angelicae* et *T. acalephae*), des variations de sexe ratio. Les populations sont mixtes mais avec une dominance des femelles. En particulier, chez *Lysiphlebus testaceipes* la sex-ratio est en faveur des femelles et mieux représenté chez les hôtes *Aphis gossypii* et *Toxoptera aurantii*. Le sexe ratio chez les autres parasitoïdes est très peu représenté mais avec une dominance des femelles également. Les femelles des parasitoïdes sont issues d'œufs fécondés contrairement aux mâles obtenus à partir d'œufs non fécondés (Chehema, 2013). Les femelles des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons peuvent déterminer le sexe de leur descendance.

Conclusion et perspectives

Notre travail a contribué à connaître la diversité et la richesse végétale dans quatre habitats différents du jardin d'El Hamma, où nous avons retrouvé une hétérogénéité floristique entre les stations. Parmi les familles ont retrouvées les Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Solanaceae, qui sont parmi les familles végétales qui attirent les pucerons par leur richesse en sève brute. En parallèle on trouve des familles (Asteraceae, Boraginaceae Brassicaceae, Convolvulaceae, Ebenaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Iridaceae, Liliaceae, Rosaceae, Solanaceae) qui sont des plantes attractives pour les auxiliaires. Nous avons retrouvé aussi des plantes nectarifères qui appartiennent à des plusieurs familles Rosaceae, Hippocastanaceae Bignoniaceae Adoxaceae, Celastraceae, Malvaceae, Araliacées.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette recherche ont permis d'établir un inventaire des hyménoptères parasitoïdes des pucerons inféodés aux différentes plantes trouvées dans les quatre sites d'étude au niveau de jardin d'essai d'El Hamma. Un total de 7 espèces d'Hyménoptères est obtenu à partir des momies de 8 espèces aphidiennes inféodées à 19 espèces végétales échantillonnées dans ce milieu. La collection des aphides trouvés porte sur 8 espèces aphidiennes qui sont *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Aphis pomi*, *Aphis punicae*, *Aphis spirecola*, *Toxoptera aurantii* et 2 espèces non identifiées.

Parmi les hyménoptères rencontrés, 4 espèces sont des parasitoïdes primaires retrouvées à partir de 8 espèces aphidiennes. Ces parasitoïdes appartiennent à la famille des Braconidae et à la sous famille des Aphidiinae, et sont représentées par les espèces par *Lysiphlebus testaceipes*, *Aphidius colemani*, *Trioxys angelicae*, *Trioxys acalephae*, le plus représenté c'est *Lysiphlebus testaceipes*. Les 3 autres espèces hyménoptères sont des hyperparasitoïdes appartenant aux familles des Pteromalidae, Figitidae. Les Pteromalidae comptent deux espèces *Asaphes sp* et *Pachyneuron sp*. appartenant aux sous familles des Asaphinae et Pteromalinae respectivement. Les Figitidae sont représentés dans notre échantillonnage par l'espèce *Phaenoglyphis villosa* appartenant à la sous famille d'Alloxystinae.

Conclusion et perspectives

Une abondance de **282** individus d'Hyménoptères parasitoïdes a été relevée. Parmi ceux-ci, **271** individus sont des parasitoïdes primaires, soit 96.10 % du total et 3.90 % du total des parasitoïdes secondaires ou hyperparasitoïdes. Parmi les parasitoïdes primaires, l'espèce *Lysiphlebus testaceipes* est majoritaire dans tout le complexe parasitaire rencontré, avec 256 individus (90.78 de l'effectif global).

L'étude des associations tri-trophiques, a fait ressortir 23 associations plante-puceron-parasitoïde. Parmi ces associations 8 relations appartiennent à l'espèce *Lysiphlebus testaceipes* très abondante par rapport aux autres espèces de parasitoïdes. Les associations tétra-trophiques se caractérisent par 6 relations (Hyperparasitoïdes-parasitoïde-puceron-plante hôte).

L'étude a montré que le taux d'émergence et de parasitisme par *Lysiphlebus testaceipes* est très élevé par rapport à celui des autres espèces de parasitoïdes. Les émergences des adultes comptent plus de femelles que de mâles ce qui signifie que le développement larvaire a été favorisée par des proies aphidiennes de bonne qualité nutritive. Le taux de parasitisme de *L. testaceipes* a atteint un maximum de 100% sur plusieurs espèces aphidiennes sur *Aphis gossypii*, *Aphis spirecola*, *Aphis fabae* et *Aphis pomi* ainsi que *Toxoptera aurantii*. Le taux d'émergence était très important dans les associations trophiques avec les pucerons du genre *Aphis*. Le taux le plus élevé est obtenu chez le puceron *Aphis gossypii* parasité par *Lysiphlebus testaceipes*. L'étude de la sex-ratio a montré que la majorité des espèces de parasitoïdes primaires émergées à partir des momies des différentes espèces aphidiennes, sont des populations mixtes mais avec une dominance des femelles.

Dans les milieux étudiés dans le jardin d'El Hamma, nous avons donc mis en évidence une abondance d'une espèce parasitoïde, qui est *Lysiphlebus testaceipes*. D'origine néotropicale *L. testaceipes* est un parasitoïde généraliste des pucerons qui se trouve a confronté à des environnements très changeants.

Conclusion et perspectives

Il serait alors très utile et souhaitable de compléter ce travail par des études plus approfondies sur les relations trophiques entre les insectes nuisibles ou utiles et les plantes, et d'établir d'autres études écologiques au sein du jardin botanique d'El Hamma, et faire des études sur l'impact des ravageurs sur les plantes.

Références bibliographique

1. **Abessemmed D.F., 1990-** Complément d'inventaire des Hyménoptères Aphidiides et contribution à l'étude biologique de *Diaratiella rapae* (Hyménoptera, Aphididae), parasite du puceron cendre du chou *Brevicoryne brassicae* L., et du puceron ver du pécher *Mysus persicae* Sulz ; (Homoptera ; Aphididae).Thèse Ing. Agro., l'INES de Blida.107p.
2. **Aggoun H., 2015-** Contribution à l'étude des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel dans la région de Khenchela. Mémoire Mag. Ins.des Sciences Vétérinaires et des Sciences Agro. Uni. El-Hadj Lakhdar – Batna.61p.
3. **Altieri M. A., Nicholls C.I., Fritz, M.A., 2005-** Manage insects on your farm: a guide to ecological strategies. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD. Alyokhin, A., Drummond, F.A., Sewell, G.,
4. **Andorno A. V., Silvia N L., and Eduardo N. B., 2007-** Aphid-parasitoid associations (Hemiptera: Aphididae; Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) on organic vegetable crops in Los Cardales, Buenos Aires, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 66 (1-2): 171-175.
5. **A.N.N. (Agence national de la conservation de la nature), 2000-** le jardin d'essai du Hamma, Alger.
6. **Anonyme, 2014-** Encyclop' Aphids. Morphologie et nomenclature des Hyménoptères, <http://www7.inra.fr/opie-insectes/ch-hymen-m.htm>
7. **Argyriou L.-C., 1970-** Les aphides nuisibles aux agrumes en Grèce et leurs ennemis naturels. *Ann. Inst. Phytopath. Benaki*, 9, 2, 114-117.
8. **Baixeras A.J. & Michelena S.J.M., 1983-** Aparición de *Lysiphlebus (Phlebus) testaceipes* Cresson, 1880 (Hym.: Aphidiidae) en España. *Act. Con. Ibé. Ent.*1: 69-73.
9. **Balachowsky A.S., 1948-** Les cochenilles de France, D'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. Monographie des Coccoidea- Classification-Diaspidinae (première partie) ED. Hermann et Cie, Paris, Coll. "Ento. appl.", Vol. 4, 244-392.
10. **Balachowsky A.S., 1950-** Les cochenilles de France, D'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. Monographie des

Références bibliographique

- Coccoidea. Diaspidinae (Deuxième partie) Aspidiotini. Ed. Hermann et Cie, Paris, Coll. "Ento. Appl.", Vol.5, 398-555.
- 11. Balachowsky A.S., 1953-** Les cochenilles de France, D'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. Monographie des *Coccoidea Diaspidinae* –IV- *Odonaspidini- Parlatorini*. Ed. Hermann et Cie, Paris, Coll. "Ento. Appl.", Vol.4, 726-929.
- 12. Balachowsky A.S., 1954-** Les cochenilles paléarctiques de la tribu des Diaspidini. Ed. Inst. Pasteur, Paris, Coll. "Mémoires Sciences", 450p.
- 13. Barnea O., Mustata M., Mustata G. & Feraru E., 2005-** The complex of parasitoids controlling some colonies of aphids. *"Ent. Sir. Pas. Ech. Nat.*87-97.
- 14. Ben Halima-Kamel M. et Ben Hamouda M.H., 2005-** A propos des pucerons des arbres fruitiers de Tunisie. Notes Fauniques de Gembloux 58 :11-16.
- 15. Benallal K. et Ourabia K., 1988-** Monographie, géologique et géotechnique de la région d'Alger (Recueil de notes). Ed. Office Publ. Univ., Alger, 109 p.
- 16. Bernard L., 1999-** Atlas des hyménoptères de France. Tome1. Ed. Boubée, Paris, 157p.
- 17. Berra S., 1998-** Contribution à l'étude bio-systématique des Oligochètes des régions d'El Harrach, du Hamma et de Birtouta. Thèse Ing. Agro., Inst. Nati. agro., El Harrach, 291 p.
- 18. Boukhris-Bouhachem S., 2011-** Aphid Enemies Reported from Tunisian Citrus Orchards. *Tunisian Journal of plant protection*, 6: 21-27.
- 19. Boivin G., 2001-** Parasitoïdes et lutte biologique: paradigme ou panacée. *Vertigo*, revue électronique. Volume 2- Numéro 2. <http://vertigo.revues.org>.
- 20. Boller, E.F., Häni, F. et Poehling, H.-M., 2004-** Ecological Infrastructures: Ideabook on Functional Biodiversity at the Farm Level Temperate Zones of Europe, IOBCwprs Commission on Integrated Production Guidelines and Endorsement (www.iobc.ch), lang. Eng.-Ger., 211p.

Références bibliographique

21. **Bosque-pérez N.A., Johnson J.B., Schotzko D. J. et Unger L., 2002-** Species diversity, abundance, and phenology of aphid natural enemies on spring wheats resistant and susceptible to Russian wheat aphid. *Ar. in BioControl*, 47(6):667-684.
22. **Brodeur J. & Boivin G., 2004-** Functional ecology of immature parasitoids. *Ann. Rev. Ent.* 49: 27-49.
23. **Bueno, V.H.P., Carnevale A.B. & Sampaio M.V., 2003-** Host preference of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) for *Myzus persicae* (Sulzer) and *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Arq.* 17-20.
24. **Buitenhuis R., McNeil J.N., Boivin G. & Brodeur J., 2004-** The role of honeydew in host searching of aphid hyperparasitoids. *J. Chem. Ecol.*, 30(2), 273-285.
25. **Carra P. et Gueit M., 1952-** Le jardin d'essai du Hamma, Alger, Direction d'horticulture, Alger, 17p.
26. **Cecilio A., 1994-** Evolução faunística após a introdução de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera; Aphidiidae) em Portugal, e o seu interesse na limitação de pragas de afídeos. *Boi. San. Veg. Pla.* 20: 471-476.
27. **Chehama S., Laamari M., 2014-** Etude bioécologie des hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel et cultivé dans la région de Ghardaia. *Rev. BioRessources V.* 4 :62-75.
28. **Chou L.Y. 1981-** The genera of Aphidiidae (Ichneumonoidea) in Taiwan. *J. Agric. Res.* 30 (3): 308-323
29. **Cloutier C. et C. Cloutier. 1992-** Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. Dans *La lutte biologique*, sous la dir. de Vincent, C. et D. Coderre, 19-88. Boucherville (Qué.) : Gaëtan Morin Éditeur Ltée.
30. **Colinet H., Salin C., Boivin G. et Hance TH., 2005-** Host age and fitness related traits in a koinobiont aphid parasitoid. *Ecological Entomology* 30: 473-479.
31. **Colinet H., 2007-** Une approche écologique et biochimique de la résistance au froid chez un parasitoïde de puceron *Aphidius colemani*

Références bibliographique

- (Hymenoptera: Aphidiinae). Université Catholique de Louvain, Louvain La Neuve, 170p.
- 32.Darsouei R., Karimi J., and Modarres-Awal M., 2011-** Parasitic wasps as natural enemies of aphid populations in the Mashhad region of Iran: new data from DNA barcodes and SEM. *Arch. Biol. Sci.*, Belgrade, 63 (4): 1225-1234.
- 33.Delvare G., 2001-** Les insectes d'importance agronomique, « Pratique de l'identification au laboratoire », formation de l'INRA-ENSA de Montpellier.
- 34.Delvare G., 2006-** Hymenoptera Les insectes d'importance agronomique – « Pratique de l'identification au laboratoire » CIRAD 324-434.
- 35.Djennas-Merrar K., 2002-** place régime alimentaire et biometrie de l'étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris* (Linné, 1758) (Aves, Sturnidae) dans le Jardin d'Essai du Hamma (Alger). Thèse magistère, Inst. Nati. Agro., EL Harrach, 188p.
- 36.Doumandji S., 1984-** les cochenilles Diaspines du Figuier, *Ficus carica* L. en Algérie. Bull. Zool. Agri., Inst. Nat.agro., El Harrach, (10) : 26-43.
- 37.Doumandji S. et Biche M., 1986-** Les cochenilles Diaspines de l'olivier, *Olea europea* en Algérie. Ann. Inst. Nat.agro. El Harrach, Vol. 10 (1) 97-139.
- 38.Ecrement Y., 1996-** Etude pédologique du jardin d'essai Inst.nat. rech. Alger, 190p+annexe.
- 39.Elliott, N.C., B.W. French, J.o. Burd, S.D. Kindler, et D.K. Reed. 1994-** "Parasitism, adult emergence, sex ratio, and Size of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) on several aphid species". *The Great Lake Entomologist*, vol. 27, 137-142.
- 40.E.P.A Jardin d'Essai, 2010-** Index Seminum, Jardin botanique El Hamma, Willaya d'Alger. 20p.
- 41.E.P.A. Jardin d'essai, 2013-** Rapport de présentation du jardin botanique du Hamma, Willaya d'Alger, 60p
- 42.EvelyneT., MauriceH., Bernard C., 2011-**
<https://www6.inra.fr/encyclopediepucerons/layout/set/print/Pucerons-et>

Références bibliographique

- milieu/Antagonistes/Parasitoïdes/Cycle-biologique) mise à jour 2015. INRA cycle biologique d'un parasitoïde.
- 43. Evelyne T., Bernard C., Maurice H., 2012-** <https://www6.inra.fr/encyclopedie-pucerons/Glossaire/Koinobionte>.
- 44. Farhad A., Talebi A.A. & Fathipour Y., 2011-** Foraging Behavior of *Praon volucre* (Hymenoptera: Braconidae) a Parasitoid of *Sitobion avenae* (Homoptera: Aphididae) on wheat. *Hin. Pub. Cor.* 1: 1-7.
- 45. Ferrer-Suay M., Selfa J., Tomanovi Ž., Jankovi M., Kos K., Rakhshani E. & Pujade-Villar J., 2013-** Revision of *Alloxysta* from the north-western Balkan Peninsula with description of two new species (Hymenoptera: Figitidae: Charipinae). *Act. Ent. Mus. Nat. Pra.* 53(1): 347-368.
- 46. Godfray, R.C.I., 1994-** Parasitoids. Behavioral and evolutionary ecology. Princeton (N.J.): Princeton University Press, 473p.
- 47. Güz N. & Kilincer N., 2005-** Aphid Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) on Weeds from Ankara, Turkey. *Phy.* 33(4): 359-366.
- 48. Hagvar, E.B. & Hofsvang, T., 1991-** Aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): biology, host selection, and use in biological control. *Biocontrol News and Information*, 12: 13–41.
- 49. Halimi C. W., 2010-** Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu cultivé dans la région de Biskra. *Mém. Mag. Inst. Sc. Nt. Vie. Univ. Biskra*, 80 p.
- 50. Hamlaoui L. et Mébarki R., 2011-** Entretien et suivi phytosanitaire d'un jardin botanique. *inst. Nat. Spécialise de la formation professionnelle de Bougara. Mémoire de fin de formation, spécialité : paysagiste*, 35p
- 51. Hance TH., Baaren J.V., Vernon P.H. et Boivin G., 2006-** Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. *Ann. Rev. Entomol.* 25: 107-126.
- 52. He X, Wang Q, et Teulon D., 2004-** Emergence, sexual maturation and oviposition of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *New Zealand Plant Protection* 57: 214-220.

Références bibliographique

- 53. Heie O.E., 1986-** The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. III. Family Aphididae: subfamily Pterocommatinae and tribe Aphidini of subfamily Aphidinae // *Fauna Entomologica Scandinavica*. vol. 17, 1–314
- 54. Hemidi W., Laamari M., Tahar Chaouche S., 2013-** Les hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés aux plantes ornementales de la ville de Biskra. USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations & Animal Communities “Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems "CIPCA4"TAGHIT (Bechar) – ALGERIA, 363-371.
- 55. Kalule, T, et Wright D., 2004-** The influence of cultivar and cultivar-aphid odours on the olfactory response of the parasitoid *Aphidius colemani*. *Journal of Applied Entomology* 128: 120-125.
- 56. Kamenova S., 2009-** Influence de la composition et de la structuration du paysage sur le fonctionnement des populations de ravageurs des cultures. Mémoire Master 2, Univ.de Rennes, 20p.
- 57. Kavallieratos N.G., Lkouessis D.P., Sarlis G.P., Stathas G.J., Sanchis A., 2001-** The Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) Of Greece. *Phytoparasitica* 29 (4): 306-340.
- 58. Kavallieratos N.G., Athanassiou CH. G., Stathas G.J. et Momonovic C.Z., 2002-** Aphid parasitoid (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) on citrus: Seasonal, and sampling indices. *Phytoparasitica* 30(4): 365-377
- 59. Kavallieratos N. G., Tomanovic Z., Stary P., et Emmanouel N., 2008-** *Vitex agnus cactus* and *Euphorbia characias* ssp. *Wulfenii* as reservoirs of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Florida Entomologist* 91(2): 179-191.
- 60. Krawczyk A., Hurej M. & Jackowski J., 2009-** Hyper-parasitoids of aphids on maize in Opole region in Poland. *Pol. Jou. Ent.* 78: 161-168.
- 61. Laamari M., Jousselin E. et Coeur d’Acier A., 2010-** Assessment of aphid diversity (Hemiptera: Aphididae) in Algeria: a fourteen-year investigation. *Fau. Ent.* 62 (2): 73-87.
- 62. Laamari M., Tahar Chaouche S., Benferhat S., Abbès S.B., Merouani H., Ghodbane S., Khenissa N. et Stary P., 2011-**

Références bibliographique

- Interactions tritrophiques: plante-puceron- hyménoptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. *Ent. Fau.* 63 (3) :115-120.
- 63.Laamari M., Tahar Chaouche S., Benferhat S., Abbes S.B., Merouani H., Ghodbane S., Khenissa N & Stary P., 2012-** A review of aphid parasitoids and their associations in Algeria (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae; Hemiptera: Aphidoidea). *Afric. Entomol.* 20(1): 161–170.
- 64.Laamari M., Coeur d'Acier A. & Jousselin E., 2013-** New data on aphid fauna (Hemiptera, Aphididae) in Algeria. *Zoo.*319: 223-229.
- 65.Laamari M. & Stary P., 2013-** Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) of Algeria: diversity, host associations and distribution. In: *Int. Sym. Eco. Aphid.* 12, Belgrade, Serbia.
- 66.Le Lann C., 2009-** Partage de la ressource au sein d'une guildes : des histoires de vie, comportements et réactions à la température contrastés. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1
- 67.Leclant F., 1978-** *Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification.* Tome I, grandes cultures. Ed. Association de Coordination Technique Agricole, Paris, 63p.
- 68.Leroy P., Capella Q., Haubruge E., 2009-** L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13(2), 325-334.
- 69.Lin L, et Ives A., 2003-** The effect of parasitoid host-size preference on host population growth rates: an example of *Aphidius colemani* and *Aphis glycines*. *Ecological Entomology* 28: 542-550.
- 70.Lumbierres B., Perez Hidalgo N., Stary p., Pons X., 2015-** First record of the invasive *Siphonatrophia cupressi* (Swain) (Aphididae: aphidini: Aphidina) in the Iberian peninsula. *Redia-Giornale Di Zoologia* 98: 141-144.
- 71.Malais M. H., Ravensberg W. J., 2006-** La biologie des ravageurs des serres et de leurs ennemis naturels, connaître et reconnaître. Édi. Koppert, 1 vol. (290 p.), 279-285.

Références bibliographique

- 72. Martinou A. F., Wright D. J., 2007-** Host instar and host plant effects on *Aphidius colemani*. *Journal of Applied Entomology*. V.131, Is.9-10, 621-624.
- 73. Matin S H., Sahragard A et Rasoolian G., 2009-** Some biological parameters of *Lysephlibus fabarum* (Hymenoptera: Aphidiidae) under laboratory conditions. *Mun.Ent.Zool.* 4 (1) :193-200
- 74. Mauratori F., Lannic J.L., Nenon J.P. et Hance T., 2004-** Larval morphology and development of *Aphidius rhopalosiphi* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Canadian Entomologiste*, 136, 169-180.
- 75. Minks, A. K., et Harrewjin P. (eds). 1988-** Aphids, their biology, Natural Enemies and control. *World Crop Pests*. vol. 2C. Elsevier, Amsterdam. The Netherlands. 312p.
- 76. Moulai R., 1997-** Composition, structure et dynamique des populations d'oiseaux du Jardin du Hamma (Alger) *et essai d'estimation des populations d'étourneaux Sturnus Vulgaris (Linné, 1758) (Aves, Sturnidae) dans leurs dortoirs. Thèse Magister, Inst. Nati.agro., El Harrach, 131.*
- 77. Moreau S. J. M., 2003-** Interactions Hyménoptères parasitoïdes – systèmes immunitaires hôtes: Les mécanismes «actifs» et «passifs» redéfinis, *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, 39:4, 305-314
- 78. Pascal L., Quentin C., Éric H., 2008-** Gembloux Agricultural University – FUSAGx. Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique). 329p. E-mail : entomologie@fsagx.ac.be
- 79. Pike K.S., Stary P., Miller T., Allison D., Boydston L., Graf G. ET Gillesie R., 1997-** Small grain aphid parasitoids (Hymenopterae: Aphelinidae and Aphidiidae) of Washington: distribution, relative abundance, seasonal occurrence, and key to known North American species. *Environ. Entomol.* 26: 1299-1311.
- 80. Powell W., Pell J.K., 2007-** Biological Control. In: van Emden, H.F., Harrington, R. (Eds.), *Aphids as Crop Pests*. CAB International, Cambridge, Massachusetts, USA, 469–513.

Références bibliographique

- 81. Rabasse J.M., 1984-** Rôle des parasites de pucerons dans les cultures de l'ouest de la France. In: Faune et flore auxiliaires en agriculture (49-56).
- 82. Rakhshani, E., Talebi, A. A., Kavallieratos, N. et Fathipour, Y. 2004-** Host stage preference, juvenile mortality and functional response of *Trioxys pallidus* (Hymenoptera: Aphidiinae). *Biologia*, 59: 197-203.
- 83. Rakhshani E., Talebil A. A., Star P., Tamanovic Z. et Manzari S., 2007-** Aphid parasitoid (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiidae) associations on willows and poplars in Iran. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 53(3): 281-292.
- 84. Rohne O., 2002-** Effect of temperature and host stage on performance of *Aphelinus varipes* Forster (Hym., Aphelinidae) parasitizing the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae). *Journal of Applied Entomology-Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie*, 126, 572-576.
- 85. Ronzon B., 2006-** Biodiversité et lutte biologique .Comprendre quelques fonctionnement écologiques dans une parcelle cultivé, pour prévenir contre les pucerons de la salade. Mém. C E S, Agriculture biologique, ENTA de Clermont Ferrand, 25p.
- 86. Rossi C., 2012-** Jardin d'Alger, edt Dalmimen, Algérie, 461p.
- 87. Saighi S., 1998-** Biosystématique de cochenilles diaspines des plantes du jardin d'essai du Hamma et du parc de l'institut national agronomique d'El Harrach. Thèse Magister, Inst. Nati .agro., El-Harrach 325p.
- 88. Sekkat A., 2007 -** Les pucerons des agrumes au Maroc : Pour une agriculture plus respectueuse de l'environnement. E.N.A., Maroc, 53 p.
- 89. Shaun L. A., ET Tilmon K.J., 2006-** Learning by the parasitoid wasp, *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) alters in individual fixed preferences for pea aphid color morphs. *Oecologia* 150:172-179
- 90. Sidney I. A., Bueno V.H.P., Lins Jr J.C., Silva D.B. & Sampaio M.V., 2010-** Quality of different aphid species as hosts for the parasitoid *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Neo. Ent.* 39: 709-713.

Références bibliographique

91. **Stary P., 1970-** Biology of aphid parasites. *Série Entomologica* 643p.
92. **Stary P., Remaudiere G. et Leclant F., 1971-** Les Aphidiidae (Hym.) de France et leurs hôtes (Homo., Aphididae). Ed.le François, Paris. 76p.
93. **Stary, P. 1975-** "*Aphidius colemani* Viereck: its taxonomy, distribution and host range (Hymenoptera, Aphidiidae)". *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, vol. 72, 156-163.
94. **Stary P., 1979-** Aphid parasitoid (Hymenoptera: Aphidiidae) of the central Asian Area. Ed. Dr, W, Junk, N, V, Publisher the Hague, Boston, London, 114p.
95. **Stary P. ET Sekkat A., 1987-** Parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae) of aphid pests in Marocco. *Annls.Soc.Ent.Fr.*23 (2): 145-149
96. **Stary P., Lyon J.P. & Leclant F., 1988-** Post-colonisation host range of *Lysiphlebus testaceipes* in the Mediterranean area (Hymenoptera, Aphidiidae). *Act. Ent. Boh.* 85: 1-11.
97. **Stary P., Lumbierres B. & Pons X., 2004-** Opportunistic changes in the host range of *Lysiphlebus testaceipes* (Cr.), an exotic aphid parasitoid expanding in the Iberian Peninsula. *Jou. Pes. Sci.* 77: 139-144.
98. **Stewart P. 1969-** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bull. Doc. Hist. Nat. Agro.* 24- 25
99. **Tahar Chaouch S., 2010-** Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel dans la région de Biskra. *Mém. Mag. Inst. Agro. Univ. Biskra*, 55 p.
100. **Talebi A. A., Rakhshani E., Fathipour Y., Stary P., Tomanovic Z., and Rajabi-Mazhar N., 2009-** Aphids and their Parasitoids (Hym., Braconidae: Aphidiinae) Associated with Medicinal Plants in Iran. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3 (2): 205-219.
101. **Tomanovic Z., and Kavallieratos N. G., 2002-** *Trioxys* Haliday (Hymenoptera: Aphidiinae) in Serbia and Montenegro. *Acta entomologica serbica*, 7 (1/2): 67 81.

Références bibliographique

102. **Tomanovic Z., Nickolas G. K. Christos G. A. & Ljubisa Z. S., 2003-** A review of the West Palaearctic aphidiines (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) parasitic on *Uroleucon* spp., with the description of a new species. *Ann. Soc. entomol. Fr.* (n.s.), 39 (4): 343-353.
103. **Tomanovic Z., Kavallieratos N.G., Stary P., Petrovic – Obradovic O., Athanassiou C.GET Sanisavllevic L. Z., 2008-** Cereal aphids (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) in Serbia: seasonal dynamique and naturel enemies. *Eur. J. Entomol.* 105:495-501
104. **Turpeau - Ait Ighil E., Dedryver C.A., Chaubet B., Hulle M., 2011-** Les pucerons des grandes cultures : cycles biologiques et activités de vol, Quae, Paris, 33.
105. **Van den Assem, J., J.J.A van Iersel et Los-Den Hartogh., 1989-** "Is being large more important for female than for male parasitic wasps". *Behaviour*, vol. 108, 160-195.
106. **Waterhouse D. F., 1998-** Biological control of insect pests: Southeast Asian prospects. Ed. ACIAR Monograpaph, Canberra, No. 51, 548pp.
107. **Wajnber G. et Risn. 2006-** Parasitisme et lutte biologique. Ed I.N.R.A, France, 289p.

Annexes

Annexe 1.1 : Parmi les espèces faunistique du jardin botanique d'EL Hamma.

Ordres	Familles	Espèces
Dermaptera	Forficulidae	<i>Anisolabis mauritanicus</i>
		<i>Forficula auricularia</i>
Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Decticus albifrons</i>
Hemiptera	Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris sp.</i>
	Pentatomidae	<i>Sciocoris sp</i>
Homoptera	Diaspididae	<i>Aspidiotus spinosus</i>
		<i>Aonidiella aurantii</i>
		<i>Morganella longispina</i>
		<i>Hemiberlesia lataniae</i>
		<i>Aonidia lauri</i>
		<i>Clavaspis herculeana</i>
		<i>Odonaspis penicillata</i>
		<i>Parlatoria ziziphi</i>
		<i>Parlatoriop sispyri</i>
		<i>Leucapsis signoreti</i>
		<i>Lepidosaphes ulmi</i>
		<i>Fiorinia fioriniae</i>
		<i>Diaspis coccois</i>
		<i>Kuwanaspis bambusicola</i>
		<i>Andaspis hawaiiensis</i>
	Aphididae	<i>Aphis nerii</i>
		<i>Aphis fabae</i>
		<i>Uroleucon arneus</i>
Coleoptera	Carabidae	<i>Leistus sp.</i>
	Geotrupidae	<i>Geotrupes sp.</i>
	Aphodiidae	<i>Aphodius sp.</i>
	Scarabaeoidea	<i>Psammodius sp.</i>
	Lithobiidae	<i>Lithoborus sp.</i>
	Chrysomelidae	<i>Chrysomela sp.</i>
	Dermestidae	<i>Dermestes sp.</i>

Annexes

Ordres	Familles	Espèces
Hymenoptera	Curculionidae	<i>Coccotrypes sp.</i>
		<i>Sitona sp.</i>
		<i>Lixus sp.</i>
	Apionidae	<i>Apion sp.</i>
	Carabidae	<i>Calathus sp.</i>
	Coccinellidae	<i>Coccinella algerica</i>
		<i>Nephus peyerimhoffi</i>
	Formicidae	<i>Tapinoma simrothi</i>
		<i>Pheidolep allidula</i>
		<i>Tetramorium biskrensis</i>
<i>Camponotus barbaricus</i>		
<i>Plagiolepis barbara</i>		
<i>CreMATogaster scutellaris</i>		
<i>CreMATogaster sp.</i>		
Aphididae	<i>Aphaenogaster testaceo-pilosa</i>	
	<i>Aphaenogaster sardoa</i>	
	<i>Apidae sp.</i>	
Apoidea	<i>Apoidea sp.</i>	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Xanthomelas sp.</i>
Diptera	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga sp.</i>

Annexe 4.1 : La composition de relevé floristique global

Strate	Famille	Espèces	j_fran	j_ang	c_flori	c_bota
Herbacée	Acanthaceae	<i>Acanthus mollis</i>	15	3,5	0	0
Arbustive	Acanthaceae	<i>Jacobinia coccinea</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Adoxaceae	<i>Viburnum tinus</i>	0,5	0	0	0
Herbacée	Agavaceae	<i>Agave americana</i>	0	0	0	1,5
Herbacée	Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i>	0	0	10	1,5
Herbacée	Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	0	0	0,5	0
Herbacée	Amaryllidaceae	<i>Amaryllis beladona</i>	0	0	10	0
Herbacée	Apiaceae	<i>Torilis nodosa/arvensis</i>	0	0	3	0

Annexes

Strate	Famille	Espèces	j_fran	j_ang	c_flori	c_bota
Herbacée	Araceae	<i>Monstera deliciosa</i>	0	0	0	1,5
Herbacée	Araceae	<i>Xanthosoma violacea</i>	0	0	0	2
Herbacée	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	3,5	3,5	0	1,5
Arborescente	Areaceae	<i>Phoenix zeylanica</i>	0	0,5	0	0
Arborescente	Areaceae	<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	0	1	0	0
Herbacée	Areaceae	<i>Chamaedorea elatior</i>	0,5	0	0	0
Arbustive	Areaceae	<i>Chamaerops humilis</i>	3,5	1	0	0
Arborescente	Areaceae	<i>Phoenix dactylifera</i>	0	0	0,5	0
Arborescente	Arecaceae	<i>Washingtonia sp</i>	1	0	0	0
Arborescente	Arecaceae	<i>Kentia belmoreana</i>	0,5	0	0	0
Herbacée	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia sp</i>	0	0	1	0
Herbacée	Asparagaceae	<i>Asparagus plumosus</i>	0,5	0,5	0,5	0
Arbustive	Asparagaceae	<i>Dracaena sp</i>	3,5	0	0	0
Arbustive	Asparagaceae	<i>Ruscus aculeatus</i>	0	0	0	7
Herbacée	Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i>	0	0	0,5	0
Herbacée	Bambuseae	<i>Bambousa sp</i>	0,5	0	0	0
Arbustive	Betulaceae	<i>Corylus avellana</i>	0	0	0	1,5
Arborescente	Bignoniaceae	<i>Catalpa bignonioides</i>	0,5	0	0	0
Arborescente	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0	0	0	1,5
Arborescente	Bignoniaceae	<i>Tecoma capensis</i>	0	0	0	2
Arborescente	Bignoniaceae	<i>Tecoma radicans</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Boraginaceae	<i>Cordia nodosa</i>	0,5	0	0	0
Arbustive	Celastraceae	<i>Euonymus japonicus</i>	0	0	0,5	7
Herbacée	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	0,5	0
Herbacée	Cucurbitaceae	<i>Bryonia sp</i>	0,5	0	0	0
Herbacée	Cyperaceae	<i>Cypres alternifolius</i>	0,5	15	0	2
Arborescente	Ebenaceae	<i>Diospyros ebene</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Euphorbiaceae	<i>Aleurite fordii</i>	0	0	0,5	0
Herbacée	Euphorbiaceae	<i>Sapium sebiferum</i>	0	0	1	0
Arborescente	Fabaceae	<i>Acacia sp</i>	0,5	0	0	0
Arborescente	Fabaceae	<i>Bauhinia alba</i>	1	0	0	0
Arborescente	Fabaceae	<i>Cercis siliquastrum</i>	0	15	0	0
Arborescente	Fabaceae	<i>Enterolobium timbouva</i>	0	1	0	0
Arborescente	Fabaceae	<i>Erythrina corallodendron</i>	0	1	0	2
Arborescente	Fabaceae	<i>Erythrina indica</i>	0	0	0	1,5
Arborescente	Fabaceae	<i>Gleditsia triacanthos</i>	0	0,5	0	0
Herbacée	Fabaceae	<i>Vicia sativa</i>	0	0	0,5	0
Arborescente	Fabaceae	<i>Tipa tipuana</i>	0,5	0	0	0
Arbustive	Flacourtiaceae	<i>Dovyalis caffra</i>	0	0	0	1,5
Arborescente	Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	0,5	0	0	0
Arborescente	Hippocastanaceae	<i>Aesculus hippocastanum</i>	0	0	0	1,5

Annexes

Herbacée	Iridaceae	<i>Crocsmia sp</i>	3,5	0,5	0	0
Herbacée	Iridaceae	<i>Iris foetidissima</i>	0,5	0	0	0
Arbustive	Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	0	0	0,5	0
Arborescente	Lamiaceae	<i>Mellissa officinalis</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Liliaceae	<i>Aspidistra lurida</i>	0	0	0	1,5
Arborescente	Liliaceae	<i>Cordylin australis</i>	0	0	0	1,5
Herbacée	Liliaceae	<i>Ruscus hypophyllum</i>	0	3,5	0	0
Arbustive	Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	0,5	0	0	0
Herbacée	Malvaceae	<i>Abutilon avicenea</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa seinsis</i>	0	3,5	0	0
Arborescente	Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	0	0	0	1,5
Arborescente	Malvaceae	<i>Malvaviscus sphalracea</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Malvaceae	<i>Sterculia sp</i>	0	0,5	0	0
Arborescente	Moraceae	<i>Broussonetia papyrifera</i>	0,5	0	0	0
Herbacée	Moraceae	<i>Ficus sp</i>	0,5	0	0	0
Arbustive	Moraceae	<i>Morus alba</i>	1	0	1	0
Arbustive	Moraceae	<i>Morus ruba</i>	0,5	0	0	0
Arbustive	Myrtaceae	<i>Feijoa sellowiana</i>	1	0	0	0
Arbustive	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Oleaceae	<i>Jasminum nudiflorum</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Oleaceae	<i>Jasminum officinalis</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Oleaceae	<i>Jasminum suaveolens</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Oleacea	<i>Ligustrum japonicum</i>	0	0,5	0	0
Herbacée	Oleacea	<i>Olea europaea</i>	0,5	0,5	0,5	2
Herbacée	Oxalidaceae	<i>Oxalis articulata</i>	0	0	0,5	0
Herbacée	Oxalidaceae	<i>Oxalis purpurea</i>	1	0	0	0
Arborescente	Palmaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	0,5	1	0	0
Arborescente	Palmaceae	<i>Phoenix.sp</i>	0	0	0	1,5
Arborescente	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	0,5	0	0	0
Arborescente	Pinaceae	<i>Cedrus atlantica</i>	0	0	0	1,5
Arborescente	Pinaceae	<i>Pinus hallovensis</i>	0	0	0	1,5
Arborescente	Pinaceae	<i>Pinus nigra</i>	0	0	0	1,5
Herbacée	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	0	0	0,5	0
Herbacée	Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i>	0	1	0	0
Herbacée	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	0	0	3	0
Herbacée	Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i>	0	0	0	1,5
Herbacée	Poaceae	<i>Elytrigia sp</i>	0,5	0	0	0
Herbacée	Poaceae	<i>Sp.</i>	0	0	20	0
Herbacée	Poaceae	<i>Oryzopsis miliacea</i>	0	0	1	0
Herbacée	Poaceae	<i>Pennisetum villosum</i>	0	0	3,5	0
Herbacée	Poaceae	<i>Setaria palmifolia</i>	15	1	0	0
Arborescente	Podocarpaceae	<i>Podocarpus elatus</i>	0,5	0	0	0

Annexes

Herbacée	Primulaceae	<i>Anagalis avensis</i>	0	0	1	0
Arborescente	Proteaceae	<i>Macadamia ternifolia</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Punicaceae	<i>Punica granatum-nana</i>	0	0	10	0
Arbustive	Rhamnaceae	<i>Rhamus alaternus</i>	0	0	0,5	0
Arbustive	Rosaceae	<i>Prunus laurocerasus</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Rosaceae	<i>Pyracantha coccinea</i>	0	0	0	1,5
Arbustive	Rosaceae	<i>Rosa sp</i>	0	0	10	0
Arbustive	Rosaceae	<i>Rubus caesius</i>	0	0,5	0	0
Arbustive	Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i>	0	0	3,5	0
Arbustive	Rubiaceae	<i>Ruebia.sp</i>	0	0	0	1,5
Herbacée	Rubiaceae	<i>Galium aparine</i>	0	0	0,5	
Arborescente	Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	0	0	0	1,5
Herbacée	Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	1	0,5	0	0
Herbacée	Sapindaceae	<i>koelreuteria paniculata</i>	15	0	3	0
Herbacée	Smilacaceae	<i>Smilax aspera</i>	1	0,5	0	0
Arbustive	Solanaceae	<i>Cestrum foetidissimum</i>	0	0	0,5	0
Herbacée	Solanaceae	<i>Salpichroa rhomboidea</i>	0	0	3,5	0
Arbustive	Strelitziaceae	<i>Strelitzia reginae</i>	0,5	0	0	0
Arbustive	Strelitziaceae	<i>Strelitzia alba</i>	0	3,5	0	0
Arborescente	Sumarubiaceae	<i>Ailanthus altissima</i>	0	0	3,5	0
Arborescente	Ulmaceae	<i>Celtis australis</i>	0	0	0	1,5
Herbacée	Urticaceae	<i>Parietaria officinalis</i>	15	0	0	0
Herbacée	Urticaceae	<i>Urtica uren</i>	0	0,5	0	0
Arbustive	Verbinaceae	<i>Duranta plumieri</i>	0	0,5	0	0
Herbacée	Verbinaceae	<i>Verbena officinalis</i>	0	0	3,5	0
Arbustive	Vitaceae	<i>Cissus antractica</i>	0	0	0	1,5
Herbacée	Vitaceae	<i>Parthenocissus vitacea</i>	0	0	0,5	0
Total			92,5	60,5	91,5	78

J_fran: Jardin français, **j_ang:** Jardin anglais, **c_flori:** Carré floriculture, **c_bota:** Carré botanique.

Annexes

Annexe 4.2



Figure1: Le parasitoïdes *Lysiphlebus testaceipes*



Figure2 : Le parasitoïdes *Aphidius colemani*

Annexes



Trioxys angelicae



Trioxys acaphelae

Figure3: Les parasitoïdes *Trioxys*



***Asaphes* sp**



***Pachyneuron* sp**

Annexes



Phaenoglyphis villosa

Figure 5: Les hyperparasitoïdes

INTRODUCTION GÉNÉRALE

DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE IV : RESULTATS et DISCUSSIONS

CONCLUSION ET PRESPECTIVES

**REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUES**

ANNEXES

**CHAPITRE I : PRESENTATION
DE LA REGION D'ETUDE ET DU
JARDIN BOTANIQUE D'EL
HAMMA**

**CHAPITRE II : GENERALITES
SUR LES HYMENOPTERES
PARASITOIDES DES PUCERONS**