

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**

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

Spécialité : Phytoprotection durable

Thème

**Contribution à l'étude de la diversité des auxiliaires
circulants dans un jardin botanique.**

Présenté par : Bendjilali Rédah

Devant le jury :

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	Examinatrice
Mme BENMENNI K.	Conservatrice	Jardin botanique d'El Hamma	Invitée

Année Universitaire 2015/2016

DEDICACES

C'est avec un grand honneur que je dédie ce modeste travail

A ma très chère mamati

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'a comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études. Qu'Allah te protège et te donne la santé, le bonheur et une longue vie.

A mon très cher paponi

Pour m'avoir soutenu moralement et matériellement jusqu'à ce jour. Que ce travail, soit pour vous un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse. Qu'Allah le tout puissant te préserve et te protège de tout mal.

A mes deux princesses : Imey et Yaya pour leur amour et leur soutien qu'elles m'ont apporté.

Le prince charmant Ahmed, qui est tous jours à mon côté et à qui je le souhaite une belle vie pleine de joie.

À mes ami(e)s Zineb, Asma, Fatima, Amina, Ghania, Lyli, Sofiane, Khaldoune, Hamza, Abdou, Nourí, Kímo, Hoss, Híchem, Jony et tous mes potes.

À tous mes collègues de ma promotion Bioprotection des agrosystèmes et environnement et à toutes les personnes qui me connaissent de près ou de loin.

Kouki

Remerciement

A l'issue de ce modeste travail, je tiens à remercier tout d'abord mon bon DIEU tout puissant, de m'avoir procuré patience et volonté pour aboutir et pour son aide miséricordieuse durant toutes mes années d'étude.

*Il m'est particulièrement agréable d'adresser mes remerciements à **M^{me} Allal L.** Professeur au département de Biotechnologie de l'université de Blida 1, ma promotrice, pour m'avoir guidé et conseillé, pour toute son aide, sa patience, son soutien et ses précieux conseils qui m'ont été tout le temps fructueux et qui m'ont permis de réaliser ce travail.*

*Mes vifs remerciements vont à **Mr Aroun M.E.F.** Maître de conférence B. à l'université de Blida I, de m'avoir honoré en acceptant de présider mon jury.*

*Je remercie très sincèrement **M^{me} Djennas K.** Maître Assistante A. 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.*

Je remercie profondément le Directeur du jardin botanique d'El Hamma de m'avoir accueillie dans le jardin qu'il dirige et de suivre mon travail. Qu'il trouve ici ma profonde reconnaissance.

*De même, je remercie la directrice de l'école de l'environnement et **M^{me} Aberkane K.** Ingénieur agronome dans*

le jardin botanique d'El Hamma, pour leurs conseils techniques et pratiques, ainsi toute l'équipe de l'école .

Je remercie M^{me} Djemai A, la responsable du laboratoire de zoologie à l'université de Blida I, son aide moral et matériel.

Je remercie chaleureusement le staff technique du jardin botanique d'El Hamma. Je salue ici leur grande disponibilité et leur modestie, leur serviabilité, leur sympathie et surtout leur esprit d'équipe resteront pour moi un très beau souvenir.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude au staff technique de l'ANN (Agence National de la Nature), spécialement à Mr Djennas K. Ingénieur au service faune et flore, et à toute l'équipe de l'herbarium pour leur aide.

Je tiens à remercier aussi l'ensemble du personnel du service météorologique de la capitainerie du port d'Alger.

J'adresse également mes remerciements à toutes les personnes qui, de divers façons et à différents moments, m'ont apporté leur aide, surtout à : Mr Moussaoui , M^{me} Baba Issa K, Mr Kadi, Mr Ben Saïd, M^{me} Djemai I., M^{me} Ammad, Mr Djazouli Z., M^{me} Beraf et M^{me} Sabri.

J'adresse mes plus chaleureux remerciements à M^{me} Ben ida professeur de science au lycée de Hamdane Mohamed ma source d'inspiration qui m'a fait découvrir le jardin botanique d'El Hamma pour la première fois.

Je remercie également ma famille pour leur soutien indéfectible, les mots me manquent pour décrire ce que je ressens. Vous n'avez jamais cessé de m'encourager à réaliser mon rêve. J'adresse des remerciements particuliers à ma mère pour avoir été à mes côtés de la maternelle jusqu'au aujourd'hui, à mon père pour son soutien à tout moment, à mes sœurs et à mon frère.

Je remercie mes amies, Zineb, Asma, fatima, Amina, merci à vous, merci pour votre aide.

Merci AMINE, Khalid, Abdenour, Hamza, Hakim, Bahaa, Rahim, Oussama et tous mes amis.

Je tiens aussi à remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Redha

SOMMAIRE

Introduction	01
Chapitre I : Les jardins botaniques et la biodiversité	
1.1. Définition de la biodiversité.....	04
1.2. Généralités sur les jardins botaniques	04
1.2.1. Objectifs des jardins botaniques.....	05
1.3. Rôles des jardins botaniques dans la conservation de la biodiversité.....	06
1.3.1. Connaissance de la flore spontanée.....	06
1.3.2. Conservation des espèces et des milieux menacés.....	06
1.3.3. Préservation de la diversité génétique des plantes cultivées	07
1.3.4. Usages potentiels de la flore sauvage.....	07
2.5. Services écosystémiques rendus par la biodiversité	08
2.5.1. Notion de service écosystémique.....	08
2.5.2. Les différents services écosystémiques.....	08
2.5.2.1. Services de régulation	08
2.5.2.1.1. Les auxiliaires prédateurs.....	09
2.5.2.1.2. Les parasitoïdes.....	11
2.5.2.2. Services rendus par les pollinisateurs.....	14
2.5.2.3. Services rendus par les bioindicateurs.....	14
Chapitre 2 : généralité sur le jardin botanique d'El Hamma	
2.1. Historique.....	18
2.2. Localisation et situation géographique.....	19
2.3. Description.....	20
2.3.1. Le jardin français.....	22
2.3.2. Le jardin anglais.....	22
2.3.3. Les carrés et les serres.....	23
2.3.4. L' Herbarium et la banque de graines.....	25
2.3.5. Les allées du Jardin d'Essai.....	25
2.4. Cadre abiotiques du jardin botanique d'El Hamma	27

2.4.1. Climat.....	27
2.4.2. Reliefs.....	27
2.4.3. Ressources hydriques.....	28
2.4.4. Pédologie.....	28
2.5. Cadre biotique du jardin botanique d'El Hamma	28
2.5.1. Végétation.....	28
2.5.2. Faune	29

Chapitre 3 : Matériels et méthodologies d'étude

3.1. Objectifs de l'étude.....	29
3.2. Synthèse climatique.....	29
3.2.1. Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen (1953).....	30
3.2.3. Étage bioclimatique.....	31
3.3. Description et caractérisation des milieux étudiés.....	32
3.3.1. Le jardin français.....	33
3.3.2. Le carré de floriculture.....	34
3.3.3. Jardin anglais.....	35
3.4. Méthodologies de l'étude.....	35
3.4.1. Méthodologie adopté sur le terrain.....	36
3.4.1.1. Méthodologie adoptée pour l'étude floristique.....	36
3.4.1.2. Méthodologie adoptée pour l'étude entomofaunique.....	38
3.4.2. Méthodologie adopté au laboratoire	39
3.4.2.1 Identification et classification des plantes récoltées.....	39
3.4.2.2 Identification des espèces d'insectes piégés.....	40
3.4.2.2.2 Identification de la faune auxiliaire.....	41
3.5. Méthodes de traitement des données.....	44
3.5.1. Analyses statistiques.....	44
3.5.2. Paramètres de diversité.....	45
3.5.2.1. Richesse d'un peuplement.....	45
3.5.2.2. Diversité d'un peuplement.....	45

Chapitre 4 : Résultats et discussion

4.1. Analyse floristique des milieux étudiés dans le jardin d'El Hamma	46
4.1.1. Composition et recouvrement de la végétation.....	46

4.1.2. Diversité écologique des trois sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma.....	49
4.1.3. Analyse globale de la structure de la végétation.....	50
4.2. Analyse de l'entomofaune auxiliaire des milieux étudiés dans le jardin d'El Hamma.....	53
4.2.1. Inventaire global et statut trophique de l'entomofaune auxiliaire.....	53
4.2.2. Richesse et abondance des taxons.....	55
4.2.3. Indices écologiques de l'entomofaune auxiliaire dans les sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma.....	57
4.2.4. Variation mensuelle des groupes trophiques dans les sites étudiés du jardin d'El Hamma.....	58
4.2.4.1. Composition globale des communautés trophiques	58
4.2.4.2. Evolution spatiotemporelle des communautés trophiques	58
4.2.4.2.1 Dans le jardin anglais.....	58
4.2.4.2.2 Dans le carré de floriculture.....	59
4.2.4.2.3 Dans le jardin français.....	60
4.2.5. Analyse de l'évolution spatio-temporelle des taxons de l'entomofaune auxiliaire	61
4.2.5.1. Dans le jardin anglais	62
4.2.5.3. Dans le carré de floriculture	66
4.2.6. Analyse de l'évolution spatio-temporelle comparée des insectes proies homoptères et leurs ennemis bénéfiques dans les sites étudiés du jardin d'El Hamma	67
4.2.6.1. Dans le jardin anglais	67
4.2.6.2 Dans le carré de floriculture	68
4.2.6.3. Le jardin français	69
4.3. Diversités floristique et entomofaunique dans le jardin botanique d'El Hamma....	73
Discussion générale	75
Conclusion	
Références bibliographiques	

Annexe

Contribution à l'étude de la diversité des auxiliaires circulants dans un jardin botanique

Résumé

La diversité de l'entomofaune auxiliaire a été étudiée durant une période de quatre mois de suivi entre février et mai 2016, dans trois sites qui sont, le jardin anglais, le jardin français et le carré de floriculture du jardin botanique d'El Hamma,. L'échantillonnage de l'entomofaune a été réalisé hebdomadairement à l'aide des plaques jaunes engluées disposés dans des arbres d'une manière aléatoire. Des relevés floristiques ont été réalisés au niveau des trois sites dans la période printanière. Nos résultats ont révélés une richesse globale de 58 espèces d'insectes auxiliaires (prédateurs, parasitoïdes primaires et secondaires) répartis en 5 ordres et 20 familles. L'analyse des résultats enregistrés dans les trois sites a mis en évidence l'abondance de la famille des *Coccinellidae* avec un pourcentage de 18% du totale des familles durant toute la période de l'étude, la famille des *Aphelinidae* occupe le deuxième rang avec une abondance de 11%. Les diversités des assemblages entomofauniques dans les trois sites semblent presque similaires. Concernant l'étude floristique 45 familles botaniques au niveau des trois sites confondus, la famille des *Fabaceae* est la plus représentative avec un total de 8 espèces, suivie par la famille des *Apiaceae* et des *Poaceae* avec 7 espèces. La richesse floristique du jardin français est la plus importante, on a remarqué une corrélation importante entre cette dernière et la richesse spécifique de l'entomofaune auxiliaire dans ce site.

Mots clés : auxiliaires, relevé floristique, jardin botaniques, parasitoïdes, prédateurs.

Contribution in the study of the auxiliary diversity in a botanic garden

Abstract

The diversity of auxiliary entomofauna has been studied in the botanic garden of El Hamma ,in three different sites : the English garden ,the French garden and the floriculture quadrant during a four months lapse of time ,between February and May 2016 .The sampling of entomofauna has been done on a weekly basis using chromatic yellow plates posed randomly on trees. The linear floristic sampling has been done in the three sites listed above during spring time. Our results have shown a total of 58 species of auxiliary insects (predators, parasitoids) dispersed on 20 family and 5 orders. The analysis of the results taken from the three sites has shown abundance of the *Coccinellidae* family with an average of 18% of all the other families during the study period, the *Aphelinidae* family comes in second place with an abundance of 11% .The diversity of the entomofaunic assemblies in the three sites is closely similar. For the floristic study of 45 botanic families in all the three sites, the *Fabaceae* is the most representative with a total of 8 species, followed by the *Apiaceae* and *Poaceae* with 7 species. The floristic richness of the French garden is the most significant, we have noted an important correlation between floristic richness and the specific richness of auxiliary entomofauna in this particular site.

Key words:

Auxiliary, botanic garden, floristic sampling, parasitoids predators.

المساهمة في دراسة تنوع الحشرات المساعدة في حديقة نباتية.

ملخص

تمت دراسة تنوع الحشرات المساعدة في حديقة النباتات الحامة على مستوى ثلاثة مواقع، الحديقة الإنجليزية، الحديقة الفرنسية و مربع النباتات المزهرة في فترة زمنية دامت أربعة اشهر من فيفري الي ماي 2016.

تم جمع عينات الحشرات المساعدة أسبوعيا بواسطة الصفائح الصفراء اللاصقة الموزعة بطريقة عشوائية على الأشجار، كما قمنا بجرد النباتات بطريقة خطية في المواقع الثلاثة في الفترة الربيعية. أظهرت نتائجنا تنوع اجمالي يشمل 58 نوع حشري مساعد (مفترسات، طفيليات أولية و ثانوية) مقسمة الى 20 عائلة و 5 أصناف. تحليل النتائج في المواقع الثلاثة اظهر بجلاء توفر عائلة الدعسوقة (*Coccinilidae*) بنسبة 18% من اجمالي العائلات الحشرية المساعدة المجمعة طيلة فترة هذه الدراسة. وتحتل عائلة (*Aphelinidae*) المرتبة الثانية من حيث الوفرة بنسبة 11%. تنوع تركيبية الحشرات المساعدة في المواقع الثلاثة جد متقاربة. فيما يخص الدراسة النباتية، 45 عائلة نباتية للمواقع الثلاثة حيث لوحظ ان عائلة (*Fabaceae*) هي الأكثر تواجدا باجمالي 8 أنواع تليها عائلة (*Poaceae*) و (*Apiaceae*) باجمالي 7 أنواع. التنوع النباتي على مستوى الحديقة الفرنسية يعد الأهم مع ملاحظة وجود علاقة توافقية واضحة بين هذا التنوع و التنوع الحشرات النافعة.

الكلمات الدالة:

الحشرات المساعدة ، الدراسة النباتية، حديقة نباتية، مفترسات، طفيليات.

Liste des abréviations

BGCI	Botanic Gardens Conservation International
INRA	l'Institut National de Recherche Agronomique
ANN	l'agence Nationale pour la conservation de la nature
EPA	établissement publique a caractère administratif
MEA :	Millenium Ecosystem Assessment

Liste des tableaux

Tableau 1.1 :	Les principaux insectes prédateurs, leurs stades actifs et leurs proies.....	09
Tableau 1.2 :	Principaux insectes parasitoïdes, leurs stades actifs et leurs hôtes.....	13
Tableau 2.1 :	Présentation de quelques espèces existantes au Jardin botanique d'El Hamma.....	28
Tableau 3.1 :	Valeurs des quantités de précipitations et des températures enregistrées à Alger, (2015).....	30
Tableau 4.1 :	Inventaire floristique global et taux de recouvrement végétal des espèces de plantes dans les trois sites du jardin d'El Hamma.....	47
Tableau 4.2	Indices écologiques comparés de la composition végétale des trois sites étudiés au niveau du jardin botanique d'El Hamma.....	50
Tableau 4.3 :	Caractéristiques de l'entomofaune des auxiliaires rencontrées dans le jardin d'El Hamma.....	53
Tableau 4.5 :	Richesse des ordres d'auxiliaires rencontrés dans les sites étudiés.....	55
Tableau 4.6:	Proportions familiales de l'entomofaune auxiliaire au niveau des sites d'étude dans le jardin d'El Hamma.....	56
Tableau 4.7 :	Les indices écologiques de l'entomofaune auxiliaire des trois sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma.....	57
Tableau 4.8 :	Composition des communautés fonctionnelles de l'entomofaune auxiliaire rencontrée dans le jardin anglais.....	59
Tableau 4.9	Composition des communautés fonctionnelles de l'entomofaune auxiliaire rencontrée dans le carré de floriculture.....	60

Liste des figures

Figure 1.1.	Cycle de développement d'un parasitoïde aphidiphage.....	12
Figure 2.1.	Vue aérienne sur le jardin botanique d'El Hamma et ces limites....	18
Figure 2.2.	Plan de localisation du jardin botanique du Hamma.....	19
Figure 2.3.	Plan général du jardin botanique d'El Hamma	20
Figure 2.4.	Le jardin au style français.....	21
Figure 2.5.	Le jardin au style anglais.....	22
Figure 2.6.	Quelques serres du jardin botanique d'El Hamma.....	23
Figure 2.7.	Photographie de quelques allées du jardin botanique d'El Hamma.....	25
Figure 3.1.	Diagramme ombrothermique de la région d'Alger, 2015.....	30
Figure 3.2.	Localisation de la région d'El Hamma (Alger) dans le Climagramme d'Emberger.....	32
Figure 3.3.	Localisation des milieux étudiés dans le jardin d'El Hamma.....	33
Figure 3.4.	Aperçu du site d'étude choisi dans le jardin français.....	34
Figure 3.5.	Aperçu du site d'étude choisi dans le carré de floriculture.....	34
Figure 3.6.	Aperçu du site d'étude choisi dans le jardin anglais.....	35
Figure 3.7.	Méthode adoptée pour les relevés floristiques dans les sites étudiés du jardin d'El Hamma.....	37
Figure 3.8.	Plaques rectangulaires de couleur jaune utilisées pour les captures de l'entomofaune dans le jardin d'El Hamma.....	38
Figure 3.9.	Identification des taxons végétaux au niveau de l'herbarum de l'ANN.....	40
Figure 3.10.	Quelques taxons d'Hyménoptères <i>Chalcidoidea</i> et <i>Ichneumonoidea</i> et critères d'identification.....	42

Figure.3.11.	Photographies de quelques espèces capturées vues à la loupe binoculaire.	43
Figure 4.1.	AFC des relevés floristiques dans les différents sites étudiés dans le jardin d'El Hamma.....	51
Figure 4.2.	Dendrogramme des espèces de plantes rencontrées dans les trois sites étudiés du jardin d'El Hamma.....	52
Figure 4.3.	Proportions de la richesse des ordres d'auxiliaires rencontrés dans les sites étudiés.....	55
Figure 4.4.	Proportions de la richesse des familles d'auxiliaires rencontrés dans les sites étudiés.....	57
Figure 4.5.	Proportions de la richesse des groupes trophiques d'auxiliaires rencontrés dans les sites étudiés.....	58
Figure 4.6.	Histogramme de la Composition des communautés fonctionnelles de l'entomofaune auxiliaire rencontrée dans le jardin anglais.....	59
Figure 4.7.	Histogramme de la Composition des communautés fonctionnelles de l'entomofaune auxiliaire rencontrée dans le Carré de floriculture.....	60
Figure 4.8.	Histogramme de la Composition des communautés fonctionnelles de l'entomofaune auxiliaire rencontrée dans le Jardin français.....	61
Figure 4.9.	Projection des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le jardin anglais, du 11 février à la fin mai 2016, sur le plan factoriel F1XF2 de l'AFC.....	62
Figure 4.10.	Dendrogramme des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le jardin anglais du 11 février à la fin mai 2016.	62

Figure 4.11.	Projection des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le jardin français du 11 février à la fin mai 2016, sur le plan factoriel F1× F2 de l'AFC.....	64
Figure 4.12.	Classification ascendante hiérarchique des variables des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le jardin anglais du 11 février à la fin mai 2016.....	65
Figure 4.13.	Projection des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le carré de floriculture du 11 février à la fin mai 2016, sur le plan factoriel F1× F2 de l'AFC.....	66
Figure 4.14.	Classification ascendante hiérarchique des variables des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le carré de floriculture du 11 février à la fin mai 2016.....	67
Figure 4.15.	Evolution temporelle des insectes proies et leurs auxiliaires en relation avec les fluctuations des quantités de pluies et températures dans le jardin anglais.....	70
Figure 4.16.	Evolution temporelle des insectes proies et leurs auxiliaires en relation avec les fluctuations des quantités de pluies et températures dans carré floriculture.....	71
Figure 4.17.	Evolution temporelle des insectes proies et leurs auxiliaires en relation avec les fluctuations des quantités de pluies et températures dans le jardin français.....	72
Figure .4.18.	Diversités floristique et entomofaunique comparées des trois sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma.....	73
Figure .4.19.	Relation entre la diversité floristique et entomofaunique dans les	73

trois sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma.....

Introduction générale

« Ô combien complexes et imprévisibles sont les mécanismes de contrôle exercés entre eux par les êtres organiques contraints de lutter les uns contre les autres »...

Charles Darwin, 1909 « L'Origine des espèces ».

Les jardins botaniques désignent aux yeux des gens des sites accueillants, agrémentés de plates-bandes aux couleurs changeantes selon les saisons. Pour d'autres, plus rares, ils rappellent des institutions à l'architecture austère où sont entreposés des herbiers centenaires.

Bien que la vision des jardins botaniques varie selon les individus, ils sont généralement perçus comme des établissements éducatifs et des lieux de détente, où la science côtoie l'esthétisme. Les jardins botaniques jouent également un rôle prépondérant dans les progrès de la systématique végétale ainsi que de l'agronomie et de la médecine, suite à l'introduction en culture de nouvelles espèces comestibles ou ayant des propriétés thérapeutiques, (Heywood, 2011).

Le rôle de conservation, que les jardins ont toujours joué, est maintenant exacerbé par les politiques de sauvegarde de la biodiversité (Delmas *et al.*, 2011) et de restauration des habitats dégradés. Maintenant, cet objectif est entrain de modeler les activités éducatives qui s'orientent vers une sensibilisation à l'environnement et au développement durable. Au terme du sommet de Rio, une convention dite « la Convention sur la Biodiversité » est rentrée en vigueur en Décembre 1993 et elle a été signée par 156 pays dont l'Algérie.

Fondé en 1832, le Jardin d'Essai du Hamma, renommé à l'échelle internationale, s'étend sur une superficie de 32 hectares et renferme plus de 1500 espèces végétales dont le nombre s'accroît d'année en année grâce aux acquisitions qu'entreprend le jardin. Parmi ces principaux objectifs figurent la protection de l'environnement et la conservation de la biodiversité algérienne.

L'étude de l'évolution des populations entomofauniques dans divers biotopes présente un intérêt en terme d'effet sur la biodiversité (Clarke, 1993; Hooper et VITOUSEK, 1997) Les insectes participent à toute la gamme des processus naturels essentiels au maintien des systèmes biologiques (CLERGUE *et al.*, 2005). Ils

forment l'une des classes la plus importante de tout le règne animal. Ils se caractérisent par leur diversité, leur abondance, mais aussi leur occupation de niches écologiques très diversifiées. Ils peuvent être utiles en tant qu'entomophages tels que les parasites et les prédateurs, dont le rôle n'est pas négligeable dans la régulation des espèces nuisibles (Dajoz, 1980, Polis, 1999).

Les entomophages peuvent consommer les insectes de deux manières : par prédation directe, ou en pondant leurs œufs dans ou sur le corps d'un insecte hôte. C'est alors la larve qui consomme les tissus de l'hôte, se développant à ses dépens et provoquant sa mort. Ces insectes sont qualifiés de parasitoïdes, ils appartiennent avec les insectes prédateurs au groupe fonctionnel des auxiliaires des cultures puisqu'ils contribuent à réduire le nombre d'insectes nuisibles. Il est indispensable de mentionner en outre le rôle des pollinisateurs, sans lesquels la fécondation des fleurs de nombreuses cultures ne pourrait être réalisée.

Les effets de la diversité végétale sur la diversité des ennemis naturels et leur efficacité de régulation des populations d'herbivores ont été au centre de nombreuses études. Dans un environnement hétérogène constitué par une mosaïque complexe d'habitats convenables, la relation prédateur-proie s'accompagne généralement d'une certaine stabilité des populations, (Ramade, 1994).

Si les relations trophiques qui existent entre les plantes hôtes cultivées, leurs bioagresseurs et les ennemis naturels de ces derniers, sont généralement bien établies, ces relations sont en revanche moins connues dans le cas des plantes-hôtes non cultivées des habitats naturels ou semi-naturels. Pourtant ces plantes peuvent permettre la survie d'un ravageur et/ou de ses ennemis naturels en dehors des cultures. L'établissement des relations trophiques est donc une information essentielle pour envisager des actions adaptées pour le maintien des ennemis naturels ou le renforcement de leur effet de régulation biologique, (Borowiec et *al.*, 2011).

Plusieurs auteurs ont souligné l'importance d'identifier et supporter les fonctions écosystémiques clés qu'il faut diversifier, plutôt que de « diversifier pour diversifier » (Landis et *al.*, 2000). Il a en effet été démontré que l'augmentation simple

de la diversité peut éventuellement exacerber certains problèmes phytosanitaires (Gurr *et al*, 1998).

L'impact des changements climatiques globaux s'observe entre autres sur la biodiversité avec l'apparition d'espèces exotiques invasives et la disparition d'espèces indigènes ainsi que par des modifications biologiques de l'entomofaune au niveau populationnel.

Le jardin botanique d'El Hamma comme chaque espace vert en Algérie, est sans aucun doute influencé par les aléas de l'anthropisation et de la pollution d'une capitale de plus en plus urbanisée et industrialisée ce qui aurait pour inconvénients la raréfaction notamment d'espèces très sensibles à ces contraintes.

Compte tenu de la nécessité d'initier une gestion multifonctionnelle et durable de la biodiversité et des ressources naturelles, ce travail d'ordre écologique s'implique dans une approche multidisciplinaire visant à valoriser la diversité des communautés entomofauniques du jardin d'El Hamma, en vue d'une meilleure compréhension des facteurs influençant leur structuration et d'une meilleure préservation du patrimoine.

Selon Benmenni, (2016), les études de l'entomofaune circulante dans le jardin d'El Hamma restent encore lacunaires et insuffisamment exploitées.

Le document de ce mémoire s'articule autour de quatre chapitres. Le premier chapitre présente les jardins botaniques et la biodiversité, le second a pour but de présenter le jardin botanique d'El Hamma. Le troisième chapitre fait état d'une synthèse climatique de la région d'El Hamma (Alger) avec une description des sites de l'étude ainsi que les méthodologies utilisées. Le quatrième chapitre présente des informations argumentées sur les résultats d'analyse des communautés entomofauniques rencontrées ainsi que leurs relations trophiques où l'accent est mis sur les peuplements des prédateurs et parasitoïdes rencontrés. Nous avons terminé ce travail enfin par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre 1 : Les jardins botaniques et la biodiversité

1.1. Définition de la biodiversité

Le mot « biodiversité » est un néologisme datant de la fin des années 1980. Il résulte de la contraction (en anglais) des deux mots « diversité » et « biologique ». La biodiversité se définit comme la variabilité du vivant, sous toutes ses formes d'organisation et dans tous les milieux ou les écosystèmes y compris les complexes écologiques dont ils font parties, c'est la diversité au sein des espèces, entre espèces et celles des écosystèmes, L'institut Français de la Biodiversité définit la diversité génétique par la diversité des gènes des différents organismes. Elle comprend les caractéristiques des gènes et leur répartition au sein d'une espèce mais aussi la comparaison des gènes des différentes espèces (Kadik, 2010).

En écologie, la biodiversité est considérée comme un facteur de résilience des écosystèmes, c'est à dire la capacité d'un écosystème à retrouver un certain équilibre suite à une perturbation (feu, invasion d'une espèce exotique, etc.). (Boisclair et Estevez, 2006)

1.2. Généralités sur les jardins botaniques

Mondialement, les plus importants jardins botaniques, en termes de superficie et de taille de la collection, sont les jardins botaniques royaux de Kew (Royaume uni) suivis par le jardin botanique de Montréal (Canada). Selon la définition de Botanic Gardens Conservation International (BGCI) dans l'Agenda international pour la conservation dans les jardins botaniques, « un jardin botanique est une institution possédant des collections documentées de plantes cultivées pour la recherche scientifique, la conservation, l'exposition et l'éducation. »(Wyse et Sutherland, 2000)

Un jardin botanique est un territoire aménagé par une institution publique, privée, ou associative (parfois à gestion mixte) qui a pour but la présentation d'espèces et de variétés végétales. Les nombreuses espèces et variétés de plantes sauvages et/ ou horticoles présentes sont strictement identifiées et

réunies en collections. Les collections bien documentées permettent aux jardins botaniques de supporter les botanistes et autres scientifiques en offrant la documentation et les ressources pour la recherche (Bramwell et *al.*, 1987),

Selon les même auteurs, les nombreuses espèces et variétés de plantes sauvages et/ou horticoles présentes sont strictement identifiées et réunies en collections. Elles sont cultivées et étudiées pour satisfaire quatre objectifs principaux : la conservation, la recherche scientifique, l'éducation et l'enseignement, tout en restant compatible avec le tourisme pour l'initier au développement durable.

Les collections botaniques des jardins sont des collections de référence par excellence pour leur diversité (plus de 80 000 espèces représentées dans les collections des jardins botaniques du monde) et pour la documentation qui y est rattachée. Elles sont devenues avec le temps des bases de données indispensables pour la taxonomie et l'étude de la biodiversité. Elles contribuent à la recherche en botanique et en horticulture et elles aident à mettre en place les conventions sur la biodiversité (Union Internationale pour la Conservation de la Nature, 1985).

1.2.1. Objectifs des jardins botaniques

Le premier objectif et le plus connu est un objectif récréatif. L'exposition, la vente de plantes, l'observation d'oiseaux et la relaxation dans un environnement naturel sont autant de possibilités qu'offrent les jardins aux citadins comme aux touristes. (Bramwell et *al.*, 1987)

Le second objectif, très important est éducatif. Il regroupe les camps d'été pour les jeunes, les visites de groupes scolaires, les sentiers d'interprétation, les cours et les séminaires mais aussi les publications et tous les moyens permettant le partage d'informations entre les jardins botaniques et les professionnels de l'horticulture et de la botanique (Bramwell et *al.*, 1987).

Les jardins botaniques ont un rôle important pour l'éducation environnementale. En effet, ils constituent un milieu unique pour sensibiliser et faire comprendre au grand public l'importance et les menaces qui pèsent sur la biodiversité, ainsi que

l'importance de la conservation de la nature. Chaque année, plus de 150 millions de personnes visitent les jardins du monde. (Bramwell et *al.*,1987)

Le troisième objectif est scientifique. Les jardins participent depuis toujours à l'étude de la botanique, de la taxonomie et de la systématique, de l'écologie (figure 3) mais aussi aux recherches moléculaires en laboratoire (Bramwell et *al.*, 1987).

1.3. Rôles des jardins botaniques dans la conservation de la biodiversité

1.3.1. Connaissance de la flore spontanée

Selon Bramwell et *al.* (1987), le premier intérêt des jardins botaniques est de pouvoir observer en un même lieu un échantillon de la flore des diverses parties du monde. Cela reste intéressant aussi bien pour les systématiciens que pour biogéographes et les ethnobotanistes.

1.3.2. Conservation des espèces et des milieux menacés

L'objectif fondamental d'une politique de conservation est de préserver les biotopes entiers et leurs capacités d'évolution. Les jardins botaniques peuvent y contribuer, en apportant leur savoir-faire dans la culture de plantes sauvages et en mettant leurs connaissances de la flore régionale au service des actions d'inventaire et de suivi des milieux naturels. (Union Internationale pour la Conservation de la Nature, 1985).

Entre 60 000 et 100 000 espèces de plantes à fleurs sont menacées d'extinction soit près d'un tiers de la flore mondiale. L'objectif défini dans la stratégie mondiale de la conservation des plantes, adoptées en 2002 à la Haye (Conservation de la Diversité Biologique) préconise la conservation *ex situ* d'au moins 50 % des espèces menacées à travers le monde et de se focaliser sur la biodiversité végétale régionale. Les jardins botaniques contribuent à les cultiver, à les propager dans d'autres jardins, dans le respect des lois nationales, des conservations internationales, et d'en préparer le cas échéant la réintroduction dans la nature (Beaufort ,1989)

Selon le même auteur, la culture en jardins botaniques a permis de sauver un certain nombre de phanérogames (essences forestières de qualité, plantes médicinales) en danger d'extinction que ce soit par surexploitation ou par destruction de leurs habitats. Cela ne représente cependant qu'un palliatif, du fait de la faible taille des populations conservées et du grand nombre d'espèces concernées.

Les jardins botaniques sont l'endroit idéal pour pratiquer la conservation ex situ à cause de leurs installations appropriées et de leur personnel compétant en botanique et en horticulture. La conservation ex situ inclut la culture de plante en serre ou en jardin, le maintien d'échantillon de graines, de pollens ou de propagules et les cultures cellulaire et tissulaire in vitro. Elle permet de soustraire les populations sauvages aux pressions des scientifiques, des horticulteurs ou des collectionneurs. Elle peut également servir de « police d'assurance » pour les espèces en danger en créant une réserve protégée de plants d'espèces ou de populations particulièrement vulnérables (Wyse et Sutherland, 2000).

1.3.3. Préservation de la diversité génétique des plantes cultivées

Les jardins botaniques ont leur place dans l'étude et la conservation des milliers d'espèces d'intérêt local, qui peuvent revenir en faveur dans le cadre d'une politique de diversification. Historiquement, les jardins botaniques ont joué un grand rôle dans la diffusion de plantes exotiques comme les Solanacées alimentaires (tomates, aubergine), autrefois inconnues, ou comme le caféier ou encore pour les espèces de grande importance économique. De nos jours, ce sont les instituts de recherche agronomiques et les banques de gènes qui ont pris le relais. (Maurin, 1989).

1.3.4. Usages potentiels de la flore sauvage

Beaufort, (1989) signale Qu'il s'agisse de plantes médicinales, industrielles ou ornementales, ou encore de plantes utiles pour les aménagistes, les potentialités de la flore sauvage sont largement méconnues et sous-utilisées. Les collections des jardins botaniques sont les mieux placées pour fournir le matériel préliminaire pour inventorier des groupes taxinomiques très larges et mobiliser n'importe quelle plante sauvage à des fin expérimentales en biotechnologie.

2.5. Services écosystémiques rendus par la biodiversité :

2.5.1. Notion de service écosystémique

Les écosystèmes terrestres fournissent à l'humanité des bénéfices très diversifiés connus sous l'appellation de «biens et services écosystémiques». Depuis la fin des années 1990, le fort développement de la notion de « service écosystémique» (Daily, 1997) marque un intérêt grandissant et une prise de conscience accrue du fait de l'érosion de la biodiversité.

Les biens et services écologiques, ou services écosystémiques, comme des « biens et services que les hommes peuvent tirer des écosystèmes, directement ou indirectement, pour assurer leur bien-être ». Selon Marion *et al.*, (2005), les services rendus par les écosystèmes désignent les bénéfices que nous pouvons tirer des processus naturels à travers la fourniture de biens matériels, la valorisation de modes de régulation écologique, l'utilisation des écosystèmes de support à des activités non productrices de biens matériels (activité artistique, éducation...)

Selon les mêmes auteurs, les biens produits par les écosystèmes comprennent la nourriture (viande, poisson, légumes, etc.), l'eau, les carburants et le bois tandis que les services comprennent l'approvisionnement en eau et la purification de l'air, le recyclage naturel des déchets, la formation du sol, la pollinisation et les mécanismes régulateurs que la nature utilise pour contrôler les conditions climatiques et les populations d'animaux, d'insectes et autres organismes.

2.5.2. Les différents services écosystémiques

2.5.2.1. Services de régulation

Selon Limoges (2009), les services de régulation profitent indirectement aux humains en contrôlant certains paramètres environnementaux, Ces services permettent d'éviter des désastres naturels, comme la protection contre les catastrophes naturelles, l'atténuation des pollutions de l'eau et de l'air ainsi que la régulation des espèces nuisibles.

Les organismes auxiliaires sont des antagonistes aux organismes nuisibles des plantes. Ils contribuent aux services écosystémiques rendus par la biodiversité. Les insectes auxiliaires ont un rôle important dans la régulation des écosystèmes et dans la compréhension du fonctionnement de ces derniers. Les populations de ravageurs et d'auxiliaires ont en effet une évolution parallèle dans le temps. L'auxiliaire (ou plusieurs auxiliaires agissant en synergie) se développe après le ravageur, et de façon progressive, jusqu'à ce que la population de ravageurs diminue (Conseil, 2005)

2.5.2.1.1. Les auxiliaires prédateurs

Selon BICHE, (2012) les prédateurs sont des insectes qui chassent des proies vivantes pour se nourrir ou pour alimenter directement leurs larves. Parmi les prédateurs entomophages, les coccinelles tiennent une place de choix sur les plans quantitatifs et qualitatifs. Viennent ensuite les Diptères *Syrphidae* ; les Névroptères *Chrysopidae* et *Coniopterygidae*, les Hétéroptères *Anthocoridae*.

Selon Kreiter, (2008) le stade prédateur est souvent le stade larvaire, l'adulte peut soit avoir le même régime alimentaire que la larve (il est aussi prédateur), soit être polliniphage, nectariphage, ou encore se nourrir de miellat (produit par les pucerons). a dressé une liste des principales familles d'auxiliaires prédateurs avec leurs différents représentants et leurs proies (tableau 1).

Tableau 1 : Les principaux insectes prédateurs, leurs stades actifs et leurs proies (Kreiter, 2008).

Famille	Genre espèce	Stade prédateur	Proies Principales
Coléoptères			
Coccinellidae	<i>Adalia bipunctata</i> (L.)	Adulte, larve	Pucerons
	<i>Chilocorus bipustulatus</i> L.		Cochenilles
	<i>Coccinella septempunctata</i> (L.)		diaspines
	<i>Exochomus quadripustulatus</i> (L.)		Pucerons
	<i>Harmonia spp</i>		Cochenilles
	<i>Propylea quatuordecempunctata</i> (L.)		Pucerons
	<i>Scymnus subvillosus</i> (Goeze)		Pucerons, acariens
	<i>Stethorus punctillum</i> Weiss	Pucerons	
			Acariens

Tableau 1.1 : Les principaux insectes prédateurs, leurs stades actifs et leurs proies (Kreiter, 2008) (suite).

Famille	Genre espèce	Stade prédateur	Proies Principales
Carabidae	<i>Demetrias atricapillus</i> L. <i>Dromius quadrimaculatus</i> L..	Adulte, larve	Polyphages : jeunes chenilles, pucerons, charençons, etc
Cantharidae	<i>Cantharis spp.</i>	Adulte, larve	Polyphages : chenilles, pucerons, autres petits arthropodes
Staphylinidae	<i>Oligota flavicornis</i> Boisduval	Adulte, larve	Acariens en priorité ; thrips, aleurodes, oeufs de pucerons.
HETEROPTERA			
Anthocoridae	<i>Orius spp</i>	Adulte, larve	Polyphages, très efficaces sur acariens ; certaines espèces efficaces sur thrips
HETEROPTERA			
Miridae	<i>Deraeocoris spp.</i> <i>Phytocoris spp</i> <i>Malacocoris chlorizans</i> (Panzer) <i>Heterotoma meriopterum</i> (Scopoli) <i>Pilophorus perplexus</i> (Douglas & Scott) <i>Atractotomus mali</i> (Fieber) <i>Himacerus apterus</i> (F.) <i>Nabis spp</i>	Adulte, larve	Polyphages Polyphages Acarien rouge Acariens, pucerons, psylles Acariens, pucerons Carpocapse, hyponomeute, acariens, puceron lanigère
NEUROPTERA			
Chrysopidae	<i>Chrysopa formosa</i> Bauer <i>Chrysopa perla</i> Linné <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)	Adulte, larve	Pucerons mais grande polyphagie

Tableau 1.1 : Les principaux insectes prédateurs, leurs stades actifs et leurs proies (Kreiter, 2008) (suite).

Famille	Genre espèce	Stade prédateur	Proies Principales
NEUROPTERA			
Chrysopidae	<i>Chrysopa formosa</i> Bauer <i>Chrysopa perla</i> Linné	Adulte, larve	Pucerons mais grande polyphagie
	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)	Larve	
Hemerobiidae	<i>Hemerobius humulinus</i> Linné <i>Micromus angulatus</i> (Stephens)	Adulte, larve	Pucerons
	<i>Coniopterygia spp.</i>	Adulte, larve	
DERMAPTERA			
Forficulidae	<i>Forficula spp.</i>	Adulte, larve	OEufs d'hyponomeute, psylles, pucerons
THYSANOPTERA			
Aeolothripidae	<i>Aeolothrips intermedius</i> Bagnall	Adulte, larve	Thrips
DIPTERA			
Cecidomyiidae	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Rondani) <i>Feltiella acarisuga</i> (Vallot) <i>Coccidomyia spp.</i>	Larve	Pucerons Acarions Cochenilles
	<i>Episyrphus spp.</i> <i>Syrphus spp.</i> <i>Sphaerophoria spp.</i> <i>Metasyrphus spp.</i> <i>Scaeva spp.</i>		

2.5.2.1.2. Les parasitoïdes

Les parasitoïdes pondent un ou plusieurs œufs selon l'espèce, dans ou sur leur hôte (figure 4) (encore au stade œuf ou larve). Les larves du parasitoïde commencent par manger les parties non vitales (réserves de graisses) de l'hôte puis finissent par le tuer. Rapidement apparaît alors une nouvelle génération, qui se met aussi en chasse de nouveaux hôtes (Kreiter, 2008).

L'hyménoptère pond un oeuf dans le corps du puceron, la larve se développe à l'intérieur du puceron entraînant sa mort. La momie du puceron est facilement reconnaissable. La nymphe à lieu dans la momie, puis l'hyménoptère adulte s'échappe par le trou qu'il découpe. (Dufлот et Puech, 2014)

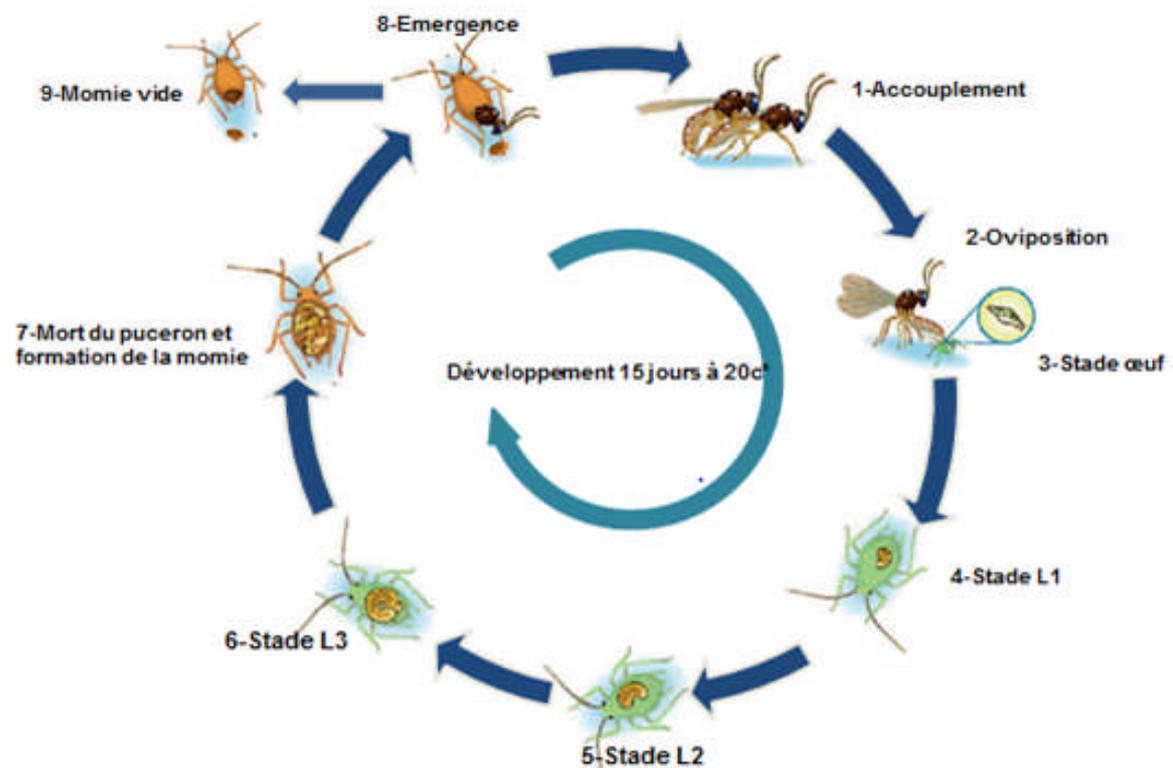


Figure 1.1: Cycle de développement d'un parasitoïde aphidiphage (Duflot et Puech, 2014)

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, (Delvare, 2006). Le tableau 2 présente quelques espèces d'insectes parasitoïdes et leurs hôtes avec le stade d'activité :

CHAPITRE 1 : LES JARDINS BOTANIQUES ET LA BIODIVERSITE

Tableau 1.2: Principaux insectes parasitoïdes, leurs stades actifs et leurs hôtes (Kreiter, 2008).

Famille	Genre espèce	Stade parasitoïde	Hôtes
DIPTERA			
Tachinidae	<i>Pales spp.</i> , <i>Elodia spp.</i> , <i>Phryxe spp.</i>	Larve	Chenilles Lépidoptères, Coléoptères.
HYMENOPTERA (<i>Ichneumonoidea</i>)			
Ichneumonidae	<i>Ephialtes spp.</i> <i>Glypta spp.</i> , <i>Itoplectis spp.</i> , <i>Lyssonata</i> <i>spp.</i> , <i>Pimpla spp.</i> , <i>Pristomerus spp.</i>	Larve	Nymphe de carpocapse, chenilles
Braconidae	<i>Apanteles spp.</i> , <i>Ascogaster spp.</i> <i>Macrocentrus spp.</i> , <i>Meteorus spp.</i> <i>Aphidius spp.</i> , <i>Trioxys spp.</i> , <i>Ephedrus</i> <i>spp.</i> , <i>Praon spp.</i>	Larve	Œufs de tordeuses Chenilles tordeuses Pucerons
Super famille des Chalcidoidea (= « Chalcidiens »)			
Encyrtidae	<i>Encyrtus spp</i> <i>Ageniaspis spp</i> <i>Litomastix spp</i> <i>Apterencyrtus spp</i>	larve	Œufs de lépidoptères Chenilles Cochenilles
Pteromalidae	<i>Eupteromalus spp</i> <i>Dibrachys spp</i> <i>Asaphes spp</i> <i>Habrocytus</i>	larve	Chenilles Pucerons Larves d'anthonome et chenilles mineuses
Eulophidae	<i>Tetrastichus spp</i> <i>Chrysocharis</i> <i>Cirrospilus</i> <i>Eulophus</i> <i>Colpoclypeus florus</i>	larve	Chenilles mineuses et nymphe hyponomeute Chenilles mineuses Chenilles tordeuses
Aphelinidae	<i>Aphelinus spp</i> <i>Encarsia spp</i> <i>Aphytis spp</i> <i>Aspidiotophagus spp</i> <i>Prospaltella perniciosi</i>	larve	Pucerons Aleurodes, Cochenilles Cochenilles
Trichogrammatidae	<i>Trichogramma spp</i>	larve	Œufs de lépidoptères

2.5.2.2. Services rendus par les pollinisateurs

Les insectes pollinisateurs sont essentiels pour la productivité d'une large gamme de cultures d'importance économique parce qu'ils permettent d'augmenter les rendements et d'améliorer la qualité des productions (Patrick, 2015).

La pollinisation peut être effectuée par plusieurs agents tel que le vent (anémogamie), l'eau (hydrogamie), les oiseaux (ornithogamie), et les insectes ou autrement appelée entomogamie. l'entomogamie est le type de pollinisation le plus répandu, le plus diversifié et le plus efficace. Elle a créé des relations particulières de mutualisme entre végétaux et insectes. (Terzo et Rasmont, 2007)

Les méthodes mises au point par les plantes pour attirer les pollinisateurs sont extrêmement variées. Elles alternent coloris, senteurs ou mimétisme, corolles étroites ou larges, produisent plus ou moins de substances sucrées, leurres sexuels des orchidées (genre *Ophrys*) (Patrick, 2015). La plante attend de l'insecte qu'il dissémine le pollen afin d'assurer la survie de l'espèce. Outre à cela, le pollen constitue un apport de protéines indispensables au développement des larves des pollinisateurs.

Les insectes comptent de nombreuses espèces floricoles (ou anthophiles) parmi les Diptères, les Coléoptères, les Hétérocères, les Hyménoptères ou les Lépidoptères notamment. Mais ce caractère floricole ne garantit pas la fonction pollinisatrice de l'insecte. La plupart des plantes ne sont effectivement pollinisées que par une portion plus ou moins réduite de leurs visiteurs (Fenster et al. 2004).

2.5.2.3. Services rendus par les bioindicateurs

L'une des stratégies envisagées pour l'évaluation d'un impact environnemental est celle des indicateurs biologiques (Lichens, truite, abeille..). Il convient de souligner que les indicateurs biologiques sont peut-être les seuls instruments à même de signaler les effets conjugués induits par des groupes de polluants qui interagissent dans un même milieu, (Pnault, 1991). Seuls quelques organismes, pour des caractéristiques qui leur sont propres, peuvent être utilisés comme indicateurs de pollution, que l'on trouve d'une manière générale,

facilement présents à des densités élevées, sensibles au polluant objet de l'enquête (Sabatini, 2005).

Les bio-indicateurs peuvent être aussi considérés comme complémentaires notamment pour la répartition spatiale de la pollution, la caractérisation des synergies, la pollution graduelle,...) des réseaux de mesures physicochimiques

Selon Rodier, et *al* 2009 Les organismes aquatiques sont par ailleurs susceptibles de réagir aux modifications du milieu aquatique et peuvent alors servir de d'indicateur de la perturbation existante (pollution) parce qu'ils possèdent des exigences diverses vis-à-vis de ces milieux.. Ils peuvent ainsi être sensibles à des variations de PH, de température, à des modifications de contexte nutritionnel (composées minéraux ou matière organique, éventuellement présents à l'état de traces).

Dans le cas des libellules, elles interviennent surtout dans la gestion des milieux naturels et sont souvent considérées comme des espèces indicatrices clés pour la qualité de l'environnement et la gestion de la biodiversité. Leur sensibilité à la qualité de l'habitat Moore,1997 .(par exemple les couverts forestiers, la chimie de l'eau, la structure des rivières et des rives), leur caractère amphibien et leur identification relativement simple procurent aux libellules le statut d'indicateur fiable pour l'évaluation des changements environnementaux sur le long terme (biogéographie, climatologie) et le court terme (conservation de la biologie, pollution des eaux, altération de la structure des eaux courantes et stagnantes), bien qu'elles ne soient pas aussi vulnérables que d'autres invertébrés benthiques, en particulier ceux utilisés pour déterminer des indices biotiques Riservato, et *al*,2009.

La disparition progressive des libellules sur un site traduit la dégradation du milieu dans lequel elles se développent. (Martin et *al.*, 2013).

Les abeilles sont également d'excellents indicateurs biologiques. Ces insectes signalent la dégradation chimique de l'environnement dans lequel elles vivent par le biais de deux signaux : le degré de mortalité plus ou moins élevé et les différents niveaux de dommages subis par les abeilles elles-mêmes en

présence de substances phytosanitaires et autres agents polluants comme les métaux lourds.

Selon Sabatini, (2005) l'abeille est hautement sensible à la plupart des antiparasitaires qui peuvent être présents en cas d'épandage inapproprié dans l'environnement (par exemple durant la floraison, en présence de flore spontanée, en présence de vent, etc.). Son corps est en grande partie recouvert de poils qui capturent les matières et autres substances qu'elle rencontre en vol. Pendant leurs voyages, sur une superficie qui peut atteindre 7 km², les abeilles récoltent les substances potentiellement polluées et interceptent sur leur corps des particules aérodispersées.

Chapitre 2 : généralité sur le jardin botanique d'El Hamma.

2.1. Historique

Selon Carra et Gueit (1952), le Jardin d'Essai a connu diverses périodes depuis sa fondation en 1832, en effet, il passe d'une pépinière et jardin d'acclimatation à jardin de promenade ouvert au public.

En 1831, le jardin a été créé suite à une décision des autorités militaires, d'assainir les terrains marécageux au pied de la colline des Arcades afin d'y poursuivre des essais culturaux. Mais ce n'est qu'en 1832 que l'acte de naissance du jardin fut signé, avec pour but de répandre les espèces déjà cultivées en Algérie, ainsi que l'introduction, l'acclimatation d'espèces et de variétés exotiques susceptibles d'accroître les cultures algériennes. La superficie du jardin passe de 5 hectares lors de sa création à 58 hectares en 1867(Carra et Gueit, 1952).

En 1848, le jardin s'étend de la rue Belouizdad jusqu'à la rue Hassiba Benbouali formant le jardin français, il acquière ensuite les terrains de la colline appartenant à la famille Abd-el-Tif. La partie Est au-delà de l'Allée des Ficus n'est achetée qu'en 1859 et rebaptisé Jardin Anglais. Jusqu'en 1861 il est appelé « pépinière centrale du gouvernement » il fut ensuite rebaptisé en « Jardin d'Acclimatation ». En 1867 on dénombre 8214 espèces et variétés (Carra et Gueit, 1952).

D'après Carra et Gueit (1952), Le Parc Zoologique créé vers 1900 par Joseph d' Ange et dont la collection d'animaux constitue le seul Jardin Zoologique de l'Afrique du Nord.

Entre 1942 et 1943, le jardin subit de très grands dégâts suite à l'installation des troupes alliées de la seconde guerre mondiale dans son enceinte, mais des travaux de rénovation ont été entrepris en 1946 et achevés fin 1949.

Le jardin botanique du Hamma ferme ses portes au public en 1993 et bénéficie de travaux d'aménagement en 2006 suite à un accord entre la Mairie de Paris et la Wilaya d'Alger, ce qui permettra sa réouverture en 2009(Rossi, 2012).

2.2. Localisation et situation géographique

Selon l'ANN et EPA, (2000) le jardin botanique d'El Hamma fait partie de la wilaya d'Alger, daïra de Sidi M'hamed commune de Belouizdad quartier du Hamma (fig 2.1) qui est un important ensemble naturel et culturel avec la Bibliothèque Nationale, l'Hôtel Sofitel, au sommet de la colline le complexe de Riyadh El Feth et en centre bas, la grotte de Cervantès, la villa Abdel Tif ainsi que le Musée National des beaux-arts (E.P.A Jardin d'Essai, 2010).



Figure 2.1. Vue aérienne sur le jardin botanique d'El Hamma et ces limites (Bouchène 2015)

Localisé dans la partie Nord-est au fond de la baie d'Alger, limité par la mer Méditerranée au Nord et le sanctuaire des Martyres au Sud sur une superficie de 62 hectares en amphithéâtre depuis les abords immédiats de rivage jusqu'au Ravin de la Femme sauvage en escaladant la colline du Fort des Arcades. Il bénéficie d'une perspective limitée seulement par l'horizon absolu.

Limité au Nord par la rue Hassiba Ben Bouali ; le côté Sud est bordé par la rue Mouhamed Belouizdad ; le stade 20 aout 1955 à l'Est ; à l'Ouest par l'hôtel Sofitel et la Bibliothèque Nationale. Ces coordonnées géographiques sont limitées les latitudes $36^{\circ}44' 55$ Nord et les longitudes $03^{\circ}04' 30$ Est, faisant face à la baie d'Alger, à une altitude qui est varié de 10 à 100m (E.P.A Jardin d'Essai, 2010).



Figure 2.2. Plan de localisation du jardin botanique du Hamma, photo satellite (goole earth, 2016)

2.3. Description

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 (fig2.3) : « 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.

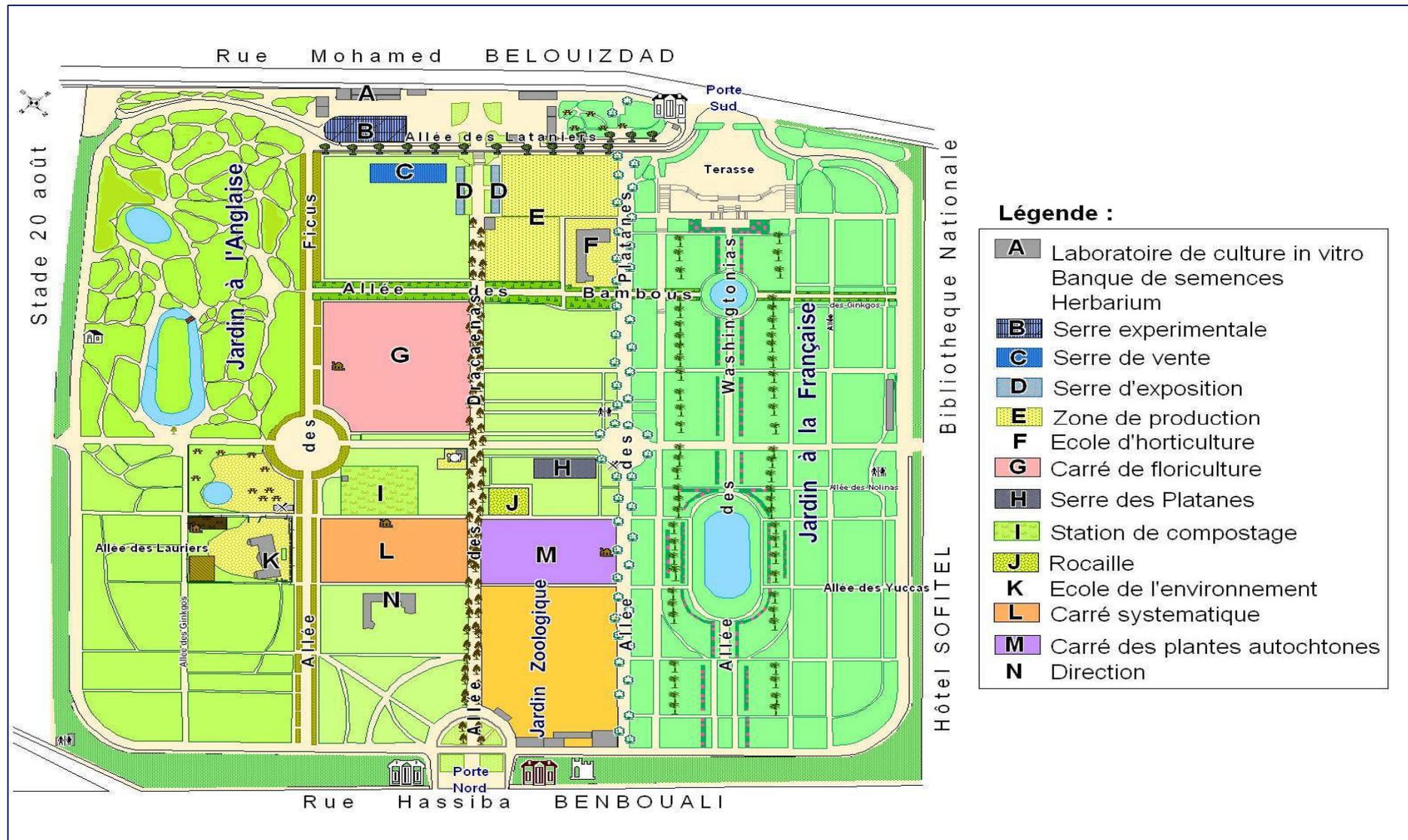


Figure .2.3. Plan général du jardin botanique d'El Hamma (Anonyme, 2012).

2.3.1. Le jardin français

S'organise autour d'une allée centrale monumentale en terrasse (fig 2.4), ornée de rangées de palmiers (allée des washingtonias). Elle lignée dans l'axe du musée des beaux-arts. Trois longues allées parallèles séparent le jardin français et le jardin anglais : l'allée des Platanes, l'allée des Dragonniers et l'allée des Ficus.

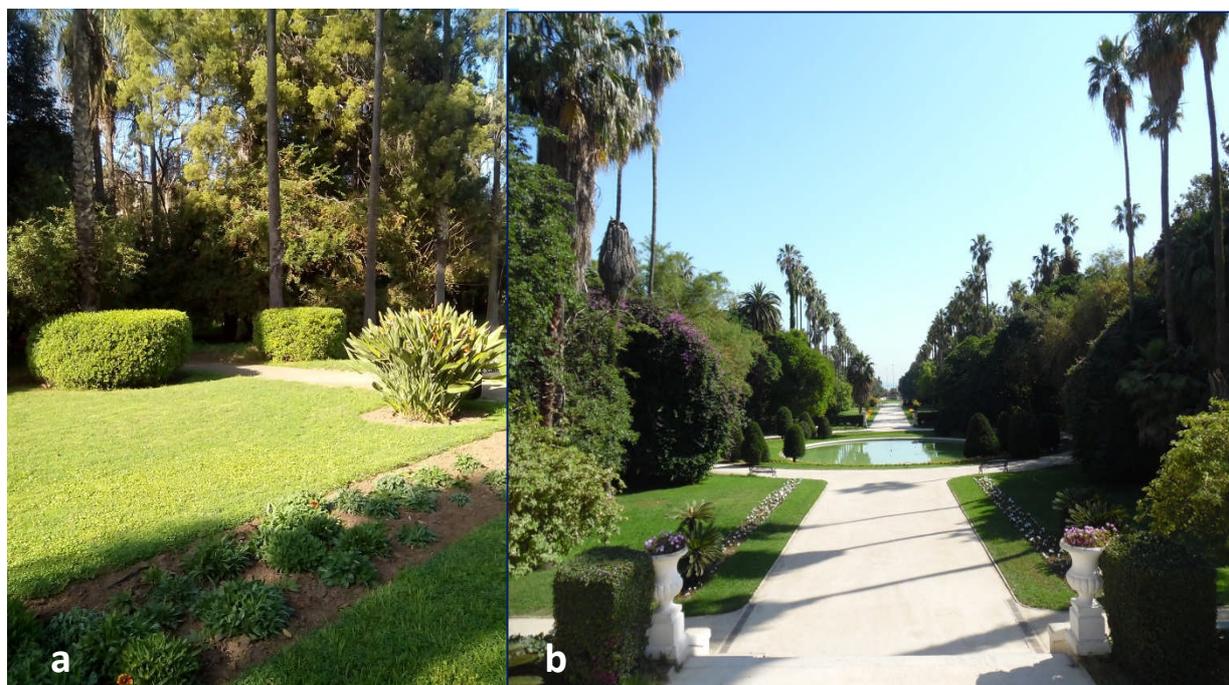


Figure 2.4. Le jardin au style français (a : vue partiel, b : vue globale) (originale)

Selon l'ANN (2000), le Jardin français est caractérisé par son tracé régulier (carrés, rectangles) et symétrique au niveau des plantations, contrairement au jardin anglais. 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 est nettement plus étendu que le jardin anglais, il recouvre environ 2/3 de la totalité de la surface du jardin d'essai.

2.3.2. Le jardin anglais

Situé dans la partie Sud-Est, aménagé autour d'un point d'eau ombragé (fig 2.5), bordé d'un grand arbre à lianes, qui aurait servi de décor au tournage du film Tarzan de 1932 avec Johnny Weissmuller, au détour d'une allée, on tombe nez à nez avec les sculptures des chaouias d'Emilie Gaudissart (1872-1957).



Figure 2.5. Le jardin au style anglais (a : le grand bassin, b : le petit bassin) (originale)

Contrairement au jardin du style français ce jardin 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. (EPA, 2008)

2.3.3. Les carrés et les serres

Selon E.P.A Jardin d'Essai (2010), Les carrés sont des parcelles expérimentales en divers cultures, spécialisés en collections botaniques, dans le but de la conservation la reproduction et l'expérimentation des espèces les plus fragile. On distingue : le carré botanique, le carré floriculture et le carré des plantes médicinales. Consternant les serres (fig 2.6), on retrouve plusieurs types à savoir : une serre de vente et des serres de multiplication, également deux palmariums expérimentaux qui présentent une collection de cactées très intéressante.

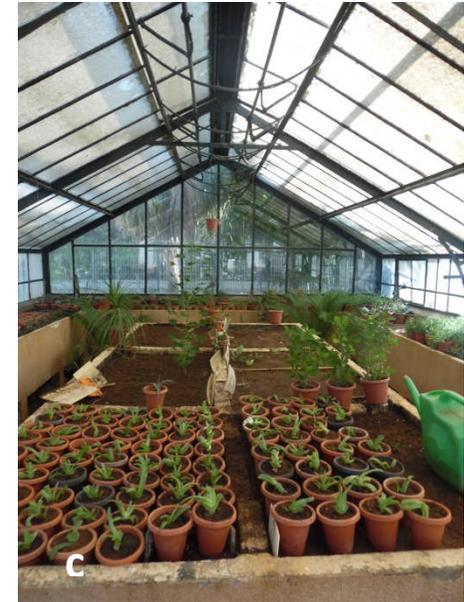


Figure 2.6. Quelques serres du jardin botanique d'El Hamma,(a : palmarium, b : serre de vente, c : serre de multiplication (originale))

2.3.4. L' Herbarium et la banque de graines

Selon E.P.A Jardin d'Essai, 2010, l'herbier du Jardin est formé de deux collections distinctes :

- Une ancienne collection des plantes datant de période coloniale.
- Une collection plus récente formée de plantes spontanée algériennes ainsi que d'espèces exotiques du Jardin.

C'est un lieu protégé où l'on maintient ex-situ et souvent en congélation les graines de plantes du jardin. La banque de semences dispose de deux types de chambre froide:

- Chambre froide à 4°C, réservée pour les semences récalcitrantes (taux d'humidité supérieur à 24%).
- Chambre froide -20°C, réservée pour les semences orthodoxes (taux d'humidité inférieur à 24%) pour les espèces rares et menacées.

2.3.5. Les allées du Jardin d'Essai

Selon L'EPA (2010) c'est des collections d'arbres constituant les allées portant le nom de l'espèce (fig 2.7), dont trois allées principales :

- Allée des Platanes (plantée en 1845).
- Allée des Dragonniers (plantée en 1847).
- Allée des Ficus (plantée en 1863).
- Allée des Bambous.

Des allées secondaires sont moins remarquables que les allées principales et sont :

- Allée des *Washingtonia*.
- Allée des lauriers.
- Allée des *Yuccas*.
- Allée des *Nolinas*.
- Allée des *Ginkgos*.
- Allée des *Trachycarpus*.
- Allée des *Cocos*.

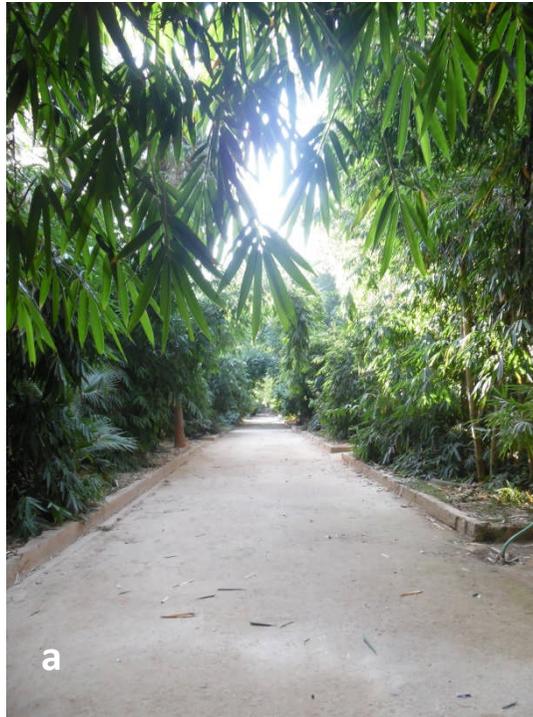


Figure 2.7. Photographie de quelques allées du jardin botanique d'El Hamma,(a : allée des bambous, b : allée des dragonniers, c :allée des platanes (originale))

2.4. Cadre abiotiques du jardin botanique d'El Hamma

2.4.1. Climat

Selon l'ANN (2000) sa situation topographique lui confère un climat exceptionnel et unique en Afrique du Nord. La végétation, par son aspect, son ampleur, en est l'interprète le plus fidèle auprès du promoteur le moins averti des exigences des différentes espèces qui la constituent. La proximité immédiate de la mer jouant au mieux en cette zone son rôle tampon des oscillations thermiques. La présence de la colline des Arcades qui s'oppose au vent du Sud, siroco desséchant et brûlant en été, courants chargés de froidure en hivers, font régner sur sa superficie un climat tempéré-chaud peu différant dans ses moyennes mensuelles de celui qui caractérise le Sahel mais où les températures minima et maxima son action sensiblement adoucies, sa puissante couverture végétale y ajoute son action régulatrice ; on peut dire que le thermomètre ne s'abaisse jamais au-dessous de 2°C , et ne s'élève que très rarement au-dessus de 35°C. Le climat de ce jardin est un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons distinctes :

- Une saison hivernale pluvieuse et froide.
- Une saison estivale chaude et sèche.

Le jardin est caractérisé par un micro climat qui a une grande influence sur le développement de la végétation qui le compose et lui procure une température chaude humide en été. (EPA, 2008). La protection du jardin contre les vents tel que le sirocco et les vents froids est assurée par la colline du bois des arcades, ces vents sont très néfastes à toute la végétation à proximité directe de la mer. L'hygrométrie de l'air ambiant est élevée.

2.4.2. Reliefs

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

2.4.3. Ressources hydriques

Les Ressources hydriques du jardin sont les suivantes :

- La nappe phréatique de la Mitidja, principale réserve d'eau pour arbres et arbustes, cette nappe superficielle alimente 14 puits et révèle l'aspect marécageux du jardin.
- Deux sources naturelles à savoir la source du Charchar et celle du bassin des procures, alimentent en permanence le réseau d'irrigation, ce dernier, avec ses canaux, regards, puits et bouches d'arrosages, a été entièrement rénové et renforcé par 56 nouvelles bouches et la mise en place de poteaux d'incendie (EPA, 2013).

2.4.4. Pédologie

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. Sa texture est légèrement argileuse avec un PH neutre à alcalin, et une richesse particulière en matière organique entraînée par la décomposition permanente de litière (Ecrement, 1966).

2.5. Cadre biotique du jardin botanique d'El Hamma

2.5.1. Végétation

Selon l'ANN (2000), le jardin botanique d'El Hamma à un aspect tropical dominé par sa végétation exotique. Plusieurs espèces où les familles les plus représentatives sont les *Moraceae*, les *Coniferales*, les *Cycadaceae*, les *Musaceae*, les *Arecaceae*, (tabl 2.1).

Tableau 2.1. Présentation de quelques espèces existantes au Jardin botanique 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>

2.5.2. Faune

Les travaux faunistique réalisés par plusieurs chercheurs, dans la région du Sahel Algérois ont montrés une diversité importante des espèces d'invertébrés et de vertébrés. Parmi ces travaux de recherche qui portent sur la faune des invertébrées réalisés 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 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.*).

Nous présentons dans cette partie les principaux objectifs de ce travail. La démarche suivie est apportée en relation avec une synthèse climatique, la variation des paramètres climatiques au cours de la période de l'étude et la description des méthodologies utilisées.

3.1. Objectifs de l'étude

L'étude de l'inventaire des espèces et leur dynamique sont indispensables pour une analyse structurelle et fonctionnelle d'un milieu qu'il soit anthropisé ou naturel. Notre travail cible des objectifs complémentaires:

- Contribuer à l'analyse de la structure et la composition floristique dans le jardin botanique d'El Hamma.
- Améliorer l'état des connaissances liées à la composition des communautés fonctionnelles circulantes
- Contribuer à la compréhension de la dynamique temporelle des populations proies et de leurs complexes d'ennemis bénéfiques.
- faire une approche comparative des différentes espèces d'insectes auxiliaires rencontrés dans les trois sites étudiés.

Les informations collectées, les échantillons prélevés, le travail d'identification au laboratoire et les recherches bibliographiques ont permis de faire un état des lieux des populations d'insectes présentes. Il s'agit aussi de cibler d'une part les insectes nuisibles les plus problématiques du point de vue de l'état phytosanitaire du jardin, et d'autre part les insectes auxiliaires qui pourraient apporter des solutions pour le contrôle des populations de phytophages.

3.2. Synthèse climatique

Le Sahel algérois s'inscrit parmi les grandes structures géographiques de la région d'Alger (36°36' à 36°46' de latitude N., 2° 24' à 3°20' de longitude E.). Il est formé par un ensemble de collines qui séparent la partie occidentale de la plaine de la Mitidja de la Méditerranée (Glangeaud, 1932). Il 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, 2015 (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°(min)	8,1	8,3	9,7	11	14	17	20	21	20	16	12	9
C°(max)	15	16	17	20	23	26	29	30	27	23	19	16
C°(moy)	12	12	14	16	18	22	24	25	23	19	15	12

3.2.1. 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 (Pmm), 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).

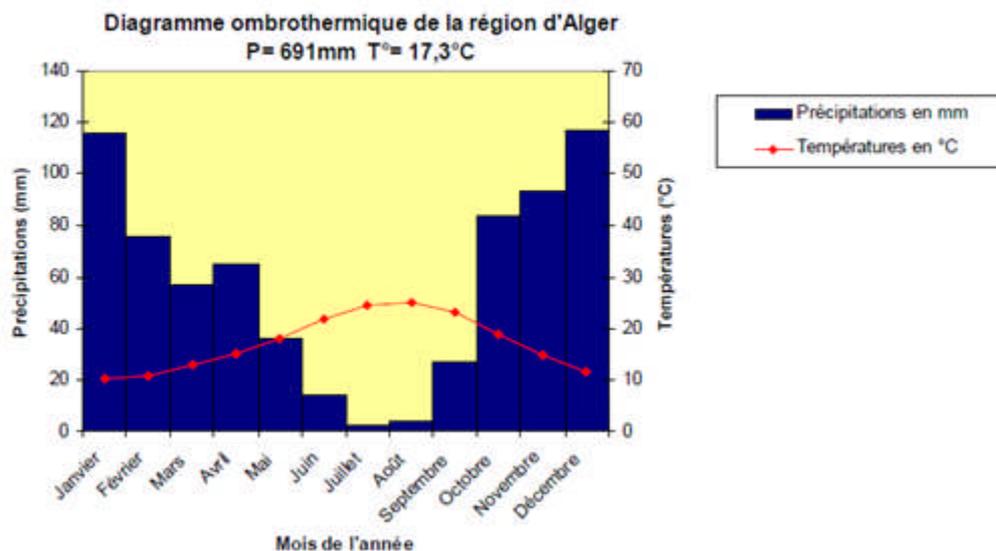


Figure 3.1. Diagramme ombrothermique de la région d'Alger, 2015 (Climatedata.org : climat : Alger centre)

Le sahel algérois doit la douceur de son climat à sa situation abritée des influences intérieures et par sa position face à la mer (Chennaoui, 2000). Il 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.

3.2.3. 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: $Q_2 = 3.43 (P / (M - m))$ 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 Q_2 placée en ordonnées, donnent la localisation de la région d'El Hamma (Alger) dans le climagramme (figure 3.2).

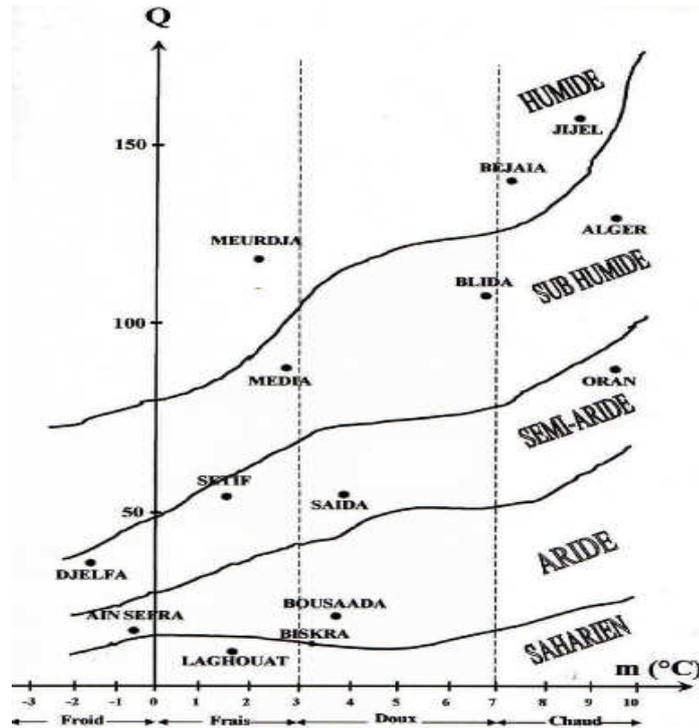


Figure 3.2 : Localisation de la région d'El Hamma (Alger) dans le Climagramme d'Emberger

3.3. Description et caractérisation des milieux étudiés

Une prospection préliminaire a été réalisée au niveau du jardin afin de choisir et caractériser les trois sites d'échantillonnage. Des critères sont pris en considération dans ce choix en vue de réaliser un échantillonnage le plus aléatoire possible en prenant en considération :

- L'accessibilité au terrain.
- L'homogénéité apparente pour avoir en effet un inventaire le plus représentatif possible de l'entomofaune recensée.
- La diversité floristique des trois sites choisis laisse supposer une diversité entomofaunistique et plus particulièrement une probabilité de trouver de nouvelles espèces d'insectes auxiliaires dans ces espaces naturels, dont leur apparition coïncide peut être avec la diversité de la flore locale et exotique.

Notre travail a été réalisé du début de février jusqu'à la fin mai 2016 avec une fréquence hebdomadaire : 15 relevés au total ont été entrepris. Un relevé est un ensemble des opérations suivantes: choix des stations, réalisation d'un inventaire et une analyse structurale de la végétation proprement dite.

Les trois sites choisis sont: Le jardin français (côté ouest du jardind'El hamma), le carré de floriculture (côté central) et le jardin anglais (côté est) (figure 3.3).



Figure 3.3. Localisation des milieux étudiés dans le jardin d'El Hamma.
s1 : jardin anglais, S2 : carré de floriculture, S3 : jardin français

3.3.1. Le jardin français

Notre premier site choisi au niveau du jardin style français, recouvre une superficie de 6692.88 m². Il comprend une pelouse et des bandes fleuries côté est, et un sous-bois clair sur le côté ouest. La pelouse est tondu une fois par semaine et arrosée après la tonte cette dernière est suivie d'un traçage des bordures. Un binage est effectué deux fois par semaine. Le désherbage des pelouses est régulier. Parmi les principales plantes rencontrées, on peut citer Ageratum, Néflier et Souci, Godestia, Coréopsis. Une taille de forme est réalisée au niveau des haies. Le gazon et les bandes fleuries sont traités avec un insecticide «dursbon» (Annexe1), 15ml du produit dans 10L d'eau. Ce site été traité chaque 7 à 10 jours pendant la période printanière.



Figure 3.4. Aperçu du site d'étude choisi dans le jardin français (a : la pelouse, b : les bandes fleuries (originale).

3.3.2. Le carré de floriculture

Le second site d'étude est le carré de floriculture (partie centrale) (figure 3.5). C'est une parcelle de 126662.22 m², ce carré était destiné pour un réaménagement en un carré de fleurs algériennes, en attendant la phase d'étude, le carré était fermé pour une durée de trois années, ce qui a permis à une végétation spontanée d'investir le milieu. Cependant des travaux de réhabilitation ont été entamés dès janvier 2016, se résumant en un nettoyage, un désherbage, une taille pour les arbres et les palmiers, une taille de forme pour les haies et une plantation de plusieurs variétés de rosier.



Figure 3.5. Aperçu du site d'étude choisi dans le carré de floriculture (originale).

3.3.3. Jardin anglais

Le troisième site est une parcelle située dans le jardin style anglais. La parcelle d'étude recouvre une superficie de 5435,76 m² caractérisée par une végétation dense avec des allées sinueuses et embrasées. Ce site est formé sur le côté ouest d'un grand bassin avec une végétation aquatique (élodée, Nénuphar et Cyperus) et une population de poisson carpe Koi, en plus d'un îlot exotique qui héberge une population de canards «colvert» et de poule d'eau. Le côté Est de la parcelle d'étude est un sous-bois dense et ombragé, peu piétiné et inaccessible au public. Contrairement au jardin style français où un entretien rigoureux est appliqué, l'intervention des jardiniers est très limitée dans ce site et les traitements chimiques sont quasiment absents.



Figure 3.6. Aperçu du site d'étude choisi dans le jardin anglais.

3.4. Méthodologies de l'étude

Notre étude est divisée en deux parties, la première est consacrée pour la réalisation des relevés floristiques dans les trois sites choisis, la méthode adoptée

sur le terrain, la conservation et la détermination des syntaxons trouvés. La seconde a pour but l'inventaire entomofaunistique avec les techniques et les méthodes appliquées sur le terrain, ainsi que les déterminations des espèces récoltées au laboratoire.

Les études bioécologiques des insectes dans la nature posent un problème de choix des méthodes d'échantillonnage. En effet, diverses méthodes de récoltes ont été décrites par les auteurs. Chacune d'elles a des avantages et des inconvénients. Il faut choisir des stations représentatives d'une catégorie d'habitat largement représenté dans la région, de sorte que les conditions apparaissent plus ou moins homogènes dans la structure de la végétation (c'est-à-dire qu'elle doit retenir un seul biotope à la fois) sur une surface plus ou moins large (Duranton *et al*, 1982).

3.4.1. Méthodologie adopté sur le terrain

3.4.1.1. Méthodologie adoptée pour l'étude floristique

Plusieurs auteurs ont montré l'importance de la végétation. Tilman (1997) souligne que l'augmentation de la diversité végétale entraîne une augmentation de la diversité des phytophages et en conséquence de leurs prédateurs et parasites. Le suivi de la végétation constitue une partie importante de la surveillance de l'état du biotope en raison des indications fournies par les groupements végétaux face à l'évolution naturelle ou anthropique

Pour connaître la flore qui règne dans les trois sites, nous avons réalisé un relevé floristique dans chaque site en adoptant la méthode des transects.

L'étude de transects constitue une approche détaillée de la végétation, et vise à récolter des relevés phytosociologiques synusiaux reproductibles et géoréférés, desquels sont extraits plusieurs informations synthétiques sur l'état du biotope.

Une zone représentative et homogène est choisie. Un transect de plus de 100 mètres de long sur 1mètre de large est mis en place suite à une visite des lieux, la longueur varie selon la surface des trois sites choisis. La répartition des peuplements d'espèces végétales est étudiée en évaluant à vue et aléatoirement leurs abondances dominances respectives selon la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet. Cet auteur a créé le coefficient d'abondance-dominance, qui associe les

concepts d'abondance et de dominance. L'abondance exprime le nombre d'individus qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé. La dominance représente le recouvrement de l'ensemble des individus d'une espèce donnée, comme la projection verticale de leur appareil végétatif aérien sur le sol. Le coefficient d'abondance-dominance est estimé visuellement.

Dans chaque station et à chaque sortie, les estimations des codes d'abondance dominance accompagnés des pourcentages de recouvrement des différentes espèces végétales rencontrées, ont été répétées selon deux transects disposées en diagonale.



Figure 3.7. Méthode adoptée pour les relevés floristiques dans les sites étudiés du jardin d'El Hamma.

Chaque espèce végétale a été pondérée selon son recouvrement dans chacun des sites observés, et en adoptant l'échelle établie des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet, 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.

3.4.1.2. Méthodologie adoptée pour l'étude entomofaunique

Pour le piégeage des insectes, nous avons utilisé des plaques jaunes engluées, un papier film transparent, des étiquettes, un feutre indélébile, un calepin et un appareil photo numérique.

Les pièges collants ou plaques engluées (figure 3.7) sont des panneaux rectangulaires chromatiques attractifs, composés d'un plastique rectangulaire mince de 150 cm², de couleur jaune vif, englué sur les 2 faces, avec une face quadrillée afin de faciliter le comptage des insectes capturés.



Figure 3.8 : Plaques rectangulaires de couleur jaune utilisées pour les captures de l'entomofaune dans le jardin d'El Hamma.

Les panneaux englués jaunes sont recommandés pour les aleurodes, les diverses formes ailées de pucerons, les sciarides et certaines cicadelles et mineuses des feuilles. Lorsque l'on a recours à des insectes parasites comme ceux du genre *Encarsia*, les pièges fournissent des précisions très utiles quant au niveau de ravageurs à atteindre pour procéder à l'introduction de ces espèces.

Dans chaque site d'étude, nous avons placé deux pièges, espacés entre eux d'une cinquantaine de mètres. Les pièges ont été suspendus à une hauteur comprise

entre 0,5 et 1,5 mètre, sur des arbres choisis aléatoirement. L'installation et la récupération des pièges se fait régulièrement au cours d'un planning de sorties hebdomadaires. On recouvre chaque piège récupéré avec un film plastique transparent pour la conservation des spécimens piégés en bon état. Finalement, chaque plaque est étiquetée en mentionnant date d'installation, date de récupération, le numéro du site, et le numéro de piège.

Au total, six pièges englués ont été disposés à chaque sortie soit 84 captures entre les mois de février et mai 2016.

3.4.2. Méthodologie adopté au laboratoire

Les échantillons sont acheminés vers le laboratoire, pour y effectuer les mises en herbier, le comptage des spécimens d'insectes capturés et les identifications des espèces végétales récoltées ainsi que des insectes. Le principal matériel utilisé est un matériel optique ; la loupe binoculaire avec un pouvoir de grossissements qui varie entre (x20, x40, x80).

3.4.2.1 Identification et classification des plantes récoltées

Les plantes non déterminées sur le terrain sont récoltées et séchées pour une détermination ultérieure en laboratoire. Au cours des prospections, on utilise des sachets en papier. Les échantillons récoltés sont ensuite séchés et placés dans un herbier avec une étiquette (Annexe 2). La détermination des espèces végétales a été effectuée à l'aide de la Nouvelle Flore de l'Algérie (Quézel & Santa, 1962-1963) et avec l'aide de cadres ingénieurs spécialistes au niveau du jardin d'El Hamma. La classification et l'ANN, la nomenclature retenue correspond à celle du site *tela-botanica* (<http://www.tela-botanica.org>).



**Figure 3.9. Identification des taxons végétaux au niveau de l'herbarum de l'ANN
(originale)**

3.4.2.2 Identification des espèces d'insectes piégés

Les échantillons sont observés à l'aide d'une loupe binoculaire pour la détermination et le dénombrement des insectes auxiliaires et le comptage des principaux ravageurs trouvés (aleurodes, puceron et cicadelles) pour cela, nous avons utilisé les différents grossissements ($\times 20$, $\times 40$, $\times 80$).

Les déterminations ont été effectuées grâce aux clefs d'identification, établies par différents auteurs.

Au niveau de chaque plaque engluée protégée par un film plastique transparent, les insectes auxiliaires ont été repérés par un numéro à l'aide d'un feutre indélébile. Les différents taxons ont été identifiés à différents niveaux : familial, générique et même spécifique, suite à des caractères morphologiques généraux ou plus détaillés en adoptant les clés d'identification.

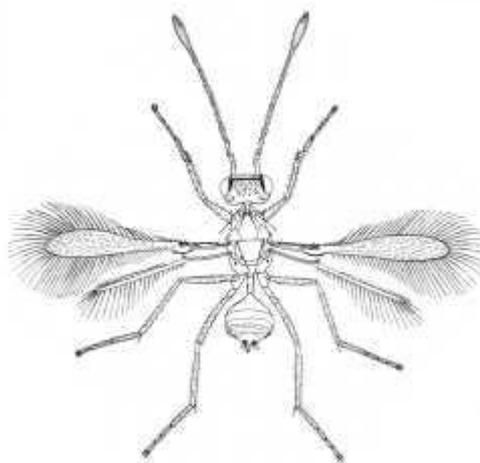
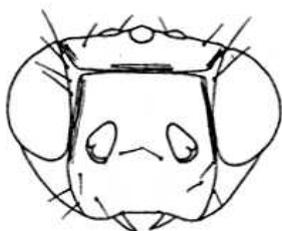
La reconnaissance des taxons intéressants pour notre étude s'est focalisée d'une part sur les prédateurs du groupe des hétéroptères, la famille des Coccinellidae, Syrphidae, Chrysopidae et Cecidomyidae et sur les complexes des hyménoptères parasitoïdes primaires et secondaires des superfamilles Chalcidoïdea, Proctotrupoïdea, Ceraphronoïdea et Ichneumonoïdea, d'autre part.

Le type des ailes est le premier critère pour déterminer l'ordre. Pour l'identification au niveau familial, générique ou spécifique d'autres critères ont été

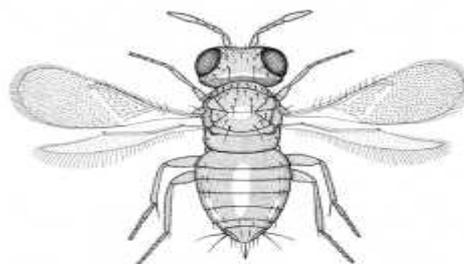
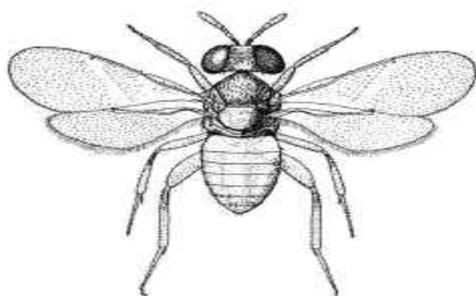
pris en considération tel que la forme des antennes et leur position sur la tête, le nombre des articles antennaires, la nervation alaire.

3.4.2.2 Identification de la faune auxiliaire

Pour l'identification des Hyménoptères parasitoïdes (figure 3.8), certains caractères morphologiques sont pris en considération comme la couleur de l'individu, la nervation des ailes, la présence ou l'absence des soies sur les ailes, la forme du stigma, la forme du premier tergite abdominal (pétiole), la forme du propodeum, la forme et le nombre d'articles antennaires, la forme de l'ovipositeur, la forme et les dimensions du prostigma. Dans certains cas, la couleur et la forme de la momie d'un puceron parasité par exemple peuvent donner des renseignements sur le genre et même l'espèce du parasitoïde (Praslicka et *al.*, 2003). L'identification des insectes auxiliaires a été faite à l'aide des clés de détermination indiquées dans la base de données Universal Chalcidoidea Database, A key to the families of Chalcidoidea and Mymaromatoidea: (Debauche, 1948; Hincks, 1960; Hayat, 1983; Huber, 1986 ; Gauld et Bolton, 1988 ; Goulet et Huber, 1993 ; Noyes, 1998).



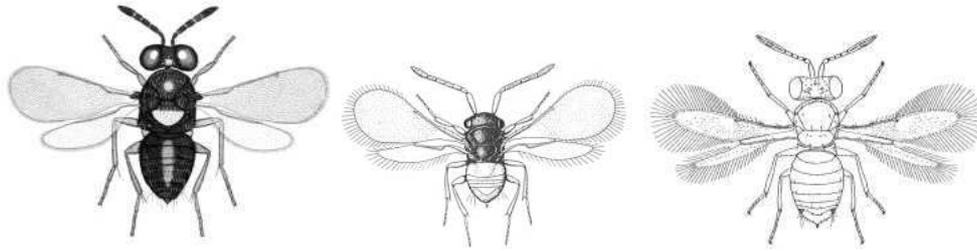
MYMARIDAE



APHELINIDAE

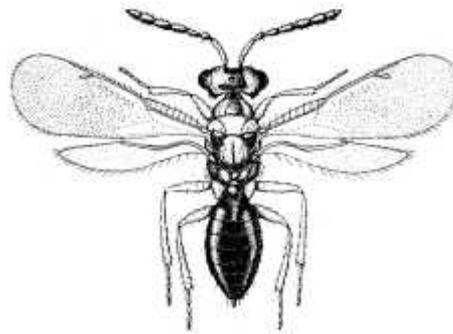
Aphelininae (*Aphelinus sp*)

Aphelininae (*Aphytis sp*)

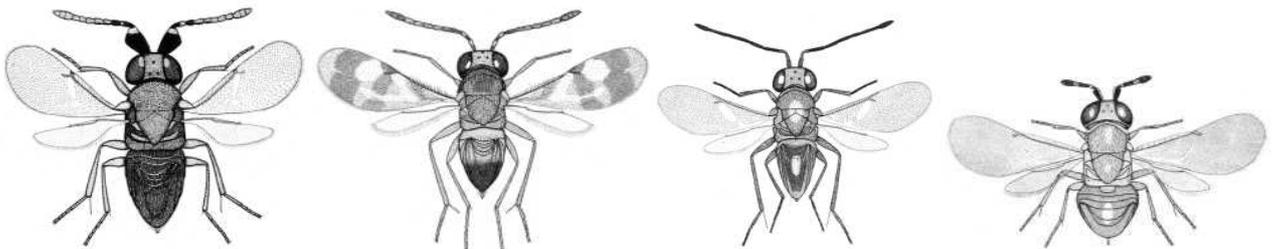


Coccophaginae : *Coccophagus* sp, *Encarsia* sp, *Encarsia citrina*

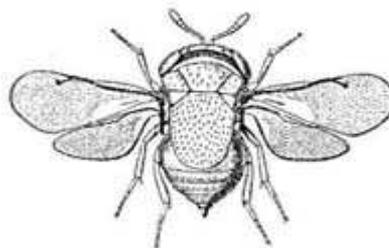
Figure 3.10. Quelques taxons d'Hyménoptères Chalcidoïdea et Ichneumonoïdea et critères d'identification (Noyes, 1998 et Delvare, 2000).



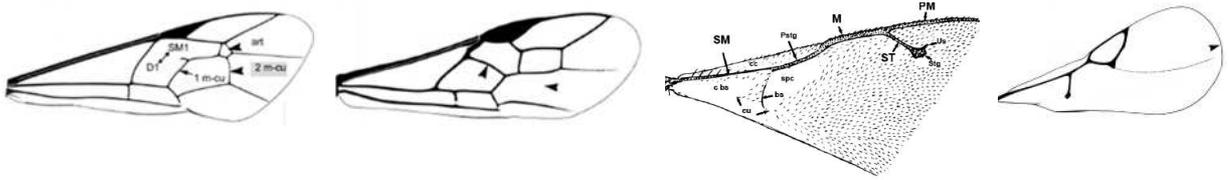
EULOPHIDAE



Encyrtidae Tetracneminae: *Anagyrus*, *Leptomastidea*, *Leptomastix*, *Encyrtinae*:
Metaphycus



Pteromalidae (Eunotinae): *Scutellista caerulea*.



Nervations de l'aile antérieure d'un Ichneumonide (à gauche) ; d'un Braconide (centre) , d'un Chalcidoïde et d'un Cynipoïde (à droite).

Figure 3.10. Quelques taxons d'Hyménoptères Chalcidoidea et Ichneumonoidea et critères d'identification (Noyes, 1998 et Delvare, 2000) (suite).



a- Ichneumonidae sp (x20)



b- *Ryzobius lophontae* (x20)



c- Mymaridae sp (x40)



d- Signiphora sp (x40)



e- Eulophidae sp (x20)



f- *Anthocoris neumorum* (x20)

Figure.3.11. Photographies de quelques espèces capturées vues à la loupe binoculaire.

3.5. Méthodes de traitement des données

L'exploitation des résultats est faite de deux manières : la première consiste en des analyses statistiques ; tandis que la seconde est la méthode de calcul de paramètres de diversité.

3.5.1. Analyses statistiques

Toutes les analyses multivariées ont été conduites avec le logiciel PAST vers. 1.98 (Hammer *et al.*, 2001). Nous avons tenu compte des abondances relatives mensuelles des espèces. Nous avons eu recours à l'analyse en factorielle des correspondances pour expliquer les structures des communautés.

L'analyse factorielle des correspondances a été réalisée sur la base d'une matrice de données avec les mois en colonnes et les espèces (codifiées) en lignes qui a été établie dans le logiciel excel. Statistiquement, l'AFC est une analyse multivariable qui permet de procéder à une interprétation d'observations ne comportant à priori aucune distinction, ni entre variables ni entre individus. Elle a pour but de révéler les interrelations entre caractères et de proposer une structure de la population: dans le cadre de notre étude, les communautés végétales et auxiliaires des sites étudiées dans le jardin d'El Hamma. L'A.F.C, s'utilise avec des variables qualitatives qui possèdent à deux ou plus de deux modalités. Elle offre une visualisation en deux dimensions des tableaux de contingence.

Les différents assemblages ont été déterminés à travers une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) en considérant les scores des variables sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50 % de la variance cumulée soit observée. La CAH consiste à rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant l'abondance des espèces en lignes et les périodes d'investigations dans les stations pour la végétation en colonnes d'une matrice. Cette méthode de classification est destinée à produire des groupements ou assemblages décrits par un certain nombre de variables ou caractères c'est-à-dire qu'elle permet d'examiner les différences de composition des échantillons par agglomération successive des objets deux à deux, qui fournissent une hiérarchie de partition des objets,(Martikainen *et al.*, 2000)

3.5.2. Paramètres de diversité

3.5.2.1. Richesse d'un peuplement

Nous appelons richesse spécifique ou simplement richesse (S) d'une population le nombre n d'espèces qui la composent.

$$S = sp1 + sp2 + sp3 \dots\dots + sp_n.$$

sp1 + sp2 + sp3 \dots\dots + sp_n ; sont les espèces observées.

3.5.2.2. Diversité d'un peuplement

A la notion de structure organisée d'un peuplement dans un biotope, qui se traduit par une distribution d'abondances déterminée, est étroitement liée celle de diversité spécifique. Cette dernière est maximale lorsque toutes les espèces ont un même effectif et minimale lorsque tous les individus appartiennent à une seule espèce. De nombreux indices ont été proposés par les écologistes pour évaluer cette diversité.

Selon Frontier (1982), l'indice le plus couramment utilisé dans littérature est **l'indice** de diversité de Shannon (H'). Il est basé sur la formule suivante: $H' = - \sum ((ni / n) * \ln (ni / n))$ où ni est le nombre d'individus d'une espèce donnée, i allant de 1 à S (nombre total d'espèces), n : nombre total d'individus. La valeur H' est exprimée en "bits".

L'indice de Simpson (D) mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. Cet indice est calculé de la manière suivante : $D = \sum Ni (Ni - 1) / N (N - 1)$ avec Ni = nombre d'individus de l'espèce donnée et N = nombre total d'individus.

On considère que la diversité est maximale si la valeur est de 0 et minimale si la valeur est de 1. Dans le but d'obtenir des valeurs plus intuitives, on peut préférer l'indice de diversité de Simpson (1 - D) où le maximum de diversité correspond à une valeur de 1 et le minimum à une valeur de 0 [MAGURRAN, 2004].

La signification des différences de diversité entre deux stations a été calculée par une procédure de rééchantillonnage (bootstrap), selon la méthode développée par Poole (1974) implémentés dans PAST.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats de l'analyse floristique et de la structure et la composition des communautés des principaux insectes auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes), rencontrés dans trois habitats dans le jardin botanique du Hamma, durant la période expérimentale du début février jusqu'à la fin mai 2016.

4.1. Analyse floristique des milieux étudiés dans le jardin d'El Hamma

4.1.1. Composition et recouvrement de la végétation

Les relevés floristiques réalisés et complétés durant la période d'avril à juin 2016, ont permis de dresser dans les trois sites, un inventaire des différentes espèces de plantes avec leurs degrés de recouvrement respectifs ainsi que leur coefficient d'abondance dominance (tab. 4.1).

L'analyse des résultats dévoile l'existence de 45 familles botaniques au niveau des trois sites confondus, la famille des Fabacées est la plus représentative du point de vue richesse avec un total de 8 espèces, suivie par la famille des apiécées et des *Poaceae* avec 7 espèces.

Dans le jardin anglais, on remarque que *Erythrina corallodendron*, *Setaria palmifolia*, *koelreuteria paniculata* et *Parietaria officinalis* recouvrent chacune un pourcentage de 15% en végétation. Contrairement au jardin français, *Erythrina corallodendron* est la plus dominante avec 15% de recouvrement du total des espèces inventoriées. Le troisième site -le carré de floriculture- est caractérisé par la présence de *Poaceae sp* avec un pourcentage de recouvrement très important de 20% suivie par *Helix hedera* et *Rosa sp* (10%).

Tableau 4.1. Inventaire floristique global et taux de recouvrement végétal des espèces de plantes dans les trois sites du jardin d'El Hamma.

Strate	Famille	Espèce	Jardin français	Jardin anglais	Carré de floriculture
Arbustive	<i>Adoxaceae</i>	<i>Viburnum tinus</i> (Linné, 1753)	0,5	0	0
Herbacée	<i>Iridaceae</i>	<i>Iris foetidissima</i> (Linné, 1753)	0,5	0	0
Arbustive	<i>Myrtaceae</i>	<i>Eugenia uniflora</i> (Linné)	0,5	0	0
Arborescente	<i>Phytolaccaceae</i>	<i>Phytolacca dioica</i> (Linné, 1762)	0,5	0	0
Herbacée	<i>Acanthaceae</i>	<i>Acanthus mollis</i> (Linné, 1753)	0,5	0	0
Herbacée	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Achyranthes aspera</i> (Linné)	0,5	0	0
Herbacée		<i>Amaranthus hybridus</i> (Linné, 1753)	15	3,5	0
Herbacée	<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Amaryllis beladona</i> (Linné, 1753)	0	0	10
Herbacée	<i>Apiaceae</i>	<i>Torilis nodosa/arvensis</i>	0	0	0,5
Herbacée		<i>Helix hedera</i> (Linné, 1753)	0	0	10
Arborescente		<i>Phoenix zeylanica</i> (Henry Trimen)	0	0	3
Arborescente		<i>Arecastrum romanzoffianum</i> (Glassman, 1968)	3,5	3,5	0
Herbacée		<i>Chamaedorea elatior</i> (Carl Friedrich Philipp von Martius)	0	0,5	0
Arbustive		<i>Chamaerops humilis</i> (Linné, 1753)	0	1	0
Arborescente		<i>Phoenix dactylifera</i> (Linné, 1753)	0,5	0	0
Arborescente	<i>Arecaceae</i>	<i>Washingtonia</i> sp (Hermann Wendland, 1879)	3,5	1	0
Arborescente		<i>Kentia Howea</i> (Odoardo Beccari, 1877)	0	0	0,5
Herbacée	<i>Aristolochiaceae</i>	<i>Aristolochia</i> sp (Linné, 1753)	1	0	0
Herbacée	<i>Asparagaceae</i>	<i>Asparagus plumosus</i> (Jessop, 1966)	0,5	0	0
Arbustive		<i>Dracaena draco</i> (Domenico Agostino Vandelli ex Carl von Linné, 1767)	0	0	1
Herbacée	<i>Asteraceae</i>	<i>Conyza canadensis</i> (Arthur Cronquist, 1943)	0,5	0,5	0,5
Herbacée	<i>Bambuseae</i>	<i>Bambousa</i> sp (Schreber, 1789)*	3,5	0	0
Arborescente	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Catalpa bignonioides</i> (Thomas Walter, 1788)	0	0	0,5
Arbustive		<i>Cordia nodosa</i> (Jean-Baptiste de Lamarck)	0,5	0	0
Arbustive	<i>Celastraceae</i>	<i>Euonymus japonicus</i> (Carl Peter Thunberg, 1780)	0,5	0	0
Herbacée	<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> (Linné, 1753)	0,5	0	0
Herbacée	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Bryonia</i> sp (Linné, 1753)	0	0	0,5
Herbacée	<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus alternifolius</i> (Linné, 1753)	0	0	0,5
Arbustive	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Aleurite fordii</i> (William Botting Hemsley)	0,5	0	0
Herbacée		<i>Sapium sebiferum</i> (<i>Triadica sebifera</i> João de Loureiro, 1790)	0,5	15	0
Arborescente	<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia</i> sp	0	0	0,5
Arborescente		<i>Bauhinia alba</i> (Bauhinia Carl von Linné, 1753)	0	0	1

CHAPITRE 4 RESULTATS ET DISCUSSION

Strate	Famille	Espèce	Jardin français	Jardin anglais	Carré de floricultur
Arborescente		<i>Cercis siliquastrum</i> (Linné, 1753)	0,5	0	0
Arborescente		<i>Enterolobium timbouva</i> (Carl Friedrich Philipp von Martius)	1	0	0
Arborescente		<i>Erythrina corallodendron</i> (Carl Linnaeus, 1790)	0	15	0
Arborescente		<i>Gleditsia triacanthos</i> (Linné, 1753)	0	1	0
Herbacée		<i>Vicia sativa</i> (Linné, 1753)	0	1	0
Arborescente		<i>Tipuana tipu</i> (Otto Kuntze, 1898)	0	0,5	0
Arborescente	<i>Ginkgoaceae</i>	<i>Ginkgo biloba</i> (Linné, 1771)	0	0	0,5
Herbacée	<i>Iridaceae</i>	<i>Crocasmia sp</i>	0,5	0	0
Arbustive	<i>Lauraceae</i>	<i>Laurus nobilis</i> (Linné, 1753)	3,5	0,5	0
Herbacée	<i>Liliaceae</i>	<i>Ruscus hypophyllum</i> (Linné, 1753)	0	0	0,5
Herbacée		<i>Smilax aspera</i> (Linné, 1753)	0	3,5	0
Arbustive	<i>Malvaceae</i>	<i>Hibiscus rosa</i> (Linné, 1753)	1	0,5	0
Arbustive		<i>Sterculia sp</i> (Linné, 1753)	0	3,5	0
Arborescente	<i>Moraceae</i>	<i>Broussonetia papyrifera</i> (Carl von Linné) Charles Louis L'Héritier de Brutelle. ex Étienne Pierre Ventenat, 1799	0	0,5	0
Herbacée		<i>Ficus sp</i> (Linné, 1753)	0,5	0	0
Arbustive		<i>Morus alba</i> (Linné, 1753)	0,5	0	0
Arbustive		<i>Morus rubra</i> (Linné, 1753)	1	0	1
Arbustive	<i>Myrtaceae</i>	<i>Feijoa sellowiana</i> (Otto Karl Berg, 1859)	0,5	0	0
Arbustive	<i>Oleaceae</i>	<i>Ligustrum japonicum</i> (Carl Peter Thunberg, 1780)	1	0	0
Herbacée		<i>Olea europaea</i> (Linné, 1753)	0	0,5	0
Herbacée	<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis articulata</i> (Jules-César Savigny, 1798)	0,5	0,5	0,5
Herbacée		<i>Oxalis purpurea</i> (Linné)	0	0	0,5
Arborescente	<i>Palmaceae</i>	<i>Phoenix canariensis</i> (Justin-Benjamin Chabaud, 1882)	1	0	0
Herbacée	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago major</i> (Linné, 1753)	0,5	1	0
Herbacée	<i>Poaceae</i>	<i>Elytrigia sp</i> (Linné, 1753)	0	0	0,5
Herbacée		<i>Bambusa vulgaris</i> (Heinrich Schrader ex Johann Christoph Wendland)	0	1	0
Herbacée		<i>Cynodon dactylon</i> (Christiaan Hendrik Persoon, 1805)	0	0	3
Herbacée		<i>Poaceae sp</i>	0	0	20
Herbacée		<i>Oryzopsis miliacea</i> (Paul Friedrich, August Ascherson, Georg August Schweinfurth, 1887)	0	0	1
Herbacée		<i>Pennisetum villosum</i> (Robert Brown ex Johann Baptist Georg Wolfgang Fresenius, 1837)	0	0	3,5
Herbacée		<i>Setaria palmifolia</i> (Otto Stapf, 1914)	15	1	0
Arborescente	<i>Podocarpaceae</i>	<i>Podocarpus elatus</i> (Robert Brown ex Stephan 1847)	0,5	0	0

CHAPITRE 4 RESULTATS ET DISCUSSION

Strate	Famille	Espèce	Jardin français	Jardin anglais	Carré de floriculture
Herbacée	<i>Primulaceae</i>	<i>Anagalis avensis</i> (Linné, 1753)	0	0	1
Arbustive	<i>Punicaceae</i>	<i>Punica granatum-nana</i> (Linné, 1753)	0	0	10
Arbustive	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Rhamnus alaternus</i> (Linné, 1753)	0	0	0,5
Arbustive	<i>Rosaceae</i>	<i>Rosa sp</i> (Linné, 1753)	0	0	10
Arbustive		<i>Rubus caesius</i> (Linné, 1753)	0	0,5	0
Arbustive		<i>Rubus ulmifolius</i> (Heinrich Wilhelm Schott, 1818)	0	0	3,5
Herbacée	<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium aparine</i> (Linné, 1753)	0	0	0,5
Herbacée	<i>Sapindaceae</i>	<i>Koelreuteria paniculata</i> (Erich Laxmann)	15	0	3
Arbustive	<i>Solanaceae</i>	<i>Cestrum foetidissimum</i> Nikolaus (Joseph von Jacquin)	0	0	0,5
Herbacée		<i>Salpichroa rhomboidea</i> (John Miers)	0	0	3,5
Herbacée		<i>Cardiospermum halicacabum</i> (Linné, 1753)	1	0,5	0
Arbustive	<i>Strelitziaceae</i>	<i>Strelitzia reginae</i> (William Aiton, 1789)	0,5	0	0
Arbustive	<i>Strelitziaceae</i>	<i>Strelitzia alba</i> (William Aiton, 1789)	0	3,5	0
Arborescente	<i>Sumarubiaceae</i>	<i>Ailanthus altissima</i> (Walter Tennyson Swingle, 1916)	0	0	3,5
Herbacée	<i>Urticaceae</i>	<i>Parietaria officinalis</i> (Linné, 1753)	15	0	0
Herbacée		<i>Urtica urens</i> (Linné, 1753)	0	0,5	0
Arbustive	<i>Verbenaceae</i>	<i>Duranta plumieri</i> (Nikolaus Joseph von Jacquin)	0	0,5	0
Herbacée		<i>Verbena officinalis</i> (Linné, 1753)	0	0	3,5
Herbacée	<i>Vitaceae</i>	<i>Parthenocissus vitacea</i> (Albert Spear Hitchcock)	0	0	0,5

4.1.2. Diversité écologique des trois sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma

Il semble que les richesses du jardin français et le carré de floriculture sont similaires, 38 espèces et 35 espèces respectivement bien que la richesse floristique du jardin français soit plus importante que celle des autres sites, elle est caractérisée par la présence de 25 familles et 38 espèces respectivement. Les diversités floristiques comparées du jardin français et du jardin anglais sont consignés dans le tableau 4.1. On a remarqué que le site du jardin anglais est le moins diversifié (tab. 4.2) avec une valeur de l'indice de Shannon de l'ordre de 2.6 bits.

Tableau 4.2. Indices écologiques comparés de la composition végétale des trois sites étudiés au niveau du jardin botanique d'El Hamma.

	Jardin français	Jardin anglais	Carré de floriculture
Richesse	38	26	35
Abondance	79	52	89
Dominance	0,15	0,19	0,11
Equitabilité	0,80	0,82	0,85

4.1.3. Analyse globale de la structure de la végétation

Le tableau initial (tab .4.1) correspond à des relevés montrant la présence des espèces dans les trois sites. Une AFC conduite sur cette matrice a permis de différencier nettement trois groupes floristiques de taille inégale (fig. 4.1 et fig.4.2)

On distingue trois assemblages très hétérogènes entre eux en termes de richesse, d'abondance et de strate.

Le premier assemblage appartient au carré de floriculture, caractérisé par des plantes herbacées qui sont *Achyranthes aspera*, *pennisetum villosum* *Amaranthus*, *Anagalis avensis*, *Amaryllis beladona*, *Torilis nodosa*, *Aristolochia sp*, *Cynodon dactylon*, *Poaceae sp*, *Salpichroa rhomboidea*, *Oryzopsis miliacea* et des plantes arbustives, *Aleurite fordii*, *Ailanthus altissima*, *Punica granatum-nana*, *Rosa sp*, *Rubus ulmifolius*, ainsi q'une espèce arborée *Sapium sebiferum*.

Le deuxième assemblage représente le site du jardin anglais. Il est le moins diversifié, caractérisé par des plantes herbacées *Ruscus hypophyllum*, *Bambusa vulgaris*, *Helix hedera*, *Olea europaea*, *Asparagus plumosus*, *Cyperus alternifolius* et des plantes arbustives *Hibiscus rosa*, *Rubus caesius*, *Rubus caesius*, *Strelitzia alba*, avec des plantes arborées *Phoenix canariensis*, *Cercis siliquastrum*, *Enterolobium timbouva*, *Erythrina corallodendron*, *Arecastrum romanzoffianum*.

Le troisième assemblage caractérise le site du jardin français, composé de plantes herbacées, *Acanthus mollis*, *Parietaria officinalis*, *Setaria palmifolia*, *Cardiospermum halicacabum*, *Koelreuteria paniculata*, *Smilax aspera*, *Oxalis purpurea*, *Crocsmia sp*, et des plantes arbustives, *Chamaerops humilis*, *Morus alba*, *Feijoa sellowiana*, *Strelitzia reginae* et des planes arborées *Washingtonia sp*, *Bauhinia alba*, *Dracaena draco*,

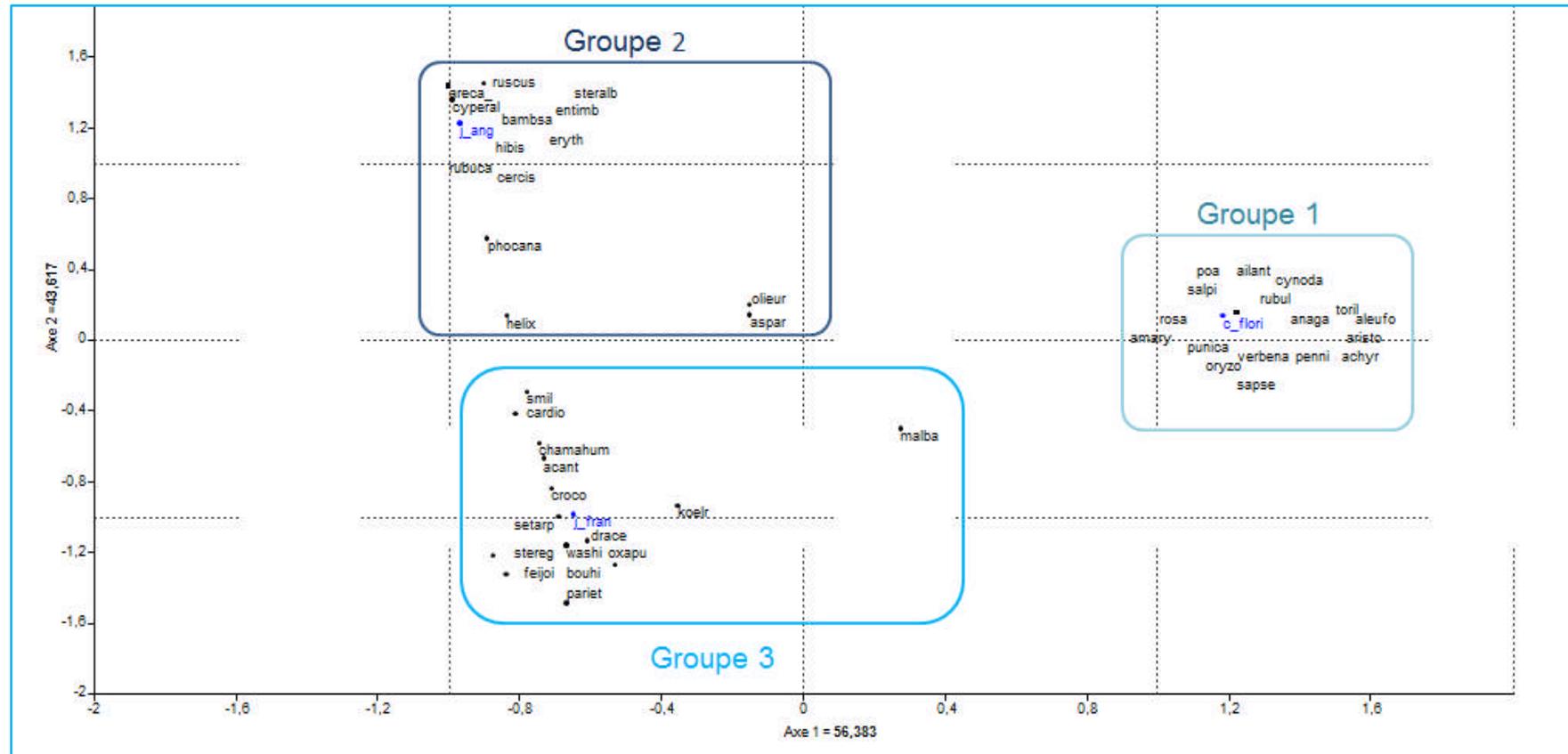


Figure 4.1. AFC des relevés floristiques dans les différents sites étudiés dans le jardin d'El Hamma.

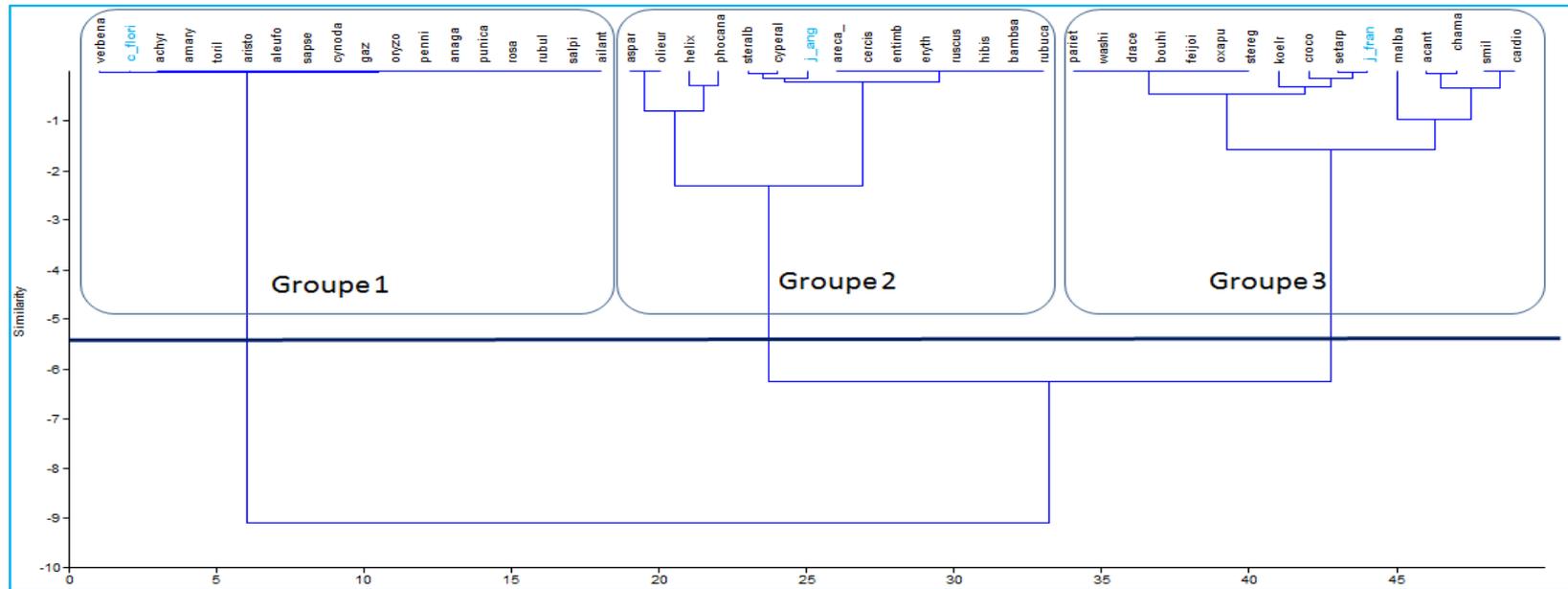


Figure 4.2 Dendrogramme des espèces de plantes rencontrées dans les trois sites étudiés du jardin d'El Hamma.

achyr : *Achyranthes aspera*, , **amary** : *Amaryllis beladona*, **toril** : *Torilis nodosa/arvensis*, **aristo** : *Aristolochia* sp, , **aleufo**: *Aleurite fordii*, **sapse**: *Sapium sebiferum*, **cynoda**: *Cynodon dactylon*, **gaz**: *Gazon*, **oryzo**: *Oryzopsis miliaceae*, **penni**: *Pennisetum villosum*, **anaga**: *Anagalis avensis*, **punica**: *Punica granatum-nana* , **rosa**: *Rosa* sp, **rubul**: *Rubus ulmifolius*, , **salpi**: *Salpichroa rhomboidea*, **ailant**: *Ailanthus altissima*, **verbena**: *Verbena officianalis* , **areca**: *Arecastrum romanzoffianum*, **cercis**: *Cercis siliquastrum*, **entimb**: *Enterolobium timbouva*, **eryth**: *Erythrina corallodendron*, , **hibis**: *Hibiscous rosa*, **stercus**: *Ruscus hypophyllum*, **bambsa**: *Bambusa vulgaris*, **steralb**: *Strelitzia alba*, **helix** : *Helix hedera*, **phocana** : *Phoenix canariensis*, **malba** : *Morus alba*, **aspar** : *Asparagus plumosus*, **fejoi** : *Feijoa sellowiana*, **oxapu** : *Oxalis purpurea*, **stereg** : *Strelitzia reginae*, **pariet** : *Parietaria officinalis*, **bouhi**: *Bouhinia alba* , **setarp**: *Setaria palmifolia*, **croco**: *Crocsmia* sp, **koelr** : *koelreuteria paniculata*, **acant**: *Acanthus mollis*, **chamahum**: *Chamaerops humilis*, **smil**: *Smilax aspera*, **cardio**: *Cardiospermum halicacabum*, **washi** : *Washingtonia* sp, **olieur** : *Olea europea*, **rubuca**: *Rubus caesisus*, **cyperal**: *Cyperus altenifolius*

4.2. Analyse de l'entomofaune auxiliaire des milieux étudiés dans le jardin d'El Hamma

4.2.1. Inventaire global et statut trophique de l'entomofaune auxiliaire

Le tableau 4.3 présente les taxons des auxiliaires répertoriés à l'issue des captures globales dans les trois sites sélectionnés pour l'homogénéité de leurs paramètres. Pour rappel, les captures ont été réalisées de manière hebdomadaire entre février et mai 2016 à l'aide des plaques jaunes engluées.

Tableau : 4.3. Caractéristiques de l'entomofaune des auxiliaires rencontrées dans le jardin d'El Hamma.

Ordre	Famille	Espèce	Régime alimentaire	Statut trophique
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Clithostetus arcuatus</i>	aleurodiphage	prédateur
	Coccinellidae	<i>Coccinellidae sp1</i> (Latreille, 1807)	polyphage	prédateur
	Coccinellidae	<i>Coccinellidae sp2</i> (Latreille, 1807)	polyphage	prédateur
	Coccinellidae	<i>Ryizobius lophontae</i> (Stephens, 1829)	cochenille	prédateur
	Coccinellidae	<i>Rhizobius sp</i> (Stephens, 1829)	cochenille	prédateur
	Coccinellidae	<i>Rodolia cardinalis</i> (Mulsant, 1850)	cochenille	prédateur
	Coccinellidae	<i>Scymnus subvillosus</i> (Goeze, 1777)	Aphidiphage	prédateur
	Coccinellidae	<i>Stethorus punctillum</i> (weise, 1891)	acariphage	prédateur
	Staphylinidae	<i>Staphylinidae sp</i> (Latreille, 1802)	polyphage	prédateur
Diptera	Syrphidae	<i>Syrphidae sp</i> (latreille, 1802)	Polyphage	prédateur
	Cecidomyiidae	<i>Cecidomyiidae sp1</i> (newman, 1834)	polyphage	prédateur
	Cecidomyiidae	<i>Cecidomyiidae sp2</i> (newman, 1834)	polyphage	prédateur
	Cecidomyiidae	<i>Cecidomyiidae sp3</i> (newman, 1834)	polyphage	prédateur
Hemip	Anthocaridae	<i>Anthocoris nemorum</i> (Linnaeus, 1761)	polyphage	prédateur
Hymenoptera	Mymaridae	<i>Alaptus sp</i> (Ferrière, 1930)	Ciccadelle	parasitoïde I
	Mymaridae	<i>Anagrus atomus</i> (Linnaeus, 1767)	Ciccadelle	parasitoïde I
	Aphelinidae	<i>Aphelinus sp</i> (thomson, 1876)	aphidiphage	parasitoïde I
	Aphelinidae	<i>Aphelinidae sp</i> (Thomson, 1876)	Aphidiphage/coccidiphage	parasitoïde I
	Braconidae	<i>Aphidiinae sp</i> (haliday 1833)	aphidiphage	parasitoïde I
	Aphelinidae	<i>Aphytis hispanicus</i> (Mercet, 1912).	coccidiphage	parasitoïde I
	Aphelinidae	<i>Aphytis sp</i>	coocidiphage	parasitoïde I
	Braconidae	<i>Braconidae sp</i> (C.G.D.Nees, 1812)	Polyphage	parasitoïde I
	Aphelinidae	<i>Cales noacki</i> (Howard 1904)	Aleurodiphage	Parasitoïde I
	Ceraphronidae	<i>Ceraphronidae sp</i> (haliday, 1833)	Polyphage	Parasitoïde/II
	Cocophaginae	<i>Cocophaginae sp</i>	coccidiphage	parasitoïde I

Tableau 4.3. Caractéristiques de l'entomofaune des auxiliaires rencontrés dans le jardin d'El Hamma (suite).

Hymenoptera	<i>Coccophaginae</i>	<i>Coccophagus sp</i> (Westwood, 1833)	coccidiphage	parasitoïde I
	<i>Cynipidae</i>	<i>Cynipidae sp1</i> (latreille,1802)	Aphidiphage	parasitoïde II
	<i>Cynipidae</i>	<i>Cynipidae sp2</i> (latreille,1802)	Aphidiphage	parasitoïde II
	<i>Aphelinidae</i>	<i>Encarsia citrina</i> (Craw, 1891)	aleurodiphage	parasitoïde I
Hymenoptera	<i>Aphelinidae</i>	<i>Encarsia sp2</i> (Forster, 1878)	aleurodiphage	parasitoïde I
	<i>Aphelinidae</i>	<i>Eretmocerus sp</i> (Haldeman, 1850)	cochenille	parasitoïde I
	<i>Eulophidae</i>	<i>Eulophidae sp</i> (Westwood, 1829)	lépidoptère	parasitoïde I
	<i>Ichneumonidae</i>	<i>Ichneumonidae sp</i> (latreille, 1802)	lépidoptère	parasitoïde I
	<i>Braconidae</i>	<i>Lysiphlebus sp</i> (Forster, 1862)	aphidiphage	parasitoïde I
	<i>Braconidae</i>	<i>Lysiphlebus sp2</i> (Forster, 1862)	aphidiphage	parasitoïde I
	<i>Megaspilididae</i>	<i>Megaspilididae sp</i>	aphidiphage	parasitoïde II
	<i>Encyrtidae</i>	<i>Metaphycus helvolus</i>	cochenille	parasitoïde I
	<i>Encyrtidae</i>	<i>Metaphycus lounsburi</i> (howard, 1898)	cochenille	parasitoïde I
	<i>Encyrtidae</i>	<i>Metaphycus sp</i> (Compere, 1926)	cochenille	parasitoïde I
	<i>Encyrtidae</i>	<i>Metaphycus flavus</i> (Howard, 1881)	cochenille	parasitoïde I
	<i>Mymaridae</i>	<i>Mymaridae sp1</i> (haliday, 1833)	Ciccadelle	parasitoïde I
	<i>Mymaridae</i>	<i>Mymaridae sp2</i> (jaune)(haliday, 1833)	Ciccadelle	parasitoïde I
	<i>Pteromalidae</i>	<i>Pachyneuron sp</i> (Walker, 1833)	aphidiphage	parasitoïde II
	<i>platygastriidae</i>	<i>Patygastridae sp</i> (haliday 1833)	polyphage	parasitoïde I
	<i>Pteromalidae</i>	<i>Pteromalidae sp1</i> (Dalman, 1820)	aphidiphage	parasitoïde II
	<i>Pteromalidae</i>	<i>Pteromalidae sp2</i> (Dalman, 1820)	aphidiphage	parasitoïde II
	<i>Pteromalidae</i>	<i>Pteromalidae sp3</i> (Dalman, 1820)	aphidiphage	parasitoïde II
	<i>Scelionidae</i>	<i>Scelionidae sp</i> (Linnaeus, 1758)	Polyphage	parasitoïde I
	<i>Signiphoridae</i>	<i>Signiphora sp1</i> (Ashmead, 1880)	aleurodiphage	parasitoïde I
<i>Signiphoridae</i>	<i>Signiphora sp3</i> (Ashmead, 1880)	aleurodiphage	parasitoïde I	
<i>Signiphoridae</i>	<i>Signiphora sp2</i> (Ashmead, 1880)	aleurodiphage	parasitoïde I	
<i>Encyrtidae</i>	<i>Syrphophagus aphidivorus</i> (Mayr, 1876)	aphidiphage	parasitoïde II	
<i>braconidae</i>	<i>Trioxys sp</i> (haliday, 1833)	aphidiphage	parasitoïde I	
Neuroptera	<i>chrysopidae</i>	<i>Chrysoperla carnea</i> (stephens, 1833)	polyphage	prédateur

L'inventaire de l'entomofaune auxiliaire dans les trois sites, durant la période expérimentale, montre une diversité d'espèces très importante en termes de richesse et d'abondance (Annexe 3). Les données montrent un nombre important d'arthropodes entomophages qui sont pour la plupart des parasitoïdes primaires. Mentionnons *Anagrus atomus*, *Aphytis hispanicus*, *Encarsia sp1*, d'autres sont des

parasitoïdes secondaires qui sont principalement : *Pteromalidae sp*, *Megaspilididae*. On a également capturé des prédateurs entomophages généralistes ou polyphages tel que *Chrysoperla carnea*, *Staphylinidae sp*, *Anthocoris nemorum*, *Cecidomyiidae sp* et d'autres spécifiques comme *Clithostetus arcuatus*, *Rhizobius lophontae* et *Rodolia cardinalis*. L'entomofaune capturée et identifiée s'avère d'une grande importance dans le contrôle biologique des populations nuisibles et assure l'équilibre des milieux étudiés.

4.2.2. Richesse et abondance des taxons

Pour avoir une idée globale sur l'importance des principaux ordres d'insectes dénombrés, nous avons précisé le nombre d'espèces par ordre dans les sites étudiés du jardin botanique d'El Hamma (Tableau 4.4).

Au total, 1874 individus appartenant à 58 espèces réparties dans 20 familles et 5 ordres ont été inventoriés (Tableau 4.4, figure 4.3).

Tableau 4.5. Richesse des ordres d'auxiliaires rencontrés dans les sites étudiés

Ordre	Richesse	Abondance
<i>Coleoptera</i>	12	192
<i>Diptera</i>	4	87
<i>Himiptera</i>	1	32
<i>Hymenoptera</i>	38	1543
<i>Neuroptera</i>	1	18
Total	56	1872

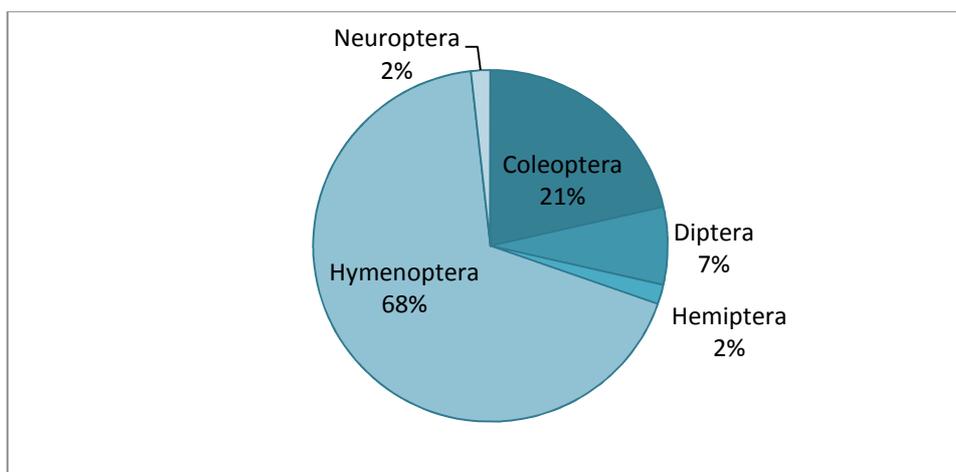


Figure 4.3. Proportions de la richesse des ordres d'auxiliaires rencontrés dans les sites étudiés.

Sur le plan qualitatif, l'ordre des Hymenoptera est le plus représenté avec 38 espèces (68 %), suivi par l'ordre des Coleoptera avec 12 espèces (21 %) et celui des Diptera comptant 4 espèces au total (7 %). Les autres ordres d'insectes Hemiptera, Neuroptera sont peu représentés avec une espèce rencontrée, soit une richesse relative de 2 %. Il est à noter que notre inventaire n'est peut-être pas exhaustif étant donné que certains taxons peuvent échapper à l'échantillonnage (tab.4.4 et fig.4.3).

Concernant la richesse des familles (tab 4.5 et fig 4.4), on remarque par ordre décroissant : les Coccinellidae (18%), les Aphelinidae (11%), les Encyrtidae (9%), Pteromalidae (9%), Braconidae (9%), Cecidomyiidae (5%), Mymaridae (5%), Signiphoridae (5%), Cynipidae (4%), Cocophaginae (4%), et les Ceraphronidae , les autres familles occupent un pourcentage de 2%.

Tableau 4.5 : Proportions familiales de l'entomofaune auxiliaire au niveau des sites d'étude dans le jardin d'El Hamma.

Famille	Richesse	Abondance
Anthocaridae	1	32
Aphelinidae	7	224
Coccinellidae	10	108
Cocophaginae	2	48
Braconidae	5	221
Cecidomyiidae	3	82
Ceraphronidae	1	46
Chrysopidae	1	18
Cynipidae	2	86
Encyrtidae	5	54
Eulophidae	1	25
Ichneumonidae	1	264
Megaspilidae	1	26
Mymaridae	4	177
platygastridae	1	103
Scelionidae	1	45
Signiphoridae	3	154
Staphylinidae	1	84
Syrphidae	1	5
Total	56	1872

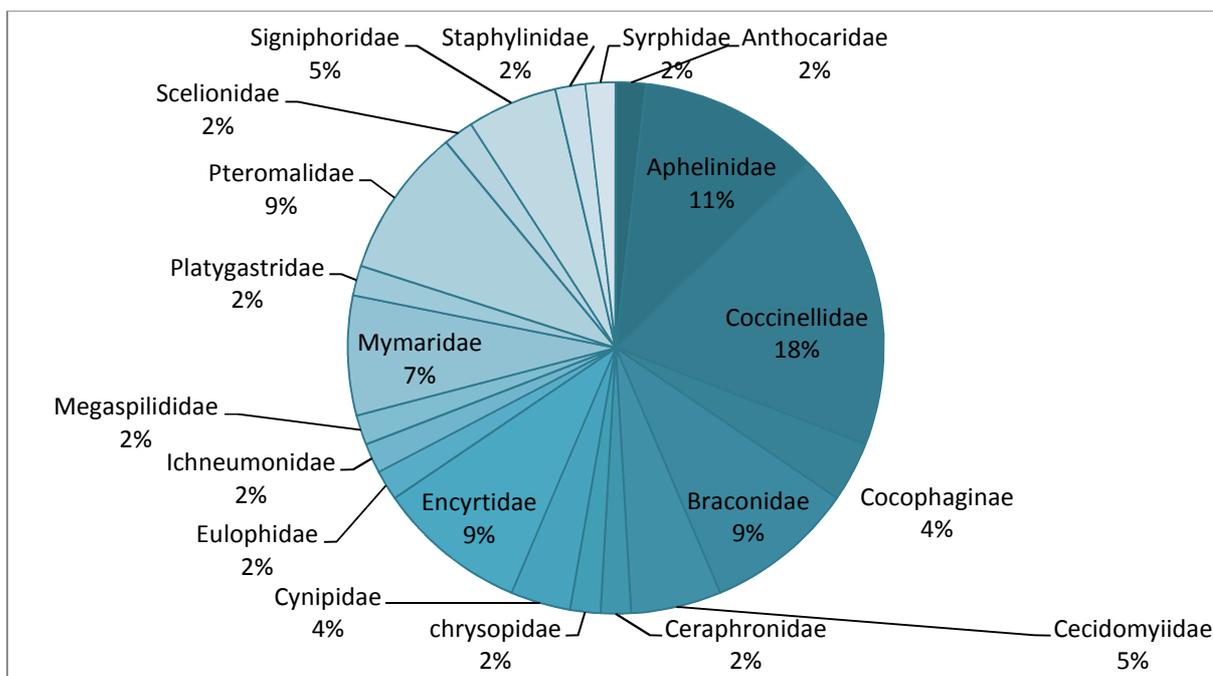


Figure 4.4. Proportions de la richesse des familles d'auxiliaires rencontrés dans les sites étudiés.

4.2.3. Indices écologiques de l'entomofaune auxiliaire dans les sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma

Il semble que les richesses du jardin français, du jardin anglais et celle du carré de floriculture sont similaires. Un total de 42 espèces ont été inventoriées au niveau du jardin anglais et le carré de floriculture, bien que la richesse floristique du jardin français soit légèrement importante que celle des autres sites avec un total de 43 espèces. Les diversités entomofauniques comparées des trois sites sont consignées dans le tableau 4.6. On a remarqué que le site du carré de floriculture est le moins diversifié (tab. 4.6) avec une valeur de l'indice de Shannon de l'ordre de 3,8 bits.

Tableau 4.6. Les indices écologiques de l'entomofaune auxiliaire des trois sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma.

Indice écologique	Jardin anglais	Jardin français	Carré de floriculture
Richesse	42	43	42
Abondance	22	15	43
Dominance	0,159	0,1867	0,1613
Indice de Shannon	5,002	5,357	3,862
Equitabilité	1,338	1,424	1,033

4.2.4. Variation mensuelle des groupes trophiques dans les sites étudiés du jardin d'El Hamma

4.2.4.1. Composition globale des communautés trophiques

Sur le plan trophique, l'analyse des résultats montre la dominance des auxiliaires aphidiphages qui sont les mieux représentés avec un taux de 30% et forment un important groupe d'espèces qui entrent en interaction avec plus d'un niveau trophique.

Les aphidiphages sont suivis par les polyphages avec un pourcentage de 28% (fig 4.5).

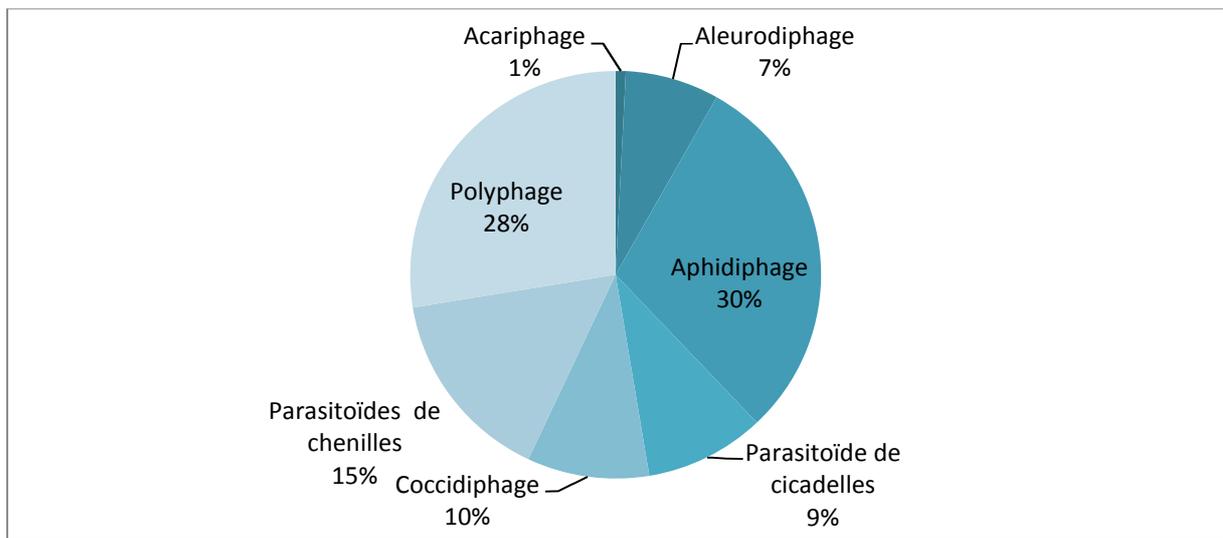


Figure 4.5. Proportions de la richesse des groupes trophiques d'auxiliaires rencontrés dans les sites étudiés.

Les autres groupes trophiques tels les aleurodiphages, parasitoïdes de cicadelles, les coccidiphages et les parasitoïdes de chenilles sont faiblement représentés respectivement par des taux de 7%, 9%, 10% et 15% (fig.4.5).

4.2.4.2. Evolution spatiotemporelle des communautés trophiques

4.2.4.2.1 Dans le jardin anglais

Dans le jardin anglais, on peut distinguer une disponibilité importante et croissante des aphidiphages du début février à la fin mai, une disponibilité moyenne des aleurodiphages, coccidiphages, polyphages et des parasitoïdes des cicadelles avec une régression légère au mois de mai.

Les parasitoïdes des lépidoptères sont faiblement représentés durant toute la période du suivi. Concernant les acariphages, ils sont quasiment absents au courant des deux premiers mois, ils marquent une très légère apparition en avril et mai (tab 4.7 et fig 4.6).

Tableau 4.7. Composition des communautés fonctionnelles de l'entomofaune auxiliaire rencontrée dans le jardin anglais.

Régime alimentaire	Février	Mars	Avril	Mai
Acariphage	0	0	0,4	0,66
Aleurodiphage	3,33	1,66	7,6	7,33
Aphidiphage	9,66	11	15,8	20
Parasitoïde de cicadelles	2,33	6,33	7	3,33
Coccidiphage	2,66	7,66	8,8	3
Parasitoïde de Lépidoptères	1,33	0,66	3,8	4
Polyphage	5,33	6,66	11,6	9

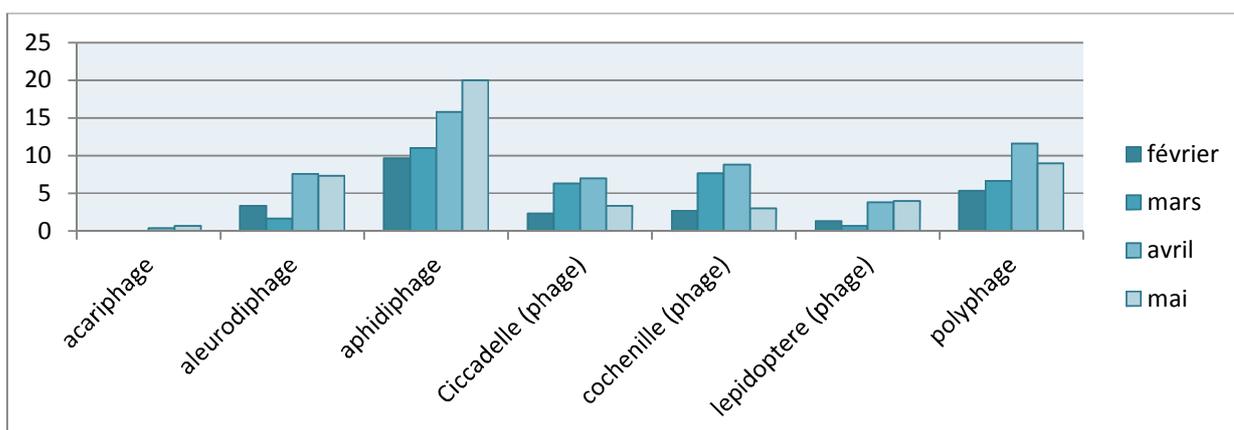


Figure 4.6. Histogramme de la Composition des communautés fonctionnelles de l'entomofaune auxiliaire rencontrée dans le jardin anglais.

4.2.4.2.2 Dans le carré de floriculture

Les aphidiphages et les polyphages sont présents durant toute la période étudiée avec une abondance importante, également les parasitoïdes des lépidoptères, or que leurs abondance diminue en mai.

Les aleurodiphages, les coccidiphages et les parasitoïdes de cicadelles présentent une disponibilité modérée et une fluctuation durant le suivi, cependant les acariphages sont absents dans le carré de floriculture (fig.4.7, tab. 4.8).

Tableau 4.8. Composition des communautés fonctionnelles de l'entomofaune auxiliaire rencontrée dans le carré de floriculture.

Régime alimentaire	Février	Mars	Avril	Mai
Acariphages	0	0	0	0,33
Aleurodiphage	3	3	3	2,33
Aphidiphage	16	11	15	22
Parasitoïde de cicadelles	3,66	4	5	2
Coccidiphage	2,33	4	6,25	8,33
Parasitoïde de Lépidoptères	4,66	17,75	31	6,66
Polyphage	14,33	14,25	17,75	24,33

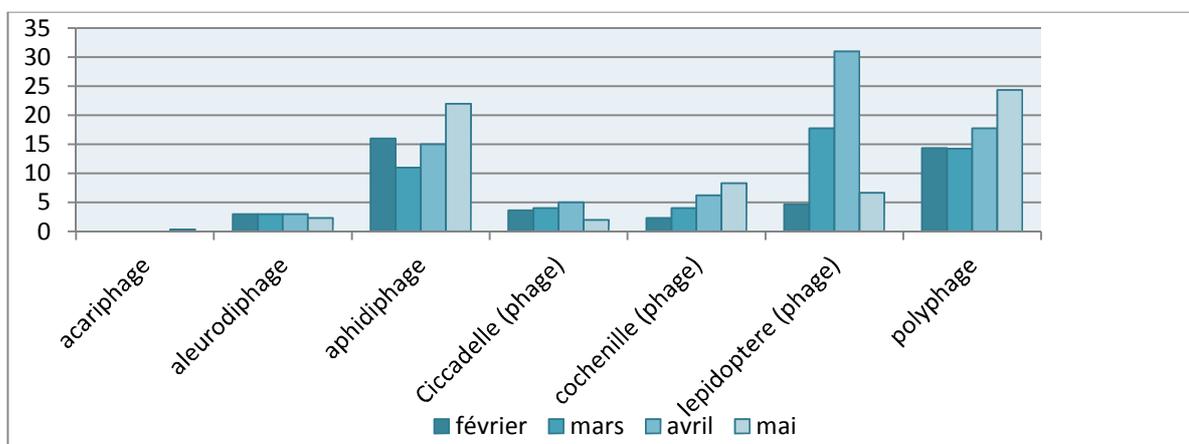


Figure 4.7. Histogramme de la Composition des communautés fonctionnelles de l'entomofaune auxiliaire rencontrée dans le Carré de floriculture.

4.2.4.2.3 Dans le jardin français

Dans le jardin français, les analyses ont révélé une disponibilité importante des auxiliaires polyphages, qui est maximale au mois d'avril (fig.4.8). Le potentiel aphidiphage est également important durant toute la période d'étude.

On remarque aussi une présence moyenne et fluctuante des aleurodiphages, des coccidiphages, des parasitoïdes de cicadelles et de lépidoptères. On remarque également, une absence totale dans les deux premiers mois et une présence modeste pour les acariphages au mois d'avril et mai (tab. 4.9).

Tableau 4.9. Composition des communautés fonctionnelles de l'entomofaune auxiliaire rencontrée dans le jardin français.

Régime alimentaire	Février	Mars	Avril	Mai
Acariphage	0	0	0,5	1,33
Aleurodiphage	3,33	0,75	0,75	2
Aphidiphage	8,33	7	9,25	11
Parasitoïde de cicadelles	1	1,5	7,75	4,33
Coccidiphage	2,66	1	1,5	3,33
Parasitoïde de lépidoptères	0,66	2,75	1,5	1,33
Polyphage	5,33	5,25	20,25	11,33

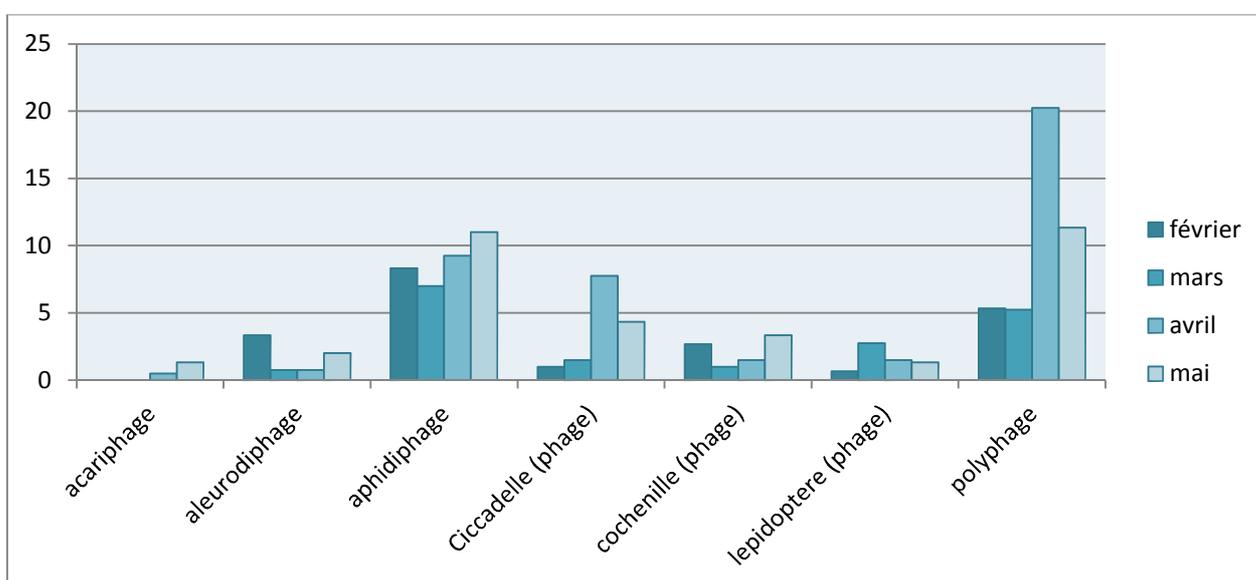


Figure 4.8. Histogramme de la Composition des communautés fonctionnelles de l'entomofaune auxiliaire rencontrée dans le Jardin français.

4.2.5. Analyse de l'évolution spatio-temporelle des taxons de l'entomofaune auxiliaire

Nous avons analysé les abondances temporelles des populations des insectes auxiliaires inventoriés à partir des plaques jaune engluées, dans les trois sites du jardin botanique d'El Hamma durant la période de février jusqu'à la fin mai 2016, pour la mise en relief des différents groupes fonctionnels à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances (AFC), suivie d'une classification hiérarchique (CAH) établies à partir de la matrice de données d'abondance sur Excel et Past.

4.2.5.1. Dans le jardin anglais

Les 2 premiers axes de l'AFC (fig.4.9) ont été retenus du fait que la de la variance totale contribue à plus de 70% aux informations.

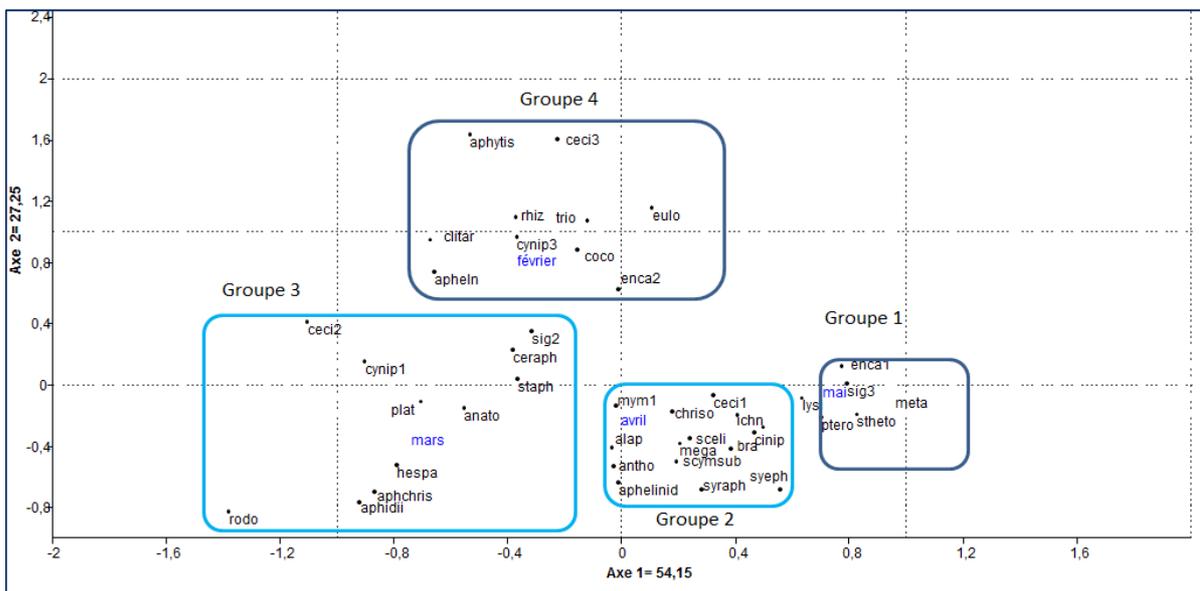


Figure 4.9. Projection des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le jardin anglais, du 11 février à la fin mai 2016, sur le plan factoriel F1XF2 de l'AFC.

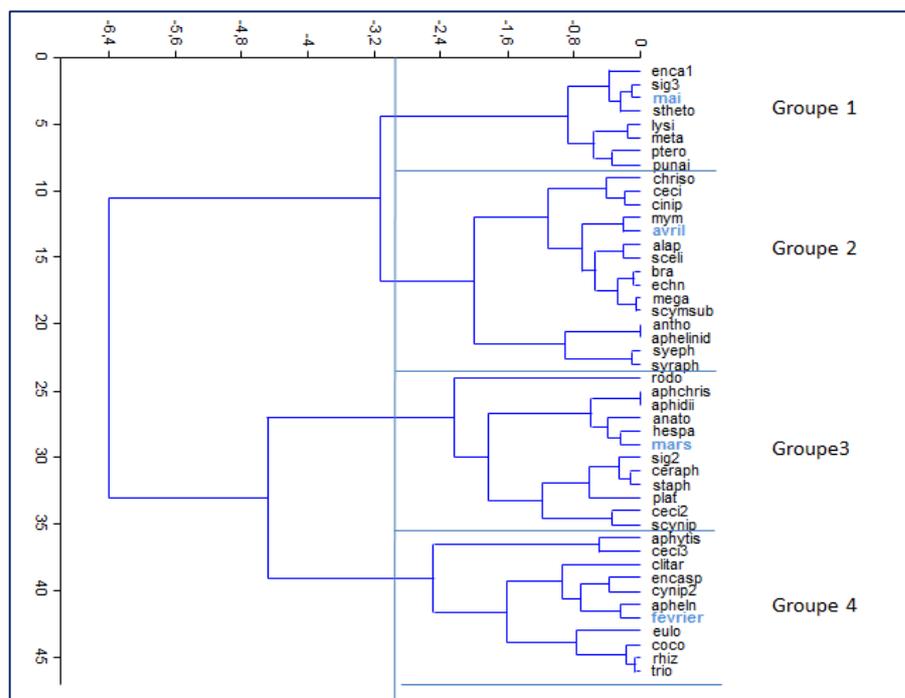


Figure 4.10. Dendrogramme des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le jardin anglais du 11 février à la fin mai 2016

Encanoi : *Encarcia perniciosi*, **Sig 2** : *Signiphora sp2*, **Sthet** : *Sthetorus sp*, **Lysi** : *Lysiphlebus sp*, **Meta** : *Metapheucus sp*, **Ptero** : *Pteromalidae sp*, **Chris** : *Chrysoperla carnea*, **Ceci** : *Cicidomiidae sp1*, **Cinip** : *Cynipidae sp*, **Mym** : *Mymaridae sp1*, **Alap** : *Alaptus sp*, **Bra** : *Braconidae*, **Echn** : *Ichneumonidae sp*, **Mega** : *Megaspilidae sp*, **Scym** : *Symnus subvilosus*, **Anth** : *Anthocoris nemorum*, **Aphe** : *Aphelinidae sp*, **Syeph** : *Syrphidae sp*, **Rodo** : *Rodolia cardinalis*, **Aph** : *Aphitis sp*,

Aphidii : *Aphidiinae* sp, **Anato** : *Anagrus atomus*, **Hesp** : *Aphitis hespanicus*, **Sig 1** : *Signiphora* sp1, **Cera** : *Ceraphronidae* sp
Staph : *Staphilinidae* sp, **Plat** : *Platigastridea* sp, **Ceci 1** : *Cicidomiidae* sp1, **Scyni** : *Cynipidae* sp, **Ceci 2** : *Cicidomiidae* sp2,
Clitar : *Clithostetus arcuatus*, **Enca** : *Encarcia* sp2, **Cynip** : *Cynipidae* sp, **Aphe** : *Aphelenus* sp, **Eulo** : *Eulophidae*, **Coco** : *Cocophagus* sp, **Rhiz** : *Rhizobus* sp, **Trio** : *Trioxys* sp.

L'AFC et la CAH ont permis de mettre en relief quatre assemblages périodiques différents des auxiliaires capturés (fig 4.9 et 4.10) dans le premier site (jardin anglais). D'après les calculs des distances entre les variables mesurées avec la méthode de ward, les auxiliaires et leurs dates d'échantillonnage se structurent en quatre groupes de statut différents.

Le premier assemblage observé en mois mai, est constitué d'un complexe de taxons parasitoïdes, prédateurs et hyperparasitoïdes, représenté par des parasitoïdes, d'aleurode *Encarcia perniciosi*, *Signiphora* sp1 et *Signiphora* sp2 de puceron *Lysiphlebus* sp et de cochenille *Metaphycus* sp. Des hyperparasitoïdes de puceron qui sont et *Pteromalidae* sp et également des prédateurs : *Sthetorus* sp le prédateur acariphage.

Le deuxième assemblage est observé en avril, il regroupe des parasitoïdes de cicadelles *Mymaridae* sp et *Alaptus* sp, de cochenilles *Aphelinidae* sp, de lépidoptère *Ichneumonidae* et une espèce parasitoïde appartenant à la famille des *Braconidae*, des hyperparasitoïdes de pucerons de la famille des *Cynipidae* et *Megaspilidae* et aussi des prédateurs de pucerons *Syrphidae* sp, *Symnus subvillosus*, des prédateurs polyphages *Chrysoperla carnea* et *Cecidomyidae* sp.

Le troisième assemblage est observé au mois de mars, il regroupe des parasitoïdes de cochenilles *Aphytis chrysomphali* et *Aphytis hispanicus*, de pucerons *Aphidiinae* sp, d'aleurodes *Signiphora* sp1 et des parasitoïdes de cicadelles *Anagrus atomus*, *Cecidomyidae* sp, *Staphilinidae* sp, des hyperparasitoïdes de pucerons *Cynipidae* sp et des polyphages *Platigastridae* sp, avec des prédateurs *Rodolia cardinalis* spécifique de la cochenille *Icerya purchasi*.

Le quatrième assemblage observé en février, est composé de parasitoïdes de pucerons : *Aphelinus* sp et *Tryoxys* sp, des parasitoïdes de cochenilles : *Aphytis* sp et *Cocophagus* sp, ainsi qu'un représentant non identifié appartenant à la famille des *Eulophidae*, des parasitoïdes d'aleurode *Encarcia* sp, une espèce hyperparasitoïde de pucerons de la famille de *Cynipidae*, des prédateurs d'aleurodes *Clithostetus arcuatus*, *Rhizobius* sp prédateur de cochenilles, et une autre espèce prédatrice polyphage : *Cecidomyidae* sp3.

4.2.5.2. Dans le jardin français

Les 2 premiers axes de l'AFC (fig.4.11) ont été retenus du fait que la contribution de la variance totale aux informations est supérieure à 60%.

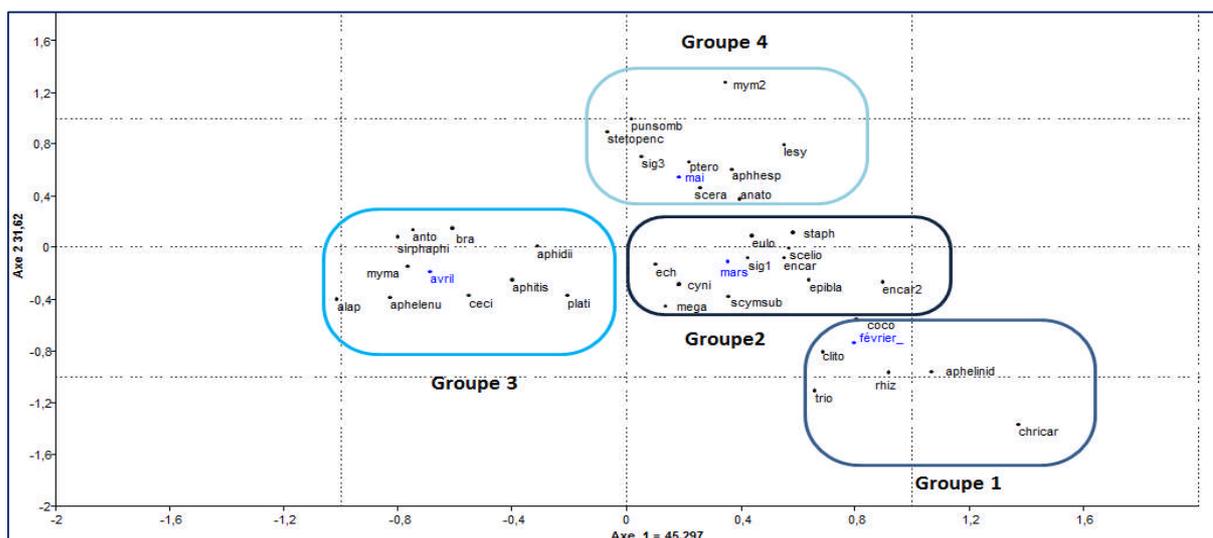


Figure 4.11. Projection des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le jardin français du 11 février à la fin mai 2016, sur le plan factoriel F1x F2 de l'AFC.

L'AFC et la CAH ont permis de mettre en relief quatre assemblages des auxiliaires périodiques différents (fig.4.11) dans le site jardin anglais. D'après les calculs des distances entre les variables mesurées avec la mesure de similitude, les auxiliaires et leurs dates d'échantillonnage se structurent en quatre groupes de statut différent (fig 4.12).

Le premier groupe est un complexe de taxons hétérogène, apparus en février, représenté par des parasitoïdes de cochenilles : Aphelinidae sp et Cocophagus sp, des parasitoïdes de pucerons :Trioxys sp, une espèce prédatrice de cochenilles : Rhizobius sp et un prédateur aleurodiphage : *Clithostetus arcuatus*.

Le deuxième assemblage est apparu en mars, représenté par des parasitoïdes de cochenilles et d'aleurodes/aphides : Encarcia sp1, Encarcia sp2, aphidiinae sp, des Eulophidae sp, Ichneumonidae sp, un parasitoïde oophage de plusieurs insectes et acariens :Scelionidae sp, des hyperparasitoïdes de pucerons appartenant aux familles des Megaspilidae, cynipidae ainsi que des prédateurs : Staphylinidae sp et *Symnus subvilosus*.

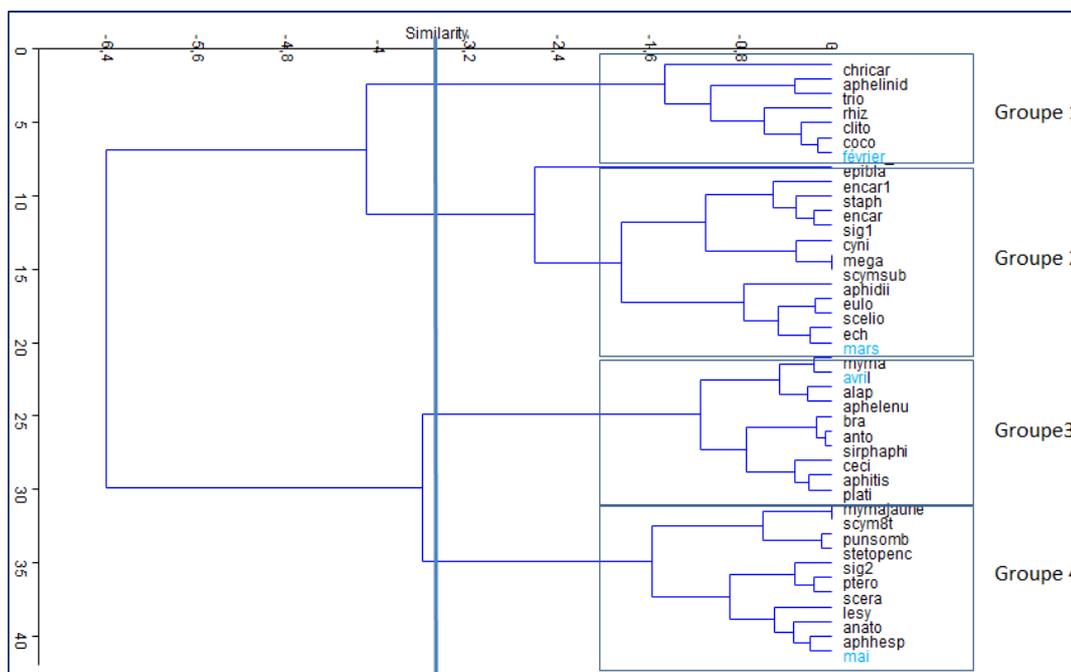


Figure 4.12. Classification ascendante hiérarchique des variables des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le jardin anglais du 11 février à la fin mai 2016

Chricar : *Chrisoperla carnea* , **Aphelinid** : *Aphelenidae* sp, **Trio** : *Trioxys* sp., **Rhiz** : *Rhizobus* sp, **Clito** : *Clithostetus arcuatus*, **Coco** : *Cocophagus* sp, **Encar 1** : *Encarcia sp1*, **Staph** : *Staphelinidae* sp, **Encar** : *Encarcia* sp2, **Sig 1** : *signiphora* sp1, **Scini** : *Cynipidae*, **Mega** : *Megaspilidae*,, **Scymsub** : *Symnus subvilosus*, **Aphidii** : *aphidiinae* sp., **Eulo** : *Eulophidae* sp., **Scelio** : *Scelionidae* sp.,, **Ech** : *Ichneumonidae* sp.,, **Myma** : *Mymaridea* sp, **Alap** : *Alaptus* sp, **Aphelenu** : *Aphelenus* sp, **Bra** : *Braconidea* sp, **Anto** : *Anthocoridae*, **Sirphaphi** : *Sirphagus aphidivorus*, **Ceci** : *Cecidomyiidae*, **Aphitis** : *Aphitis* sp., **Plati** : *Platygastridea*, **Mymajaune** : *mymaridae* sp2 , **Stetopenc** : *stethorus punctillum* , **Sig 2** : *Signiphora* sp2, **Ptero** : *Pteromalidae* sp,, **Scera** : *Ceraphronidae* sp, **Lesy** : *Lesyphabus* sp, **Anato** : *Anagrus atomus*,, **Aphhesp** : *Aphytis hispanicus*.

Le troisième groupe est apparu au mois de mars, représenté par les parasitoides de Cicadelles : *Mymaridae* sp et *Alaptus* sp, de pucerons *Aphelinus* sp, des :*Braconidea* sp, les parasitoides de cochenilles et d'aleurodes: *Aphytis* sp *Syrphagus aphidivorus* et des prédateurs : *Anthocoris nemorum* et *Cecidomyiidae*.sp Ainsi qu'un hyperparasitoïde polyphage appartenant a la famille des *Platygastridea*.

Le dernier assemblage est apparu au mois de Mai représenté par :

Des parasitoides de pucerons *Lisyphabus* sp, d'aleurodes *Signiphora* sp2, de cicadelles : *Mymaridae* sp, de cochenilles : *Aphytis hispanicus* et un parasitoïde polyphage appartenant à la famille des *Ceraphronidae*, des hyperparasitoides de puceron : *Pteromalidae* et le prédateur acariphage : *Stethorus punctillum*.

4.2.5.3. Dans le carré de floriculture

Les 2 premiers axes de l'AFC (fig 4.13) ont été retenus du fait que la contribution de la variance totale contribue à plus de 80% des informations.

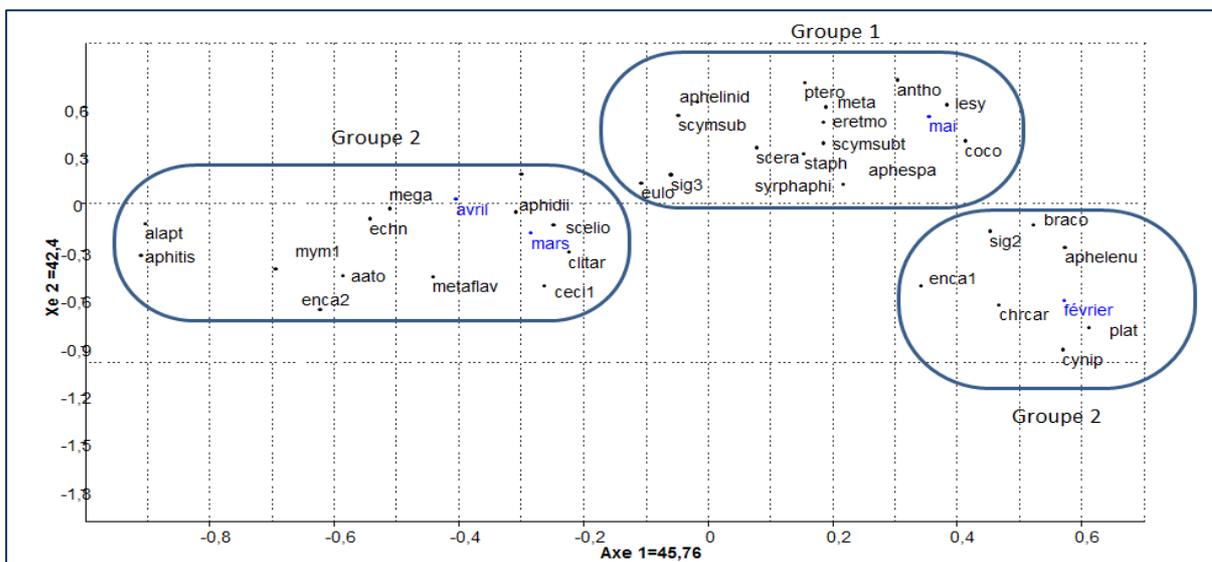


Figure 4.13. Projection des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le carré de floriculture du 11 février à la fin mai 2016, sur le plan factoriel F1x F2 de l'AFC.

Trois groupes hétérogènes ont été distingués (fig 4.14).

Le premier groupe est apparu le mois de mai, représenté par des parasitoïdes d'aleurodes *Signiphora* sp2, de cochenilles : *Aphytis hispanicus*, Aphelinidae sp, *Metaphycus* sp, *Cocophagus* sp et *Eretmocerus* sp, de Lépidoptères : Eulophidae sp, de pucerons : *Lisyphlebus* sp et une espèce polyphage appartenant à la famille des Ceraphronidea. Des hyperparasitoïdes de pucerons : *Pteromalidea* sp, et *Megaspilidae* sp et des prédateurs : *Anthocoridae* sp et *Scymnus subvillosus*.

Le deuxième groupe est apparu le mois de février, représenté par des prédateurs qui sont : *Chrysoperla carnea*, des parasitoïdes de pucerons : *Aphelinus* sp, d'aleurodes : *Encarcia* sp1 et *Signiphora* sp1 et aussi de Lépidoptères : *Braconidae* sp.

Le dernier groupe est apparu mars/avril, représenté par un complexe de Parasitoïdes de cicadelles : *Alaptus* sp, *Anagrus atomus* et *Mymaridae* sp, de cochenilles : *Aphytis* sp et *Metaphycus flavus*, de pucerons : Aphidiinae sp, d'aleurodes : *Encarcia* sp, de Lépidoptères : Ichneumonidae sp et un parasitoïde

oophage de plusieurs insectes et acariens appartenant à la famille des Scelionidae ainsi que des prédateurs Cecidomiidae sp et la coccinelle aleurodiphage *Clithostetus arcuatus*.

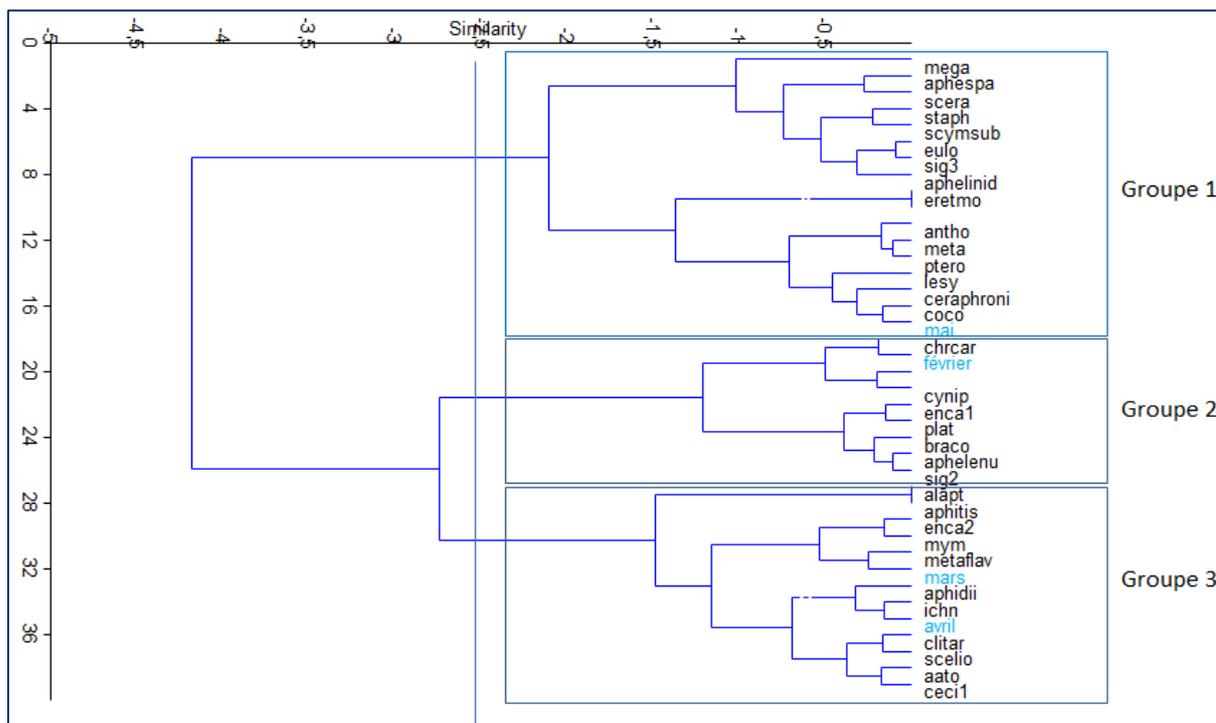


Figure 4.14. : Classification ascendante hiérarchique des variables des abondances mensuelles des taxons d'auxiliaires dans le carré de floriculture du 11 février à la fin mai 2016.

Mega : *Megaspilidae* sp, **Aphespa** : *Aphytis hispanicus*, sp, **Staph** : Staphylinidae sp, **Scymsub**: *Scymnus subvilosus*, **Eulo** : *Eulophidae* sp., **Sig3** : *Signiphora* sp3, **Apheninid** : *Aphelinidae* sp, **Eretmo** : *Eretmocerus* sp, **Antho** : *Entocoridae* sp, **Meta** : *Metaphicus* sp, **Ptero** : *Ptéromalidea* sp., **Lesy** : *Lesyphlebus* sp, **Ceraphroni** : *Ceraphronidae*, **Coco** : *Cocophagus* sp, **Chracar** : *Chrisoperlla carnea*, , **Cynip** : *Cynipidae* sp, **Enca 1** : *Encarcia* sp1, **Plat** : *Platigastridae* sp, **Braco** : *Braconidae* sp, **Aphelenu** : *Aphelenus* sp, **Sig 1** : *Signiphora* sp1, **Alapt** : *Alaptus* sp., **Aphitis** : *Aphytis* sp, **Encasp** : *Encarcia* sp, **Mym** : *Mymaridae* sp., **Metaflav** : *Metaphicus flavonus*, **Aphidii** : *Aphidiinae* sp., **Ichn** : *Ichneumonidae* sp, **Clitar** : *Clithosteyus arcuatus*, **Scelio**, **Aato** : *Anagrus atomus*, **Ceci** : *Cecidomiidae* sp

4.2.6. Analyse de l'évolution spatio-temporelle comparée des insectes proies homoptères et leurs ennemis bénéfiques dans les sites étudiés du jardin d'El Hamma

4.2.6.1. Dans le jardin anglais

Concernant le complexe pucerons/aphidipages, l'abondance moyenne des aphidiphages au niveau du jardin anglais est faible (Fig. 4.15). Durant les mois de février, mars, avril et mai, par contre celles des pucerons est stable durant les mois de février, mars et avril et augmente jusqu'aux 200 individus durant le mois de mai.

Concernant la variation de la température est pratiquement stable dans les trois premiers mois avec une légère augmentation en mois de mai, les précipitations diminues progressivement du février jusqu'à la fin mai (fig. 4.15).

Pour le cas des complexes cicadelles/ Mymaridae, l'abondance moyenne des Mymaridae parasitoïdes de cicadelles au niveau du jardin anglais est moins importante que celle des cicadelles (Fig. 4.15). D'après le graphe on constate que l'abondance moyenne des cicadelles augmente graduellement dans le temps jusqu'à le mois de mai et celle des Mymaridae augmente jusqu'à le mois d'avril puis elle diminue jusqu'au mois de mai.

Enfin pour ce qui est du complexe aleurodes / aleurodiphages , l'abondance moyenne des aleurodiphages est stable au niveau du jardin anglais (Fig. 4.15) durant les mois de février, mars , avril et mai on la comparant avec l'abondance moyenne des aleurodes qui était stable durant les trois premier mois en suite on a enregistré une augmentation à partir du mois d'avril jusqu'à la fin de mai.

4.2.6.2 Dans le carré de floriculture

Pour le complexe pucerons / aphidiphages , au niveau du carré de floriculture, l'abondance moyenne des aphidiphages est faible et presque stable durant tous les mois de notre étude, en revanche celles des pucerons est stable du mois de février jusqu'à le mois d'avril et augmente brusquement jusqu'a le mois de mai (Fig. 4.16).

Pour le complexe cicadelles / Mymaridae, l'abondance moyenne des Cicadelles diminue entre le mois de février et le mois de mars (Fig. 4.16) puis elle augmente jusqu'à le mois de mai on comparant avec l'abondance des Mymaridae qui est stable du mois de février jusqu'au mois d'avril puis elle diminue.

Le cas du complexe aleurodes / Aleurodiphages, La figure (4.16) illustre une stabilité des auxiliaires aleurodiphages dans le carré de floriculture, avec une diminution légère en mois de mai, cependant l'évolution des aleurodes est importante durant la période de notre suivi, jusqu'une valeur maximale en mois de mai. La température est moyenne et stable avec une légère augmentation en mois de mai, cependant les précipitations diminuent progressivement d'avril à la fin mai.

4.2.6.3. Le jardin français

L'abondance moyenne des aphidiphages au niveau du jardin français augmente graduellement dans le temps et se stabilise jusqu'au mois de mai (Fig. 4.17), par contre celles des pucerons est stable entre le mois de février et mars et augmente à plus de 30 individus le mois de mai, dans le même mois une augmentation légère de la température et une précipitation faible ont été enregistrées.

L'abondance moyenne des parasitoïdes des Mymaridae au niveau du jardin français est moins importante que celle des cicadelles (Fig. 4.17). D'après le graphe on remarque une évolution progressive des deux groupes du mois de février au mois d'avril, puis une régression en mois de mai.

Pour le complexe Aleurodes / Aleurodipages, L'abondance moyenne des aleurodiphages diminue du mois de février au mois de mars et se stabilise jusqu'au mois d'avril puis elle tend à augmenter jusqu'au mois de mai niveau du jardin français (Fig 4.17) et l'abondance moyenne des aleurodes augmente graduellement dans le temps puis elle diminue jusqu'au mois de mai.

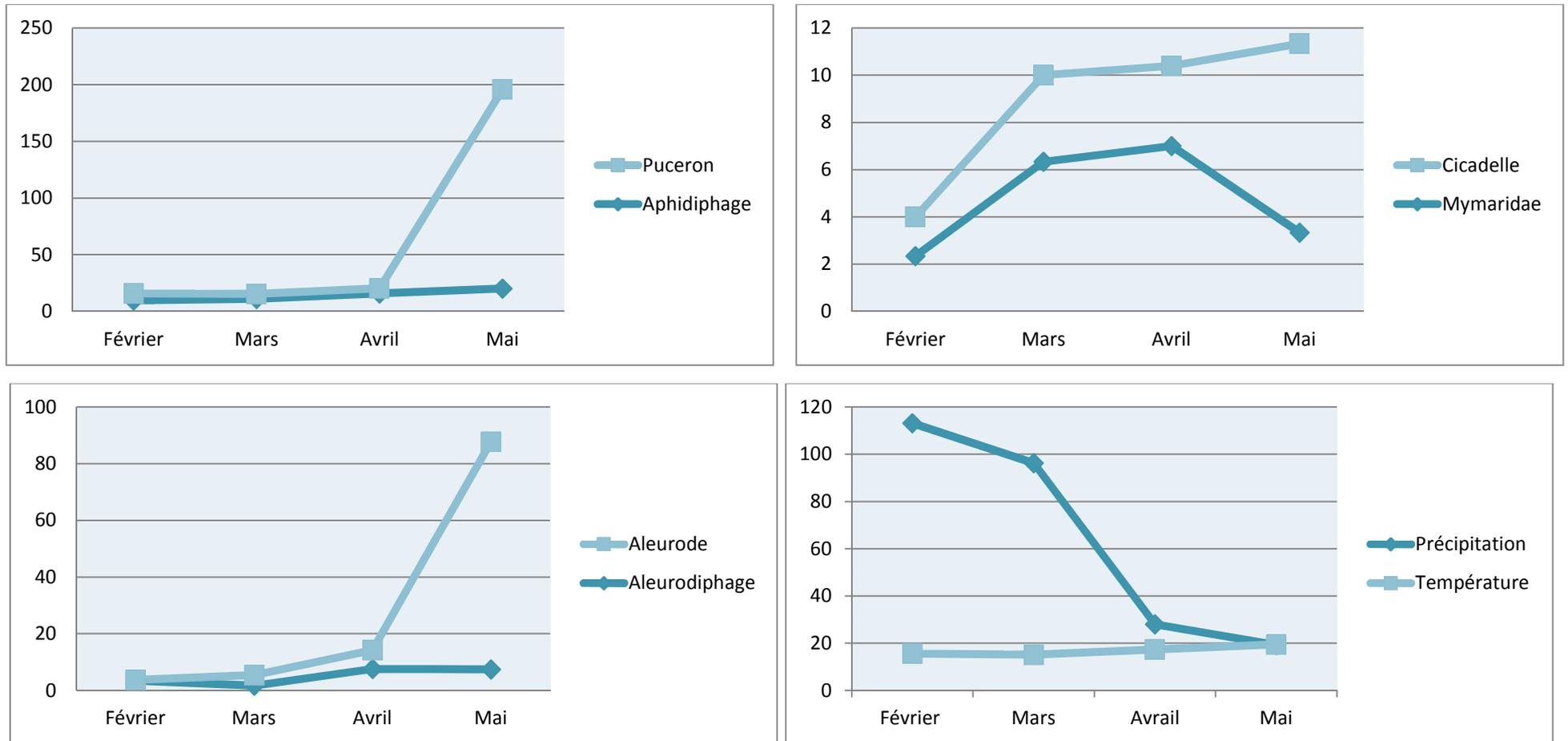


Figure 4.15. Evolution temporelle des insectes proies et leurs auxiliaires en relation avec les fluctuations des quantités de pluies et températures dans le jardin anglais.

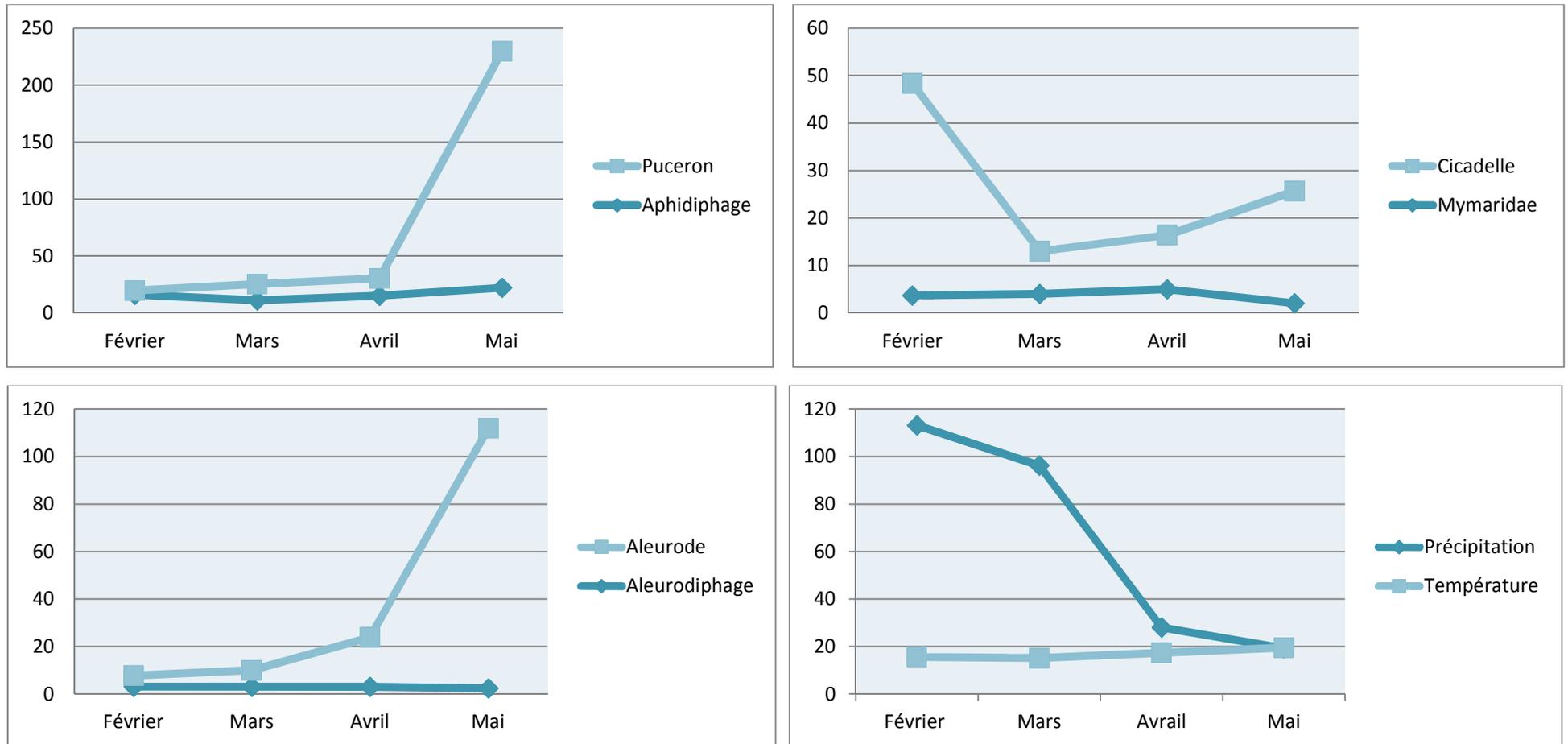


Figure 4.16. Evolution temporelle des insectes proies et leurs auxiliaires en relation avec les fluctuations des quantités de pluies et températures dans carré floriculture

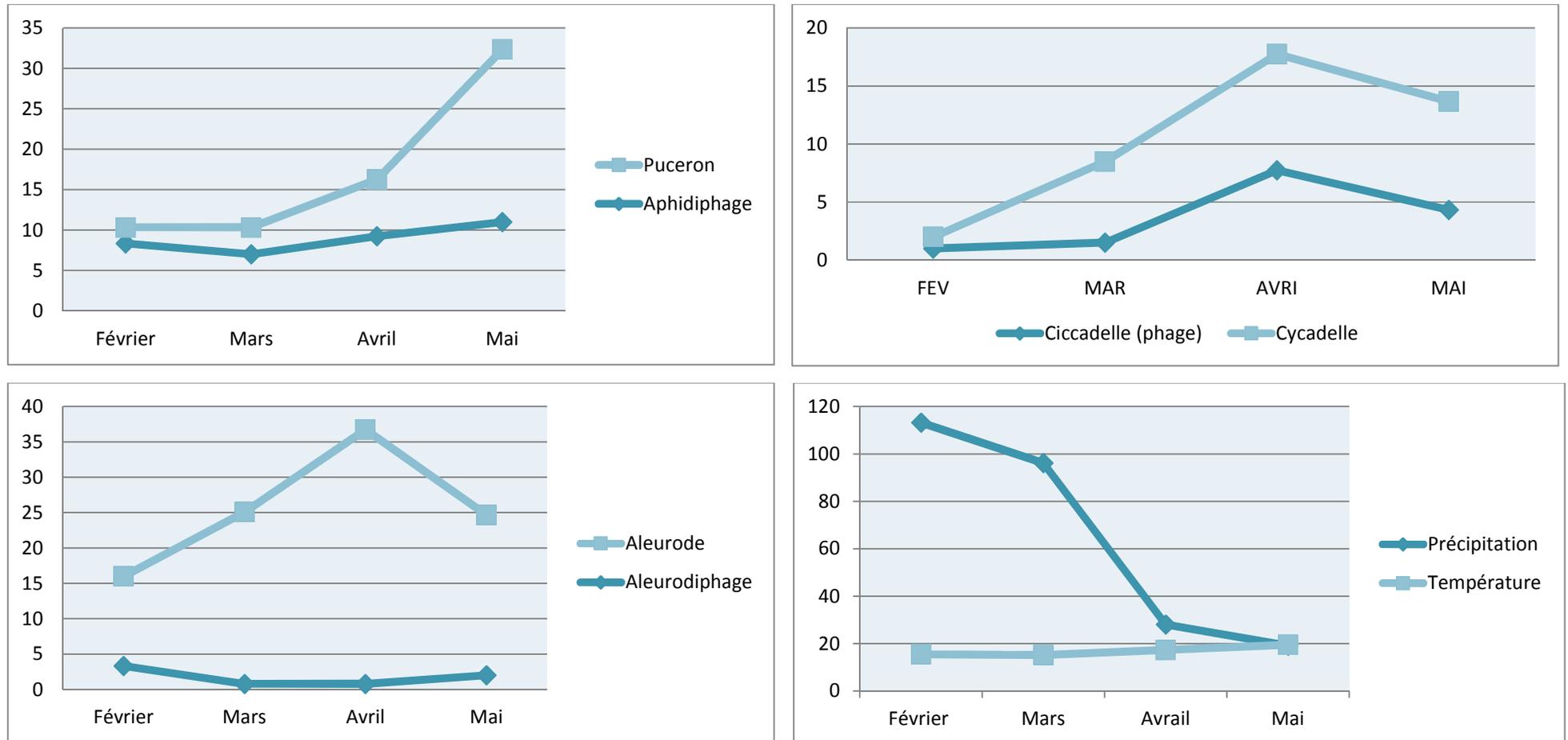


Figure 4.17. Evolution temporelle des insectes proies et leurs auxiliaires en relation avec les fluctuations des quantités de pluies et températures dans le jardin français

4.3. Diversités floristique et entomofaunique dans le jardin botanique d'El Hamma

Nous avons analysé la relation entre les diversités ainsi que les richesses floristiques et entomofauniques en auxiliaires des trois habitats choisis dans le jardin d'El Hamma. On peut remarquer que les richesses aussi bien en plantes qu'en espèces auxiliaires sont importantes quelle que soit la station considérée. Chaque habitat se traduit par ailleurs par une diversité végétale élevée et par conséquent une diversité élevée en insectes bénéfiques. Les richesses floristiques varient entre 25 et 35 espèces de plantes tandis que les richesses en espèces bénéfiques dépassent 40 représentants notamment dans la station jardin français (fig. 4.18). Les indices de diversités sont élevés de l'ordre des 5 bits (fig.4.18).

La relation entre les richesses d'une part et les diversités d'autre part se traduit par une corrélation positive avec un coefficient de détermination proche de 1 (fig.4.19).

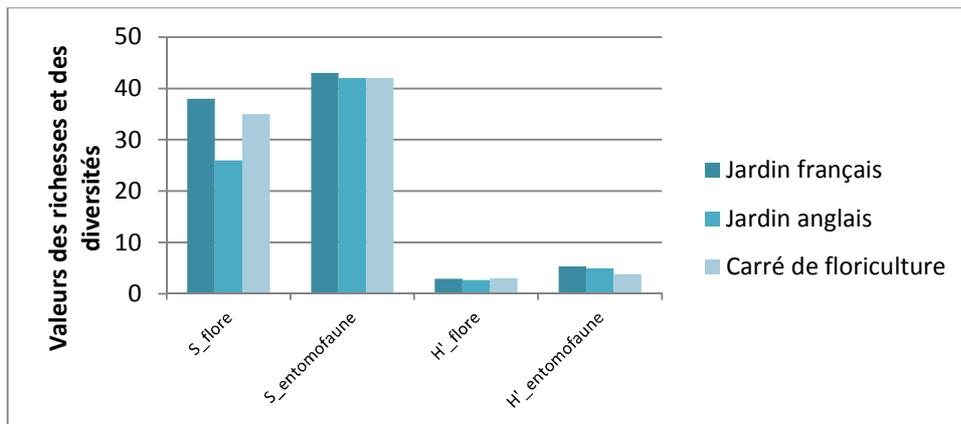


Figure .4.18. Diversités floristique et entomofaunique comparées des trois sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma.

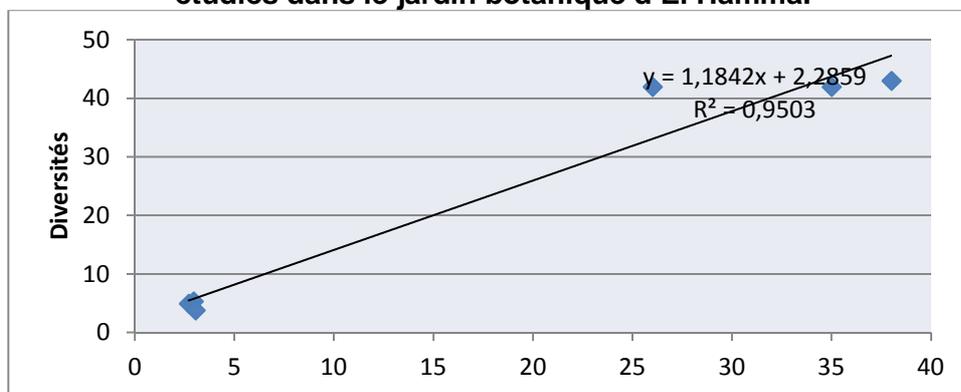


Figure .4.19. . Relation entre la diversité floristique et entomofaunique dans les trois sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma.

Discussion générale

L'originalité de notre sujet réside dans le fait de contribuer à l'étude de l'entomofaune auxiliaire circulante dans le jardin botanique d'El Hamma, effectuée dans trois sites (le jardin anglais, le jardin français et le carré de floriculture).

L'évolution temporelle de la disponibilité entomofaunique dans les sites étudiés dans le jardin botanique d'El Hamma, a été évaluée grâce aux captures effectuées par les pièges jaunes du début de février à la fin mai. Il nous a été permis de répertorier 1872 individus d'insectes auxiliaires répartis en 5 ordres et 20 familles. Ce chiffre est déjà élevé si l'on considère, à juste titre, cet inventaire encore incomplet. En effet, il est évident qu'un certain nombre d'espèces ont échappé à l'identification. Il convient donc de considérer cette étude comme un inventaire préliminaire.

L'étude effectuée a montré que l'ordre des Hyménoptères est quantitativement le mieux représenté en nombre d'espèces 39 et 14 familles, il couvre à lui seul un pourcentage de 68% du total des espèces recensées. L'ordre des Hymenoptera est suivi par celui des coléoptères avec 11 espèces distribuées sur 2 familles, avec un pourcentage de 19%. Les diptères (7%), hémiptères (2%) et les névroptères (2%) occupent respectivement le troisième, le quatrième et le cinquième rang.

Kreiter (2008), annonce que les Hymenoptera auxiliaires sont représentés par 64000 espèces, suivis par les diptères 15000 espèces et les coléoptères 3400 espèces.

Les résultats de l'inventaire effectué dans les trois sites choisis ont permis de décrire la succession des captures d'insectes dans le temps et de mettre en évidence leur répartition dans l'espace et en fonction de leur régime alimentaire. Dans cette optique, Ferron (2002) a considéré que les chaînes alimentaires ou réseaux trophiques sont les plus importantes relations entre les êtres vivants dans un écosystème donné, car elles représentent la seule façon de transférer de la matière et de l'énergie. De leurs côtés, Clarke (1993) ; Hooper et Vitousek (1967), signalent que l'évolution des populations entomofauniques dans divers biotopes présente alors un intérêt en terme d'effet sur la biodiversité.

Dans un milieu équilibré, toute pullulation d'un agrosystème par exemple est régulée par plusieurs auxiliaires. Cet équilibre est permis par la diversité biologique, appelé biodiversité. (Ronzon, 2006).

Les insectes participent à toute la gamme des processus naturels essentiels au maintien des systèmes biologiques (Clergue et *al.*, 2005) Toutes les études sur l'organisation des communautés s'accordent sur le fait que la structure de ces communautés et leur diversité dépendent fortement de l'histoire évolutive des espèces impliquées, ainsi que des processus écologiques régissant les relations entre les espèces tels que la compétition, la prédation, le parasitisme ou le mutualisme, (Webb et *al.*, 2002)

La dynamique des populations et les interactions entre les espèces se déroulent dans un contexte spatial, (Denno et *al.*, 1995). Les individus formant ces populations ne sont pas tous situés au même endroit et n'ont pas une probabilité égale d'interaction avec tous les autres membres de leur population. La structure spatiale des interactions écologiques influence la dynamique des populations et des communautés au même titre que les taux moyens de naissance et de mortalité, et que la compétition et la prédation, (Hanski, 1998)

La synchronisation des insectes avec le développement de l'hôte joue un rôle clé dans la survie et la dynamique de certaines populations. L'étude de la structure des communautés auxiliaires a mis en évidence une variabilité saisonnière de la répartition des groupes d'insectes. Cette répartition peut être expliquée par le fait que compositions et recouvrements floristiques sont différents et que la reprise de leur cycle végétatif ne s'effectue pas à la même période. C'est surtout pendant la saison printanière précisément au courant des mois de mars et avril que nous avons trouvé des assemblages de parasitoïdes et prédateurs spécifiques aux homoptères surtout. Au printemps, la fin de la dormance des bourgeons et de certaines espèces d'insectes dépend des conditions abiotiques comme une accumulation de chaleur et une photopériode suffisante, (Hunter, 1992, Hunter et Elkinton, 2000).

Les insectes ressentent directement l'effet de la photopériode et de la température. Les variations thermiques peuvent jouer un rôle important dans la date d'éclosion des insectes ou de débourement de leur hôte, ce qui explique les richesses stationnelles rencontrées dans les trois sites d'étude en mars-avril où les conditions climatiques semblent avoir favorisé l'apparition et la multiplication des phytophages potentiels et occasionnels ainsi que leurs ennemis naturels spécifiques.

Nous avons vu que la structure des assemblages mensuels est différente au niveau des habitats considérées. Cela est dû à l'effet de la ressource alimentaire car la disponibilité en nourriture semble être un facteur-clé pour certaines espèces (Loreau, 1984).

La diversité des auxiliaires des différents groupes trophiques rencontrés lors de nos investigations généralistes semble dépendre d'une échelle spatiale définie par le paysage des sites étudiés eux-mêmes, comme l'ont signalé Vitousek et Mooney, (1997) Le paysage est en fait caractérisé par sa structure, sa composition ou encore sa dynamique, et il serait perçu et utilisé de manière différente par les espèces généralistes et spécialistes, d'après l'analyse de nos observations. Les facteurs impliqués dans l'influence des échelles spatiotemporelles n'agissent donc pas de la même façon sur ces communautés, (Jonsen et Fahrig, 1997).

Selon Taylor et Fahrig (1993), la diversité des espèces généralistes et spécialistes est nécessairement influencée par la supplémentation du paysage. Les généralistes ont besoin d'une certaine quantité de ressources par unité de temps. Si les taches paysagères sont trop petites, ils doivent atteindre cette quantité en visitant plusieurs et ils amélioreront la connectivité entre ces taches. La diversité paysagère, synonyme de diversité des ressources, est donc essentielle dans la détermination de la richesse spécifique de ces espèces d'insectes, ce qui est démontré durant notre étude à travers la bonne corrélation entre les richesses et les diversités floristiques avec les richesses et les diversités entomofauniques. Dans tous les cas, d'après nos observations sur les évolutions temporelles des complexes phytophages et leurs ennemis spécifiques, la richesse des phytophages induit la richesse des auxiliaires.

Outre le paysage, la diversité spécifique est influencée par de nombreux facteurs biotiques. On peut penser aux processus de compétition au niveau local, à la dynamique des métapopulations et à celle des métacommunautés à une échelle supérieure, aux processus de spéciation à un niveau encore plus large (Burel et Beaudry, 1999).

En règle générale et de nombreuses études montrent que l'augmentation de la diversité de la végétation a effectivement pour conséquence une augmentation de la diversité du peuplement animal qu'elle héberge (Chaubet, 1992).

Par ailleurs, le nombre d'espèces végétales influence directement en premier sur le nombre d'espèces phytophages dont les différentes guildes peuvent se nourrir sur les feuilles, les rameaux, les bourgeons, les fleurs et les fruits (Morris et Webb, 1987). Egalement, les diverses parties du végétal peuvent être exploitées par des phytophages spécialisés, ayant eux-mêmes leurs prédateurs et parasitoïdes supportant à leur tour leurs propres antagonistes.

Au printemps, l'abondante faune de phytophages est liée à la croissance des jeunes feuilles. L'attraction printanière et l'installation des insectes ravageurs sur les plantes hôtes dans les études de bioéco-éthologie sont associées aux constituants chimiques et biochimiques des plantes, (Martin-Prevel et *al.*, 1984). lesquels permettent à l'insecte de reconnaître les structures lui servant de nourriture. Les suceurs de sève, dont les Homoptères, se localisent ainsi sur des parties tendres des jeunes pousses et jeunes feuilles de l'arbre qui sont riches notamment en sucres solubles et des acides aminés (Giordanengo et *al.*, 2007)

On peut donc expliquer le grand nombre d'espèces printanières circulantes dans les sites étudiés du jardin d'El Hamma, par le fait qu'elles profitent de cette période où la ressource est riche en qualités nutritives.

Concernant les systèmes cultivés, D'après Sahraoui (2012), la connaissance des interactions entre les ravageurs, leurs ennemis naturels et leur milieu de vie peut permettre de développer à terme des stratégies innovantes de gestion des agrosystèmes et faciliter le contrôle biologique.

La famille des Coccinellidae occupe un pourcentage de 18% du total d'insectes identifiés avec une richesse spécifique de 10 espèces prédatrices. Les coccinelles sont bien connues pour leur potentiel de régulation biologique, car elles sont prédatrices aux stades larvaire et adulte, (Gourmel, 2014).

Selon le même auteur, les proies des coccinelles prédatrices sont des insectes de petites tailles : pucerons, cochenilles, aleurodes, larves de diptères et de lépidoptères (chenilles). Elles peuvent également consommer des œufs d'insectes.

Des espèces de *Symnus* ont été inventoriées dans les trois sites étudiés. Les coccinelles les plus fréquentes appartiennent à la sous-famille des Scymninae. Les formes adultes mesurent 2 mm et sont couvertes d'une fine pilosité. Leur coloration est variable, du noir au brun clair.

D'après les résultats des captures à travers les plaques jaunes engluées, le genre *Signiphora* est bien représenté dans les sites d'étude. Les Signiphoridae sont pour quelques-uns des endoparasitoïdes d'insectes sternorrhynques hémiptères cochenilles, d'Aleyrodidae ainsi que d'Aphidoidea et de Psylloidea. D'autres espèces sont parasitoïdes de pupes de diptères.

La plupart sont hyperparasitoïdes obligatoire de Chalcidoidea, en particulier d'Encyrtidae. La plupart sont des endoparasitoïdes solitaires, peu sont ectoparasitoïdes. Les Signiphoridae n'ont été que rarement utilisés en lutte biologique, du fait de leur hyperparasitisme, selon Hansen, (2000).

Un seul *Staphylinidae* a pu être collecté avec une disponibilité plus au moins constante dans les trois sites étudiés, ces prédateurs sont selon Gourmel (2014), des généralistes durant tous les stades de leur développement.

Nos résultats montrent une abondance importante des cicadelles dans les trois sites et durant toute la période d'étude. D'après Gourmel (2014), les cicadelles pullulent rarement mais sont toujours présentes, sur une grande variété de cultures maraîchères, fruitières et vivrières, ainsi qu'aux abords des cultures, dans les zones enherbées. Si les prélèvements de sève affaiblissent les plantes, les cicadelles ne semblent pas causer de gros dégâts car leur action est répartie sur l'ensemble de la végétation.

L'autorégulation qui se manifeste au sein d'une biocénose naturelle nécessite la présence des éléments de tous les niveaux trophiques et en particulier d'une population avec un minimum d'hôtes phytophages pour assurer la survie des entomophages qui leur sont inféodés (Grisson, 1999). Ces conditions ne peuvent se réaliser pleinement qu'à partir d'une production végétale suffisamment abondante et surtout variée.

Selon Thorez et Lapouge, (2009), certaines espèces végétales attirent plus particulièrement les insectes auxiliaires, d'autre part, les insectes indésirables sont en général moins abondant lorsque la diversité végétale est grande, au contraire des auxiliaires.

La littérature compte de nombreuses études qui mentionnent la végétation comme source nutritionnelle alternative pour les prédateurs et parasitoïdes. L'exploitation du pollen, des nectars floraux et extra-floraux, de la sève ou des graines des plantes

s'observe chez une grande variété d'ordres d'insectes, incluant les Hyménoptères, les Diptères, les Coléoptères, les Hétéroptères, les Thysanoptères, les Neuroptères, les Lépidoptères. Il existe également sur certaines plantes des sucs et nectars extrafloraux, qui permettent quant à eux d'attirer d'autres insectes utiles à la plantes (non pollinisateurs) tels que les auxiliaires de lutte biologique. C'est le cas par exemple de certains diptères qui prélèvent les nectars exposés librement, des parasitoïdes (hyménoptères et diptères), des coccinelles, et des fourmis, (Altieri, et Nicholls, 2004 ; Andow, 1991 ; Bianchi et al., 2006)

La nourriture est donc l'une des principales raisons qui amène les insectes sur les plantes. En effet, de nombreux insectes dépendent des plantes vivantes pour se nourrir. Parmi eux, on trouve les insectes phytophages qui se nourrissent directement des organes de la plante (environ 50 % des insectes).

Les insectes peuvent également se trouver sur une plante pour effectuer une étape de leur cycle (oviposition⁵, diapause ...). La plante leur sert alors d'hébergement. Ce choix se fait souvent en lien avec le potentiel nourricier du site. Pour le choix du site de ponte par exemple, la femelle cherchera un site qui puisse offrir une nourriture adaptée à sa progéniture. Pour la diapause hivernale, la plante choisie est souvent une plante permettant de fournir des ressources nutritives au printemps.

Elle peut également fournir un véritable abri pour se protéger des conditions climatiques défavorables, ou des prédateurs. Beaucoup d'insectes se réfugient ainsi sous l'écorce de certains arbres ou dans des haies.

Les habitats semi-naturels, comme les haies, les bordures de champs, les terres en jachère et les prés contiennent de nombreuses espèces d'arthropodes bénéfiques, puisqu'ils fournissent un environnement plus stable que les monocultures (Altieri and Nicholls 2004, Bianchi, Booij and Tscharrntke 2006, Médiène, Valantin-Morison, Sarthou, De Tourdonnet, Gosme, Bertrand, Roger-Estrade, Aubertot, Rusch, Motisi, Pelosi and Doré 2011, Rusch *et al.* 2010)

Des études ont démontré l'action favorable de bandes enherbées et leur action importante sur la diversité entomologique, abondance plus forte des apoïdes, des coccinelles et des microhyménoptères entraînent une réduction d'intensité des infestations de pucerons dans les parcelles situées à proximité de bandes herbeuses

fourragères.(DE SNOO *et al.*, 1999; HOLLAND *et al.*, 2000; COLIGNON *et al.*, 2002a,b; MEEK *et al.*, 2002).

Est-il possible alors d'optimiser les refuges naturels déjà présents au niveau du jardin botanique d'El hamma, ou faut-il en créer de nouveaux ?

Conclusion et perspectives

Ce travail s'implique dans une meilleure compréhension des communautés de l'entomofaune auxiliaire circulante dans le jardin botanique d'El Hamma, et les facteurs influençant sa structuration dans l'espace et dans le temps, Il est donc d'un important ressort de déterminer le rôle de la biodiversité fonctionnelle dans le maintien des équilibres biologiques dans cette station.

Au terme de notre étude, qui consiste en un recensement des espèces d'insectes auxiliaires, nous avons pu prélever 1872 individus d'insectes auxiliaires avec une richesse spécifique qui est de 58 espèces répartis en 20 familles et 5 ordres, ceci sans prendre en considération en premier lieu, les espèces non identifiées dû au manque de connaissance de la faune régionale et d'ouvrages consacrés à l'entomofaune de l'Afrique du Nord ainsi que le manque de spécialistes de détermination des insectes et en second lieu, sans inclure les espèces des autres sous embranchement des arthropodes à savoir les Chélicérates également prises dans les pièges de notre dispositif d'échantillonnage, mais toutefois toutes les espèces qui n'ont pas été incluses dans notre étude -afin de ne pas avancer de faux résultats- sont conservées pour une détermination ultérieure, par ailleurs l'inventaire effectué montre que les trois sites choisis présentent une richesse entomofaunique similaire.

Pour chaque espèce recensée, nous avons établi la classification selon leur régime alimentaire, statut trophique, le type de répartition spatio-temporelle et leur évolution avec leurs cibles (ravageurs). L'ordre des *Hymenoptera* est le plus abondant avec 38 espèces et 2 familles ainsi qu'en termes d'individu (1543).

Sur le plan trophique, les aphidiphages sont les mieux représentés avec un taux de 30% et forment un important groupe d'espèces qui entrent en interaction avec plus d'un niveau trophique, suivi par les polyphages avec un pourcentage de 28%.

L'analyse des résultats des relevés floristiques dévoile l'existence de 45 familles botaniques au niveau des trois sites confondus, la famille des *Fabaceae* est la plus représentative en point de vue richesse avec un total de 8 espèces, suivie par la famille des apiécées et des *Poaceae* avec 7 espèces.

L'étude spatio-temporelle des espèces nous permet de constater qu'il y'a une forte corrélation entre la diversité floristique et la diversité entomofaunique Dans le jardin français, cette corrélation est moins importante dans le carré de floriculture, cependant dans le jardin anglais la corrélation entre les diversités floristique et entomofaunique est très faible.

Cependant, notre étude n'est que préliminaire et une première approche de la connaissance de la richesse spécifique de la biocénose du jardin botanique d'El Hamma et en perspective une collaboration de plusieurs chercheurs est indispensable afin d'enrichir nos premières constatations, cela par d'autres études écologique de terrain. Concernant l'entomofaune auxiliaire, il est intéressant de construire un insectarium pour les collections des insectes, une cellule d'élevage d'insectes auxiliaires et un nichoir pour les abrités dans la mauvaise période, il peut avoir d'autre rôles écologiques et éducatifs dans le jardin.

Références bibliographiques

- Altieri, M.A. and Nicholls, C.I. (2004)** *Biodiversity and pest management in agroecosystems* 2nd edn. New York: Food Products Press.
- Altieri, M.A. et Nicholls, C.I. 2004.** Biodiversity and pest management in agroecosystems 2nd edn. New York: Food Products Press.
- Andow, D.A. (1991)** Vegetational Diversity and Arthropod Population Response. *Annual Review of Entomology*, **36**, 561-586.
- Andow, D.A. 1991.** Vegetational Diversity and Arthropod Population Response.
- ANN, 2000.** Jardin d'essai du Hamma, Alger.
- 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.
- Balachowsky A.S., 1950.** Les cochenilles de France, D'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. Monographie des Coccoidea. Diaspidinae (Deuxième partie) Aspidiotini. Ed. Hermann et Cie, Paris, Coll. "Ento. Appl.", Vol.5, 398-555.
- 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.
- Balachowsky A.S., 1954.** Les cochenilles paléarctiques de la tribu des Diaspidini. Ed. Inst. Pasteur, Paris, Coll. " Mémoires Sciences", 450p.
- Beaufort F., 1989.** L'étude de la conservation du patrimoine floristique de la France. Avant- propos aux actes du colloque de Brest. Plantes sauvages menacées. Bilan et protection : 1-2. Bureau des Ressources Génétiques.
- Beaufort F., 1989.** Les espèces menacées de la flore de France Historique des travaux, valorisation des connaissances et livre rouge. Plantes sauvages menacées. Bilan et protection: 1-2. Bureau des Ressources Génétiques.

-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.

-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.

-Benmenni K., 2016. Conservatrice du jardin botanique d'El Hamma. (Communication personnelle).

-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.

-Bianchi, F.J., Booij, C.J. and Tscharrntke, T. (2006) Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, **273**, 1715-1727

-Biche M, 2012. Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels 36p.

-Biche M., 2012. Guide pratique : les principaux insectes ravageurs en Algérie et leur ennemis naturels 36p.

-Boisclair J. et Estevez B., 2006. Lutter contre les insectes nuisibles en agriculture biologique : intervenir en harmonie face à la complexité, PP : 83-90.

-Borowiec N., Fleisch A., Kreiter P., Tabone E., Thibaut M., Fauvergue X., Quilici S., Ris N et Malausa G-C., 2011. Lutte biologique classique et insectes phytophages. Où en est la recherche ? Quels en sont les enjeux et dans quel contexte ? Quelle évolution future? *PHYTOMA -La Defense des Vitigetaux* N° 647 octobre, pp : 16-20.

-BotanicGardens Conservation International (BGCI), 2000. Les jardins botaniques et la conservation. Disponible sur (https://www.bgci.org/resources/proceedings_past/) consulté le 14/03/2016.

-Bouchène Y., 2015. Bons plans : 16 choses à voir et à faire à Alger.

-Bramwell D., Hamann O., Heywood V et Synge H., 1987- Botanic Gardens and the World Conservation Strategy. London, Academic Press, 367 p.

-BUREL, F. et J. BAUDRY., 1999- Ecologie du paysage. Concepts, methodes et applications. Tec et Doc, Paris.

-Carra P., et Gueit M. 1952. Le Jardin d'essai du Hamma. Ed. Direction agri., Gouv. Gén. Algérie, Alger, 114 p.

-Cemagref, 2007. *Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts*, Sur la trace des pesticides. Disponible sur (<http://www.cemagref.fr/presse/Dossthem/pesticides/index.htm>). Consulté le 24/04/2016.

-Chaplin-Kramer R, O'Rourke ME, Blitzer EJ et Kremen C (2011)- A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. Ecology Letters 14: 922–932.

CHAUBET, B., 1992- Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs: cas des aphidiphages. Courrier de l'environnement de l'INRA 18: 45-63.

-Clarke G.M., 1993. Patterns of developmental stability of Chrysoperla L. (Neuroptera: Chrysopidae) in response to environmental pollution. Environmental Entomology 22: 1362-1366.

-CLERGUE B., AMIAUD B., PERVANÇON F., LASSERRE-JOULIN F., PLANTUREUX S. 2005- Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. A review, Agron. Sustain. Dev. 25, 1-15.

-Conseil M., 2005. Les auxiliaires communs en cultures légumières biologiques. Institut Technique de l'Agriculture Biologique. Paris. 4p.

-Daily G , Ehrlich P et Alberti M, 1996- Managing earth's life support systems: The game, the players, and getting everyone to play. Ecological Applications 6:19-21.

-Darwin, C.R., 1909. The Origin of Species. Vol. XI. The Harvard Classics. New York: P.F. Collier et Son, N°14.

-De Snoo G.R., Van der Poll R.J., 1999. Effect of herbicide drift on adjacent boundary vegetation. Agriculture, Ecosystems and Environment 73, 1-6.

-De Snoo G-R., 1999. Unsprayed field margins: effects on environment biodiversity and agricultural practice. Landscape and Urban Planning 46: 151-160.

-Debauche H.R., 1948. Étude sur les Mymarommatidae et les Mymaridae de la Belgique (Hym., Chalcidoidea). Mem. Mus. Hist. Nat. Belg. 108:248pp.

- Debauche H-R., 1948.** Étude sur les Mymarommidae et les Mymaridae de la Belgique (Hym., Chalcidoidea). Mem. Mus. Hist. Nat. Belg. 108:248pp.
- Delmas, M., Larpin D., Haevermans, T., 2011.**Rethinking the links between systematic studies and ex situ living collections as a contribution to the Global Strategy for Plant Conservation, *Biodiversity and Conservation*, 20, 287-294.
- Delvare G., 2000.** Contribution à l'étude des hyménoptères parasitoïdes. Comptendu de mission à La Réunion. 1/10 mars 2000. Montpellier, Cirad-Amis, 13 p.
- Delvare, G. 2000.** Contribution à l'étude des hyménoptères parasitoïdes. Comptendu de mission à La Réunion. 1/10 mars 2000. Montpellier, Cirad-Amis, 13 p.
- DENNO RF, MCCLURE MS et OTT JR., 1995-** Interspecific interactions in phytophagous insects: Competition reexamined and resurrected. *Annual Review of Entomology* 40: 297-331.
- 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.
- 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.
- Doumandji S., 1984.** Les cochenilles Diaspines du Figuier, *Ficus carica* L. en Algérie. Bull. Zool. Agri., Inst. Nat.agro., El Harrach, (10) : 26-43.
- Dufлот R., et PuechC., 2014.** Optimiser le contrôle biologique des bioagresseurs. Agronomie N°34 : 2p.
- Duranton J-F., LAUNOIS M., Launois-Luong M-H., et LECOQ M., 1982.** Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. Cirad-Prifas, Départ. G.E.R.D.A.T, Paris, 695 p.
- Duranton J-F., LAUNOIS M., Launois-Luong M-H., Lecoq M. et RACHADI T., 1987.**Guide antiacridien du Sahel. Cirad – Prifas. Départ. G.E.R.D.A.T, Montpellier, 343 p. - DURANTON J.F. et LECOQ M., 1990 – Criquet pèlerin au Sahel. Cirad-Prifas. „Collection Acridologie Opérationnelle 6“, Montpellier, 183 p.
- Ecrement Y., 1966.**Etude pédologique du jardin d'essai. Inst. Nat. Rech. Alger, 190p.

-EPA jardin d'essai, 2010. Index seminum, jardin botanique El Hamma, Wilaya d'Alger. 20p.

-EPA jardin d'essai, 2013. Rapport de présentation du jardin botanique du Hamma. Wilaya d'Alger. 60p

-Fady B.et Médail F., peut-on préserver la biodiversité? Les petites pommes du savoir.

-Fenster,C.B., Armbruster, W.S., Wilson, P., Dudash, M.R. & Thomson, J.D. 2004. Pollination syndromes and floral specialization. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 35, 375-403.

-Feron P., 2002. Bases écologiques de la protection des cultures gestion des populations et aménagement de leurs habitats. Courrier de l'environnement de l'INRA 41 :12-25.

-GIORDANENGO., 2007- GIORDANENGO P., FEBVAY G. ET RAHBE Y. 2007- Comment les pucerons manipulent les plantes. Biofutur 279 : 35-38.

-Glangeaud L.,1932. Etude géologique de la région littoral de la province d'Alger. Ed.Bordeaux, Saint-Christoly, 608 p.

-Goulet, H. et Huber, J.T. 1993. Hymenoptera of the World: an identification guide to families. vii+668pp. ResearchBranch, Agriculture Canada.

-Gourmel C., 2014. Catalogue illustré des principaux insectes ravageurs et auxiliaires des cultures de guyane p1p77.

-GRISON, P., 1970- Importance d'une approche interdisciplines. Proceedings of the F.A.O. Symposium on integrated pest control, 3, 87-101.

-Guettala-Frah N., 2006. Entomofaune, Impact Economique et Bio- Ecologie des

-Hamlaoui L. et Mebarki R., 2011. Entretien et suivi phytosanitaire d'un jardin botanique. Bougara. Memoire de paysagiste. 35p.

-Hammer D.A.T., Harper P.D., Ryan P., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, Palaeont. Electron. 4 (1) 9, disponible sur : (http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).

-Hammer D.A.T., Harper, P.D., Ryan P., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, Palaeont. Electron. 4 (1) 9,

Disponible sur: (http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm). Consulté le 02/05/2016.

Hansen, L.O., (2000). The family *Signiphoridae* (Hymenoptera, *Chalcidoidea*) in Norway. – Norwegian Journal of Entomology 47: 76.

-HANSKI I. 1998- Metapopulation dynamics. *Nature*, 396, 41-49.

-Heywood, V.H., 2011. The role of botanic gardens as resource and introduction centres in the face of global change, *Biodiversity and Conservation*, 20, 221-239.

-Hincks, W.D. 1960. A new British species of the genus *Alaptus* Haliday (Hym., Mymaridae). *Entomologist* 93:170-172. Huber, J.T. 1986. Systematics, biology, and hosts of the Mymaridae and Mymarommatidae (Insecta: Hymenoptera): 1758-1984. *Entomography* 4:185-243. Hayat, M. 1983. The genera of Aphelinidae (Hymenoptera) of the World. *Systematic Entomology* 8:63-102.

-Hincks, W.D. 1960b. A new British species of the genus *Alaptus* Haliday (Hym., Mymaridae). *Entomologist* 93:170-172. Huber, J.T. 1986. Systematics, biology, and hosts of the Mymaridae and Mymarommatidae (Insecta: Hymenoptera): 1758-1984. *Entomography* 4:185-243. Hayat, M. 1983. The genera of Aphelinidae (Hymenoptera) of the World. *Systematic Entomology* 8:63-102.

-Holland J., et Fahrig G., 2000. Effects of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78: 115-122.

-Hooper D-U., et VITOUSEK P-M., 1967 The effect of plant composition and diversity on ecosystem processes. *Science* 277: 1302-1305.

-Hughes R-D., et Walker J., 1970. The role of food in the population dynamics of the Australian bush flies. In: Watson, A. (Ed.), *Animal populations in Relation to their Food Resources*. Blackwell, Oxford, 336 p.

-Hugues D., 2010. La biodiversité, en Alsace et dans le monde Edition : La Nef des sciences. 14p.

-HUNTER, M. D. 1992- A variable insect -plant interaction: the relationship between trees budburst phenology and population levels of insect herbivores among trees. *Ecol. Entomol.* 16: 91-95. **HUNTER, A. F. et 1. S. ELKINTON. 2000-** Effects

of synchrony with host plant on populations of spring-feeding lepidopteran. *Ecology*. 81(5):1248-1261.

-Jackson W. et Sutherland L.A., 2000- Agenda International pour la Conservation dans les Jardins Botaniques. Botanic Gardens Conservation International, U.K.

-JONSEN, I. D. et L. FAHRIG ., 1997- "Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure." *Landscape Ecology* 12(3): 185-197

-Kadik B., 2000. La biodiversité et le développement durable en Algérie. Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable. PP 50-69.

-Kearns, C.A., Inouye, D., Waser, N.M., 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions, *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 29, 83–112.

-Kreiter S., 2008. Les arthropodes auxiliaires des cultures Montpellier 66p.

-Kreiter S., 2008. Les arthropodes auxiliaires des cultures, Morphologie, biologie, intérêts et limites Montpellier. 66p.

-Limoges B., 2009. Biodiversité, services écologiques et bien-être humain. *Le naturaliste canadien*, 133 N°2 : 15-19.

-LOREAU, M., 1984- Les niches écologiques des Carabides en milieu forestier. II. Composante trophique et organisation générale des niches. *Bulletin de la Classe des Sciences (Académie Royale de Belgique)*, 70 : 480-525.

-Martikainen P., Siitonen J., Punttila P., Kaila L., et Rauh J., 2000. Species richness of Coleoptera in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland, *Biological Conservation* 94, 199–209.

-Martikainen, P., Siitonen, J., Punttila, P., Kaila, L. et Rauh, J. 2000. Species richness of Coleoptera in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland, *Biological Conservation* 94, 199–209.

-Martin G., Jonet B., Ternois et Varin O., 2003. Pays de Soule, A la découverte des libellules. CPIE. Paris : Le réveil de la Marne-Epernay, 2003.p.11.

-MARTIN-PREVEL P. GAGNARD J. ET GAUTIER P. 1984- L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales, Lavoisier, Paris, 810p.

- Maurin H., 1989.** – Rôle des jardins botaniques et des Conservatoires de la diversité végétale. Bureau des Ressources Génétiques. Bilan et protection: 350-354.
- Meek B., Loxton D., Sparks T., Pywell R., Pickett H. et Nowakowski M., 2002.** The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. *Biological Conservation* 106: 259-271.
- Moore W.N., 1997.** Status Survey and Conservation Action Plan for Dragonflies. IUCN. Gland, Switzerland.
- MORRIS, M. G. et N. R. WEBB., 1987-** The importance of field margins for the conservation of insects. *Field margins*. M. J. Way and P. W. Grieg-Smith, Thornton Heath: British Crop Protection Council Monograph. 35: 53-65.
- 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, 131p.
- Noyes J.S. 1998.** Catalogue of Chalcidoidea of the World. CD-ROM Series, ETI, Amsterdam, Netherlands.
- Noyes J-S. ,Gauld I.D., et Bolton B., 1988.** The Hymenoptera. Oxford University Press, Oxford, UK (Reprinted and revised, 1996; ISBN 0-19-858521-7).
- Öberg S, Mayr S. et Dauber J (2008)** Landscape effects on recolonisation patterns of spiders in arable fields. *Agriculture, Ecosystems&Environment* 123: 211–218.
- Olivier B., 2012.** Rencontre avec les pollinisateurs. France, Ed : DICOM-DGALN, 32p.
- Pnault G, 1992.** L'utilisation des arthropodes comme bio-indicateurs dans les réserves naturelles des Pyrénées-Orientales. N° 86. 2p.
- Poole, R.W. 1974.** An introduction to quantitative ecology. McGraw-Hill, New York.
- Riservato E., 2009.** Statue de conservation et répartition géographique des libellules du bassin méditerranéen. Gland, Malago : s.n., 2009. p. 34. Vol. viii.
- Robinson R., Sutherland W.J. 2002.** Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology* 39, 157–176.
- Rodier J., Legube B., Merlet N., et Coll., 2009.** L'Analyse de l'eau. 9e édition. Paris : Dunod, Paris, 2009. p. 1526.

- Ronzon B., 2006.** Biodiversité et lutte biologique. Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. 25p.
- Rossi C., 2012.** Jardin d'Alger, éd Dalmimen, Algérie, 461p.
- Sabatini A.G., 2005.** L'abeille bio-indicateur, sentinelle de l'environnement. Istituto Nazionale Apicoltura Bologna, Italie. 13- 16.
- Saighi S., 1998.** Biosystématique de cochenilles diaspiques des plantes du jardin d'essai du Hamma et du parc de l'institut national agronomique d'El Harrach. Thèse Magister, Inst. Nat. agro., El-Harrach 325p.
- TAYLOR, P. D., L. FAHRIG, 1993-** "Connectivity is a vital element of landscape structure." *Oikos* 68: 571-573.
- Terzo M., et Rasmont P., 2007.** Abeilles sauvages, bourdons et autres insectes pollinisateurs. Université de Mons-Hainaut, laboratoire de Zoologie N °14. 3-61p.
- Thorez J-P., et Lapouge-Déjean B., 2009-**Le guide du jardin bio –Potager, verger, ornement. Mens, Terre Vivante.
- Tikka PM, Högmander H et Koski PS (2001).** Road and railway verges serve as dispersal corridors for grassland plants. *Landscape Ecology* 16: 659–666.
- Tilman D., 1997.** Community invasibility, recruitment limitation, and grassland biodiversity. *Ecology* 78:81–92
- Union Internationale pour la Conservation de la Nature, 1985.** Botanic gardens and the World conservation strategy. Recommendations. (Conférence internationale de Las Palmas). 15p.
- VITOUSEK, P. M., H. A. MOONEY., 1997-** "Human domination of Earth's ecosystems." *Science* 277(5325): 494-499..
- WEBB CO, ACKERLY DD, MCPEEK MA et DONOGHUE MJ., 2002-** Phylogenies and community ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 475-505.
- Wyse J., 2000.** Agenda International pour la Conservation dans les Jardins Botaniques. Botanic Gardens Conservation International, U.k.
- Wyse J P.S. et Sutherland, L.A. (2000).** Agenda International pour la Conservation dans les Jardins Botaniques. Botanic Gardens Conservation International, U.K.

Annexe 1

Le produit phytosanitaire (Dursban) utilisé dans le jardin botanique d'El Hamma.



Annexe 2

Les étapes de la réalisation de l'herbier

Il existe différentes techniques pour réaliser un herbier, nous avons choisi celle qui nous paraissait la plus adéquate dans le cadre de notre étude. Pour optimiser la conservation de notre herbier et obtenir de beaux échantillons nous avons suivi un protocole rigoureux. La règle de base a été « Ne pas arracher des plantes pour les jeter ultérieurement, les laisser sécher dans un sac en plastique ou les laisser moisir. Donc il faut mettre en presse tout de suite, et uniquement la quantité de plantes que l'on peut surveiller pendant le séchage » (Tela botanica, 2001)

Matériel et méthodologie

Sécateur, chemises de papier journal, planches en carton avec sangle, carnet de note, flore, laque fixatrice, machine à plastifier, étiquettes.

1- La récolte

Avant la récolte, nous avons choisis les individus les plus représentatifs de nos espèces, Ensuite, à l'aide du sécateur nous avons découpé nos plantes avec leurs feuilles basales et caulinaires et leurs parties reproductrices, nous les avons numérotées et ensuite, soigneusement étalées dans des chemises de papier journal intercalées au préalable, dans le but d'absorber l'humidité des échantillons et ainsi éviter les moisissures. Et nous avons placé le paquet entre deux planches de carton serrées pas deux sangles afin d'aplatir les plantes pour faciliter l'entreposage. Et après l'identification des échantillons nous sommes passés à la seconde étape.

2- Le séchage

Nous avons étalé de nouveau nos échantillons dans des chemises en papier journal sec afin d'améliorer la mise en forme des plantes. Pour obtenir un meilleur résultat et un séchage plus rapide, on a vaporisé de la laque fixatrice sur chaque échantillon. Enfin, nous avons laissé sécher sous presse, plusieurs jours et dans un endroit sec.

3- Le montage

Les échantillons ont été plastifiés en format A4, dans une machine à plastifier. On a ensuite étiqueté chaque planche. Nous avons rajouté sur chaque étiquette ces informations : famille botanique, nom systématique (auteur, année).

INTRODUCTION

DONNEES BIBLIOGRAPHIQUE

MATERIELS ET METHODOLOGIES

RESULTATS

DISCUSSIONS

CONCLUSION

**REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUES**

ANNEXE