

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA



FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de

Doctorat

en Sciences Agronomiques

Environnement et Agriculture en Zones Arides

Thème

Etude de l'influence des systèmes de production oasiens pratiqués dans la région de Biskra sur l'abondance et la répartition spatio-temporelle des hyménoptères parasitoïdes des pucerons

Présenté par : M^{me} Hemidi Widad

Membre du jury

Mr MEHAOUA Mohammed Sghir	Prof. (Univ. Biskra)	Président
Mr LAAMARI Malik	Prof. (Univ. Batna)	Rapporteur
Melle RAZI Sabah	MCA (Univ. Biskra)	Examinatrice
Melle TAHAR CHAUCHE Souad	Maitre de recherche A (CRSTRA, Biskra)	Examinatrice
Mr BEN SALAH Kamel Mohamed	Maitre de recherche A (CRSTRA, Biskra)	Examinateur

Année universitaire : 2022-2023

Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

1.1.	Situation géographique.....	5
1.2.	Relief et topographie	5
1.3.	Données climatiques	5
1.3.1.	Températures.....	5
1.3.2.	Précipitations.....	6
1.3.3.	Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	7
1.3.4.	Climagramme d'Emberger	8
1.4.	Couvert végétal	9
1.4.1.	Milieu naturel	9
1.4.2.	Milieu cultivé.....	10
1.4.2.1.	Système phoenicicole.....	10
1.5.	Faune aphidienne et ses parasitoïdes recensés.....	13
1.5.1.	Faune aphidienne.....	13
1.5.2.	Hyménoptères parasitoïdes des pucerons.....	15

Chapitre II : Matériel et méthodes

2.1.	Matériel.....	17
2.1.1.	Matériel végétal.....	17
2.1.2.	Matériel animal.....	17
2.1.3.	Autre matériel	17
2.2.	Méthodes de travail.....	17
2.2.1.	Choix des stations d'études.....	17
2.2.1.1.	Station de Foughala	17
2.2.1.2.	Station de Chetma	18
2.2.1.3.	Station de Branis	19
2.2.2.	Calcul des taux de recouvrement végétal	20
2.2.2.1.	Taux de recouvrement dans la station de Foughala	21
2.2.2.2.	Taux de recouvrement dans la station de Chetma.....	22

Sommaire

2.2.2.3.	Taux de recouvrement dans la station de Branis.....	24
2.2.3.	Méthode d'échantillonnage sur le terrain.....	25
2.2.4.	Traitement des échantillons au laboratoire	25
2.2.4.1.	Conservation	25
2.2.4.2.	Montage	26
2.2.4.3.	Identification	26
2.2.5.	Exploitation des résultats	27
2.2.5.1.	Suivi de la structure des communautés des aphides et leurs parasitoïdes	27
2.2.5.2.	Relations trophiques.....	27
2.2.5.3.	Taux de parasitisme.....	28
2.2.5.4.	Taux d'émergence.....	28
2.2.5.5.	Sex-ratio	28
2.2.5.6.	Taux d'hyper-parasitisme	28
2.2.5.7.	Spécificité parasitaire.....	28
2.2.5.8.	Distribution spatio-temporelle des parasitoïdes primaires.....	29

Chapitre III : Résultats et Discussions

3.1.	Suivi de la structure des communautés des aphides	30
3.1.1.	Inventaire	30
3.1.1.1.	Résultats.....	30
3.1.1.2.	Discussion.....	31
3.1.2.	Répartition en fonction des palmeraies.....	33
3.1.2.1.	Résultats.....	33
3.1.2.2.	Discussion.....	34
3.2.	Suivi de la structure de communauté des parasitoïdes.....	35
3.2.1.	Parasitoïdes primaires.....	35
3.2.1.1.	Résultats.....	35
3.2.1.2.	Discussion.....	40
3.2.2.	Hyper-parasitoïdes.....	41
3.2.2.1.	Résultats.....	41
3.2.2.2.	Discussion.....	43
3.3.	Relations bi-trophiques « plantes hôtes – pucerons »	44
3.3.1.	Résultats.....	44
3.3.2.	Discussion.....	46

Sommaire

3.4.	Interactions tétra-trophiques.....	47
3.4.1.	Résultats.....	47
3.4.2.	Discussion.....	49
3.5.	Taux de parasitisme.....	51
3.5.1.	Résultats.....	51
3.5.2.	Discussion.....	52
3.6.	Taux d'émergence.....	55
3.6.1.	Résultats.....	55
3.6.2.	Discussion.....	57
3.7.	Sex-ratio.....	59
3.7.1.	Résultats.....	59
3.7.2.	Discussion.....	62
3.8.	Taux d'hyperparasitisme.....	63
3.8.1.	Résultats.....	63
3.8.2.	Discussion.....	64
3.9.	Spécificité parasitaire.....	66
3.9.1.	Résultats.....	66
3.9.2.	Discussion.....	67
3.10.	Distribution spatio-temporelle des Hyménoptères primaires.....	69
3.10.1.	Distribution spatiale	69
3.10.1.1.	Résultats.....	69
3.10.1.2.	Discussion.....	70
3.10.2.	Action de l'agro-système sur la distribution des parasitoïdes	72
3.10.2.1.	Résultats.....	72
3.10.2.2.	Discussion.....	80
3.10.3.	Dynamiques spatio-temporelles des Parasitoïdes primaires	82
3.10.3.1.	Résultats.....	82
3.10.3.2.	Discussion.....	86
	Conclusion et perspectives	87
	Références bibliographiques	90
	Annexes	103
	Résumé	
	Production scientifique	

Dédicaces

Je dédie ce travail

À mes très chers parents pour leurs sacrifices et leur patience

*À mon mari qui n'a pas cessé de m'encourager et c'est lui qui m'a
poussé à poursuivre.*

À mon ange Hibet Elrahmene

À mes sœurs et mes frères

A toute la famille Hemidi et la famille Mimi.

A mes chères amies : Soumia, Nour-elhouda, Madjeda, Mériem,

Hacina.

Widad Hemidi

Remerciements

Mes premiers remerciements s'adressant au DIEU de m'avoir donné la foi, la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Je tiens à remercier profondément mon directeur de thèse Mr Laamari M., pour m'avoir encadré et toujours soutenu au cours de ce travail, pour ses nombreux conseils avisés, sa gentillesse et sa disponibilité. C'est grâce à lui que ce travail a pris la tournure qu'il a maintenant.

Je voudrais remercier également les membres de jury : Mr Mehaoua M., pour avoir accepté de présider le jury, Melle Razi S., Melle Tahar Chaouche S. et Mr Bensalah K., qui ont accepté de juger et d'évaluer ce travail.

Je tiens à remercier l'ensemble des enseignants et des techniciens de Département d'Agronomie de l'université de Biskra et les cadres de la Direction des Services Agricoles de Biskra et surtout Monsieur Zeghdane Lakhdar, le subdivisionnaire d'Agriculture à El Outaya et Monsieur Bensalah Tarek, chef de service des statistiques agricoles.

Je tiens aussi à remercier toutes les personnes qui ont participé à la réalisation des différentes parties de ce travail : Melle Tahar Chaouche S. (CRSTRA) pour son aide lors de l'identification des parasitoïdes, et qui m'a toujours soutenu et conseillée. Mr Ouamen Tarek (CRSTRA) pour son aide dans les analyses statistiques.

Je remercie vivement mes frères Lotfi (Doctorant, Université d'Ouargla) et Djalel (Enseignant, Université de Djelfa) pour leur aide lors de la réalisation des cartes.

Un chaleureux remerciement à mes chères Soumia, Hacina, Nour-El houda, pour leur aide.

Je tiens également à remercier ma famille et mes amis qui ont toujours été là pour moi et ainsi qu'à ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles (C°) de la région de Biskra enregistrées durant la période 1989-2013 et celles des années 2014, 2015 et 2016.....	6
Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) et totales enregistrées à Biskra durant la période 1989-2013 et les années d'étude	7
Tableau 3 : Evolution du nombre de palmiers et de la production des dattes dans la wilaya de Biskra (DSA Biskra, 2020).....	11
Tableau 4 : Les espèces aphidiennes déjà recensées dans la région de Biskra.....	13
Tableau 5 : Les espèces d'Hyménoptères parasitoïdes des pucerons déjà signalés dans la région de Biskra.....	16
Tableau 6: Les espèces de pucerons rencontrées dans les 3 palmeraies prospectées dans la région de Biskra durant la période 2014/ 2016.....	30
Tableau 7 : Richesse spécifique de faune aphidienne des trois palmeraies d'étude située dans la région de Biskra en cours de la période 2014/2016.....	33
Tableau 8 : Liste des parasitoïdes primaires des pucerons notés dans les écosystèmes oasiens au niveau de la région de Biskra entre 2014 et 2016.....	36
Tableau 9 : Liste des hyper-parasitoïdes des pucerons rencontrés dans le système oasien de la région de Biskra durant les années d'étude 2014, 2015 et 2016.....	42
Tableau 10: Les différentes associations bi-trophiques « plantes hôtes - pucerons » enregistrées dans les écosystèmes oasiens de la région de Biskra entre 2014 et 2016. ...	45
Tableau 11 : Les différentes associations tétra-trophiques enregistrées dans la région d'étude entre 2014 et 2016.....	47
Tableau 12 : Taux de parasitisme (%) des pucerons recensés dans la région d'étude au cours de la période 2014 – 2016.....	51
Tableau 13: Taux d'émergence (%) des momies rencontrées dans les oasis de la région de Biskra entre 2014 et 2016.....	55
Tableau 14: La sex-ratio des parasitoïdes primaires rencontrés dans les oasis de la région de Biskra entre 2014 et 2016.....	59
Tableau 15: Test Khi-deux (χ^2) de l'indépendance entre le sexe de la descendance chez l'ensemble des espèces de parasitoïdes primaires rencontrés dans les oasis de Biskra au cours de la période d'étude	62

Tableau 16 : Taux d'hyper-parasitisme enregistrés dans les différents systèmes oasiens de la région de Biskra entre 2014 et 2016.....	63
Tableau 17: Répartition des Hyménoptères primaires en fonction de leur spectre d'hôtes dans les oasis de la région de Biskra au cours de la période d'étude.....	66
Tableau 18: Test Khi-deux (χ^2) de l'indépendance entre le régime trophique des parasitoïdes et certains facteurs environnementaux (nature de l'habitat, espèces de pucerons, familles botaniques et plantes hôtes).....	67

Liste des figures

Figure 1 : Courbes des précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra durant la période 1989-2013 et les années d'étude.....	7
Figure 2 : Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Biskra établi sur la base des données de la période allant de 1989 à 2013.....	8
Figure 3 : Emplacement de la région de Biskra dans le climagramme d'Emberger.....	9
Figure 4 : Situation des trois principales zones phoenicoles dans la wilaya de Biskra.....	12
Figure 5 : Image satellitaire de l'emplacement de la station de Foughala.....	18
Figure 6 : Image satellitaire de l'emplacement de la station de Chetma.....	19
Figure 7 : Image satellitaire l'emplacement de la station de Branis.....	20
Figure 8 : Transect végétal dans la palmeraie moderne de Foughala.	22
Figure 9 : Transect végétal dans la palmeraie traditionnelle de Chetma.....	23
Figure 10 : Transect végétal dans la palmeraie traditionnelle de Branis	24
Figure 11 : Quelques espèces de parasitoïdes primaires des aphides appartenant au genre <i>Aphidius</i> rencontrées dans les oasis de la région de Biskra	37
Figure 12 : Quelques espèces de parasitoïdes primaires des aphides rencontrées dans les oasis de la région de Biskra	38
Figure 13 : Quelques espèces de parasitoïdes primaires des aphides rencontrées dans les oasis de la région de Biskra	39
Figure 14 : Quelques espèces d' hyper-parasitoïdes des parasitoïdes primaires des aphides rencontrées dans les oasis de la région de Biskra	42
Figure 15 : Quelques espèces d' hyper-parasitoïdes des parasitoïdes primaires des aphides rencontrées dans les oasis de la région de Biskra	43
Figure 16 : les différentes associations « pucerons- plantes hôtes » formés dans les écosystèmes oasiens de la région de Biskra entre 2014 et 2016.....	46
Figure 17 : Les différentes associations tétra-trophiques enregistrées dans la région d'étude entre 2014 et 2016.....	49

Figure 18 : La répartition du sexe selon l'espèce des parasitoïdes primaires rencontrés dans les oasis de la région de Biskra entre 2014 et 2016.....	61
Figure 19 : Importance des différentes espèces d'hyper-parasitoïdes rencontrés dans la région d'étude.....	63
Figure 20 : Carte factorielle de la distribution des espèces de parasitoïdes primaires inventoriées dans la région d'étude entre 2014 et 2016.....	70
Figure 21 : Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole locale sur la répartition spatiale des parasitoïdes (facteur habitat cultivé ou non cultivé).	73
Figure 22 : Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (habitat non cultivé).....	74
Figure 23 : Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (habitat non cultivé : système oasien traditionnel).....	75
Figure 24 : Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole locale sur la répartition spatiale des parasitoïdes (habitat cultivé).....	76
Figure 25 : Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (habitat cultivé : Système oasien traditionnel).....	77
Figure 26 : Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (facteur famille botanique).....	78
Figure 27 : Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (facteur strate végétatif)...	79
Figure 28 : Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (facteur système oasien)...	80
Figure 29 : Représentation des variables et des stations sur le plan factoriel d'une ACP.....	84
Figure 30 : Projection des variables et des stations sur le plan factoriel d'une ACP.....	85

Introduction

Introduction

Introduction

Les pucerons (Hemiptera: Aphididae) sont parmi les ravageurs les plus importants en agriculture (**Boivin, 2012**). Environ 4700 espèces de pucerons sont décrites à travers le monde (Dixon, 1978 cité par **Perera *et al.*, 2005**). Parmi celles-ci, environ 450 espèces sont inféodées aux plantes cultivées (Blackman & Eastop, 2000 cités par **Blackman & Eastop, 2007**) et dont 100 espèces sont considérées comme très nuisibles (**Blackman & Eastop, 2007**).

L'impact économique de ces bio-agresseurs sur les plantes cultivées est considérable. D'une façon directe, ils épuisent les cultures suite à des prélèvements importants de sève élaborée (**Dajoz, 1998 ; Sorensen, 2003**). En plus, les quantités de miellat qu'ils produisent ainsi que les sécrétions salivaires très toxiques qu'ils injectent dans les blessures, entravent la bonne croissance des plantes (**Debras, 2007 ; Rakhshani, 2008**). Par ailleurs, ils sont connus comme étant des vecteurs potentiels de plusieurs virus phytopathogènes (**Glinwood, 1998**). D'après **Nguyen (2018)**, plus de 200 espèces de pucerons sont impliquées dans la transmission de ces virus.

La particularité biologique de ce groupe d'insecte réside dans leur polymorphisme, leur aptitude à la viviparité, leur taux de reproduction élevé ainsi qu'à la forte mobilité des formes ailées (**Coll & Hopper, 2001; Debras, 2007**).

Dans la plupart des cas, la lutte contre ces ravageurs se limite à l'emploi des aphicides. Cependant, l'application répétée de ces molécules chimiques peut engendrer de nombreux problèmes, en particulier, la destruction de leurs auxiliaires et l'apparition des formes résistantes (**Glinwood, 1998**).

Dans la nature, les pullulations de ces aphides sont contrôlées par un cortège d'ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes). Ces entomophages restent plus ou moins généralistes, à l'exception de certaines familles d'Hyménoptères qui sont plus spécialisées dans le parasitisme des pucerons (**Guay, 2009**). D'après **Boivin (2001)**, les parasitoïdes sont responsables de nombreux succès en lutte biologique.

D'une façon générale, les pucerons sont attaqués par deux groupes d'Hyménoptères parasitoïdes, à savoir les Aphidiidae (Ichneumonoidea) et les Aphelinidae (Chalcidoidea). Cependant, les Aphidiidae, sont les plus abondants et les plus actifs dans la régulation des populations aphidiennes (**Glinwood, 1998**). Tous les Aphidiidae sont des koinobiontes

Introduction

endoparasitoïdes ; pondant un seul œuf dans le corps du puceron hôte. Tout leur développement larvaire se déroule à l'intérieur de leur hôte qui reste vivant jusqu'à la phase de momification (**Žikić et al., 2017**).

En raison de leur spécificité à l'égard de leur l'hôte (**Villegas et al., 2017**), leur capacité de dispersion, de découverte de l'hôte et à leur capacité d'adaptation (**Boivin, 2001**), les parasitoïdes sont largement utilisés en lutte biologique. Ils participent d'une manière active à la réduction des populations de pucerons ravageurs.

Néanmoins, les parasitoïdes sont parfois moins efficaces sur le terrain. Cela est dû à la modification de l'habitat induite par l'homme. La simplification de la structure de l'environnement sur de vastes zones, l'homogénéisation des cultures et l'utilisation des pesticides (**Altieri & Rogé, 2010**), sont parmi les facteurs anthropiques qui peuvent réduire l'action bénéfique de ces parasitoïdes après avoir affecté leur rythme de croissance et de multiplication (**Rehman & Powell, 2010**).

Afin de préserver ces auxiliaires et de maintenir leur action à des niveaux élevés sur les populations aphidiennes, il faut suivre certaines stratégies qui rentrent dans le cadre d'une gestion durable, notamment, des agro-systèmes. Ces démarches visent à la conservation de ces ennemis naturels par la gestion de leurs habitats. Effectivement, **Kamenova (2009)**, a mentionné que la gestion de la structure paysagère et de la mosaïque culturelle, participe sensiblement à la préservation de ces auxiliaires. Ces actions positives peuvent accroître la disponibilité en ressources alimentaires nécessaires à ces ennemis naturels afin d'augmenter leurs efficacité.

Les modifications apportées à l'espace environnementale peuvent être effectuées à plusieurs niveaux. Les toutes premières s'appliquent à l'échelle de la parcelle et elles englobent toutes les pratiques agricoles effectuées dans les espaces cultivés et non cultivés (haies, bordure de champs, fossés....). La conduite de ces espaces peut avoir une action rapide et réversible sur la biodiversité des auxiliaires. La deuxième catégorie des modifications se pratique à l'échelle territoriale et ses conséquences sur la biodiversité sont plus marquantes et souvent irréversibles (**Daniel , 2009**).

Lors de cette étude le complexe « pucerons – Hyménoptères parasitoïdes » a été pris comme exemple afin de comprendre les effets du contexte paysager local sur la diversité,

Introduction

l'abondance et la répartition spatio-temporelle des parasitoïdes des pucerons. Pour cela, le système de culture oasien, très pratiqué dans la région de Biskra a été pris en considération.

Ce système de production oasien présente un ensemble qui recèle une importante diversité génétique constituant un système harmonieux et complémentaire. L'élément essentiel de cet écosystème propre aux régions sahariennes et pré-sahariennes, c'est le palmier dattier. En plus de cette spéculation principale, il peut comporter entre autres des cultures annuelles et arbustives (les fameux trois étages) (**Côte, 2002**). Au niveau de certaines oasis, les systèmes de production deviennent plus complexes avec une véritable association agriculture-élevage (**Toutain *et al.*, 1990**). Grâce à leur degré de diversité végétale marquante sous forme de polycultures stratifiées, le système oasien a une grande ressemblance avec de nombreux écosystèmes naturels, il est rempli de nombreuses fonctions écologiques et offre une multitude de biens et de services naturels. Il peut donc constituer un environnement favorable et relativement stable pour le développement d'ennemis naturels, et particulièrement les parasitoïdes des aphides. D'après **Rehman & Powell (2010)**, les populations d'ennemis naturels seraient plus importantes dans les habitats diversifiés en raison de la disponibilité accrue d'hôtes alternatifs et de sources de nourriture.

Actuellement, une importance croissante est accordée à la conservation et à la manipulation des populations de parasitoïdes dans les écosystèmes agricoles par rapport aux approches traditionnelles de lutte biologique (**Glinwood, 1998; Rehman & Powell, 2010**). Cependant, le développement des stratégies de manipulations efficaces doit être basé sur une bonne compréhension du fonctionnement de cette guildes d'ennemis naturels.

La plupart des travaux effectués sur les parasitoïdes des pucerons en Algérie, notamment, ceux de **Laamari *et al.* (2011)** ; **Laamari *et al.* (2012)** ; **Hemidi *et al.* (2013)**; **Boualem *et al.* (2014)** ; **Chehma & Laamari (2014)**; **Aroun (2015)** ; **Tahar Chaouche & Laamari (2015)** ; **Aggoun *et al.* (2016)** ; **Ghelamallah *et al.* (2018)** ; **Labdaoui & Guenaoui (2018)**, ont accordé plus d'importance à la biodiversité de ce groupe d'auxiliaires. Cependant, les données sur les variations spatio-temporelles et les abondances relatives de ces guildes à une large échelle spatiale et sur plusieurs années, sont peu ou pas disponibles. C'est pour cette raison, que cette étude a été proposée et qui a comme objectif principal l'étude de l'influence du contexte paysager oasien sur la variabilité des communautés de parasitoïdes et de leurs hôtes au cours du temps et dans l'espace.

Introduction

Après l'introduction, ce travail s'articule autour de 3 chapitres. Le premier chapitre est consacré à la présentation du milieu d'étude. Le deuxième chapitre est réservé au matériel et aux méthodes utilisées sur le terrain et au laboratoire pour bien mener cette étude. Les résultats obtenus et les discussions sont exposés au troisième chapitre. Cette étude s'achève par une conclusion et des perspectives.

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

1.1. Situation géographique

La wilaya de Biskra se trouve au sud-est Algérien, au pied sud du massif des Aurès. Elle apparaît comme un véritable espace tampon entre le nord et le sud. Elle est située à environ 470 km au sud-est d'Alger et elle s'étale entre 4°9' - 6°45' Est et 35°15' - 34°30' Nord. Elle est limitée au nord par les wilayas de Batna et M'sila, au sud par la wilaya d'El-Oued, à l'est par la wilaya de Khenchela et à l'ouest par la wilaya d'Ouled Djallel (**DSA Biskra, 2022**).

1.2. Relief et topographie

La wilaya de Biskra constitue l'une des zones les plus franches de transition entre les domaines atlasiques montagneux et plissés du nord (Algérie méditerranéenne) et les étendues plates et désertiques du Sahara septentrional au sud (**Chebbah, 2007**). Son relief peut être réparti en quatre grands ensembles géographiques:

- Montagnes au nord (El-Kantra, Djemoura et M'Chounech),
- Plateaux à l'ouest, qui s'étendent sur une partie de Tolga,
- Plaines situées à El-Outaya, Doucen, Sidi Okba et Zeribet El Oued,
- Dépressions au sud-est (Chott Melghigh) (**Bouammar, 2010**).

1.3. Données Climatiques

Les facteurs climatiques affectent les traits comportementaux, morphologiques et physiologiques des insectes, en plus, ils déterminent leur écologie, en particulier, leur tolérance au stress et leurs capacités de dispersion. Par ailleurs, le climat affecte la dynamique des populations d'insectes (mortalité, taux de natalité) et leur structure démographique (**Tougeron, 2017**). Par ailleurs, **Brodeur et al. (2013)**, de leur côté ont mentionné que les interactions entre les plantes, les insectes ravageurs et les ennemis naturels sont déterminés par ces variables climatiques.

Afin de caractériser la région d'étude, du point de vue climatique, les données fournies par le Centre de la Recherche Scientifique et Technique en Régions Arides (**CRSTRA**) et les données de l'**Infoclimat** (<http://www.infoclimat.fr>), pour la période allant de 1989 à 2013, complétées par celles des années 2014, 2015 et 2016, sont exploitées.

1.3.1. Températures

D'après **Brodeur et al. (2013)**, la répartition et le développement des populations d'insectes sont déterminés en premier lieu par la température. Les valeurs moyennes

mensuelles des températures enregistrées à Biskra durant la période 1989-2013 et au cours des années 2014, 2015 et 2016, sont représentées sur le **tableau 1**.

Tableau 1: Températures moyennes mensuelles (C°) de la région de Biskra enregistrées durant la période 1989-2013 et celles des années 2014, 2015 et 2016.

Années	Mois TC°	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Moy.
1989-2013	TM	17,2	18,8	23,5	27,3	32,8	37,8	41,2	40,4	34,8	29,3	22	17,5	28,55
	Tm	7,5	11,9	13,2	15,2	20,2	24,8	28,2	28	23,4	18,3	13,5	13,1	18,11
	Tmoy	12,35	15,35	18,35	21,3	26,5	31,3	34,7	34,2	29,1	23,8	17,75	15,3	23,33
2014	TM	18,0	20,7	21,8	29,3	32,8	36,8	40,7	41,2	37,2	32,1	24,3	18,3	29,44
	Tm	7,9	9,3	10,7	16	20	23	27,5	28,2	25,7	19,2	13,3	8	17,44
	Tmoy	13,0	14,98	16,3	22,7	26,4	30,1	34,1	34,7	31,5	25,7	18,8	13,15	23,44
2015	TM	17,9	17,7	22,7	28,5	35	37,3	40,1	37,2	35,0	28,9	23,6	19,2	28,60
	Tm	5,9	7,9	10,6	15,4	20,6	24,3	27,0	28,3	23,8	18,7	12,7	6,6	16,81
	Tmoy	11,9	12,8	16,7	22	27,8	30,8	33,6	32,8	29,5	23,7	18,2	12,9	22,72
2016	TM	19,8	20,9	23,4	29,1	33	38	40,6	39,2	34,7	31,8	22,8	19,1	29,37
	Tm	7,2	9,4	11,6	16,4	22,6	24,9	28,1	26,8	23,4	19,9	12,1	10	17,70
	Tmoy	13,5	15,15	17,5	22,8	27,8	31,45	34,35	33	29,05	25,85	17,45	14,55	23,53

TM : température moyenne des maxima, Tm : température moyenne des minima, Tmoy : température moyenne.

D'après le **tableau 1**, la région de Biskra se caractérise par des écarts thermiques très importants. En 2014, la température moyenne des maxima la plus élevée est enregistrée au cours du mois d'août (**41,2°C**), alors que, durant les années 2015 et 2016, le mois le plus chaud est juillet avec respectivement **40,1°C** et **40,6°C**. Au cours des trois années d'étude (2014, 2015 et 2016), le mois de janvier est le plus frais avec des températures moyennes des minima respectivement de l'ordre de **7,9°C**, **5,9°C** et **7,2°C**. Les données enregistrées au cours de la période 1989 – 2013 sont très proches de celles des années d'étude.

1.3.2. Précipitations

Les précipitations jouent un rôle primordial dans les interactions entre les pucerons et leurs ennemis naturels. Elles déterminent essentiellement la densité de leurs colonies et par conséquent le taux de parasitisme et de prédation (**Thies et al., 2005**). Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la région d'étude sont recueillies durant la période 1989-2013 et la période d'étude (**Tableau 2 et figure 1**).

Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) et totales enregistrées à Biskra durant la période 1989-2013 et durant les années d'étude

Mois Années	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1989-2013	21,4	11,4	13,6	17,3	12	12,1	2,6	3,3	15,8	21,4	16	11,6	158,5
2014	8	4	15	0	2	3	0	0	26	1	2	0	61
2015	0	17	28	0	2	0	0	4	22	34	4	0	111
2016	0	0	3	68	19	0	0	0	30	0	21	2	143

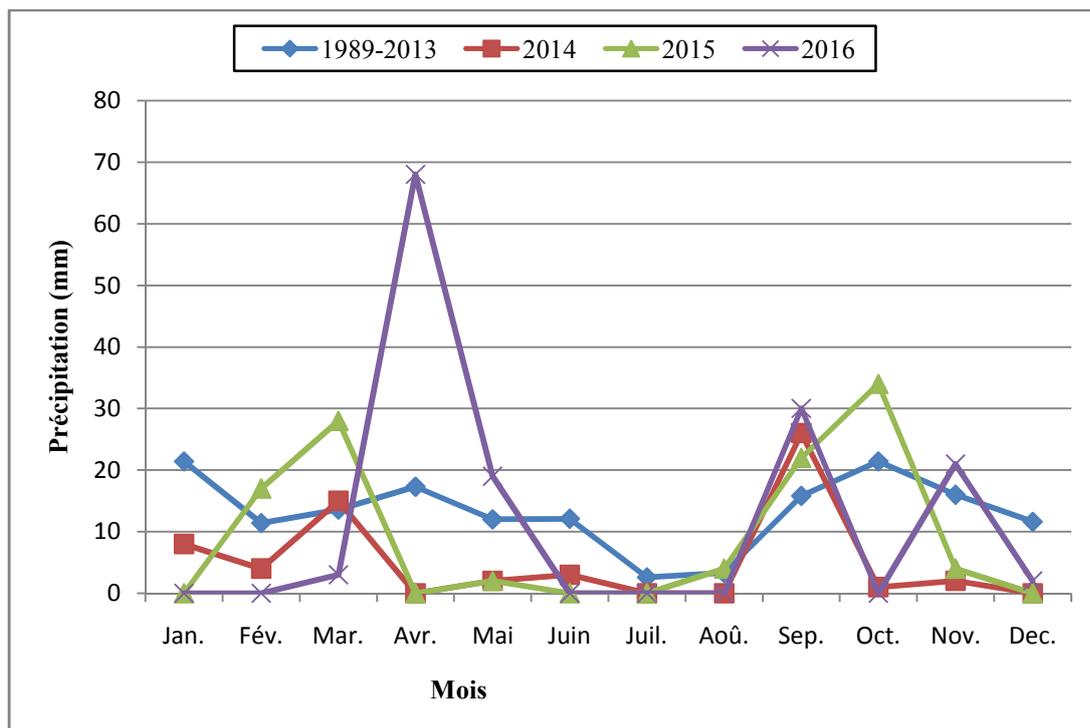


Figure 1 : Courbes des précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra durant la période 1989-2013 et les années d'étude.

Il est constaté une forte irrégularité dans la distribution des précipitations dans le temps. Les mois les plus secs sont juin, juillet et août. Au cours de la période 1989-2013, une moyenne annuelle de l'ordre de 158,5mm est enregistrée. Durant la période d'étude, l'année 2014 est la plus sèche avec seulement 61mm.

1.3.3. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Pour caractériser la région de Biskra, le diagramme ombrothermique de Gaussen a été établi sur la base des données climatiques de la période 1989-2013. La **figure 2** montre que la période sèche s'étale sur toute l'année.

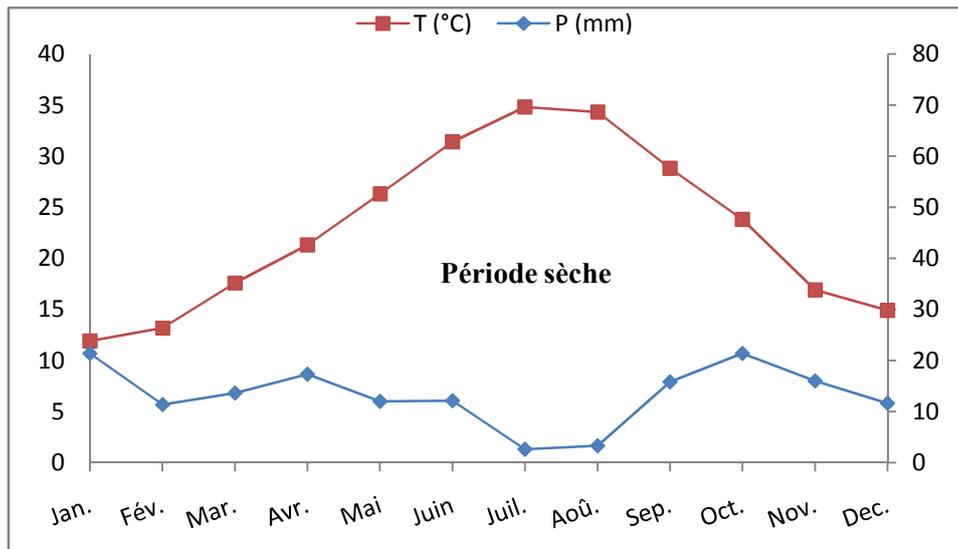


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Biskra établi sur la base des données de la période allant de 1989 à 2013.

1.3.4. Climagramme d'Emberger

L'emplacement de la région de Biskra dans le climagramme d'Emberger est effectué sur base de la formule de **Stewart (1969)** adaptée pour l'Algérie et qui se présente comme suit: $Q = 3.43 P \text{ (mm)} / T_{\text{Max}} - T_{\text{min}}$

P: pluviométrie moyenne annuelle (mm) = 158,5 °C

T Max: moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C) = 41,2°C

T min: moyenne des minima du mois le plus froid (°C) = 7,5°C

D'après les données climatiques de la région de Biskra pour la période 1989-2013, l'indice (Q) = 16,13.

Après avoir calculé le quotient pluviométrique, il est déduit que la région de Biskra se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver chaud (**Figure 3**).

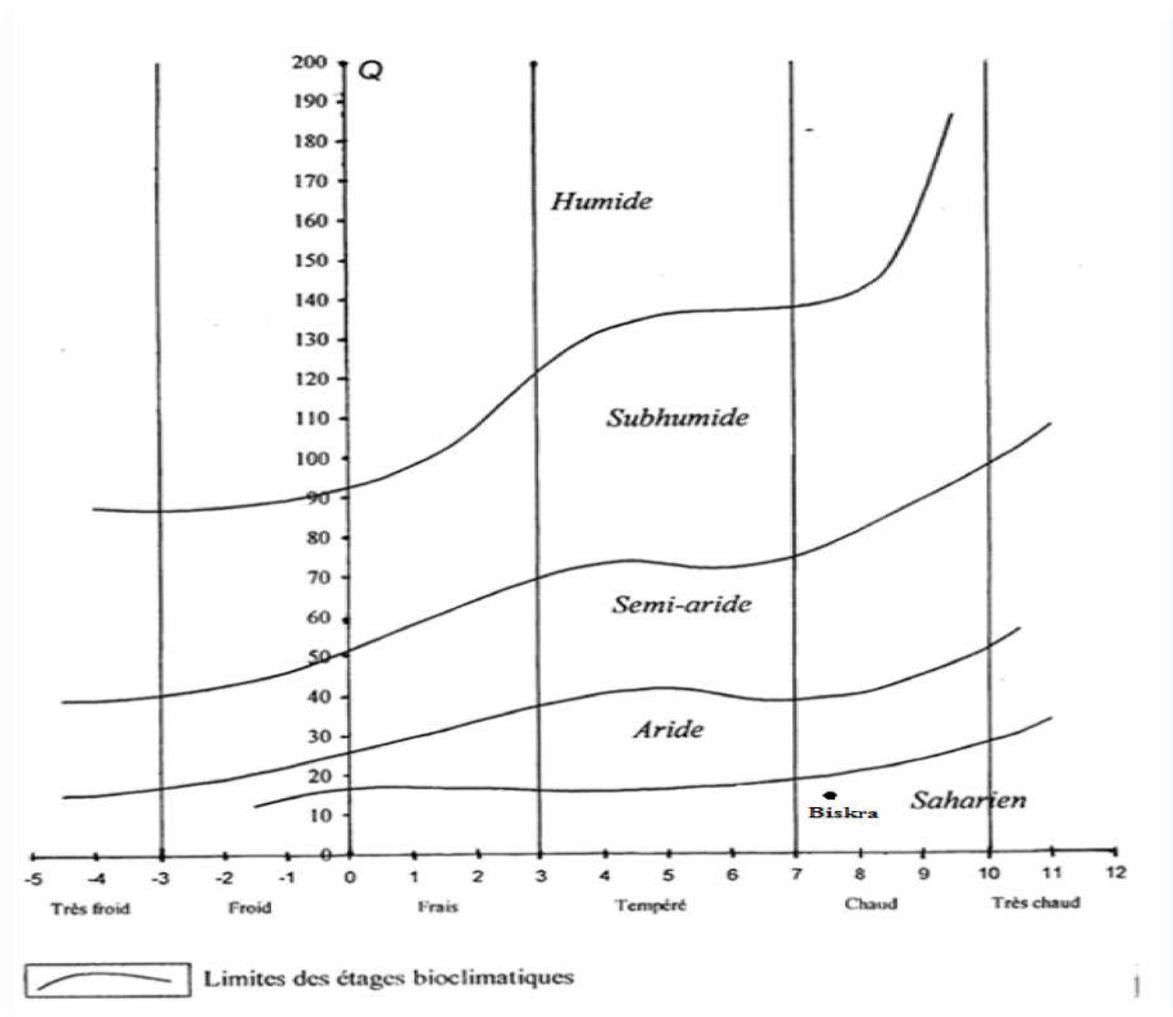


Figure 3 : Emplacement de la région de Biskra dans le climagramme d'Emberger

1.4. Couvert végétal

1.4.1. Milieu naturel

Le milieu naturel, peut jouer un rôle important dans la préservation de la faune auxiliaire. Ce milieu peut être utilisé par ces ennemis naturels, comme des abris, des refuges hivernaux et des sources de nourriture, avant leur déplacement vers les milieux cultivés. Pour cette raison, **Chaubet (1992)**, préconise que l'intervention contre les ravageurs ne doit pas se concevoir seulement à l'échelle du champ cultivé mais à celle de tout le milieu environnant.

La végétation naturelle de la région de Biskra est de type saharien, elle est fortement liée aux sols et aux climats. Cette flore peut être scindée en plusieurs groupements.

- Groupements des habitats steppiques

Au nord, ils occupent le versant sud de l'Atlas saharien et ils sont composés de plantes chaméphytes (*Stipa tinacissima*, *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea*). Au niveau des plateaux, ils sont formés de *Halloxylon articulatum*, *Astragalus armatus*, *Pistacia atlantica* et

Ziziphus lotus. Près des dépressions salées, ils sont composés de plantes halophiles (*Salsola vermiculata* et *Atriplex halimus*). Les plantes psammophiles, occupent les différentes formes d'accumulations sableuses, tels que, les nebkas, les sioufs et les voiles sableux (**Farhi & Belhamra, 2012 ; Salemkour et al., 2012**). L'inventaire réalisé dans la région des Ziban par **Salemkour et al. (2012)** a permis de recenser 145 espèces et 44 familles. Les Asteraceae, Fabaceae, Chenopodiaceae, Poaceae et Brassicaceae, sont des familles cosmopolites représentant à elles seules un taux de 44,13% de la richesse floristique globale de cette région.

- Groupement des agro-écosystèmes oasiens

Ce groupement est représenté par les espèces adventices introduites accidentellement par l'homme et elles occupent l'espace entre les palmiers (**Ozenda, 1977**). L'étude réalisée par **Deghiche-Diab (2016)** a permis de recenser 281 espèces végétales appartenant à 47 familles botaniques. Les familles des Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Amaranthaceae, Caryophyllaceae et Boraginaceae, sont les plus représentées. D'après toujours, **Deghiche-Diab (2016)**, les espèces annuelles sont les plus fréquentes (73%).

- Groupement des lits des oueds

L'Oued de Biskra est le principal cours d'eau de la région. Parmi ses principaux affluents, il y a Oued El Hai et Oued Djemoura. **Guehiliz (2016)**, a recensé le long de ces cours d'eau une flore spontanée composée de 16 espèces, dont les plus fréquente sont, *Salsola titragona*, *salsola vermiculata*, *Thymelaea hirsuta*, *Tamarix gallica*, *Nerium oleander*, *Atriplex halimus* et *Astragalus armatus*.

1.4.2. Milieu cultivé

La surface agricole totale (S.A.T.) est de l'ordre de 777 768 ha, ce qui représente 77% de la superficie totale de la wilaya. Les superficies irriguées, représentent environ 105 424 ha, soit 65 % de la surface agricole utile (S.A.U.) (**DSA Biskra, 2020**).

Le milieu cultivé de la région de Biskra, peut être réparti en 4 systèmes de production végétale (système phoenicicole, système maraîcher et industriel, système céréalier et système arboricole).

1.4.2.1. Système phoenicicole

La phoeniculture dans la région de Biskra est pratiquée essentiellement dans les plaines et qui comporte essentiellement deux types d'exploitations. Le premier regroupe toutes les exploitations anciennes, dites palmeraies traditionnelles. Elles sont âgées, avec

espacement non respecté et elles peuvent être occupées par plusieurs variétés. Par ailleurs, l'espace sous jacent est occupé par des espèces fruitières, céréalières ou légumières, destinées à l'autoconsommation. Le deuxième type d'exploitations phoenicoles à caractère commercial, comporte des plantations plus jeunes, bien alignées, suffisamment entretenues et occupées essentiellement par la variété Deglet Nour (**Bouammar, 2010**).

Avec un nombre de 2 780 137 palmiers et une production de 3 080 000 qx, la variété Deglet Nour est la plus dominante, suivie par Degla Beidha (1 099 040 palmiers et une production de 1 089 287 qx) et enfin Ghars (569 690 palmiers et une production de 600 000 qx) (**DSA Biskra, 2020**) (**Tableau 3**).

Tableau 3: Evolution du nombre de palmiers et de la production des dattes dans la wilaya de Biskra (DSA Biskra, 2020).

Campagne agricole	Toutes variétés confondues			Deglet Nour		
	Nombre de palmiers	Palmiers productifs	Production (qx)	Nombre de palmiers	Palmiers productifs	Production (qx)
2010-2011	4 213 332	3 537 605	2 917 186	2 585 251	2 038 482	1 729 650
2011-2012	4 249 300	3 818 863	3 214 402	2 612 862	2 271 422	1 973 002
2012-2013	4 286 354	3 894 898	3 770 396	2 638 253	2 334 566	2 355 162
2013-2014	4 286 354	3 894 898	3 700 364	2 638 253	2 334 566	2 355 162
2014-2015	4 315 098	3 980 278	4 077 881	2 659 679	2 403 355	2 650 841
2015-2016	4 336 358	4 013 573	4 284 890	2 678 167	2 420 577	2 750 700,8
2016-2017	4 361 098	4 057 294	4 380 041	2 701 217	2 454 336	2 799 999,5
2017-2018	4 397 110	4 256 660	4 593 854	2 737 220	2 610 000	2 975 400
2018-2019	4 424 867	4 345 000	4 723 500	2 756 137	2 690 000	3 070 000
2019-2020	4 448 867	4 360 000	4 770 000	2 780 137	2 705 000	3 080 000

Ce patrimoine phoenicoles peut être scindé en trois zones (**Figure 4**).

- Zab Gherbi

Il regroupe les palmeraies de Tolga, El Ghrous, Bordj Ben Azouz, Lichana, Bouchegroune, Foughala, El Hadjeb, Oumèche, Mlili, Ourelal, Mekhadema et Lioua. Elles occupent une superficie de 26 495 ha, soit 2 372 386 de palmiers et dont la production est estimée à 2 790 900 qx (**DSA, 2020**). Dans certaines palmeraies, des espèces fruitières, notamment, le citronnier, le figuier, le grenadier et la vigne, sont associées au palmier dattier.

En plus des palmeraies, les cultures maraîchères sous abris, ont connu un développement remarquable, notamment, à El Ghrous (**Bouammar, 2010**).

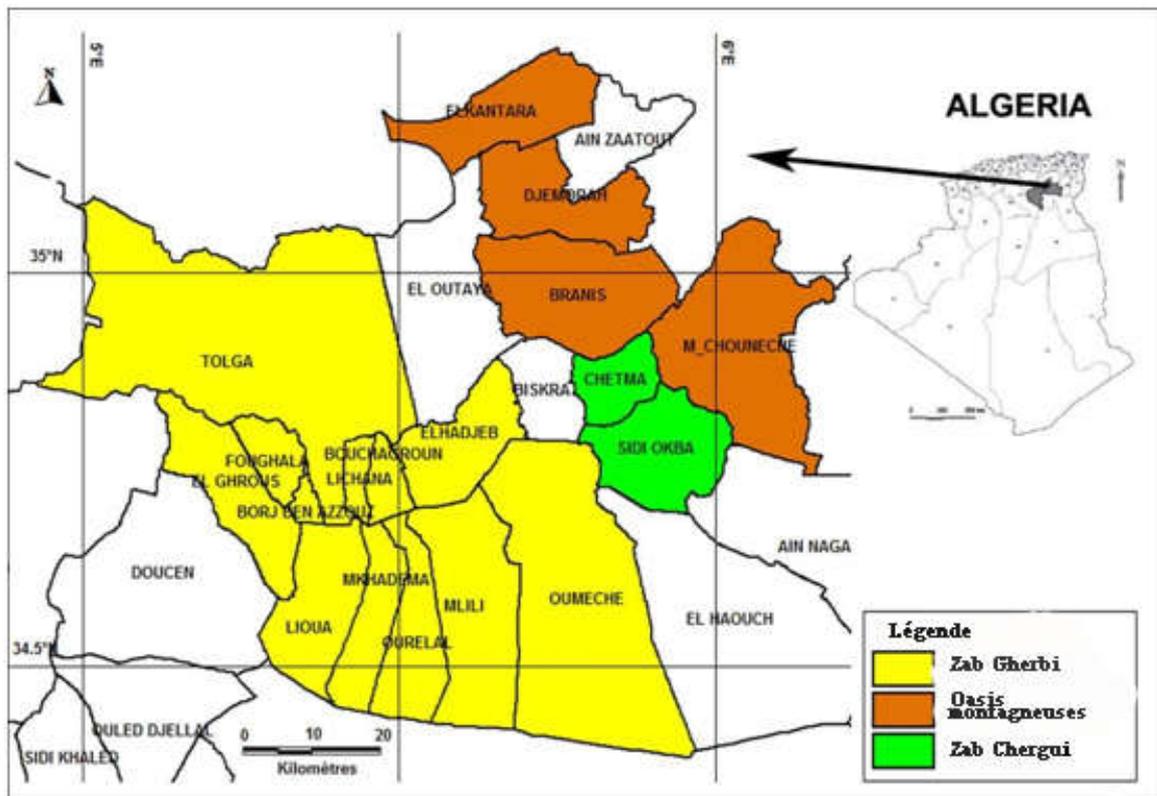


Figure 4 : Situation des trois principales zones phoenicoles dans la wilaya de Biskra

- Zab Chergui

Il est représenté par une vaste plaine qui s'étend jusqu'au versant sud de l'atlas saharien. Il est formé des palmeraies de Sidi Okba, Chetma, Thouda, Seriana et Garta (**Aidaoui, 1994 ; Boutouga, 2012**). Ces palmeraies occupent une superficie de 4 077 ha, soit 505 877 palmiers et la production est estimée à 516 030 qx.

En dehors des palmeraies, des superficies importantes sont réservées aux cultures maraîchères de plein champ (fève verte, pastèque). Les cultures industrielles (tabac et Henné), sont souvent intercalées avec d'autres cultures (palmier dattier ou arbres fruitiers) (**Bouammar, 2010**).

- Oasis montagneuses

Elles sont localisées au niveau des piedmonts de l'atlas saharien (El Kantara, M'chounèche, Djemorah...) (**Bouammar, 2010**). Elles ne représentent que 12% des superficies réservées au palmier dattier. Ce sont généralement de petites exploitations, où des cultures de subsistances (arbres fruitiers, cultures fourragères, cultures maraîchères, cultures céréalières) sont cultivées sous le palmier dattier. Ces oasis représentent un patrimoine génétique non négligeable. Environ 300 cultivars locaux de palmier dattier ont été recensés (**Bouammar, 2010**).

En plus de ces oasis, l'arboriculture (1815 ha) (DSA, 2020), est également pratiquée dans ces zones montagneuses. Des espèces à pépins (pommier, poirier), à noyaux (abricotier, pêcher, néflier) et l'olivier, sont cultivés à proximité des palmeraies (Bouammar, 2010).

1.5. Faune Aphidienne et ses parasitoïdes recensés

1.5.1. Faune aphidienne

Les pucerons ou les aphides (Hemiptera: Aphididae) sont considérés parmi les ravageurs les plus importants en agriculture. Les travaux de Laamari *et al.* (2010) ; Menacer (2012) ; Hemidi (2013); Gagui (2012) ; Bakroune (2012) ; Laamari *et al.* (2013) ; Tahar Chaouche & Laamari (2015) ; Deghiche-Diab (2016) ; Bakroune (2020), ont permis de recenser 75 espèces aphidiennes dans les milieux de la région de Biskra (Tableau 4). Avec 13 espèces mentionnées, le genre *Aphis* est considéré comme le plus diversifié, suivi par le genre *Uroleucon* (11 espèces).

Tableau 4 : Les espèces aphidiennes déjà recensées dans la région de Biskra

Espèces	Milieux		
	Naturel	Cultivé	Urbain
<i>Acyrtosiphon gossypii</i> (Mordvilko, 1914)	*	* (O)	*
<i>Acyrtosiphon ononis</i> (Kock, 1955)	*		
<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris, 1776)	*	* (O, C, S)	*
<i>Acyrtosiphon kondoi</i> (Shinji, 1938)	*		
<i>Aulacorthum solani</i> Kalténbacher, 1844		*(C, S)	
<i>Brachycaudus amygdalinus</i> (Schuteden, 1905)		*(O)	
<i>Brachycaudus cardui</i> (Linnaeus, 1758)	*	* (S)	
<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)	*	*(O, C, S)	*
<i>Brachycaudus persicae</i> (Passerini, 1860)	*		
<i>Brachyunguis harmalae</i> (das, 1918)	*	* (O)	
<i>Brachyunguis tamaricis</i> (Lichtenstein, 1885)	*		
<i>Brevicoryne brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	*	* (O, S)	
<i>Capitophorus elaeagni</i> (Del Gercio, 1894)	*	*(O, S)	
<i>Cavariella aegopodii</i> (Scopoli, 1763)	*	*(O, S)	
<i>Clypeoaphis suaedae</i> (Mimeur, 1934)	*		
<i>Diuraphis noxia</i> (Kurdjumov 1913)		*	
<i>Dysaphis foeniculus</i> (Theobald, 1923)	*		
<i>Dysaphis plantaginea</i> (Passerini, 1860)	*	*	
<i>Hayhurstia atriplicis</i> (L. 1761)		*(O)	
<i>Hyadaphis coriandri</i> (B. Das, 1918)	*	*(O, S)	
<i>Hyadaphis foeniculi</i> (Passerini, 1860)	*	*(O, S)	
<i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus, 1758)	*	*(O, C, S)	
<i>Lipaphis erysimi</i> Kalténbacher, 1843		*(O, C)	
<i>Lipaphis pseudo brassicae</i> (Davis, 1914)	*		
<i>Macrosiphoniella grandicauda</i> Tak. & Mor., 1963	*		

Suite tableau 4			
Espèces	Milieux		
	Naturel	Cultivé	Urbain
<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas, 1879		* (C, S)	
<i>Macrosiphum rosae</i> (Linnaeus, 1758)		* (S)	
<i>Megoura vicia</i> Buckton, 1876		* C	
<i>Metopolophium dirhodum</i> (Walker 1849)		*(O, C, S)	
<i>Myzus ascalonicus</i> Doncaster, 1946	*		
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	*	* (O, C, S)	*
<i>Nasonovia ribisnigri</i> (Mosley, 1841)	*	* (O)	
<i>Sitobion avenae</i> (Fabricius, 1775)	*	* (O, C, S)	
<i>Sitobion fragariae</i> (Walker, 1848)	*	* C	
<i>Uroleucon aeneum</i> Hille Ris Lambers, 1939		* (S)	
<i>Uroleucon ambrosiae</i> (Thomas, 1878)	*		
<i>Uroleucon calendulae</i> (Riley & Monell, 1879)	*		
<i>Uroleucon carthami</i> (Hille Ris Lambers, 1948)	*		
<i>Uroleucon compositae</i> (Theobald, 1915)	*		
<i>Uroleucon erigeronense</i> (Thomas, 1877)	*		
<i>Uroleucon inulae</i> (Ferrari, 1872)		* (O)	
<i>Uroleucon jaceae</i> (Linnaeus, 1758)	*		
<i>Uroleucon picridis</i> (Fabricius, 1775)	*		
<i>Uroleucon pilosellae</i> (Börner, 1933)	*		
<i>Uroleucon sonchi</i> (Linnaeus, 1767)	*	* (O)	
<i>Aphis brunnea</i> Ferrari, 1872	*		
<i>Aphis citricola</i> Leclant & Remaudière, 1972		* (S)	
<i>Aphis craccivora</i> (Kock, 1854)	*	* (O, S)	*
<i>Aphis davletshinae</i> Hille Ris Lambers, 1967	*		
<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763)	*	* (O, C, S)	
<i>Aphis impatientis</i> Thomas, 1878			*
<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)	*	* (O, C, S)	*
<i>Aphis lambersi</i> (Börner 1940)	*		
<i>Aphis medicaginis</i> (Koch, 1854)	*		
<i>Aphis nerii</i> (Boyer de Fonscolobe, 1841)	*	* (O, S)	*
<i>Aphis punicae</i> Passerini 1863			*
<i>Aphis spiraecola</i> Patch 1914			*
<i>Aphis umbrella</i> (Börner, 1950)	*		
<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)		* (O, S)	*
<i>Rhopalosiphum insertum</i> (Walker, 1849)	*	* (S)	
<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitcher, 1856)	*	* (O, C, S)	
<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)	*	* (O, C, S)	
<i>Schizaphis graminum</i> Rondani, 1853		* (O, C)	
<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)		* (S)	
<i>Indiochaitophorus furcatus</i> Verma, 1970			*
<i>Myzocallis (Myzocallis) castanicola</i> (Baker 1917)		* (O, S)	
<i>Therioaphis alatina</i> (Hille Ris L. and van den B., 1964)	*		
<i>Therioaphis trifolii</i> (Monell, 1882)	*	* (O)	

Suite tableau 4			
Espèces	Milieux		
	Naturel	Cultivé	Urbain
<i>Therioaphis riehmi</i> (Börner, 1949)	*		
<i>Tinocallis takachihoensis</i> (Higuchi, 1972)			*
<i>Chaitophorus sp</i> (Koch, 1854)		* (S)	
<i>Sipha (Rungsia) maydis</i> (Passerini, 1860)		* (S)	
<i>Greenidea ficicola</i> (Takahashi, 1921)		* C	
<i>Cinara pini</i> (L. 1758)	*		
<i>Pemphigus sp.</i>		* C	
Total par milieu	50	45	13
Total d'espèces dans la région de Biskra: 75			

* : présent, O : système oasien, C : système céréalier, S : cultures sous-serres.

Parmi cette faune aphidienne mentionnée dans la région de Biskra, 50 espèces ont été trouvées en milieu naturel, alors que, 45 espèces sont inféodées aux plantes cultivées. Le système oasien a pu abriter 29 espèces. Par contre, le système céréalier a pu attirer 18 espèces. L'exploitation des travaux ci-dessus ont permis de recenser 29 espèces de pucerons sur les cultures maraîchères de plein champ et sous abri. La richesse spécifique de la faune aphidienne dans la région de Biskra peut attribuer en premier lieu à la diversité floristique en milieux cultivé et naturel. Compte tenu du nombre important de jardins publics et de la diversité des plantes ornementales, **Hemidi (2013)**, a pu recenser 13 de pucerons dans l'espace vert de la ville de Biskra.

1.5.2. Hyménoptères parasitoïdes des pucerons

Les pucerons sont contrôlés par un grand nombre d'ennemis naturels, notamment des parasitoïdes. Parmi ces parasitoïdes, ceux appartenant à la sous-famille des Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae), sont exclusivement les plus importants. Ils participent d'une manière active à la réduction des populations des pucerons ravageurs. Plusieurs études sont effectuées dans la région de Biskra afin d'évaluer la diversité des Hyménoptères parasitoïdes de pucerons. Parmi ces travaux, il y a lieu de citer ceux de **Tahar Chaouche (2010)** ; **Halimi (2010)** ; **Laamari et al. (2012)** ; **Hemidi (2013)** et enfin **Tahar Chaouche (2015)**. Ces études, ont permis de mentionner la présence de 17 espèces (**Tableau 5**). Avec 7 espèces, le genre *Aphidius* est considéré comme le plus diversifié. Par ailleurs, l'espèce *A. matricariae* est la plus présente et elle a pu parasiter des pucerons en milieu naturel, cultivé et urbain.

Tableau 5 : Les espèces d'Hyménoptères parasitoïdes des pucerons déjà signalées dans la région de Biskra

Famille	Sous famille	Espèce
Braconidae	Aphidiinae	<i>Aphidius colemani</i> Viereck, 1912
		<i>A. eadyi</i> (Starý, González & Hall 1980)
		<i>A. ervi</i> Haliday, 1834
		<i>A. funebris</i> Mackauer, 1961
		<i>A. matricariae</i> Haliday, 1834
		<i>A. rhopalosiphi</i> De Stefani-Pérez 1902
		<i>A. transcaspicus</i> Telenga, 1958
		<i>Binodoxys acalephae</i> (Marshall 1896)
		<i>B. angelicae</i> Haliday, 1833
		<i>Diaeretiella rapae</i> M'Intosh, 1855
		<i>Lysiphlebus confusus</i> Tremblay and Eady, 1978
		<i>L. fabarum</i> Marshall, 1896
		<i>L. testaceipes</i> Cresson, 1880
		<i>Trioxys</i> sp.
		<i>Ephedrus persicae</i> Frogatt, 1904
		<i>Praon volucre</i> Haliday, 1966
		<i>P. yomenae</i> Takada, 1968
	Total	17 espèces

Chapitre II : Matériel et méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes**2.1. Matériel****2.1.1. Matériel végétal**

Des plantes naturelles et cultivées trouvées au sein de trois oasis retenues lors de cette étude et qui abritent des pucerons vivants ou momifiés, sont recueillies à chaque sortie. Les échantillons prélevés sont composés d'organes des plantes infestés (jeunes pousses) ou de plantes entières.

2.1.2. Matériel animal

Il est composé de colonies de pucerons vivants ou momifiés collectés sur les différentes plantes naturelles et cultivées trouvées dans les trois sites d'étude. Par ailleurs, les Hyménoptères récupérés après leur émergence, sont également pris en considération.

2.1.3. Autre matériel

Le matériel utilisé pour la conservation des échantillons prélevés est constitué de sachets en plastiques, de boîtes de Pétri et de tubes à essai. Les techniques de triage, d'identification des pucerons et de leurs Hyménoptères parasitoïdes, ont nécessité l'utilisation des verres de montre, des lames et lamelles, des épingle entomologiques, d'une plaque chauffante, d'une loupe binoculaire et d'un microscope optique.

2.2. Méthodes de travail**2.2.1. Choix des stations d'études**

Cette étude est réalisée dans trois palmeraies appartenant à la région des Ziban (Biskra). Ces stations sont choisies selon la nature paysagère des différents écosystèmes oasiens pratiquées dans cette région.

2.2.1.1. Station de Foughala

Cette station fait partie de la zone phoenicicole Zab Gherbi. Elle est située à une altitude moyenne de 149m et ses coordonnées Lambert sont : 34°42'69,54"N et 5°19'87,54"E (**Figure 5**). C'est une nouvelle palmeraie entourée de part et d'autre par des palmeraies soient anciennes ou nouvelles. Sa superficie est d'un hectare. La texture du sol dans cette région est de type limono-sablonneux. Les palmiers de la variété Deglet Nour sont bien alignés et espacés de 10m x 10m, soit 100 palmiers par hectare. L'espace sous jacent, est occupé par des arbres fruitiers (grenadier, citronnier, figuier). La strate herbacée est composée d'espèces adventices et d'orge cultivée au niveau des cuvettes entourant les palmiers. En plus des

cultures, il est noté la présence des plantes naturelles aux alentours de l'exploitation de type *Anabasis articulata*, *Cynodon dactylon*, *Ferula vesceritensis* et *Peganum harmala*.

Cette exploitation est irriguée par un système localisé. En plus, de la fumure organique, l'exploitation a bénéficié d'une fertilisation minérale (NPK). Des désherbages mécaniques sont effectués périodiquement. Les interventions chimiques se limitent à un traitement aphicide réalisé en 2014 contre le puceron du Citronnier.

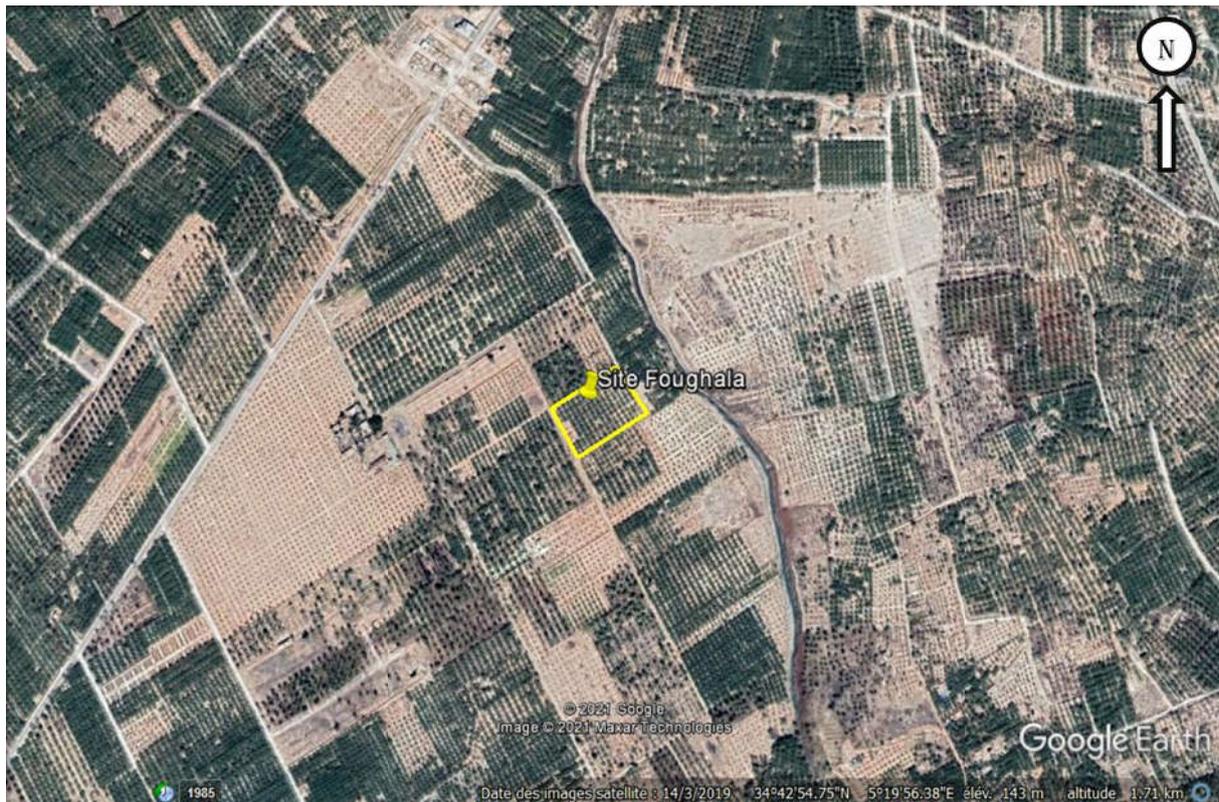


Figure 5 : Image satellitaire de l'emplacement de la station de Foughala (Google Earth, 2021).

2.2.1.2. Station de Chetma

Cette station est située dans le Zab Chergui ($34^{\circ}50'38.97''\text{N}$, $5^{\circ}47'79.72''\text{E}$, 117 m). C'est une ancienne palmeraie (traditionnelle), qui se trouve à proximité du village de Chetma (**Figure 6**), entourée de part et d'autre par des palmeraies très anciennes et abandonnées. Cette palmeraie est constituée des cultivars Deglet Nour, Ghars, et Degla beïda. Les plants sont âgés, non alignés et l'espacement n'est pas respecté. Des arbres fruitiers (grenadier, pommier, poirier, citronnier, figuier, olivier, abricotier, vigne) ainsi que des cultures maraîchères, occupent tout l'espace sous jacent. L'irrigation est assurée par submersion. Au cours de la

période d'étude aucun intrant n'a été utilisé à l'exception de quelques amendements organiques. Aucun désherbage n'a été pratiqué et les mauvaises herbes sont très abondantes.

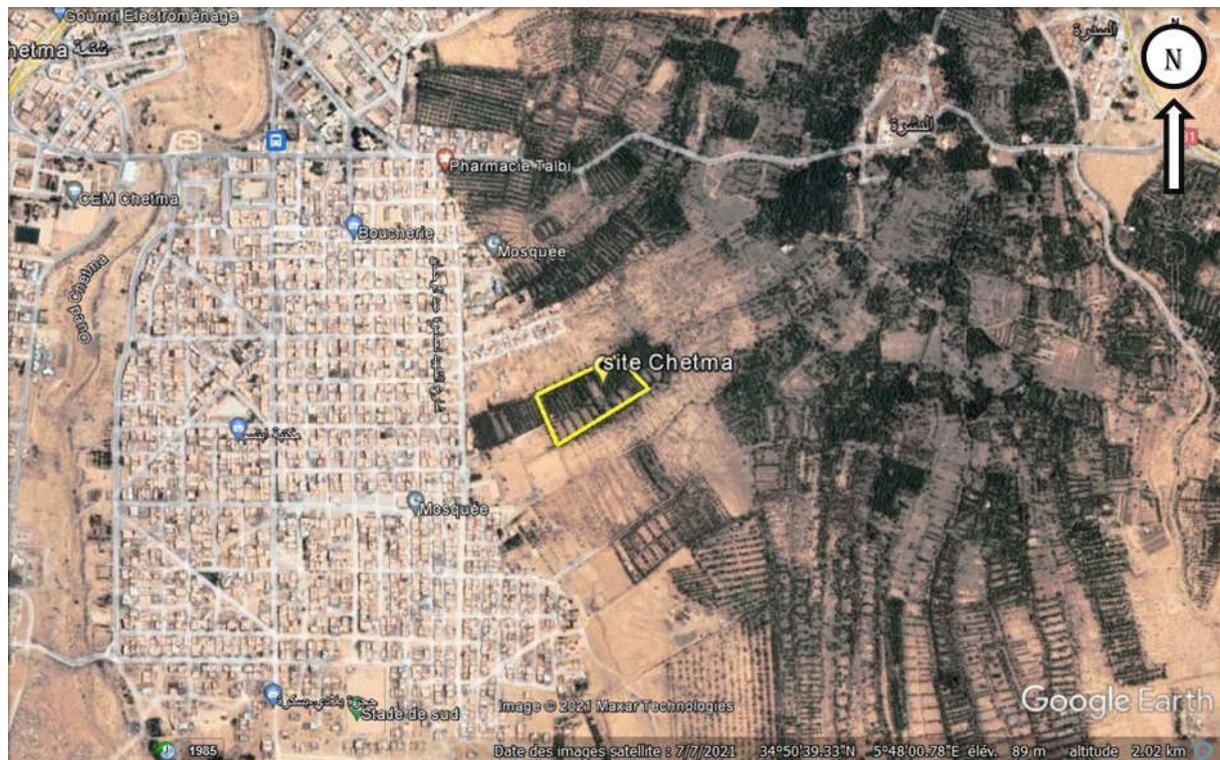


Figure 6 : Image satellitaire de l'emplacement de la station de Chetma (Google Earth, 2021).

2.2.1.3. Station de Branis

C'est une palmeraie qui représente le système oasien montagneux (35°0'7.28"N, 5°46'87.42"E, 318m). C'est une petite exploitation familiale (1 ha), située au niveau de la vallée d'Oued Abdi. Elle fait partie des petites exploitations alignées tout au long de cet Oued (**Figure 7**). C'est une exploitation traditionnelle, dominée par le cultivar Deglet Nour et sur les bordures des palmiers du cultivar Degla Beïda sont également plantés. Comme cultures sous jacentes, il y a des arbres fruitiers (Grenadier, citronnier, abricotier, figuier, olivier, pommier, mandarinier), des céréales et des cultures légumières. En 2015, la fève a été également cultivée. L'irrigation est gravitaire, assurée par l'eau de la rivière pendant le printemps et l'été. A l'exception de la fertilisation organique, cette palmeraie n'a bénéficié d'aucun entretien. Des touffes d'*Artimesia herba alba*, *Anabasis articulata* et d'*Astragalus armatus*, forment les principales plantes naturelles recensées aux alentours de la palmeraie.



Figure 7: Image satellitaire de l'emplacement de la station de Branis (Google Earth, 2021).

2.2.2. Calcul des taux de recouvrement végétal

Le taux de recouvrement exprime le rapport entre la surface couverte par la végétation et la surface totale du relevé ou de l'élément analysé. Il peut être résumé comme étant la projection au sol de l'ensemble des organes vivants des végétaux qui constituent la communauté ou la strate. Il est donné en pourcentage (%) (**Delassus, 2015**).

La méthode utilisée pour calculer le taux de recouvrement est celle de Mayer, qui consiste à délimiter une surface de 500 m² (10m X 50m), afin de recenser toutes les espèces végétales qui s'y trouvent et de les représenter graphiquement suivant deux figures. La première est une représentation en projection verticale sur un plan, elle permet de préciser la structure du peuplement végétal et le taux de recouvrement. Par contre la deuxième est une représentation de profil, qui donne des indications sur la physionomie du milieu (milieu ouvert, semi-ouvert ou fermé) (**Duranton et al., 1982**). La représentation graphique a été réalisée par le logiciel Corel Draw X7. Version 2015.

Le taux de recouvrement végétal est calculé pour chaque espèce présente dans l'aire d'échantillonnage par la formule suivante: $RG = \pi r^2 n/S \times 100$, dont :

RG : représente le taux de recouvrement, r : le rayon du plant, n : le nombre de plants, S : la surface prise en considération et qui égale à 500 m². Le recouvrement global est la somme des recouvrements de toutes les espèces végétales existantes à l'aire échantillonnée, exprimée en pourcentage (**Duranton et al., 1982**). Des transects végétaux sont réalisés durant la période printanière (la période de pic de végétation de mars à avril) pour chaque site.

2.2.2.1. Taux de recouvrement dans la station de Foughala

Le taux de recouvrement global du transect végétal est **79,97%**. L'espèce la plus dominante est *Phoenix dactylifera* (**60,41%**). Les plantes sous jacentes sont représentées par *Sonchus oleraceus* (4,97%), *Daucus carota* (4,07%), *Punica granatum* (2,77%), *Ficus carica* (2,64%), *Citrus limonum* (2,5%), *Avena sativa* (0,73%) et *Chenopodium murale* (0,64%). Le transect végétal dans cette station est représenté sur la **figure 8**.

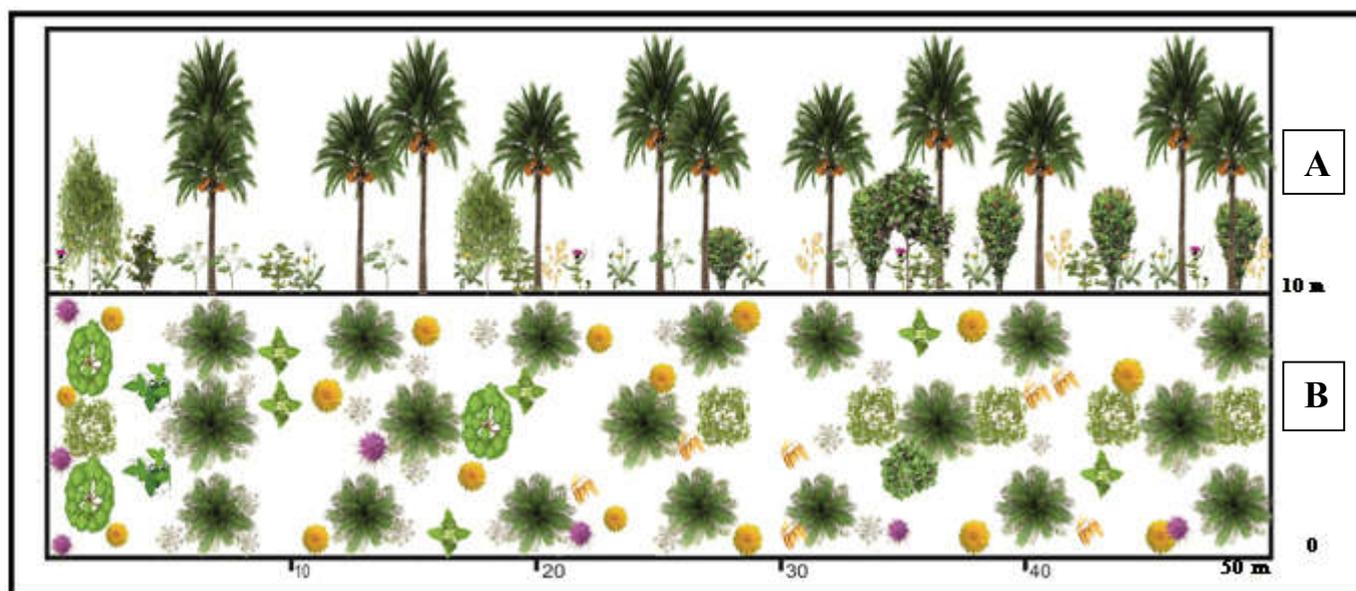
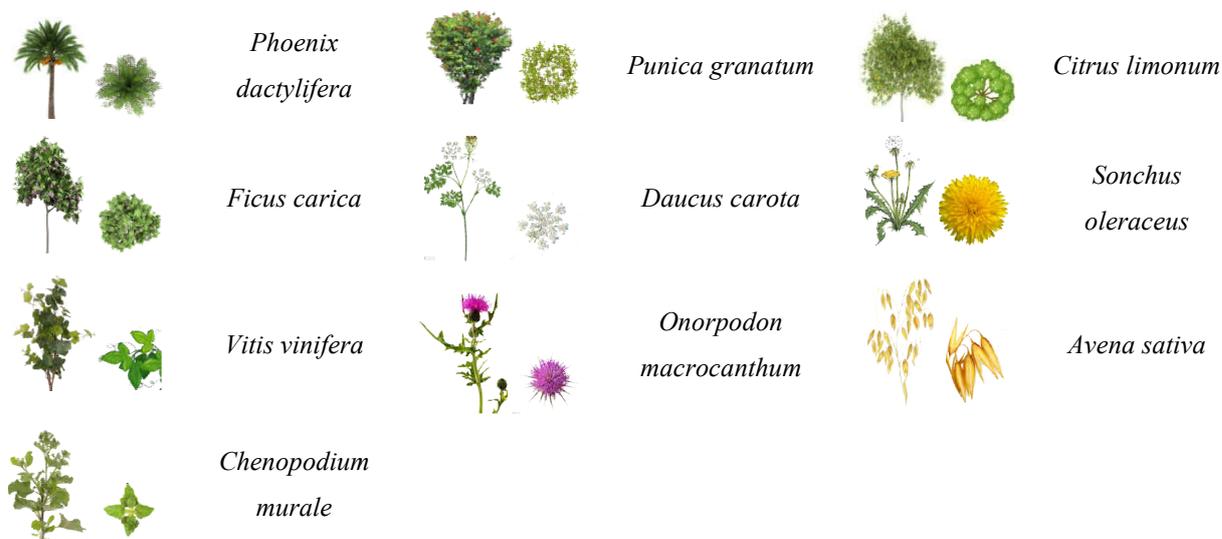


Figure 8 : Transect végétal dans la palmeraie moderne de Foughala. **A :** Physionomie des paysages, **B :** Occupation du sol.



2.2.2.2. Taux de recouvrement dans la station de Chetma

Le taux de recouvrement global du Transect est de 98,63 %. L'espèce la plus dominante est *Phoenix dactylifera* (47,73%), suivie par *Punica granatum* (17,58%), *Ficus carica* (11,54%), *Olea europaea* (7,85%), *Morus alba* (5,65%), *Malus domestica* (2,75%), *Pyrus communis* (1,96%), *Prunus armeniaca* (1,92%) et enfin *Daucus carota* (0,57%). La figure 9 représente le transect végétal pratiqué dans cette station.

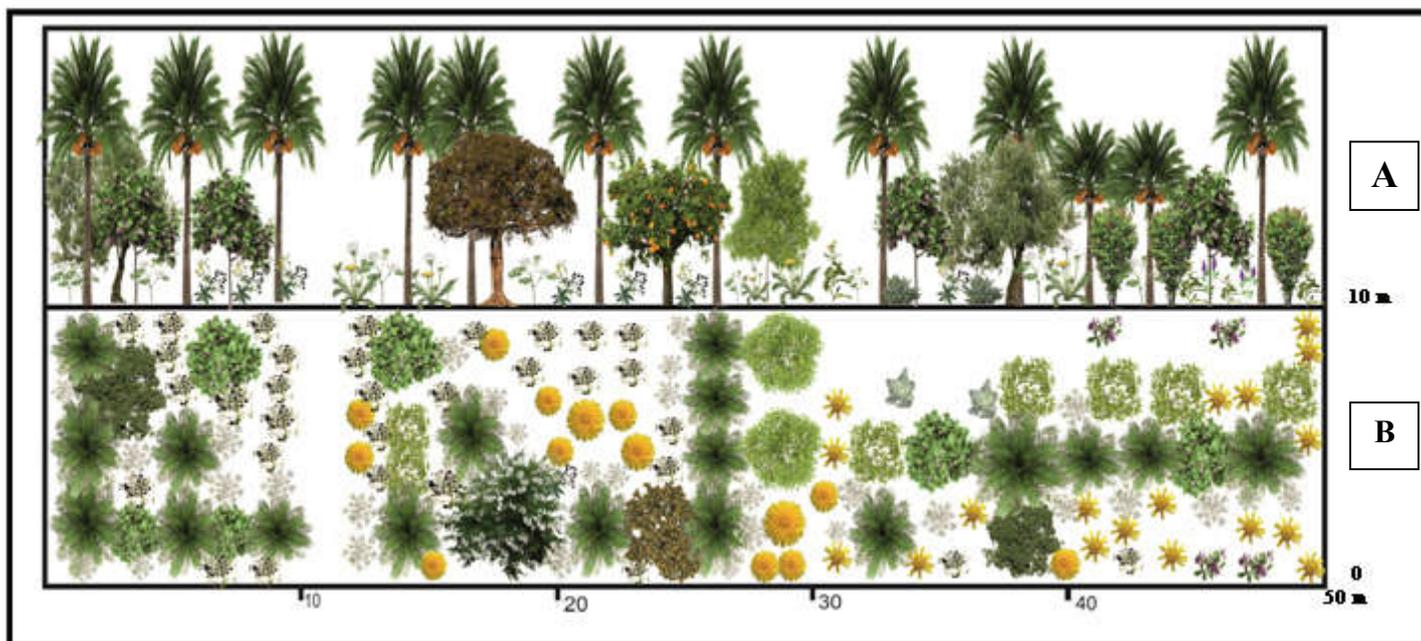
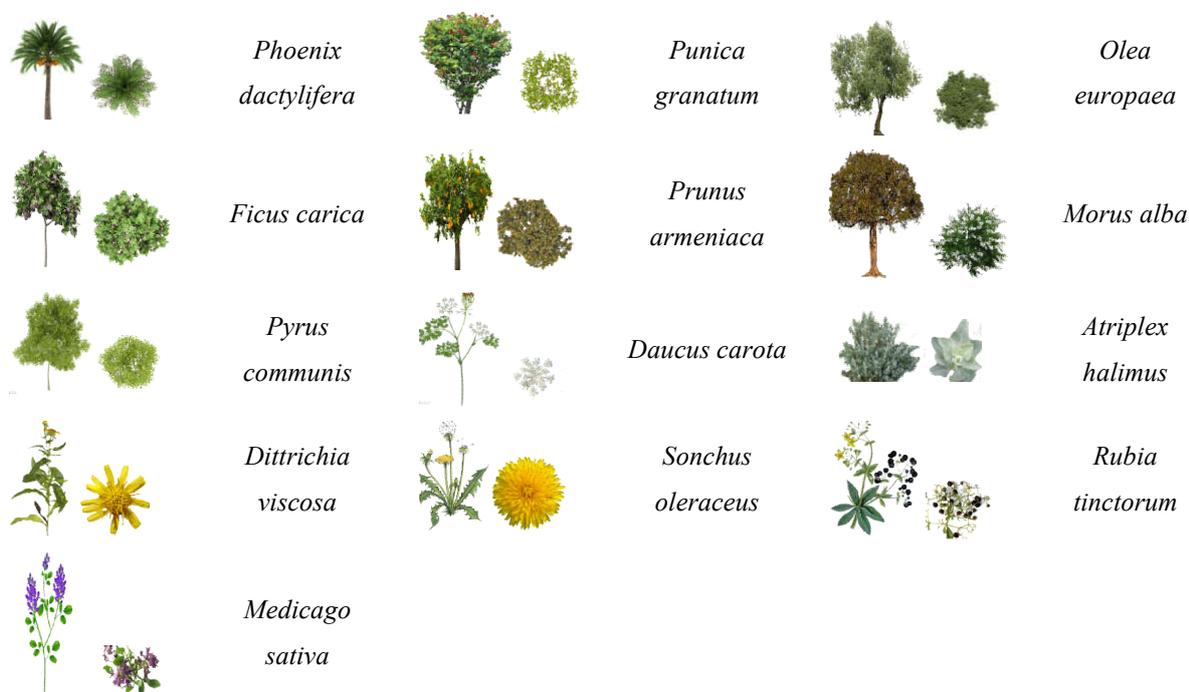


Figure 9 : Transect végétal dans la palmeraie traditionnelle de Chetma. **A** : Physionomie des paysages, **B** : Occupation du sol.



2.2.2.3. Taux de recouvrement dans la station de Branis

Le taux de recouvrement global du Transect est de **94,58%**. L'espèce la plus dominante est *Punica granatum* (**26,80%**), suivie par *Phoenix dactylifera* (25,4%), *Olea europaea* (23,6%), *Ficus carica* (7,1%), *Citrus limonum* (5,7%), *Citrus aurantium* (4,2%), *Dittrichia viscosa* (0,8%). La **figure 10**, représente le transect végétal effectué dans cette station.

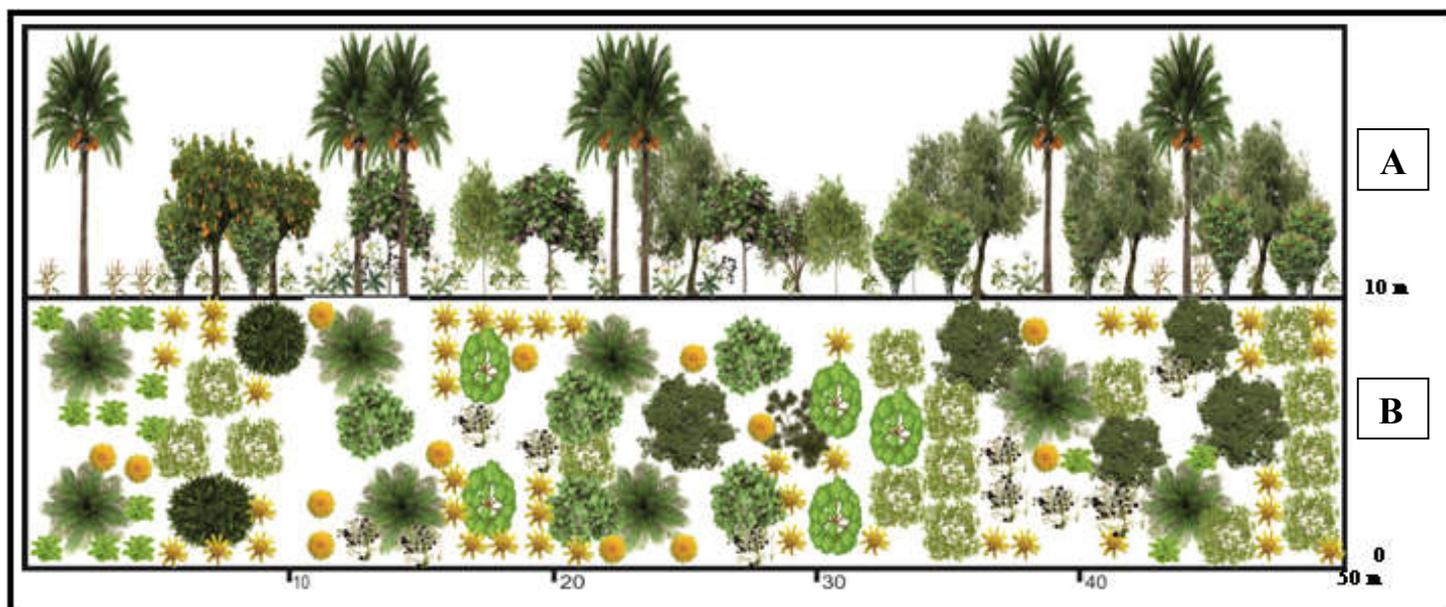
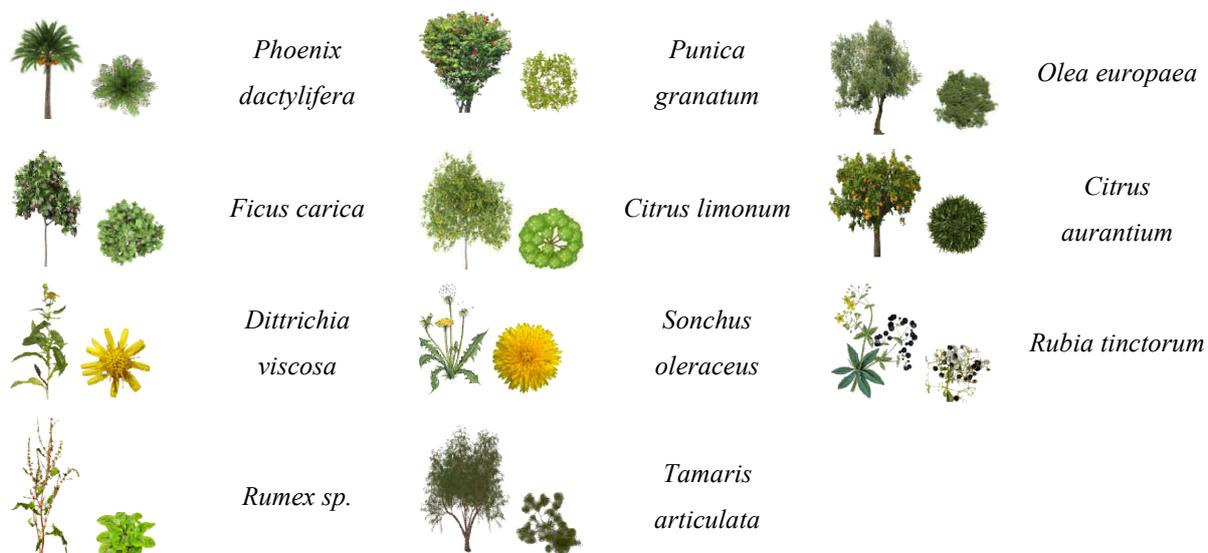


Figure 10 : Transect végétal dans la palmeraie traditionnelle de Branis. **A** : Physionomie des paysages, **B** : Occupation du sol.



2.2.3. Méthode d'échantillonnage sur le terrain

Des prospections et des contrôles minutieux sont effectués chaque semaine dans l'ensemble des sites retenus pendant la période printanière (la période de développement optimal de la végétation) des années de 2014, 2015 et 2016 (du mois de Mars au mois de Mai). Les deux exploitations qui sont situées dans la commune de Branis et la commune de Foughala ont été suivies trois années consécutives : 2014, 2015 et 2016 ; alors que la troisième exploitation (Commune de Chetma) a été suivie en 2015 et 2016 uniquement. Les échantillons ont été recueillis lorsque les populations de parasitoïdes et de pucerons hôtes sont bien établies dans les palmeraies, toutes les strates du système oasien ont été échantillonnées.

La distribution désordonnée des cultures au sein des trois oasis retenues lors de cette étude n'a pas permis d'appliquer une méthode d'échantillonnage quantitative valable au trois sites d'étude. A cet effet il est procédé à chaque sortie à l'observation d'un maximum de plants à fin de détecter toute présence des aphides et de leurs parasitoïdes.

Lors d'une étude relative aux Lépidoptères associés aux mauvaises herbes du cotonnier, **Bourarrach *et al.*, (1995)**, ont constaté qu'il était impossible d'appliquer une méthode d'échantillonnage bien déterminée. Pour cette raison ils ont précédé au prélèvement d'un maximum de plants afin d'augmenter les chances de détecter les œufs et les chenilles de ces Lépidoptères.

Les échantillons prélevés lors de notre étude sont composés d'organes des plantes infestés « feuilles, inflorescences et jeunes pousses ». Tous les organes infestés sont collectés, et chaque échantillon a été séparément placé dans un sachet en plastique.

2.2.4. Traitement des échantillons au laboratoire

2.2.4.1. Conservation

La méthode de conservation des pucerons dépend de leur état. Sous une loupe binoculaire, les pucerons vivants trouvés sur les fragments végétaux sont prélevés à l'aide d'un pinceau fin et conservés dans des tubes à essai contenant de l'éthanol à 70%. Par contre les pucerons momifiés sont conservés avec les fragments végétaux dans des boîtes de Pétri suffisamment aérées par le baie d'un trou circulaire recouvert de mousseline (température $25 \pm 5^\circ\text{C}$, hygrométrie $65 \pm 10\%$). Ces momies sont contrôlées régulièrement afin de récupérer les Hyménoptères adultes fraîchement émergés. Ces derniers sont placés ensuite dans des tubes contenant de éthanol à 70%. Les plantes adventices et spontanées infestées par les pucerons et

prélevées lors des échantillonnages effectués sur le terrain, sont pressées et séchées afin de constituer un herbier.

2.2.4.2. Montage

- **Pucerons**

Afin de les monter entre lames et lamelles, les pucerons doivent subir plusieurs traitements suivant la méthode proposée par **Leclant (1978a)**. Après avoir pratiqué une incision abdominale, les spécimens sont chauffés dans un verre de montre contenant une solution de potasse (KOH) pendant 3 à 10 minutes, en fonction de la taille du puceron. Ensuite, il est procédé à un rinçage dans deux bains d'eau distillée pour se débarrasser de la potasse. Les échantillons sont transférés dans une solution de chloral phénol qui sert à les éclaircir pendant quelques jours. Finalement, le montage est réalisé dans une goutte d'Eukitt placée entre lame et lamelle.

- **Hyménoptères**

Les Hyménoptères parasitoïdes des pucerons peuvent être identifiés grâce à une observation à la loupe binoculaire, mais dans la plupart des cas, des parties de leurs corps (ailes, antennes, premier tergite abdominal), sont disséquées et montées entre lames et lamelles afin d'observer certains détails microscopiques.

2.2.4.3. Identification

- **Pucerons**

L'identification des pucerons est basée sur l'observation de certains caractères morphologiques surtout chez les formes aptères, en particulier, la longueur et la forme du corps, la tête, les antennes, les pièces buccales, les ailes, les cornicules, la cauda, la plaque anale et la plaque génitale (**Perera *et al.*, 2005**). L'identification a été faite par le Professeur Laamari Malik, au niveau du Laboratoire de recherche LATPPAM au Département d'Agronomie de Batna, en utilisant plusieurs clés, en particulier, celles de **Leclant (1978b)** ; **Macgillivray (1979)** ; **Bouchery & Jacky (1983)** ; **Remaudière *et al.* (1985)** ; **Remaudière & Seecofernandez (1990)** ; **Blackman & Eastop (1993a et 1993b)** ; **VanHarten *et al.* (1994)** ; **Leclant (1999)**.

• Hyménoptères

Plusieurs caractères ont été retenus pour l'identification des Hyménoptères, en particulier, le nombre de segments antennaires, le nombre de placodes longitudinaux sur le flagellomère (F2), la longueur, la largeur et la couleur du premier flagellomère (F1), le nombre de palpes maxillaires et labiaux, la nervation des ailes ainsi que la forme du stigmate, la forme du propodium, la forme du pétiole et enfin la gaine de l'ovipositeur. La couleur du puceron momifié peut servir également dans l'identification du parasitoïde (**Tomanovic *et al.*, 2003b**). L'identification des Hyménoptères parasitoïdes a été réalisée par l'assistance du Docteur Tahar Chaouche Souad (CRSTRA, Biskra), et en se basant sur plusieurs clés d'identifications, en particulier, celles de **Baltazar (1962)**; **Stary (1970)**; **Tomanovic *et al.* (2003 a,b,c)**; **Buitenhuis *et al.* (2004a)**; **Kavallieratos *et al.* (2004)**; **Kavallieratos *et al.* (2006)**; **Tomanovic *et al.* (2006)**; **Kavallieratos *et al.* (2008)**; **Talebi *et al.* (2009)**.

• Plantes

La détermination des plantes hôtes a été faite par le Professeur Oudjehih Bachir, enseignant au Département d'Agronomie de Batna.

2.2.5. Exploitation des résultats

Les résultats obtenus sont exploités pour déterminer certains paramètres démographiques des pucerons et de leurs Hyménoptères parasitoïdes.

2.2.5.1. Suivi de la structure des communautés des aphides et leurs parasitoïdes

L'objectif est d'évaluer la diversité des communautés des pucerons et de leurs parasitoïdes par la détermination des espèces présentes. Cette partie de l'étude a permis d'évaluer la richesse spécifique de ces groupes faunistiques dans les trois écosystèmes phoenicicoles pratiqués dans la région de Biskra.

2.2.5.2. Relations trophiques

A travers ce paramètre, les différentes relations trophiques qui existent entre la plante hôte, le puceron et le parasitoïde sont déterminées. Cette étude a permis de mieux comprendre l'écologie des parasitoïdes des pucerons et l'importance de leur action dans les trois écosystèmes choisis. Ces interactions trophiques comportent :

μ- Celles de type bi-trophiques, développées entre les pucerons et leurs plantes hôtes,

μ- Celles de type tri-trophiques, développées entre les parasitoïdes primaires – les pucerons – les plantes hôtes,

μ - Celles de type tétra-trophiques, développées entre les hyper-parasitoïdes – les parasitoïdes primaires – les pucerons – les plantes hôtes.

2.2.5.3. Taux de parasitisme

Le taux de parasitisme représente le nombre de momies (pucerons parasités) x 100 / le nombre total de pucerons (sains et parasités) (**Hafez, 1961**)

2.2.5.4. Taux d'émergence

Le taux d'émergence correspond au nombre d'adultes du parasitoïdes émergés x 100 / le nombre total de momies comptées (He *et al.*, 2004 in **Halimi, 2010**).

2.2.5.5. Sex -ration

La sex-ratio correspond au nombre de mâles / le nombre des femelles de chaque espèce d'hyménoptère trouvée dans la région d'étude (**Hafez, 1961**).

2.2.5.6. Taux d'hyper-parasitisme (%)

Il correspond au nombre d'hyper-parasitoïdes émergés x 100 / le nombre total de parasitoïdes émergés (primaires et secondaires).

2.2.5.7. Spécificité parasitaire

Le degré de spécialisation du parasitoïde à l'égard de ces pucerons hôtes est déterminant pour le succès d'un programme de lutte biologique. A cet effet, une importance particulière est accordée aux spectres d'hôtes de chaque espèce de parasitoïde recensée dans les stations d'étude. Afin de préciser les paramètres environnementaux responsables de la distribution des espèces dites généralistes ou spécialistes, un test d'indépendance Khi - deux (χ^2) été établie.

2.2.5.8. Distribution spatiale des parasitoïdes primaires

Afin d'évaluer les variations géographiques dans les assemblages des parasitoïdes, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée par le logiciel XLSTAT version (2016).

Par ailleurs, les résultats de l'action de la structure de l'agro-système oasien sur la distribution des parasitoïdes des pucerons, ont été exploités par une analyse des composantes multiples (ACM) tout en exploitant le logiciel XLSTAT version (2016). En plus, les données de la variabilité temporelle et spatiale des abondances relatives des parasitoïdes ont été exploitées pour une analyse en composantes principales (ACP) par le biais du logiciel XLSTAT version (2016).

Chapitre III : Résultats et Discussions

Chapitre III : Résultats et Discussions

3.1. Suivi de la structure des communautés des aphides

3.1.1. Inventaire

3.1.1.1. Résultat

La liste des espèces de pucerons rencontrées dans les trois palmeraies prospectées dans la région de Biskra durant la période allant de 2014 à 2016 est présentée sur le tableau 6.

L'analyse de l'aphidofaune associée au milieu oasien de la région de Biskra révèle la présence de 28 espèces appartenant à 2 sous familles, 3 tribus et 15 genres. Le genre *Aphis* (11 espèces) est le plus représenté.

Tableau 6 : Les espèces de pucerons rencontrées dans les 3 palmeraies prospectées dans la région de Biskra durant la période 2014/ 2016.

Familles	Sous familles	Tribus	Espèces
Aphididae	Aphidinae	Aphidini	(**)(^o) <i>Aphis acetosae</i> Linnaeus, 1761
			<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854
(^o) <i>Aphis davletshinae</i> Hille Ris Lambers, 1966			
<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763			
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877			
(**)(^o) <i>Aphis illinoisensis</i> Shimer, 1866			
(**)(^o) <i>Aphis pomi</i> de Geer, 1773			
<i>Aphis punicae</i> Passerini, 1863			
(**)(^o) <i>Aphis rumicis</i> Linnaeus, 1758			
(^o) <i>Aphis spiraecola</i> Patch, 1914			
(^o) <i>Aphis umbrella</i> Börner, 1950			
			<i>Hyalopterus pruni</i> Geoffroy 1762
			<i>Rhopalosiphum maidis</i> Fitch, 1856
		Macrosiphini	(**)(^o) <i>Acyrtosiphon lactucae</i> Passerini, 1860
			<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltenbach, 1843
			(**)(^o) <i>Brachycaudus rumexicolens</i> Patch 1917
			(**)(^o) <i>Capitophorus inulae</i> Passerini, 1860
			(^o) <i>Dysaphis plantaginea</i> (Passerini 1860)
			(^o) <i>Hyadaphis foeniculi</i> (Passerini 1860)
			<i>Hyperomyzus lactucae</i> Linné, 1758
			<i>Metopolophium dirhodum</i> Walker, 1849
			<i>Myzus persicae</i> Sulzer, 1776
			(**)(^o) <i>Ovatus inulae</i> Walker, 1849
			<i>Sitobion avenae</i> Fabricius, 1775
			(^o) <i>Uroleucon ambrosiae</i> Thomas, 1878
			(^o) <i>Uroleucon compositae</i> Theobald, 1915
			<i>Uroleucon sonchi</i> L., 1767
	Calaphidinae	Panaphini	*(**)(^o) <i>Therioaphis langloisi</i> Remaudière et Leclant, 1968
Total	2	3	28

* : Nouvelle pour l'Algérie, (**): Nouvelle pour la région de Biskra, (^o): Nouvelle pour le système oasien

3.1.1.2. Discussion

A l'exception de *T. langloisi*, les autres espèces aphidiennes mentionnées dans cette liste sont déjà signalées en Algérie (Laamari *et al.*, 2010 ; Laamari *et al.*, 2013 ; Chehma & Laamari, 2014 ; Aroun, 2015 ; Aggoun, 2015). Par ailleurs, il est remarqué que 9 espèces sont nouvelles pour la région de Biskra (Laamari *et al.*, 2010 ; Menacer, 2012 ; Gagui, 2012 ; Bakroune, 2012 ; Hemidi, 2013 ; Laamari *et al.*, 2013 ; Tahar Chaouche & Laamari, 2015 ; Deghiche-Diab, 2016 ; Bakroune, 2020). Cette étude a permis d'apporter le nombre d'espèces aphidiennes connues de la région de Biskra à 84 espèces. Tenant compte des travaux de Menacer (2012) et Deghiche-Diab (2016), il est noté que 16 espèces mentionnées dans cette étude sont nouvelles pour l'écosystème oasien des Ziban.

Comparativement aux autres systèmes agricoles qui sont plus simplifiés et plus homogènes, le paysage oasien est généralement très complexe et très diversifié, particulièrement, au niveau des oasis traditionnelles. Ces dernières sont composées d'une mosaïque d'habitats cultivées et non cultivées. La surface cultivée comporte des cultures stratifiées, où les pratiques culturales appliquées sont inspirées le plus souvent des principes agricoles traditionnels (les cultures mixtes, les cultures en bandes alternées, les cultures intercalaires, systèmes de rotations). Généralement les oasis des Ziban dites traditionnelles ou anciennes, sont constituées de palmier dattier (1^{ère} étage), d'arbres fruitiers (2^{ème} étage) et enfin de cultures vivrières, de type céréales et légumes (3^{ème} étage). Ce système de polycultures est souvent associé à un cortège floristique composé d'espèces spontanées ou adventices très important. Ces dernières espèces constituent l'espace non cultivé. Ce cortège floristique naturel très diversifié et le plus souvent stable, est considéré comme un milieu propice pour la prolifération des aphides. Il est le plus souvent un maillon important de la chaîne trophique, et sa préservation est souhaitable (Gaudreau, 2012). Cet auteur, a mentionné que la biodiversité des insectes auxiliaires est positivement corrélée avec celle de ce milieu. Des auteurs, entre autres, Altieri (1999) ; Altieri & Rogé (2010) ; Bergès *et al.* (2010) ; Gaudreau (2012), ont mis l'accent sur le fait que la biodiversité de la faune auxiliaire dans d'un paysage agricole est déterminée principalement par celle du milieu où il évolue. Ces auteurs ajoutent que la simplification de la structure de l'environnement sur de vastes zones, l'homogénéisation des cultures et l'utilisation des pesticides, sont parmi les causes majeures du déclin de la biodiversité surtout en auxiliaires (Altieri & Rogé, 2010). Alors que, le maintien d'habitats diversifiés et fonctionnels en zones agricoles reste un élément clé de promotion de la diversité faunique et floristique (Gaudreau, 2012). D'après

Altieri (1999) ; Altieri & Rogé (2010), les systèmes agricoles traditionnels, se distinguent surtout par l'association de plusieurs cultures et dans certains cas, ils présentent un schéma agro-forestier.

Parmi les autres facteurs qui peuvent influencer la diversité aphidienne au niveau du milieu oasien, il y a surtout les conditions climatiques et la nature des programmes d'interventions phytosanitaires. Comparativement autres systèmes agricoles, l'agro-système oasien, forme un microclimat particulier où l'action des facteurs environnementaux sur sa biocénose est plus modérée. Il constitue un milieu tampon absorbant les fluctuations des extrêmes (**Farhi & Belhamra, 2012**), ce qui favorise sa richesse en faune aphidienne et en leurs ennemis naturels comparativement aux autres systèmes de cultures. Les oasis sont aussi caractérisées par une utilisation très limitée des intrants, en particulier, les pesticides.

Les systèmes de production oasiens jouent donc un rôle primordial dans la diversité et la dynamique de l'aphido-faune, malgré cette importance, les travaux réservés à l'étude de l'influence des écosystèmes oasiens sur ces ravageurs restent très limitées. En Algérie, ces travaux se limitent à ceux effectués dans les Ziban par **Menacer (2012)** et **Deghiche-Diab (2016)** et à celui de **Chema & Laamari (2014)** dans les oasis du M'Zab (Ghardaïa). Cette dernière étude a permis d'identifier 14 espèces de pucerons. En Tunisie, l'étude d' **Ayadi et al. (2017)**, dans l'oasis de Kébili (Sud-ouest tunisien), a permis de recenser environ 15 espèces de pucerons dont 9 espèces sont trouvées lors de cette étude.

Il est à noter *T. langloisi* est signalé pour la première fois en Algérie. Cette espèce possède une aire de distribution très limitée, elle est signalée dans la partie Sud de l'Europe, notamment, en Croatie (**Gotlin Čuljak & Igrc Barčić, 2002**) et le Sud de la France (**Blackman & Eastop, 2006**).

La composition de la faune aphidienne rencontrée dans la région d'étude confirme son affinité avec l'aire méditerranéenne. Les mêmes résultats ont été obtenus par **Laamari et al., (2010)**. Ces auteurs ont constaté une grande ressemblance entre l'aphido-faune de l'Algérie et celle des régions méditerranéennes d'Europe.

La faune aphidienne enregistrée lors de cette étude se caractérise par un nombre important d'espèces cosmopolites, qui ont une distribution géographique très large. Une grande majorité de ces espèces sont des ravageurs des cultures. D'après la liste des espèces de pucerons les plus nuisibles aux cultures établie par **Blackman & Eastop (2007)**, 7 espèces

sont enregistrées dans la région d'étude. Il s'agit d'*A. craccivora*, *A. fabae*, *A. gossypii*, *A. spiraecola*, *M. persicae*, *R. maidis* et *S. avenae*. La prédominance des espèces considérées comme des ravageurs cosmopolites et l'absence des espèces endémiques, peut être attribuée au fait que l'étude est effectuée dans des milieux cultivés.

3.1.2. Répartition en fonction des palmeraies

3.1.2.1. Résultat

L'analyse de la richesse spécifique des sites de prélèvement, a montré que les deux palmeraies de Branis et de Foughala ont abrité le plus grand nombre d'espèces aphidiennes (15 espèces), alors que la palmeraie de Chetma a abrité 9 espèces seulement (**Tableau 7**). Il est noté que les espèces *A. punicae* et *H. lactucae*, sont communes aux trois sites, alors que, 19 espèces sont spécifiques à un site bien déterminé. C'est l'exemple de *T. langloisi*, qui n'a été rencontré que dans la palmeraie de Foughala.

Tableau 7 : Richesse spécifique de faune aphidienne des trois palmeraies d'étude située dans la région de Biskra en cours de la période 2014/2016.

Pucerons	Stations			Pucerons spécifiques	Communs à 2 stations	Communs aux 3 stations
	Brani	Foughala	Chetma			
<i>A. acetosae</i>	*			*(B)		
<i>A. craccivora</i>	*		*		*(B, C)	
<i>A. davletshinae</i>		*		*(F)		
<i>A. fabae</i>	*	*			*(B,F)	
<i>A. gossypii</i>			*	*(C)		
<i>Aphis illinoisensis</i>		*		*(F)		
<i>A. pomi</i>	*			*(B)		
<i>A. punicae</i>	*	*	*			*
<i>A. rumicis</i>	*			*(B)		
<i>A. spiraecola</i>		*		*(F)		
<i>A. umbrella</i>		*		*(F)		
<i>H. pruni</i>	*		*		*(B,C)	
<i>R. maidis</i>	*	*			*(B,F)	
<i>A. lactucae</i>		*		*(F)		
<i>B. helichrysi</i>	*			*(B)		
<i>B. rumexicolens</i>	*			*(B)		
<i>C. inulae</i>	*		*		*(B,C)	
<i>D. plantaginea</i>			*	*(C)		
<i>H. foeniculi</i>			*	*(C)		
<i>H. lactucae</i>	*	*	*			*
<i>M. dirhodum</i>		*		*(F)		
<i>M. persicae</i>	*			*(B)		
<i>O. inulae</i>	*			*(B)		
<i>S. avenae</i>		*		*(F)		

Suite tableau 7						
<i>U. ambrosiae</i>	*	*			*(B,F)	
<i>U. compositae</i>		*	*		*(F,C)	
<i>U. sonchi</i>		*		*(F)		
<i>T. langloisi</i>		*		*(F)		
Total	15	15	9	19	7	2
	Pourcentage			67,86	25	7,14

* : Présence, B : Branis, C : Chetma, F : Foughala

3.1.2.2. Discussion

Comparativement, aux autres palmeraies du sud algérien, le système oasien des Ziban est très particulier, du point de vue surtout climatique et floristique. C'est le cas surtout de la palmeraie de Branis, qui se trouve au piémont de l'atlas saharien, au cœur du massif montagneux des Aurès, en contact direct avec le milieu forestier. Avec une richesse floristique de 34 espèces, elle est considérée parmi les zones les plus riches. Effectivement, les travaux de **Haddad (2011)** ; **Guehiliz (2016)** ; **Deghiche-Diab, (2016)**, ont mis en évidence que le cortège floristique naturel de cette zone est aussi riche et diversifié que le reste des régions de l'Algérie, situées tout au long de l'Atlas saharien. Ce qui explique probablement la diversité de sa faune aphidienne (15 espèces) comparativement surtout à la station de Chetma, malgré que, son taux de recouvrement (94,58%) est légèrement moins important que celui de cette dernière palmeraie (98,63%).

Il est constaté que malgré son taux de recouvrement très élevé, la richesse spécifique des aphides au niveau de la palmeraie de Chetma est la moins importante comparativement aux deux autres palmeraies. Il est à rappeler que cette palmeraie se trouve à proximité du village de Chetma (effet anthropique). Par ailleurs, elle se trouve entourée de palmeraies très âgées, très denses, non entretenues et dans la plupart des cas, asphyxiées par la remontée de la nappe. Il se peut que ce milieu totalement isolé et fragmenté, n'a pas permis aux pucerons ailés de se déplacer facilement afin d'infester les cultures. Selon **Bergès et al. (2010)**, la fragmentation et la destruction des habitats sont considérées comme des causes majeures de l'érosion de la biodiversité, ils ont considéré que la réduction de la taille des fragments d'habitats et l'augmentation de leur isolement réduisent, à long terme, la viabilité des populations d'espèces qui y vivent, de par la limitation voire la disparition des échanges entre populations du fait de la création de discontinuités.

Dans notre étude, la palmeraie moderne de Foughala a une richesse aphidienne identique à la palmeraie de Branis. Apparemment, même à des densités faibles, ne dépassant pas 100 plants par hectare, le palmier dattier est capable de créer des conditions

microclimatiques aussi favorables aux pucerons que celles qui règnent au sein des palmeraies âgées. De son côté, **Menacer (2012)**, lors d'une étude dans les Ziban, a rendu compte que les palmeraies dites modernes abritent plus d'espèces de pucerons comparativement aux palmeraies traditionnelles très denses.

Compte tenu de ces résultats obtenus, il ressort clairement, que la richesse d'une palmeraie en espèces aphidiennes n'est pas liée uniquement à son architecture et sa composition (densité, diversité floristique) mais beaucoup plus à son milieu environnant. Ce qui explique la différence assez nette entre les deux palmeraies de Branis et Foughala et la palmeraie de Chetma. Malgré que les deux premières sont différentes de vue densité de plantation et taux de recouvrement mais leur richesse aphidienne est identique. Tandis que, la palmeraie de Chetma, qui se caractérise par la densité de plantation et le taux de recouvrement, les plus élevés, mais elle a montré une richesse spécifique aphidienne limitée.

L'analyse de la répartition des espèces aphidiennes a permis de constater que la majorité des espèces ont une spécificité à l'égard de l'habitat. Cette spécificité peut être expliquée par la nature et la répartition du couvert végétal. D'après **Miller *et al.* (2002)**, la distribution d'un puceron suit généralement la distribution de ses plantes hôtes. C'est le cas de *T. langloisi* qui n'a été trouvé que sur *Coronilla scorpioides* au niveau de la palmeraie de Foughala.

3.2. Suivi de la structure de communauté des parasitoïdes

3.2.1. Parasitoïdes primaires

3.2.1.1. Résultats

Dans cette étude, les 18 espèces de parasitoïdes primaires des pucerons recueillies et identifiées appartiennent toutes à l'ordre d'Hymenoptera. Parmi celles-ci, 17 espèces font partie de la super-famille des Ichneumonoidea, de la famille des Braconidae et de la sous-famille des Aphidiinae (**Tableau 8 et figures 11, 12 et 13**). Le genre *Aphidius* est le plus représenté (*A. colemani*, *A. ervi*, *A. funebris*, *A. matricariae*, *A. sonchi*). Avec 3 espèces identifiées, le genre *Lysiphlebus* occupe le 2^{ème} rang. Il est représenté par *L. confusus*, *L. fabarum* et *L. testaceipes*. Seule, l'espèce *Aphelinus mali* fait partie de la super-famille des Chalcidoidea, la famille des Aphelinidae et la sous famille des Aphelininae (**Tableau 8**).

Tableau 8: Liste des parasitoïdes primaires des pucerons notés dans les écosystèmes oasiens au niveau de la région de Biskra entre 2014 et 2016.

Ordre	Super Familles	Familles	Sous Familles	Genres	Espèces
Hymenoptera	Ichneumonoidea	Braconidae	Aphidiinae	<i>Aphidius</i>	<i>A. colemani</i> Viereck, 1912
					<i>A. ervi</i> Haliday, 1834
					<i>A. funebris</i> Mackauer, 1961
					<i>A. matricariae</i> Haliday, 1834
					<i>A. sonchi</i> Marshall, 1896** ⁽⁰⁾
				<i>Binodoxys</i>	<i>B. angelicae</i> Haliday, 1833 ⁽⁰⁾
					<i>Binodoxys</i> sp.** ⁽⁰⁾
				<i>Diaeretiella</i>	<i>D. rapae</i> M'Intosh, 1855
				<i>Ephedrus</i>	<i>E. niger</i> Gautier, Bonnamour & Gaumont, 1929** ⁽⁰⁾
				<i>Lysiphlebus</i>	<i>L. confusus</i> Tremblay and Eady, 1978
					<i>L. fabarum</i> Marshall, 1896
					<i>L. testaceipes</i> Cresson, 1880
				<i>Praon</i>	<i>Praon</i> sp.1
					<i>Praon</i> sp.2
	<i>Praon</i> sp.3				
<i>P. volucre</i> Haliday, 1833 ⁽⁰⁾					
				<i>P. yomenae</i> Takada, 1968 ⁽⁰⁾	
	Chalcidoidea	Aphelinidae	Aphelininae	<i>Aphelinus</i>	<i>A. mali</i> Haldeman, 1851** ⁽⁰⁾
Total	2	2	2	7	18

** : Nouvelle pour la région de Biskra, ⁽⁰⁾ : Nouvelle pour le système oasien de l'Algérie



Figure 11 : Quelques espèces de parasitoïdes primaires des aphides appartenant au genre *Aphidius* rencontrées dans les oasis de la région de Biskra : **A** : *A. colemani* (mâle), **B** : *A. ervi* (femelle), **C** : *A. funebris* (femelle), **D** : *A. sonchi* (femelle).



Figure 12 : Quelques espèces de parasitoïdes primaires des aphides rencontrées dans les oasis de la région de Biskra : **A :** *A. matricariae* (femelle), **B :** *B. angelicae* (femelle), **C :** *D. rapae* (femelle), **D :** *E. niger* (femelle).

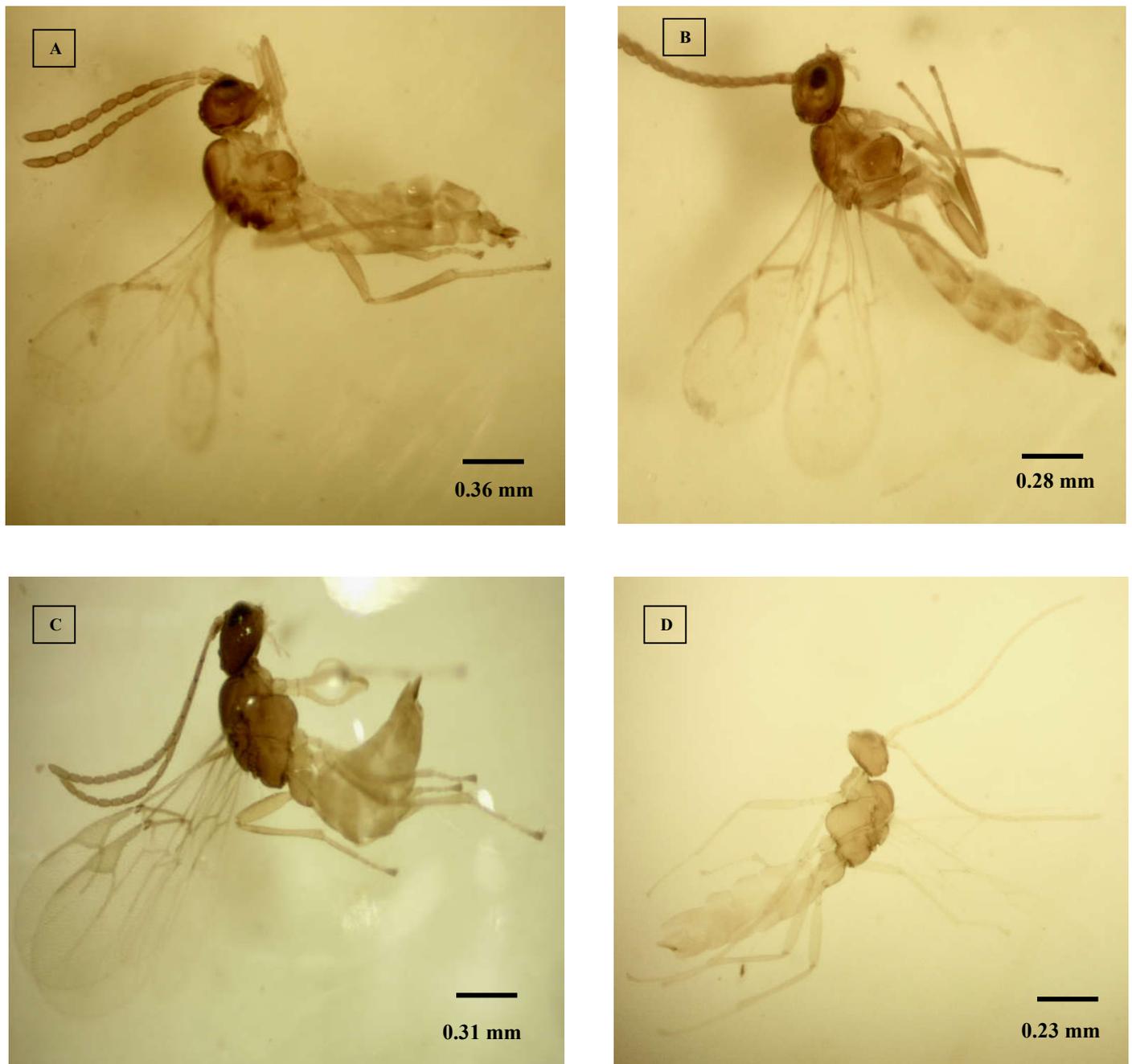


Figure 13 : Quelques espèces de parasitoïdes primaires des aphides rencontrées dans les oasis de la région de Biskra : **A :** *L. fabarum* (mâle), **B :** *L. testaceipes* (femelle), **C :** *P. volucre* (femelle), **D :** *P. yomenae* (femelle).

3.2.1.2. Discussion

Le système oasien de la région de Biskra est caractérisé par une richesse spécifique très appréciable en parasitoïdes primaires des aphides. Tous les taxons identifiés à l'échelle de l'espèce sont déjà signalés en Algérie (**Laamari *et al.* 2011, 2012**). Par contre, 4 espèces, sont considérées comme nouvelles pour la région de Biskra, ce qui a permis d'élargir le nombre d'espèces connues à 21 espèces. Comparativement aux travaux précédents, il est constaté que le milieu oasien est plus diversifié que les autres milieux (cultivés et urbains) de la région d'étude (**Tahar Chaouche, 2010 ; Halimi, 2010 ; Laamari *et al.*, 2012 ; Hemidi, 2013 ; Tahar Chaouche & Laamari, 2015**). Il a présenté une biodiversité aussi importante que celle obtenue par **Tahar Chaouche (2010)** en milieu naturel de cette région. Cela peut être attribué à la diversité floristique de ce milieu, à la diversité aphidienne, à la nature des pratiques culturales, aux conditions microclimatiques particulières, ainsi qu'au milieu environnant.

Les travaux réservés à l'étude des communautés des parasitoïdes primaires des pucerons au niveau des systèmes oasiens sont très limités. Seulement, deux études sont déjà réalisées. Il s'agit de celle effectuée par **Chehma & Laamari (2014)** dans des oasis à Ghardaïa (Algérie), où seulement 9 espèces sont signalées. Le présent travail a permis donc de ramener le nombre d'espèces connues pour l'écosystème oasien algérien à 16 espèces. L'autre étude est réalisée en Tunisie au niveau de l'oasis de Kébili par **Ayadi *et al.* (2017)**. Ces auteurs ont enregistré une richesse de 12 espèces.

Cette étude a permis également de constater que la plupart des espèces enregistrées ont une aire de distribution très large en Algérie. Elles étaient signalées dans différents types d'habitats (naturels, cultivés et urbains) ainsi que dans différents étages bioclimatiques (**Laamari *et al.* 2011, 2012; Hemidi, 2013; Chehma & Laamari, 2014; Boualem *et al.*, 2014; Aroun, 2015 ; Tahar Chaouche & Laamari, 2015; Aggoun, 2016; Ghelamallah *et al.*, 2018**). Elles sont également largement répandues en Afrique du Nord (**Stary & Sekkat, 1987 ; Ben Hamouda & Ben Halima, 2005; Boukhris- Bouhachem, 2011 ; Ayadi *et al.*, 2017 ; Rakhshani *et al.*, 2019**), au Moyen-Orient (**Rakhshani *et al.*, 2019**) et dans la partie orientale du bassin Méditerranéen (**Kavallieratos *et al.*, 2004**). D'après **Laamari *et al.* (2012)**, la faune parasitoïde de l'Algérie révèle une nette ressemblance avec celle de l'Europe méridionale. Cette capacité de distribution est peut être liée à leur large gamme d'hôtes et à leur capacité de dispersion et d'adaptation.

Les espèces *A. ervi* et *A. matricariae*, sont parmi les plus répandues, elles sont signalées dans tous les types d'habitats en Algérie. A l'Est, elles sont mentionnées dans les milieux naturels et cultivés des régions de Batna, Biskra, Oum El Bouaghi, Guelma, Khenchela, El Oued et Sétif (**Laamari et al. 2011, 2012**). Au centre du pays, elles sont également signalées dans les régions du littoral, du sublittoral et montagneuses par **Aroun (2015)**. A l'Ouest, elles sont notées dans le milieu cultivé de la région de Mostaganem par **Boualem et al. (2014)** et **Ghelamallah et al. (2018)**.

C'est le cas également des parasitoïdes *L. testaceipes*, *A. ervi* et *A. matricariae*. D'après **Yu et al. (2012)** et **Rakhshani et al. (2019)**, ces trois espèces sont cosmopolites et elles possèdent une aire de répartition très large dans le monde. Ces espèces présentent un spectre d'hôtes très large, elles ont été introduites en lutte biologique contre diverses espèces de pucerons dans de nombreuses régions du monde (**Shufran, 2004 ; Andorno et al., 2007 ; Lopes, 2007 ; Dion., 2011**). C'est le cas surtout de *L. testaceipes*, qui a été introduit de Cuba en France en 1973 comme agent de lutte biologique contre les pucerons des agrumes *Toxoptera aurantii* et *Aphis spiraecola* (**Starý et al., 1988**). Ce parasitoïde, qui, après avoir été introduit dans certains pays, il est devenu envahissant et il a été responsable de perturbations écologiques et de dégâts économiques majeurs dans certains écosystèmes, après avoir dominer les prédateurs et les parasitoïdes autochtones. A partir de 2008, l'Organisation Européenne de la Protection des Plantes (OEPP) a retiré ce parasitoïde de la liste des agents de lutte biologique (**Zikic et al. 2014**). **Pike et al. (2000)**, ont mentionné que la gamme d'hôtes de ce parasitoïde dépasse 100 espèces de pucerons.

3.2.2. Hyper-parasitoïdes

3.2.2.1. Résultats

Les hyper-parasitoïdes de l'écosystème oasien de la région de Biskra sont représentés par 6 espèces appartenant à 5 genres et 4 familles. Il s'agit d'*Alloxysta vitrix* (Alloxystidae), *Dendrocercus carpenteri* (Megaspilidae), *Syrphophagus aphidivorus* (Encyrtidae), *Asaphes suspensus*, *Asaphes* sp. et *Pachyneuron aphidis* (Pteromalidae) (**Tableau 9 et figures 14 et 15**).

Tableau 9: Liste des hyper-parasitoïdes des pucerons rencontrés dans le système oasien de la région de Biskra durant les années d'étude 2014, 2015 et 2016.

Ordre	Super-familles	Familles	Genres	Espèces
Hymenoptera	Chalcidoidea	Pteromalidae	<i>Asaphes</i>	<i>A. suspensus</i> (Nees, 1834) <i>Asaphes</i> sp.
			<i>Pachyneuron</i>	<i>P. aphidis</i> (Bouché, 1834)
		Encyrtidae	<i>Syrphophagus</i>	<i>S. aphidivorus</i> (Mayr, 1876)
	Cynipoidea	Alloxystidae	<i>Alloxysta</i>	<i>A. vitrix</i> (Westwood, 1833)
	Ceraphronoidea	Megaspidae	<i>Dendrocercus</i>	<i>D. carpenteri</i> (Curtis, 1829)
Total	3	4	5	6

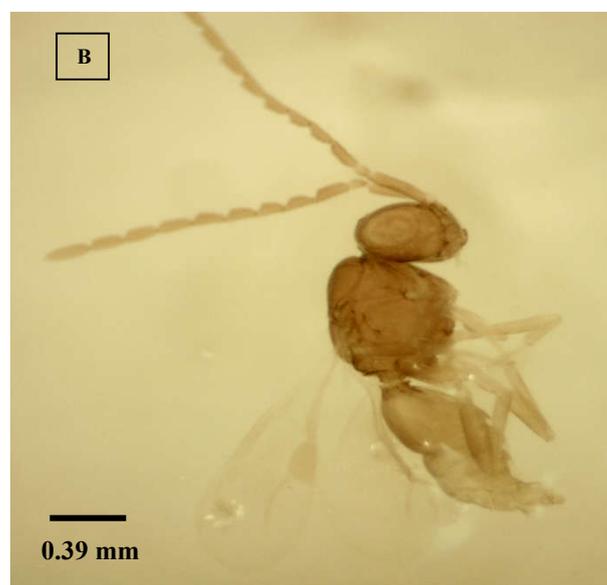


Figure 14 : Quelques espèces d' hyper-parasitoïdes des parasitoïdes primaires des aphides rencontrées dans les oasis de la région de Biskra : **A** : *Asaphes suspensus*, **B** : *Dendrocercus carpenteri*, **C** : *Alloxysta vitrix*.

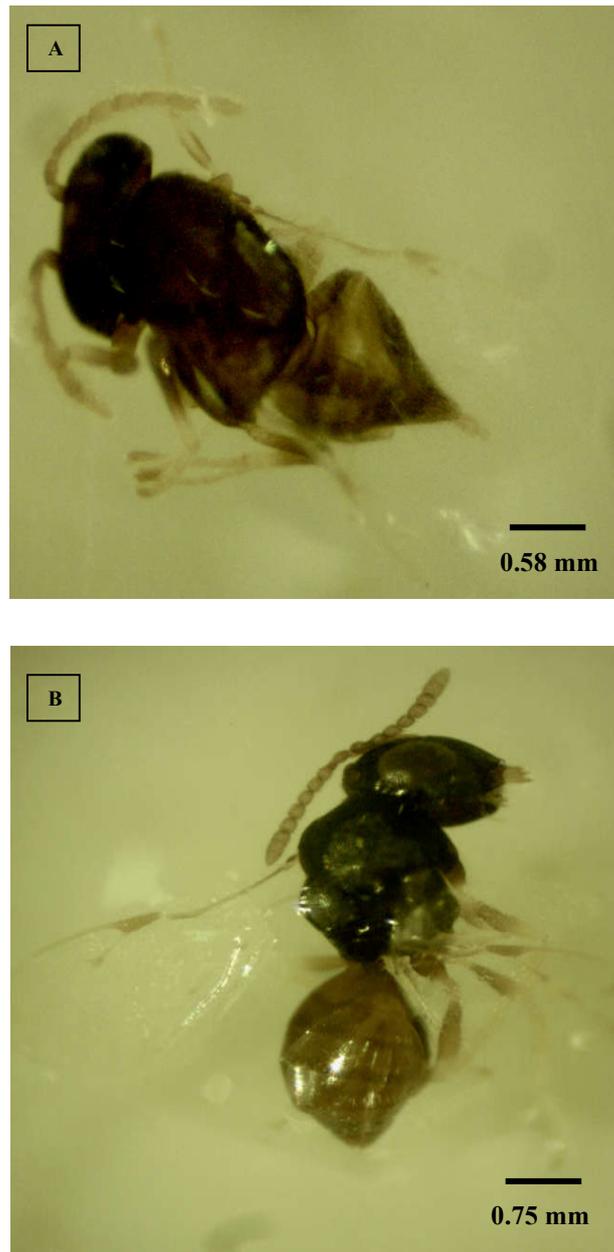


Figure 15 : Quelques espèces d' hyper-parasitoïdes des parasitoïdes primaires des aphides rencontrées dans les oasis de la région de Biskra : **A :** *Syrphophagus aphidivorus*, **B :** *Pachyneuron aphidis*.

3.2.2.2. Discussion

Les hyper-parasitoïdes, désignés également par les parasitoïdes secondaires, s'attaquent généralement aux parasitoïdes primaires (Boivin *et al.*, 2012). Au sein d'un écosystème, ils occupent le quatrième niveau trophique (Buitenhuis, 2004). Ce sont des Hyménoptères de petite taille (1 à 2 mm), robustes, généralement de couleur métallique et possèdent de 8 à 13 segments antennaires (Rafalimanana, 2003).

Ces hyper-parasitoïdes sont des espèces solitaires, appartenant aux familles des Megaspilidae, Pteromalidae, Alloxystidae, et Encyrtidae (**Buitenhuis, 2004 ; Boivin *et al.*, 2012**) mais ils peuvent être divisés en fonction de leur mode de développement en hyper-parasitoïdes koinobiontes et idiobiontes. Dans le premier cas, l'hyper-parasitoïde laisse son hôte (parasitoïde primaire) en vie (**Buitenhuis, 2004**), tandis que, dans le deuxième cas, il arrête son développement au stade pré-nymphe ou nymphe (**Muller *et al.*, 1997**). Chez les hyper-parasitoïdes koinobiontes, l'œuf est pondu à l'intérieur de l'hôte, par contre, chez les idiobiontes, l'œuf est placé à la surface de celui-ci (**Buitenhuis, 2004**).

Les Megaspilidae et les Pteromalidae, se comportent tous comme des ecto-hyper-parasitoïdes (**Muller *et al.*, 1997**) et leurs œufs ne sont déposés à la surface des larves des parasitoïdes primaires qu'après la momification des pucerons. Leurs larves se nourrissent donc à l'extérieur de l'hôte primaire mais à l'intérieur de la momie (**Sullivan, 2003 ; Rafalimanana, 2003**).

Les Alloxystidae sont des endo-hyper-parasitoïdes et ils déposent leurs œufs à l'intérieur des larves des parasitoïdes primaires avant que le puceron devient une momie (**Sullivan, 2003**).

Les Encyrtidae ont un comportement très complexe (**Boivin *et al.*, 2012**). A titre d'exemple, les femelles de *S. aphidivorus* peuvent pondre leurs œufs dans le corps des larves des parasitoïdes primaires soit avant ou après la momification du puceron (**Sullivan, 2003 ; Buitenhuis, 2004**).

3.3. Relations bi-trophiques « plantes hôtes – pucerons »

3.3.1. Résultats

Au cours de ce travail, les prospections effectuées dans les écosystèmes oasiens de la région de Biskra entre 2014 et 2016 ont permis de dresser dans un premier temps l'ensemble des relations bi-trophiques « plantes hôtes - pucerons ».

Cet écosystème oasien a attiré 28 espèces aphidiennes, qui ont pu développer 38 relations bi-trophiques avec les plantes qui forment le cortège floristique de ce milieu. Avec 3 espèces aphidiennes pour chacune d'elles, *Rumex* sp. et *Malus domestica* sont les plantes qui ont attiré le plus d'espèces de pucerons (**Tableau 10 et la figure 16**).

L'étude a montré également que parmi les 65 espèces de plantes recensées dans l'écosystème oasien de la région de Biskra, 29 espèces ont servi de plantes hôtes aux pucerons, dont 62% (18 espèces) sont des plantes non cultivées.

L'espèce aphidienne la plus polyphage est *Aphis fabae*. Elle a pu s'installer sur 4 plantes hôtes appartenant à 3 familles différentes, à s'avoir, *Solanum nigrum* (Solanaceae), *Chenopodium album* et *Chenopodium murale* (Amaranthaceae) et *Portulaca oleracea* (Portulacaceae). Avec 2 relations bi-trophiques pour chacune d'elles, les aphides *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii*, *Hyperomyzus lactucae* et *Uroleucon compositae*, occupent le deuxième rang.

Tableau 10: Les différentes associations bi-trophiques « plantes hôtes - pucerons » enregistrées dans les écosystèmes oasiens de la région de Biskra entre 2014 et 2016.

Plante hôtes	Familles botaniques	Pucerons	Régions
<i>Rumex</i> sp.	Polygonaceae	<i>Aphis acetosae</i>	Branis
		<i>Aphis rumicis</i>	
		<i>Brachycaudus rumexicolens</i>	
<i>Medicago polymorpha</i>	Fabaceae	<i>Aphis craccivora</i>	Branis
<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae	<i>Aphis craccivora</i>	Chetma
<i>Malva parviflora</i>	Malvaceae	<i>Aphis davletshinae</i>	Foughala
		<i>Aphis umbrella</i>	
<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	<i>Aphis fabae</i>	Branis
<i>Chenopodium album</i>	Amaranthaceae	<i>Aphis fabae</i>	Foughala
<i>Chenopodium murale</i>	Amaranthaceae	<i>Aphis fabae</i>	Foughala
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	<i>Aphis fabae</i>	Foughala
<i>Pyrus communis</i>	Rosaceae	<i>Aphis gossypii</i>	Chetma
<i>Malus domestica</i>	Rosaceae	<i>Aphis gossypii</i>	Chetma
		<i>Aphis pomi</i>	Branis
		<i>Dysaphis plantaginea</i>	Chetma
<i>Punica granatum</i>	Punicaceae	<i>Aphis punicae</i>	Branis, Chetma, Foughala
<i>Citrus limonum</i>	Rutaceae	<i>Aphis spiraecola</i>	Foughala
<i>Prunus armeniaca</i>	Rosaceae	<i>Hyalopterus pruni</i>	Branis, Chetma
<i>Hordeum vulgare</i>	Poaceae	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Foughala, Branis
		<i>Metopolophium dirhodum</i>	Foughala
<i>Lactuca serriola</i>	Asteraceae	<i>Acyrtosiphon lactucae</i>	Foughala
<i>Cynoglossum creticum</i>	Boraginaceae	<i>Brachycaudus helichrysi</i>	Branis
<i>Dittrichia viscosa</i>	Asteraceae	<i>Capitophorus inulae</i>	Branis, Chetma
		<i>Ovatus inulae</i>	Branis
<i>Rubia tinctorum</i>	Rubiaceae	<i>Hyadaphis foeniculi</i>	Chetma
<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae	<i>Hyperomyzus lactucae</i>	Branis, Chetma, Foughala
		<i>Uroleucon sonchi</i>	Foughala
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	<i>Hyperomyzus lactucae</i>	Branis
		<i>Uroleucon ambrosiae</i>	Branis, Foughala
<i>Lepidium draba</i>	Brassicaceae	<i>Myzus persicae</i>	Branis
<i>Avena sativa</i>	Poaceae	<i>Sitobion avenae</i>	Foughala

Suite tableau 10			
<i>Onoropodum macracanthum</i>	Asteraceae	<i>Uroleucon compositae</i>	Foughala
<i>Centaurea sp.</i>	Asteraceae	<i>Uroleucon compositae</i>	Chetma
<i>Coronilla scorpioides</i>	Fabaceae	<i>Therioaphis langloisi</i>	Foughala
<i>Vicia faba</i>	Fabaceae	Tous des momies	Branis
<i>Vitis vinifera</i>	Vitaceae	<i>Aphis illinoisensis</i>	Foughala
<i>Lactuca sativa</i>	Asteraceae	Tous des momies	Chetma
<i>Vitex agnus castus</i>	Verbenaceae	Tous des momies	Chetma

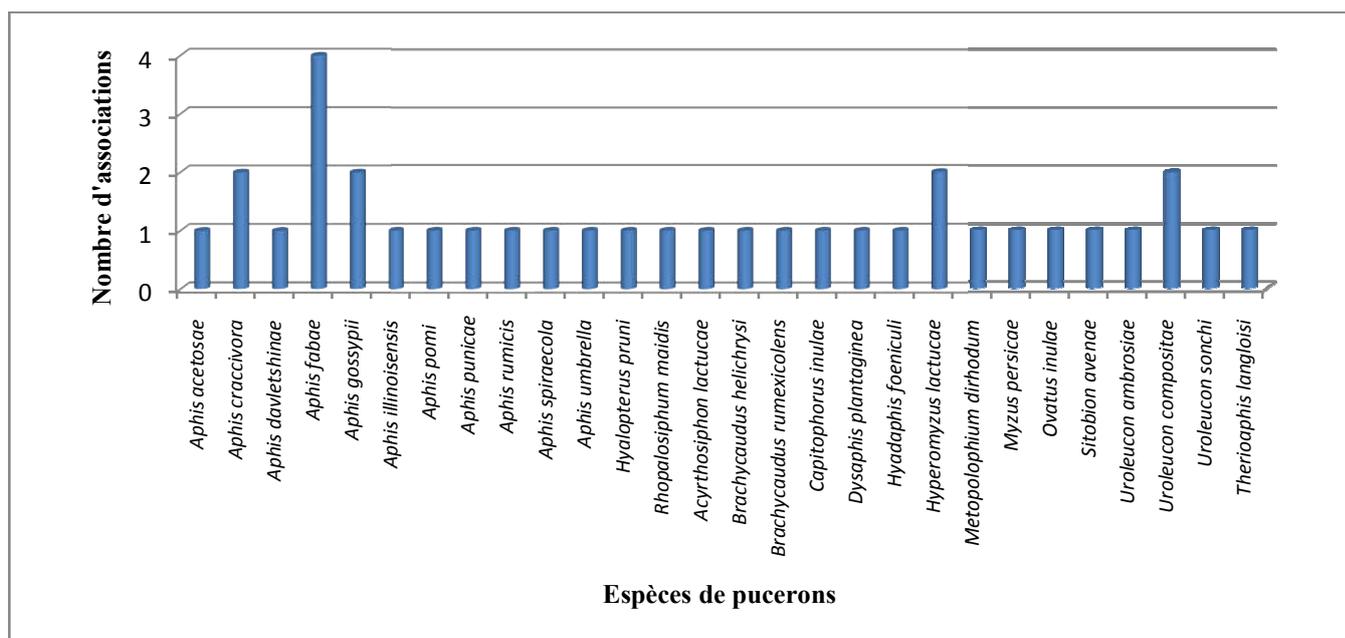


Figure 16: Les différentes associations « pucerons - plantes hôtes », formées dans les écosystèmes oasiens de la région de Biskra entre 2014 et 2016.

3.3.2. Discussion

D'après ces résultats obtenus, il est constaté que le milieu oasien de la région de Biskra est représenté surtout par des espèces aphidiennes spécifiques (23 espèces).

Il est constaté également que certaines espèces sont inféodées aux arbres fruitiers, c'est le cas des pucerons *A. gossypii*, *A. illinoisensis*, *A. pomi*, *A. punicae*, *A. spiraecola*, *D. plantaginea* et *H. pruni*). Par contre, *R. maidis*, *M. dirhodum*, *S. avenae*, sont associés à la strate herbacée, notamment, aux céréales cultivées. D'autres espèces sont trouvées uniquement sur des plantes naturelles et il s'agit d'*A. lactucae*, *A. acetosae*, *A. craccivora*, *A. davletshinae*, *A. fabae*, *A. rumicis*, *A. umbrella*, *B. helichrysi*, *B. rumexicolens*, *C. inulae*, *H. foeniculi*, *H. lactucae*, *M. persicae*, *O. inulae*, *U. ambrosiae*, *U. compositae*, *U. sonchi* et *T. langloisi*.

Apparemment, la composition et l'organisation spatiale du cortège floristique au sein de l'écosystème oasien a modifié le comportement de certains aphides. Il existe des espèces qui

sont très prolifiques et habituellement considérées comme très nuisibles aux plantes cultivées, dans ce milieu oasien, elles n'ont été trouvées que sur des plantes spontanées. C'est le cas surtout de *M. persicae*, *A. fabae*, *A. gossypii*. D'après **Bagny Beilhe et al. (2021)**, la biodiversité des plantes spontanées associées aux cultures au sein des systèmes agroforestiers, perturbe le repérage et la colonisation de l'hôte par les bio-agresseurs suite à une dilution des stimuli attractifs.

3.4. Interactions tétra-trophiques

3.4.1. Résultats

Sur le **tableau 11** il est présenté les différentes relations tétra-trophiques (Plantes-Pucerons - Parasitoïdes primaires – Hyperparasitoïdes) notées lors de cette étude effectuée dans les écosystèmes oasiens au niveau de la région de Biskra entre 2014 et 2016.

Tableau 11 : Les différentes associations tétra-trophiques enregistrées dans la région d'étude entre 2014 et 2016.

Plantes hôtes	Pucerons	Parasitoïdes primaires	Hyperparasitoïdes
<i>D. viscosa</i>	<i>C. inulae</i>	<i>E. niger</i>	<i>Asaphes suspensus</i>
			<i>Pachyneuron aphidis</i>
			<i>Alloxyta vitrix</i>
		<i>A. matricariae</i>	<i>Asaphes suspensus</i>
			<i>Pachyneuron aphidis</i>
			<i>Alloxyta vitrix</i>
		<i>Praon sp.2</i>	<i>Asaphes suspensus</i>
		<i>A. sonchi</i>	<i>Syrphophagus aphidivorus</i>
		Tous des hyper-parasitoïdes	<i>Asaphes suspensus</i>
			<i>Dendrocerus carpenteri</i>
<i>Alloxyta vitrix</i>			
<i>Rumex sp.</i>	<i>A. rumicis</i>	<i>B. angelicae</i>	<i>Dendrocerus carpenteri</i>
		<i>A. matricariae</i>	<i>Dendrocerus carpenteri</i>
	<i>A. acetosae</i>	<i>A. matricariae</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>
		<i>Praon sp.3</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>
<i>T. officinale</i>	<i>U. ambrosiae</i>	<i>A. funebris</i>	<i>Alloxyta vitrix</i>
			<i>Pachyneuron aphidis</i>
		<i>A. matricariae</i>	<i>Asaphes suspensus</i>
			<i>Asaphes suspensus</i>
			<i>Pachyneuron aphidis</i>
	<i>U. ambrosiae</i> avec <i>H. lactucae</i>	<i>A. funebris</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>
	Tous des momies	<i>A. matricariae</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>

Suit tableau 11				
<i>S. oleraceus</i>	<i>H. lactucae</i>	<i>A. funebris</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
		<i>A. sonchi</i>		
		Tous des hyper-parasitoïdes		
		<i>H. lactucae</i> avec <i>U. sonchi</i>	<i>A. funebris</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>
				<i>Alloxysta vitrix</i>
		Pas de pucerons	<i>A. funebris</i>	<i>Alloxysta vitrix</i>
		<i>U. sonchi</i>	<i>A. funebris</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>
			<i>A. ervi</i>	
			<i>A. matricariae</i>	
			Tous des hyper-parasitoïdes	
	<i>U. sonchi</i> avec <i>H. lactucae</i>	Tous des hyper-parasitoïdes	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
	Tous des momies	<i>P. volucre</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
	Tous des momies	Tous des hyper-parasitoïdes	<i>Asaphes suspensus</i>	
<i>S. nigrum</i>	<i>A. fabae</i>	<i>L. testaceipes</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
	<i>A. fabae</i>	Tous des hyper-parasitoïdes	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>P. granatum</i>	<i>A. punicae</i>	<i>B. angelicae</i>	<i>Alloxysta vitrix</i>	
			<i>Pachyneuron aphidis</i>	
		<i>L. testaceipes</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
		Tous des hyper-parasitoïdes	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>L. draba</i>	<i>M. persicae</i>	Tous des hyper-parasitoïdes	<i>Asaphes suspensus</i>	
			<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>M. polymorpha</i>	<i>A. craccivora</i>	<i>L. testaceipes</i>	<i>Syrphophagus aphidivorus</i>	
			<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>M. domestica</i>	<i>D. plantaginea</i>	<i>L. testaceipes</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>M. sativa</i>	<i>A. craccivora</i>	<i>L. fabarum</i>	<i>Asaphes</i> sp.	
		Tous des hyper-parasitoïdes	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>P. communis</i>	<i>A. gossypi</i>	<i>L. testaceipes</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>C. limonum</i>	<i>A. spiraecola</i>	Tous des hyper-parasitoïdes	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>H. vulgare</i>	<i>R. maidis</i>	<i>A. ervi</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
		<i>D. rapae</i>		
		<i>L. fabarum</i>		
		<i>L. testaceipes</i>		
		<i>M. dirhodum</i> avec <i>R. maidis</i>	<i>A. matricariae</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>
			<i>D. rapae</i>	
<i>A. sativa</i>	<i>S. avenae</i>	Tous des hyper-parasitoïdes	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>O. macracanthum</i>	<i>U. compositae</i>	<i>P. yomenae</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
			<i>Asaphes suspensus</i>	
		Tous des hyper-parasitoïdes	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>P. oleracea</i>	<i>A. fabae</i>	<i>L. testaceipes</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>C. murale</i>	<i>A. fabae</i>	<i>L. testaceipes</i>	<i>Alloxysta vitrix</i>	
			<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>L. nudicaulis</i>	Tous des momies	<i>A. matricariae</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
<i>L. serriola</i>	<i>A. lactucae</i>	<i>A. funebris</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
		<i>P. volucre</i>		
		<i>A. ervi</i>		
<i>P. aviculara</i>	Tous des momies	<i>A. ervi</i>	<i>Pachyneuron aphidis</i>	
		<i>A. funebris</i>	<i>Asaphes suspensus</i>	
<i>M. parviflora</i>	<i>A. davletshinae</i>	Tous des hyper-parasitoïdes	<i>Alloxysta vitrix</i>	
			<i>Syrphophagus aphidivorus</i>	

Dans cette étude, 6 espèces d'hyper-parasitoïdes ont été identifiées et 74 associations tétra-trophiques sont obtenues. Parmi les 18 espèces de parasitoïdes primaires rencontrées dans la région d'étude, 13 ont fait l'objet d'un hyper-parasitisme. Le genre *Aphidius* est le plus concerné, il est attaqué par 5 espèces d'hyper-parasitoïdes. L'espèce *A. matricariae* a attiré 4 espèces d'hyper-parasitoïdes. La deuxième position est occupée par le genre *Lysiphlebus* qui a permis l'installation de 4 hyper-parasitoïdes différents (**Tableau 11**).

L'hyper-parasitoïde le mieux représenté dans cette étude est *P. aphidis* qui a pu former 46 associations trophiques avec les 12 parasitoïdes primaires qu'il a pu attaquer. Avec 11 associations trophiques (6 parasitoïdes primaires hyper-parasités), *A. suspensus*, occupe la deuxième position (**Figure 17 et tableau 11**).

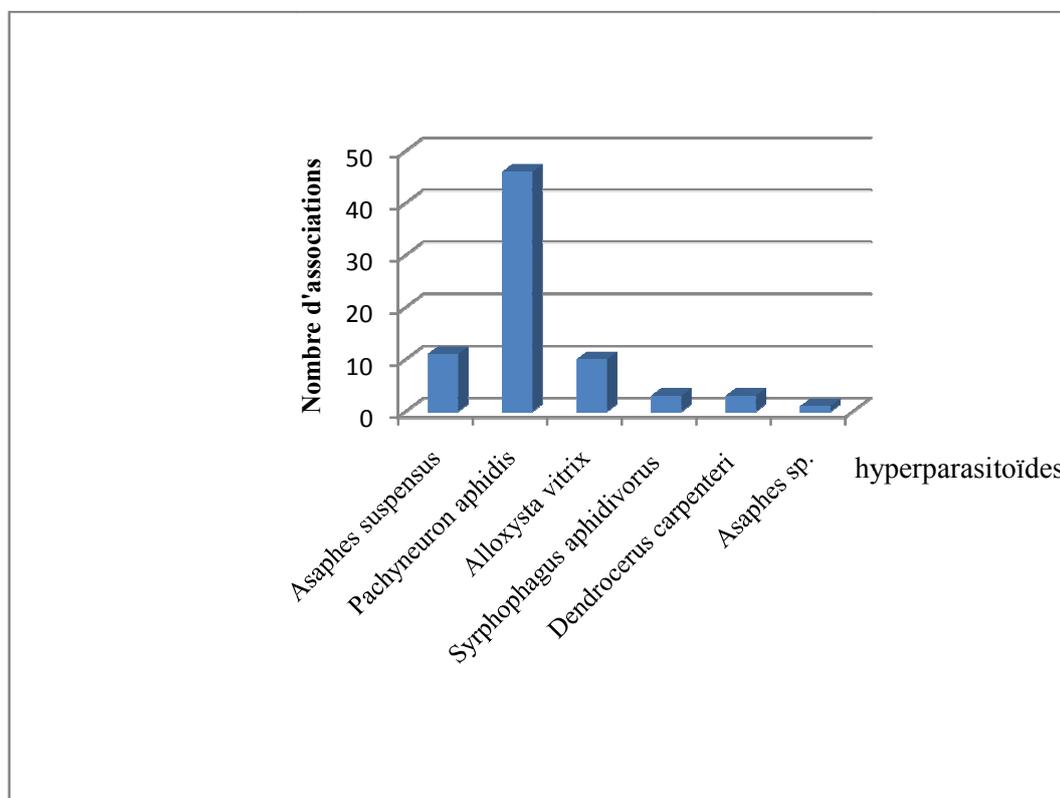


Figure 17 : Les différentes associations tétra-trophiques enregistrées dans la région d'étude entre 2014 et 2016.

3.4.2. Discussion

Au sein d'un écosystème, en occupant le 4^{ème} niveau trophique, les hyper-parasitoïdes ont un impact majeur sur les populations des parasitoïdes primaires. Donc une meilleure connaissance de la nature de ces relations, permettra de mieux comprendre la biologie et le

comportement de cette catégorie d'insectes ainsi que la stratégie qu'ils adoptent pour s'installer sur les parasitoïdes primaires.

Les hyper-parasitoïdes enregistrés lors de cette étude sont des espèces solitaires appartenant à quatre familles (Megaspilidae, Pteromalidae, Alloxystidae, et Encyrtidae) mais la dominance des Pteromalidae est notable. Les espèces appartenant à cette famille se développent en tant qu'ectoparasitoïdes idiobiontes et elles représentent 78% de la totalité des associations trophiques enregistrées. Les endoparasitoïdes koinobiontes, qui sont représentés dans cette étude par les Alloxystidae, ne représentent que 13,7%. La composition, la nature des relations trophiques ainsi que la dominance de certaines espèces d'hyper-parasitoïdes par rapport à d'autres peuvent être déterminées par plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques. Parmi les facteurs intrinsèques, il y a lieu de citer particulièrement la capacité de dispersion et d'adaptation de l'hyper-parasitoïde ainsi que sa spécificité parasitaire. A titre d'exemple, *P. aphidis* est une espèce cosmopolite, elle est recensée dans 40 pays et sur tous les continents à l'exception de l'Antarctique (**Gibson, 2001**).

Comparativement aux parasitoïdes primaires, les hyper-parasitoïdes sont plus généralistes mais ce comportement peut varier en fonction de l'espèce. **Remaudière et al. (1976)**, ont mentionné que les espèces appartenant aux genres *Asaphes* et *Dendrocerus* sont généralement des généralistes, et elles ne manifestent aucune spécificité particulière à l'égard du parasite primaire, du puceron et de la plante. Une même espèce peut parasiter aussi bien des espèces des familles aussi éloignées que les Aphidiidae et les Aphelinidae. Par contre, les espèces du genre *Alloxysta*, notamment, *A. vitrix*, qui est une espèce endoparasitoïde, koinobionte, sa gamme d'hôtes est plus restreinte et elle exprime une préférence aux Aphidiinae (Höller et al., 1993 cités par **Buitenhuis, 2004**). Il est à noter que comparativement aux parasitoïdes primaires, les femelles des hyper-parasitoïdes sont apparemment incapables d'exploiter les stimuli à distance, elles se contentent seulement des signaux de contact dès leur arrivée sur la plante attaquée par les pucerons (**Buitenhuis, 2004**). L'un des principaux stimuli utilisés est le miellat (**Buitenhuis, 2004 ; Buitenhuis et al., 2004b**).

Les interactions parasitoïdes primaires – hyper-parasitoïdes, peuvent être également déterminées par des facteurs extrinsèques, liés à la pression des facteurs environnementaux, comme le microclimat et la nature du paysage. Ces facteurs agissent essentiellement sur la

dynamique des populations de l'hyper-parasitoïde ainsi que sur celles du parasitoïde primaire et du puceron.

Compte tenu du nombre des relations tétra-trophiques obtenus (74 relations), il est jugé que l'action de l'hyper-parasitisme est très importante dans les milieux d'étude. Apparemment, le paysage oasien est favorable au développement à cette catégorie d'insectes. Cette action peut être l'une des causes de la limitation de l'impact des parasitoïdes primaires sur les populations aphidiennes. Cependant, il se peut que l'apparition tardive de ces hyper-parasitoïdes, n'a pas réduit sensiblement les effectifs des parasitoïdes primaires.

3.5. Taux de parasitisme

3.5.1. Résultat

Les résultats concernant le taux de parasitisme des différentes espèces aphidiennes rencontrées dans les écosystèmes oasiens de la région de Biskra sont présentés sur le **tableau 12**.

Tableau 12: Taux de parasitisme (%) des pucerons recensés dans la région d'étude au cours de la période 2014 - 2016.

Pucerons	Plantes hôtes	Pucerons vivants	Momies	Taux de parasitisme
<i>A. illinoisensis</i>	<i>Vitis vinifera</i>	0	2	100
<i>A. lactucae</i>	<i>Lactuca serriola</i>	36	21	36,8
<i>A. acetosae</i>	<i>Rumex</i> sp.	134	321	70,5
<i>A. craccivora</i>	<i>Medicago sativa</i>	313	27	7,9
	<i>Medicago polymorpha</i>	88	63	41,7
Total		401	90	18,3
<i>A. davletshinae</i>	<i>Malva parviflora</i>	52	4	7,1
<i>A. fabae</i>	<i>Solanum nigrum</i>	334	955	74,1
	<i>Chenopodium murale</i>	83	18	17,8
	<i>Chenopodium album</i>	149	32	17,7
	<i>Portulaca oleracea</i>	24	8	25
Total		590	1013	63,2
<i>A. gossypii</i>	<i>Malus domestica</i>	186	33	15,1
	<i>Pyrus communis</i>	234	61	20,7
Total		420	94	18,3
<i>A. pommi</i>	<i>Malus domestica</i>	63	3	4,5
<i>A. punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	981	569	36,7
<i>A. rumicis</i>	<i>Rumex</i> sp.	10	6	37,5
<i>A. spiraeicola</i>	<i>Citrus limonum</i>	4	26	86,7
<i>A. umbrella</i>	<i>Malva parviflora</i>	36	2	5,3
<i>B. helichrysi</i>	<i>Cynoglossum creticum</i>	10	1	9,1
<i>B. rumexicolens</i>	<i>Rumex</i> sp.	12	1	7,7
<i>C. inulae</i>	<i>Dittrichia viscosa</i>	1479	698	32,1
<i>D. plantaginea</i>	<i>Malus domestica</i>	21	15	41,7
<i>H. foeniculi</i>	<i>Rubia tinctorum</i>	138	17	11
<i>H. pruni</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	136	6	4,2

Suite tableau 12				
<i>H. lactucae</i>	<i>Taraxacum officinale</i>	4	2	33,3
	<i>Sonchus oleraceus</i>	603	150	19,9
	Total	607	152	20
<i>M. dirhodum</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	164	23	12,3
<i>M. persicae</i>	<i>Lepidium draba</i>	78	113	59,2
<i>O. inulae</i>	<i>Dittrichia viscosa</i>	188	121	39,2
<i>R. maidis</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	407	181	30,8
<i>S. avenae</i>	<i>Avena sativa</i>	46	21	31,3
<i>T. langloisi</i>	<i>Coronilla scorpioides</i>	2	3	60
Tous des momies	<i>Taraxacum officinale</i>	0	47	100
Tous des momies	<i>Hordeum vulgare</i>	0	3	100
Tous des momies	<i>Launaea nudicaulis</i>	0	8	100
Tous des momies	<i>Polygonum aviculare</i>	0	8	100
Tous des momies	<i>Dittrichia viscosa</i>	0	44	100
Tous des momies	<i>Rumex sp.</i>	0	2	100
Tous des momies	<i>Sonchus oleraceus</i>	0	19	100
Tous des momies	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0	2	100
Tous des momies	<i>Vicia sativa</i>	0	1	100
Tous des momies	<i>Vicia faba</i>	0	13	100
Tous des momies	<i>Lactuca sativa</i>	0	3	100
Tous des momies	<i>Malus domestica</i>	0	9	100
<i>U. ambrosiae</i>	<i>Taraxacum officinale</i>	729	328	31
<i>U. compositae</i>	<i>Centaurea sp.</i>	79	9	10,2
	<i>Onoropodum macracanthum</i>	360	135	27,3
	Total	439	144	24,7
<i>U. sonchi</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>	982	374	27,6

D'après les résultats obtenus, les taux de parasitisme enregistrés sur les différentes espèces de pucerons échantillonnées est compris entre 4,2% et 100%.

A la lumière de ces résultats, il est déduit que ce taux varié en fonction des espèces aphidiennes et des plantes hôtes. Cela est très clair chez plusieurs espèces aphidiennes, notamment, dans le cas d'*A. craccivora* qui est plus parasité lorsqu'il est installé sur *Medicago polymorpha* (41,7%), comparativement à *Medicago sativa* (7,9%). C'est le cas également d'*A. fabae* qui est plus parasité lorsqu'il est associé à *Solanum nigrum* (74,1 %) comparativement à *Chenopodium murale* (17,8%), *Chenopodium album* (17,7%) et *Portulaca oleracea* (25%).

3.5.2. Discussion

Les résultats obtenus montrent que le succès parasitaire est déterminé par l'espèce aphidienne, la fitness du parasitoïde et les caractéristiques écologiques de l'habitat. Afin d'évaluer l'impact parasitaire sur la dynamique des populations des pucerons, il faut analyser le comportement des deux partenaires (parasitoïde et puceron hôte), ainsi que, les caractéristiques écologiques des niches occupées (Hemidi, 2013). Les espèces de parasitoïdes ayant la meilleure fitness vont donner plus de descendants (Herve, 2010). Chez les

parasitoïdes, la sélection de l'hôte a une influence critique sur le taux final de parasitisme. Les femelles doivent choisir l'hôte présentant la meilleure qualité alimentaire pour leur descendance. Ce choix est crucial parce qu'il détermine la fitness de la femelle (**Herve, 2010**).

Les parasitoïdes localisent et sélectionnent les hôtes en réduisant progressivement la zone à prospecter, via une série d'étapes comportementales qui englobe l'emplacement de l'habitat de l'hôte, la localisation de l'hôte, l'acceptation de l'hôte, l'adéquation de l'hôte et enfin la régulation de l'hôte (**Glinwood, 1998**). Dans ce processus, l'utilisation d'indices olfactifs, visuels, tactiles et autres, sont particulièrement importants. Ces indices sont directs, émis par les hôtes potentiels; ou indirects, issus de l'habitat de l'hôte (**Dion, 2011**). Dans cette étude, il est constaté que l'association « aphide - plante hôte » joue un rôle primordiale dans le choix et le succès parasitaire des parasitoïdes, qui sont conditionnés par la nature des indices chimiques émis par chaque association trophique. Cela explique la différence entre les taux de parasitisme des espèces aphidiennes qui partagent les mêmes hôtes. **Rehman & Powell (2010)**, ont insisté sur le rôle qui peut être joué par les synomones d'origine végétale sur le choix des femelles des parasitoïdes.

Le succès parasitaire se trouve affecté également par l'espèce aphidienne. La taille de la population aphidienne est l'un des facteurs qui peuvent influencer le choix et le temps de séjours des parasitoïdes dans la colonie. Plusieurs auteurs ont constaté que le taux de parasitisme le plus élevé est obtenu chez les populations aphidiennes les plus denses (**Thies et al., 2005 ; Vàsquez et al., 2006 ; Duchovskienè & Raudonis, 2008 ; Mahmoudi et al., 2010**), mais ce n'est pas le cas pour cette étude, où il est constaté que les taux de parasitisme les plus élevés ne sont pas forcément enregistrés chez les populations les plus denses.

En général, dans cette étude, le taux de parasitisme est compris entre 4,2 et 100 %. Fougroux *et al.* (1988) cités par **Glinwood (1998)**, ont constaté que dans les champs des céréales avec des taux de parasitisme de l'ordre de 20% au début de la saison, leurs niveaux d'infestation par les pucerons sont restés inférieurs au seuil de nuisibilité tout au long du cycle de la culture.

Afin de résister à leurs ennemis naturels, les aphides ont développé plusieurs stratégies. Parmi celles-ci, il y a lieu de citer la production des ailés afin de se disperser très loin des habitats où les parasitoïdes sont présents (**Sloggett & Weisser, 2002**). Il a été remarqué également que juste après l'arrivée d'un parasitoïde au sein d'une colonie, les pucerons commencent à émettre une phéromone d'alarme à travers leurs cornicules afin d'alerter

l'ensemble des individus. Pour se défendre, les aphides alertés pratiquent des mouvements brusques et synchronisées afin de faire éloigner l'intrant. Certains individus alertés se laissent même tomber par terre afin de s'échapper aux parasitoïdes (**Chow & Mackauer, 1999; Villagra et al., 2002 ; Rehman & Powell, 2010**). Ces stratégies d'évitement développées par les pucerons contre leurs ennemis naturels peuvent réduire d'après **Villagra et al. (2002)**, le parasitisme de 33 à 50%.

Une autre forme de défense des pucerons contre leurs parasitoïdes est liée à la présence d'endo-symbiontes protecteurs. Ces symbiontes, qui sont des bactériens facultatives, jouent un rôle primordial dans la capacité de l'hôte à mettre en échec la virulence du parasitoïde (**Guay, 2009 ; Rouchet, 2012 ; Vorburger et al., 2013 ; Martinez et al., 2016 ; Vorburger & Rouchet, 2016**).

La présence au sein de la même colonie d'aphides des parasitoïdes différents peut créer une concurrence interspécifique. Plusieurs chercheurs, entre autres, **Kavallieratos et al. (2005) ; Mahmoudi et al. (2010)**, ont mis en évidence que cette compétition interspécifique diminue le taux de parasitisme et la perfection des organes sensoriels des femelles lors de la phase de recherche de l'hôte. Ce phénomène était fréquent dans la région.

La nature du paysage oasien par sa biodiversité et sa structure, peut avoir une action sur l'activité parasitaire. A l'exception d'*A. pomi* et d'*H. pruni*, il est constaté que les espèces aphidiennes associées aux arbres fruitiers et aux cultures céréalières étaient moyennement ou fortement parasitées. Apparemment, la diversité du cortège floristique au sein de cet agro-système a affecté positivement l'activité parasitaire. Les plantes spontanées présentes ont assuré d'une part le rôle d'hôtes alternatifs et d'autre part une source de ré-infestation précoce des cultures par ces auxiliaires. Parmi les pucerons spécifiques aux plantes spontanées et qui ont servi de nourriture de substitution aux parasitoïdes, il y a *A. acetosae*, *U. sonchi*, *T. langloisi*, *C. inulae*. Ces pucerons ont été trouvées sur *D. viscosa*, *Rumex* sp., *C. scorpioides*, *S. oleraceus*, *O. macroanthum* et *L. draba*. Il est à noter que les adultes des parasitoïdes sont nectarifères et peuvent exploiter entre autres ces plantes spontanées.

Plusieurs auteurs ont soulevé l'importance de l'aménagement de la flore spontanée associée aux plantes cultivées (**Chaubet, 1992 ; Alteiri & Rogé, 2010 ; Alhmedi & Beliën, 2015**). Si ces plantes sont bien choisies (qualité et quantité) peuvent avoir un effet dépressif sur les populations des bio-agresseurs suite à leur effet positif sur la faune auxiliaire.

Par ailleurs, il est à signaler que les conditions microclimatiques au sein d'un habitat peuvent également affecter le succès parasitaire. Plusieurs auteurs (**Hercus & Hoffmann, 2000 ; Pelletier, 2003; Jervis *et al.*, 2005; Suderland *et al.*, 2005, Berger *et al.*, 2008 ; Dieckhoff & Heimpel, 2010**) ont fait ressortir l'importance surtout de la température dans la régulation des populations des insectes, surtout des parasitoïdes. Comparativement au milieu ambiant et aux autres types de cultures de plein champ pratiqués à Biskra, l'écosystème oasien est considéré comme le plus propice au développement de cette faune auxiliaire.

3.6. Taux d'émergence

3.6.1. Résultats

Les valeurs concernant le taux d'émergence des parasitoïdes rencontrés dans les oasis de la région de Biskra sont représentées sur le **tableau 13**.

A partir d'un nombre total de 4508 momies rencontrées, 1863 momies ont pu émerger, soit un taux d'émergence de 41,33 %. Ce taux est compris entre 0 % et 100 % (**Tableau 13**).

Tableau 13: Taux d'émergence (%) des momies rencontrées dans les oasis de la région de Biskra entre 2014 et 2016.

Pucerons	Plantes hôtes	Nombre de momies		Taux d'émergence	Parasitoïdes	Nombre	Taux d'émergence
		Total	Emergés				
<i>A. illinoisensis</i>	<i>V. vinifera</i>	2	1	50	<i>D. rapae</i>	1	50
<i>A. lactucae</i>	<i>L. serriola</i>	21	13	61,9	<i>A. funebris</i>	1	4,76
					<i>P. volucre</i>	1	4,76
					<i>A. ervi</i>	1	4,76
					Hyperparasitoïdes	10	47,62
<i>A. acetosae</i>	<i>Rumex</i> sp.	321	188	58,57	<i>A. matricariae</i>	1	0,31
					<i>L. testaceipes</i>	185	57,63
					<i>Praon</i> sp.3	1	0,31
					Hyperparasitoïdes	1	0,31
<i>A. craccivora</i>	<i>M. sativa</i>	27	16	59,26	<i>L. fabarum</i>	11	40,74
					<i>A. ervi</i>	2	7,41
	<i>M. polymorpha</i>	63	39	61,9	Hyperparasitoïdes	3	11,11
					<i>L. testaceipes</i>	5	7,94
<i>A. davletshinae</i>	<i>M. parviflora</i>	4	3	75	Hyperparasitoïdes	34	53,97
					Hyperparasitoïdes	3	75
<i>A. fabae</i>	<i>S. nigrum</i>	955	74	7,75	<i>L. confusus</i>	49	5,13
					<i>L. testaceipes</i>	14	1,47
					Hyperparasitoïdes	11	1,15
	<i>C. murale</i>	18	11	61,11	<i>L. testaceipes</i>	9	50
					Hyperparasitoïdes	2	11,11
	<i>C. album</i>	32	7	21,88	<i>L. fabarum</i>	6	18,75
					<i>L. testaceipes</i>	1	3,13
	<i>P. oleracea</i>	8	4	50	<i>L. testaceipes</i>	3	37,5
Hyperparasitoïdes					1	12,5	

Suite tableau 13

<i>A. gossypii</i>	<i>M. domestica</i>	33	19	57,58	<i>L. testaceipes</i>	19	57,58
	<i>P. communis</i>	61	41	67,21	<i>A. matricariae</i>	4	6,56
<i>A. pommi</i>	<i>M. domestica</i>	3	3	100	<i>L. testaceipes</i>	28	45,9
					Hyperparasitoïdes	9	14,75
					<i>A. matricariae</i>	3	100
<i>A. punicae</i>	<i>P. granatum</i>	569	302	53,08	<i>B. angelicae</i>	14	2,46
					<i>A. colemani</i>	4	0,7
					<i>L. testaceipes</i>	248	43,59
					Hyperparasitoïdes	36	6,33
<i>A. rumicis</i>	<i>Rumex sp.</i>	6	4	66,67	<i>B. angelicae</i>	2	33,33
					<i>A. matricariae</i>	1	16,67
					Hyperparasitoïdes	1	16,67
<i>A. spiraeicola</i>	<i>C. limonum</i>	26	2	7,69	Hyperparasitoïdes	2	7,69
<i>A. umbrella</i>	<i>M. parviflora</i>	2	0	0	0	0	0
<i>B. helichrysi</i>	<i>C. creticum</i>	1	0	0	0	0	0
<i>B. rumexicolens</i>	<i>Rumex sp.</i>	1	1	100	<i>A. matricariae</i>	1	100
<i>C. inulae</i>	<i>D. viscosa</i>	698	294	42,12	<i>E. niger</i>	124	17,77
					<i>A. matricariae</i>	47	6,73
					<i>A. funebris</i>	39	5,59
					<i>A. sonchi</i>	57	8,17
					<i>Praon sp.2</i>	1	0,14
					<i>L. fabarum</i>	4	0,57
					Hyperparasitoïdes	22	3,15
<i>D. plantaginea</i>	<i>M. domestica</i>	15	4	26,67	<i>L. testaceipes</i>	1	6,67
					Hyperparasitoïdes	3	20
<i>H. foeniculi</i>	<i>R. tinctorum</i>	17	3	17,65	<i>Binodoxys sp.</i>	3	17,65
<i>H. pruni</i>	<i>P. armeniaca</i>	6	2	33,33	<i>A. colemani</i>	2	33,33
	<i>T. officinale</i>	2	2	100	<i>P. volucre</i>	1	50
<i>H. lactucae</i>	<i>S. oleraceus</i>	150	86	57,33	<i>A. funebris</i>	1	50
					<i>P. volucre</i>	5	3,33
					<i>P. yomenae</i>	3	2
					<i>A. funebris</i>	47	31,33
					<i>A. sonchi</i>	2	1,33
					<i>A. mali</i>	1	0,67
					Hyperparasitoïdes	28	18,67
					<i>A. matricariae</i>	7	30,43
<i>M. dirhodum</i>	<i>H. vulgare</i>	23	9	39,13	<i>D. rapae</i>	1	4,35
					Hyperparasitoïdes	1	4,35
					<i>D. rapae</i>	70	61,95
<i>M. persicae</i>	<i>L. draba</i>	113	75	66,37	Hyperparasitoïdes	5	4,42
					<i>E. niger</i>	9	7,44
<i>O. inulae</i>	<i>D. viscosa</i>	121	65	53,72	<i>A. matricariae</i>	54	44,63
					Hyperparasitoïdes	2	1,65
					<i>D. rapae</i>	6	3,31
					<i>L. fabarum</i>	1	0,55
<i>R. maidis</i>	<i>H. vulgare</i>	181	27	14,92	<i>L. testaceipes</i>	1	0,55
					<i>A. ervi</i>	4	2,21
					Hyperparasitoïdes	15	8,29
					<i>A. matricariae</i>	1	4,76
					Hyperparasitoïdes	1	4,76
<i>T. langloisi</i>	<i>C. scorpioides</i>	3	2	66,67	<i>A. ervi</i>	1	33,33
					<i>A. funebris</i>	1	33,33

Suite tableau 13

Tous des momies	<i>T. officinale</i>	47	13	27,66	<i>A. funebris</i>	1	2,13
					<i>A. matricariae</i>	1	2,13
					Hyperparasitoïdes	11	23,4
Tous des momies	<i>H. vulgare</i>	3	3	100	<i>D. rapae</i>	2	66,67
					<i>A. funebris</i>	1	33,33
Tous des momies	<i>L. nudicaulis</i>	8	5	62,5	<i>A. matricariae</i>	3	37,5
					<i>A. ervi</i>	1	12,5
					Hyperparasitoïdes	1	12,5
Tous des momies	<i>P. aviculara</i>	8	8	100	<i>A. ervi</i>	3	37,5
					<i>A. funebris</i>	2	25
					Hyperparasitoïdes	3	37,5
Tous des momies	<i>D. viscosa</i>	44	5	11,36	<i>A. matricariae</i>	5	11,36
Tous des momies	<i>Rumex</i> sp.	2	1	50	<i>L. testaceipes</i>	1	50
Tous des momies	<i>S. oleraceus</i>	19	8	42,11	<i>P. volucre</i>	1	5,26
					<i>A. funebris</i>	1	5,26
					Hyperparasitoïdes	6	31,58
Tous des momies	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2	1	50	<i>A. ervi</i>	1	50
Tous des momies	<i>V. sativa</i>	1	0	0	0	0	0
Tous des momies	<i>V. faba</i>	13	8	61,54	<i>A. ervi</i>	8	61,54
Tous des momies	<i>L. sativa</i>	3	2	66,67	<i>L. testaceipes</i>	1	33,33
					<i>A. matricariae</i>	1	33,33
Tous des momies	<i>M. domestica</i>	9	4	44,44	<i>A. matricariae</i>	4	44,44
					<i>A. matricariae</i>	3	0,91
					<i>A. funebris</i>	134	40,85
<i>U. ambrosiae</i>	<i>T. officinale</i>	328	178	54,27	<i>A. ervi</i>	6	1,83
					<i>P. yomenae</i>	1	0,3
					<i>Praon</i> sp.1	2	0,61
					Hyperparasitoïdes	32	9,76
<i>U. compositae</i>	<i>Centaurea</i> sp.	9	6	66,67	<i>P. yomenae</i>	5	55,56
					<i>A. colemani</i>	1	11,11
	<i>O. macracanthum</i>	135	99	73,33	<i>P. yomenae</i>	89	65,93
					Hyperparasitoïdes	10	7,41
					<i>A. ervi</i>	4	1,07
<i>U. sonchi</i>	<i>S. oleraceus</i>	374	223	59,63	<i>A. funebris</i>	73	19,52
					<i>A. matricariae</i>	11	2,94
					Hyperparasitoïdes	135	36,1

3.6.2. Discussion

Afin d'évaluer le succès reproductif des parasitoïdes et leur niveau d'adaptation aux conditions environnantes dans le paysage oasien de la région de Biskra, le taux d'émergence des parasitoïdes rencontrés dans la région d'étude a été évalué. Il est remarqué que comparativement aux autres travaux réalisés dans la région de Biskra dans les milieux urbains, cultivés et naturels respectivement par **Hemidi (2013)**, **Halimi (2010)** et **Tahah Chaouche (2010)**, les taux d'émergence enregistrés dans le système oasien sont plus élevés. Il est probable que la nature du paysage, caractérisée par sa richesse floristique et ses

conditions micro-climatiques particulières, est plus favorable au développement de la faune aphidienne et leurs parasitoïdes.

Parmi les autres facteurs biotiques qui déterminent le succès parasitaire, il y a le niveau de virulence du parasitoïde ainsi que le pouvoir immunitaire du puceron. D'après **Moreau (2003)**, le succès de développement de la larve du parasitoïde dans la cavité du puceron dépend de leur limite de pathogénicité. L'auteur ajoute que cette pathogénicité est définie par les différentes stratégies de virulence adoptées par le parasitoïde face aux contraintes physiologiques imposées par le système immunitaire de l'hôte afin d'optimiser la survie de l'œuf ou de la larve.

Ce succès reproductif des parasitoïdes dépend aussi de la sélection des hôtes appropriés pour le développement de leur progénitures (**Rehman & Powell, 2010**). Ce choix est déterminé par la taille et la qualité nutritionnelle de l'hôte. Généralement, dans cette étude, il est remarqué que tous les stades évolutifs des pucerons, entre autres, les adultes, sont parasités. D'après Stary (1988) cité par **Matin et al. (2009)**, les Aphidiides présentent des préférences à l'égard des stades de leurs hôtes. En cas d'obligation, ils s'attaquent à tous les stades, mais ils expriment une préférence au 2^{ème} et 3^{ème} stade.

Le taux d'émergence des parasitoïdes se trouve influencé également par plusieurs autres facteurs, entre autres, l'hyper-parasitisme, la compétition (intra et interspécifique), la prédation des stades parasités et les facteurs abiotiques. Il est constaté que l'hyper-parasitisme a affecté sensiblement le taux d'émergence des populations des parasitoïdes primaires surtout pendant la fin de saison. D'après **Buintinhuis (2004)**, les hyper-parasitoïdes peuvent influencer les populations des parasitoïdes primaires soit d'une façon directe (mortalité) ou indirectement en perturbant leur comportement de recherche et de parasitisme.

La compétition intra et inter-spécifique des parasitoïdes primaires peut également perturber le comportement de recherche et de sélection des hôtes convenables. Par ailleurs, les prédateurs, qui mangent à la fois les pucerons sains et parasités, participent également à la réduction des effectifs des parasitoïdes primaires. **Colfer & Rosenheim (2001)**, ont remarqué lors d'une étude au laboratoire que la coccinelle aphidiphage *Hippodamia convergens* a consommé entre 98 à 100 % des momies trouvées parmi les colonies aphidiennes.

Les facteurs abiotiques ont une influence majeure sur le taux d'émergence des parasitoïdes, notamment, la température. Il est constaté que les taux d'émergence les plus

faibles sont obtenus chez les momies collectées durant la période chaude de l'année (à partir de la fin Mai). Généralement les parasitoïdes ne peuvent pas tolérer les températures extrêmes et meurent généralement avant leur émergence (Jervis *et al.*, 2005).

3.7. Sex-ratio

3.7.1. Résultats

D'après les résultats (Tableau 14 et Figure 18), les populations des parasitoïdes obtenus sont mixtes, mais dans la plupart des cas les femelles sont les plus dominantes.

Tableau 14 : La sex-ratio des parasitoïdes primaires rencontrés dans les oasis de la région de Biskra entre 2014 et 2016.

Parasitoïdes	Pucerons	Plantes	Total	Mâles	Femelles	Sex-ratio
<i>A. mali</i>	<i>H. lactucae</i>	<i>S. oleraceus</i>	1	0	1	0,00
	<i>U. ambrosiae</i>	<i>T. officinale</i>	6	5	1	5,00
	Tous des momies	<i>C. bursa-pastoris</i>	1	0	1	0,00
	<i>R. maidis</i>	<i>H. vulgare</i>	4	3	1	3,00
	Tous des momies	<i>V. faba</i>	8	3	5	0,60
	<i>U. sonchi</i>	<i>S. oleraceus</i>	4	3	1	3,00
<i>A. ervi</i>	<i>T. langloisi</i>	<i>C. scorpioides</i>	1	0	1	0,00
	Tous des momies	<i>P. aviculara</i>	3	2	1	2,00
	<i>A. lactucae</i>	<i>L. serriola</i>	1	1	0	/
	Tous des momies	<i>L. nudicaulis</i>	1	1	0	/
	<i>A. craccivora</i>	<i>M. sativa</i>	2	1	1	1,00
	Total		31	19	12	1,58
	<i>U. ambrosiae</i>	<i>T. officinale</i>	142	73	69	1,06
	<i>H. lactucae</i>	<i>S. oleraceus</i>	47	25	22	1,14
	Tous des momies	<i>H. vulgare</i>	1	1	0	/
	Tous des momies	<i>T. officinale</i>	1	0	1	0,00
	<i>C. inulae</i>	<i>D. viscosa</i>	9	5	4	1,25
<i>A. funebris</i>	<i>O. inulae</i>	<i>D. viscosa</i>	30	15	15	1,00
	<i>U. sonchi</i>	<i>S. oleraceus</i>	65	24	41	0,59
	Tous des momies	<i>S. oleraceus</i>	1	0	1	0,00
	<i>H. lactucae</i>	<i>T. officinale</i>	1	1	0	/
	<i>A. lactucae</i>	<i>L. serriola</i>	1	0	1	0,00
	<i>Th. langloisi</i>	<i>C. scorpioides</i>	1	0	1	0,00
	Tous des momies	<i>P. aviculara</i>	2	0	2	0,00
	Total		301	144	157	0,92
<i>A. colemani</i>	<i>H. pruni</i>	<i>P. armeniaca</i>	2	1	1	1,00
	<i>A. punicae</i>	<i>P. granatum</i>	4	2	2	1,00
	<i>U. compositae</i>	<i>Centaurea</i> sp.	1	1	0	/
	Total		7	4	3	1,33
	<i>C. inulae</i>	<i>D. viscosa</i>	47	15	32	0,47
	<i>O. inulae</i>	<i>D. viscosa</i>	53	12	41	0,29
	<i>A. rumicis</i>	<i>Rumex</i> sp.	1	0	1	0,00
	<i>B. rumexicolens</i>	<i>Rumex</i> sp.	1	1	0	/
	<i>A. acetosae</i>	<i>Rumex</i> sp.	1	0	1	0,00
<i>A. matricariae</i>	<i>U. ambrosiae</i>	<i>T. officinale</i>	3	1	2	0,50
	<i>S. avenae</i>	<i>A. sativa</i>	1	0	1	0,00

		Suite tableau 14				
	Tous des momies	<i>T. officinale</i>	1	1	0	/
	Tous des momies	<i>D. viscosa</i>	4	3	1	3,00
	<i>M. dirhodum</i>	<i>H. vulgare</i>	7	1	6	0,17
	<i>A. gossypii</i>	<i>P. communis</i>	4	2	2	1,00
	Tous des momies	<i>M. domestica</i>	4	1	3	0,33
	<i>A. pomi</i>	<i>M. domestica</i>	3	3	0	/
	Tous des momies	<i>D. viscosa</i>	2	1	1	1,00
	<i>U. sonchi</i>	<i>S. oleraceus</i>	11	4	7	0,57
	Tous des momies	<i>L. nudicaulis</i>	3	2	1	2,00
	Tous des momies	<i>L. sativa</i>	1	0	1	0,00
	Total		147	47	100	0,47
<i>A. sonchi</i>	<i>H. lactucaae</i>	<i>S. oleraceus</i>	2	1	1	1,00
	<i>C. inulae</i>	<i>D. viscosa</i>	57	19	38	0,50
	Total		59	20	39	0,51
<i>B. angelicae</i>	<i>A. rumicis</i>	<i>Rumex sp.</i>	2	0	2	0,00
	<i>A. punicae</i>	<i>P. granatum</i>	14	4	10	0,40
	Total		16	4	12	0,33
<i>Binodoxys sp.</i>	<i>H. foeniculi</i>	<i>R. tinctorum</i>	3	2	1	2,00
	<i>R. maidis</i>	<i>H. vulgare</i>	6	5	1	5,00
	<i>M. persicae</i>	<i>L. draba</i>	70	23	47	0,49
<i>D. rapae</i>	<i>M. dirhodum</i>	<i>H. vulgare</i>	1	0	1	0,00
	Tous des momies	<i>H. vulgare</i>	2	0	2	0,00
	<i>A. illinoisensis</i>	<i>V. vinifera</i>	1	1	0	/
	Total		83	29	51	0,57
<i>E. niger</i>	<i>C. inulae</i>	<i>D. viscosa</i>	124	38	86	0,44
	<i>O. inulae</i>	<i>D. viscosa</i>	9	2	7	0,29
	Total		133	40	93	0,43
<i>L. confusus</i>	<i>A. fabae</i>	<i>S. nigrum</i>	49	19	30	0,63
	<i>R. maidis</i>	<i>H. vulgare</i>	1	1	0	/
<i>L. fabarum</i>	<i>A. fabae</i>	<i>C. album</i>	6	0	6	0,00
	<i>A. craccivora</i>	<i>M. sativa</i>	11	0	11	0,00
	<i>C. inulae</i>	<i>D. viscosa</i>	4	0	4	0,00
	Total		22	1	21	0,05
	<i>A. punicae</i>	<i>P. granatum</i>	237	79	158	0,50
	<i>R. maidis</i>	<i>H. vulgare</i>	1	1	0	/
	<i>A. acetosae</i>	<i>Rumex sp.</i>	185	82	103	0,80
	Tous des momies	<i>Rumex sp.</i>	1	0	1	0,00
	<i>A. gossypii</i>	<i>M. domestica</i>	19	17	2	8,50
	<i>A. fabae</i>	<i>C. album</i>	1	0	1	0,00
<i>L. testaceipes</i>	<i>A. fabae</i>	<i>C. murale</i>	9	3	6	0,50
	<i>A. fabae</i>	<i>P. oleracea</i>	3	2	1	2,00
	<i>A. gossypii</i>	<i>P. communis</i>	28	14	14	1,00
	<i>D. plantaginea</i>	<i>M. domestica</i>	1	0	1	0,00
	<i>A. fabae</i>	<i>S. nigrum</i>	14	5	9	0,56
	<i>A. craccivora</i>	<i>M. polymorpha</i>	5	0	5	0,00
	Tous des momies	<i>L. sativa</i>	1	1	0	/
	Tous des momies	<i>V. agnus castus</i>	11	4	7	0,57
	Total		516	208	308	0,68
<i>Praon sp.1</i>	<i>U. ambrosiae</i>	<i>T. officinale</i>	2	2	0	/
<i>Praon sp.2</i>	<i>C. inulae</i>	<i>D. viscosa</i>	1	1	0	/
<i>Praon sp.3</i>	<i>A. acetosae</i>	<i>Rumex sp.</i>	1	1	0	/

Suite tableau 14						
<i>P. volucre</i>	<i>H. lactucae</i>	<i>S. oleraceus</i>	6	2	4	0,50
	<i>H. lactucae</i>	<i>T. officinale</i>	1	0	1	0,00
	<i>A. lactucae</i>	<i>L. serriola</i>	1	0	1	0,00
	Total		8	2	6	0,33
<i>P. yomenae</i>	<i>U. ambrosiae</i>	<i>T. officinale</i>	1	0	1	0,00
	<i>U. compositae</i>	<i>O. macracanthum</i>	89	28	61	0,46
	<i>U. compositae</i>	<i>Centaurea</i> sp.	5	1	4	0,25
	<i>H. lactucae</i>	<i>S. oleraceus</i>	3	1	2	0,50
	Total		98	30	68	0,44

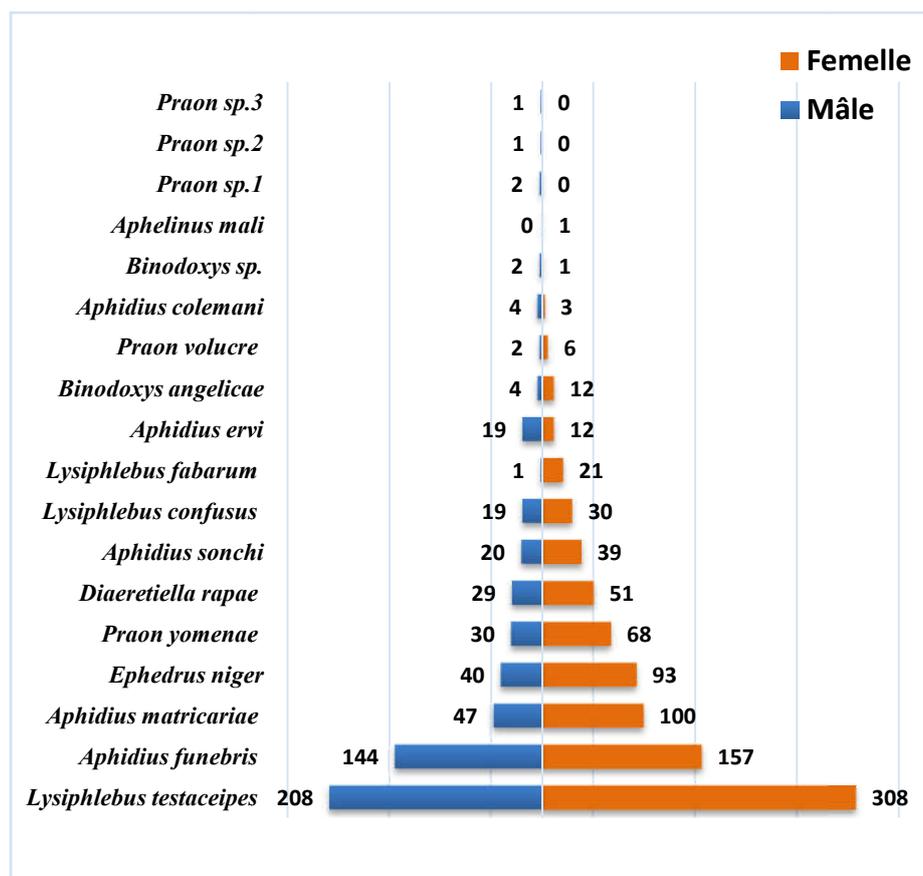


Figure 18 : La répartition du sexe selon l'espèce des parasitoïdes primaires rencontrés dans les oasis de la région de Biskra entre 2014 et 2016.

Afin de confirmer si la sex-ratio est significativement variable en fonction des espèces de parasitoïdes primaires rencontrées, un Test d'indépendance Khi - deux (χ^2) a été appliqué.

Les résultats ont confirmé que cette différence est très hautement significative ($P < 0,0001$) (Tableau 15).

Tableau 15: Test Khi-deux (χ^2) de l'indépendance entre le sexe de la descendance chez l'ensemble des espèces de parasitoïdes primaires rencontrés dans les oasis de Biskra au cours de la période d'étude.

Facteurs	Sex-ratio				
	Khi ² (Valeur observée)	Khi ² (Valeur critique)	DDL	p-value	Signification
Espèces de parasitoïdes	49.880	27.587	17	< 0,0001	***

*** : Très hautement significatif, seuil de signification $\alpha=0,05$

3.7.2. Discussion

Chez les organismes haplo-diploïdes, tels que, les Hyménoptères, la reproduction de type arrhénotoque est le mode le plus dominant (**Petrović *et al.*, 2015**). Les mâles se développent à partir d'œufs non fécondés, alors que, les femelles sont issues d'œufs fécondés. Le sexe de l'œuf est donc sous le contrôle comportemental direct de la femelle (**Jarošík *et al.*, 2003**). La reproduction asexuée (parthénogenèse thélytoque) est moins fréquente (**Petrović *et al.*, 2015**). Donc les femelles peuvent modifier le sexe de leur progéniture sous l'influence de plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques.

Parmi les facteurs intrinsèques qui peuvent déterminer la sex-ratio, il y a le parasitoïde lui-même. Il a été constaté que certaines espèces donnent plus de femelles quelque soit les conditions du milieu (**Andrade, 2013**). Il a été remarqué également que l'âge de la femelle du parasitoïde au moment de la ponte est déterminant. D'après Hofsvang & Hagvar, (1975b) et Hagvar & Hofsvang (1990) cités par **Matin *et al.* (2009)**, si la femelle est plus âgée, elle pond généralement des œufs non fécondés et par conséquent la progéniture sera à la faveur des mâles.

Parmi les facteurs extrinsèques, apparemment, la densité et la taille de l'hôte ainsi les conditions climatiques, sont très déterminantes. **Jarošík *et al.* (2003)**, ont remarqué que la progéniture des parasitoïdes est composée majoritairement de mâles si les pucerons hôtes sont de petites tailles. Par ailleurs, **Davidian (2009)**, a constaté que ce rapport varie en fonction des températures. **Matin *et al.* (2009)**, ont mentionné que la sex-ratio est à la faveur des mâles si les températures sont trop élevées.

3.8. Taux d'hyperparasitisme

3.8.1. Résultats

Le taux d'hyper-parasitisme enregistré dans les différents systèmes oasiens de la région de Biskra est compris entre 10,10 % et 100 %. Sur un nombre de 1070 momies, 388 ont donné naissance à des hyper-parasitoïdes, soit un pourcentage de 36,26 (Tableau 16). L'hyper-parasitoïde *P. aphidis*, est le plus présent (83%), suivi par *A. suspensus* (6,7%) et *S. aphidivorus* (5,93%) (Figure 19).

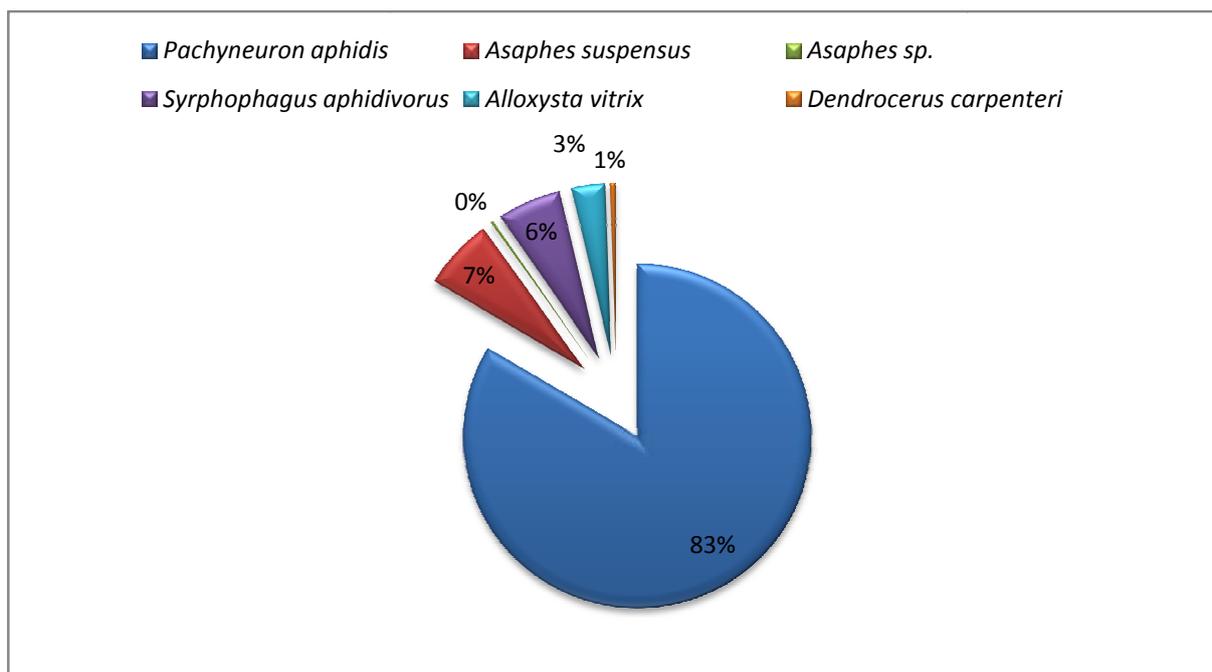


Figure 19: Importance des différentes espèces d'hyper-parasitoïdes rencontrés dans la région d'étude.

Tableau 16: Taux d'hyper-parasitisme enregistrés dans les différents systèmes oasiens de la région de Biskra entre 2014 et 2016.

Plantes	Pucerons	Momies émergées	Parasitoïdes primaires		Hyperparasitoïdes		Taux (%)
			Espèce	Nbr	Espèce	Nbr	
<i>P. granatum</i>	<i>A. punicae</i>	171	<i>B. angelicae</i> , <i>L. testaceipes</i>	148	<i>A. vitrix</i> , <i>P. aphidis</i>	36	21,05
<i>M. domestica</i>	<i>D. plantaginea</i>	4	<i>L. testaceipes</i>	1	<i>P. aphidis</i>	3	75,00
<i>P. communis</i>	<i>A. gossypi</i>	25	<i>L. testaceipes</i>	16	<i>P. aphidis</i>	9	36,00
<i>C. limonum</i>	<i>A. spiraecola</i>	2	Tous des hyper-parasitoïdes	0	<i>P. aphidis</i>	2	100,00
<i>H. vulgare</i>	<i>R. maidis</i>	27	<i>D. rapae</i> , <i>A. ervi</i> , <i>L. fabarum</i> , <i>L. testaceipes</i>	12	<i>P. aphidis</i>	15	55,56
	<i>M. dirhodum</i>	9	<i>A. matricariae</i> , <i>D. rapae</i>	8	<i>P. aphidis</i>	1	11,11

Suite tableau 16								
<i>A. sativa</i>	<i>S. avenae</i>	1	Tous des hyper-parasitoïdes	0	<i>P. aphidis</i>	1	100,00	
<i>M. sativa</i>	<i>A. craccivora</i>	8	<i>L. fabarum</i>	7	<i>Asaphes</i> sp.	1	12,50	
		2	Tous des hyper-parasitoïdes	0	<i>Pachyneuron aphidis</i>	2	100,00	
<i>M. polymorpha</i>	<i>A. craccivora</i>	39	<i>L. testaceipes</i>	5	<i>S. aphidivorus</i> , <i>P. aphidis</i>	34	87,18	
<i>D. viscosa</i>	<i>C. inulae</i>	207	<i>E. niger</i> , <i>A. matricariae</i> , <i>Praon</i> sp1, <i>A. sonchi</i> , <i>A. funebris</i>	185	<i>A. suspensus</i> , <i>D. carpenteri</i> , <i>P. aphidis</i> , <i>A. vitrix</i> , <i>S. aphidivorus</i>	22	10,63	
		19	<i>A. matricariae</i>	17	<i>Asaphes suspensus</i>	2	10,53	
<i>Rumex</i> sp.	<i>A. rumicis</i>	4	<i>B. angelicae</i> , <i>A. matricariae</i>	3	<i>D. carpenteri</i>	1	25,00	
		3	<i>A. matricariae</i> , <i>Praon</i> sp3	2	<i>P. aphidis</i>	1	33,33	
<i>T. officinale</i>	<i>U. ambrosiae</i>	128	<i>A. matricariae</i> , <i>A. funebris</i>	96	<i>A. suspensus</i> , <i>P. aphidis</i> , <i>A. vitrix</i>	32	25	
		Tous des momies	12	<i>A. matricariae</i>	1	<i>P. aphidis</i>	11	91,67
<i>S. oleraceus</i>	<i>H. lactucae</i>	46	<i>A. funebris</i> , <i>A. sonchi</i>	18	<i>P. aphidis</i> , <i>A. vitrix</i>	28	60,87	
		Tous des momies	8	<i>A. funebris</i> , <i>P. volucre</i>	2	<i>A. vitrix</i> , <i>P. aphidis</i> , <i>A. suspensus</i>	6	75,00
		<i>U. sonchi</i>	183	<i>A. funebris</i> , <i>A. matricariae</i> , <i>A. ervi</i>	48	<i>P. aphidis</i> , <i>S. aphidivorus</i>	135	73,77
<i>S. nigrum</i>	<i>A. fabae</i>	8	Tous des hyper-parasitoïdes	0	<i>P. aphidis</i>	8	100,00	
		17	<i>L. testaceipes</i>	14	<i>P. aphidis</i>	3	17,65	
<i>L. draba</i>	<i>M. persicae</i>	5	Tous des hyper-parasitoïdes	0	<i>A. suspensus</i> , <i>P. aphidis</i>	5	100,00	
<i>O. macracanthum</i>	<i>U. compositae</i>	99	<i>P. yomenae</i>	89	<i>P. aphidis</i> , <i>A. suspensus</i>	10	10,10	
<i>C. murale</i>	<i>A. fabae</i>	11	<i>L. testaceipes</i>	9	<i>A. vitrix</i> , <i>P. aphidis</i>	2	18,18	
<i>P. oleracea</i>	<i>A. fabae</i>	4	<i>L. testaceipes</i>	3	<i>P. aphidis</i>	1	25,00	
<i>M. parviflora</i>	<i>A. davletshinae</i>	3	Tous des hyper-parasitoïdes	0	<i>A. vitrix</i> , <i>S. aphidivorus</i>	3	100,00	
<i>L. serriola</i>	<i>A. lactucae</i>	6	<i>A. funebris</i> , <i>P. volucre</i>	2	<i>P. aphidis</i>	4	66,66	
		7	<i>A. ervi</i>	1	<i>P. aphidis</i>	6	85,71	
<i>L. nudicaulis</i>	Tous des momies	4	<i>A. matricariae</i>	3	<i>P. aphidis</i>	1	25,00	
<i>P. aviculara</i>	Tous des momies	8	<i>A. ervi</i> , <i>A. funebris</i>	5	<i>P. aphidis</i> , <i>A. suspensus</i>	3	37,50	
Total		1070	Total	688	Total	388	36,26	

3.8.2. Discussion

Le taux d'hyper-parasitisme est un paramètre très important pour évaluer la capacité de régulation des populations des parasitoïdes primaires. L'hyper-parasitisme a été étudié par

plusieurs auteurs, entre autre, **Buitenhuis (2004)** ; **Härri *et al.* (2008)** ; **Davidian (2009)** ; **Talebi *et al.* (2009)**.

Lors de cette étude, ont a enregistré une grande divergence dans les taux d'hyper-parasitismes, et que les taux d'hyper-parasitisme les plus importants sont enregistrés parmi les populations de parasitoïdes primaires dont le nombre ne dépasse pas 8 individus. Les différences enregistrées peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, en particulier, l'habitat, les conditions climatiques de l'année, la plante, le puceron hôte et le parasitoïde primaire.

Plusieurs auteurs ont mis l'accent sur l'importance des conditions climatique sur l'activité des hyper-parasitoïdes. Il a été remarqué que l'activité la plus importante s'observe surtout en fin de saison durant les périodes de fortes chaleurs (**Makauer & Völkl, 2005** ; **Davidian 2009**), notamment, au moment de l'effondrement des colonies aphidiennes suite à la sénescence des plantes hôtes et la diminution de leur qualité alimentaire (**Lohaus *et al.*, 2013**). Il a été remarqué lors de cette étude que les hyper-parasitoïdes n'ont pas réduit l'action positive des parasitoïdes primaires par le fait que leur apparition été très tardive. Effectivement **Glinwood (1998)** a mentionné que l'impact des hyper-parasitoïdes n'est pas encore claire, d'autant plus, que leur activité majeur semble se produire tard dans la saison, alors que, les parasitoïdes pucerons ont leur plus grand effet en tant qu'agents de contrôle au début de la saison.

Les résultats obtenus lors de cette étude ont démontré également que le taux d'hyper-parasitisme est affecté par la plante hôte. A titre d'exemple, sur *S. oleraceus*, ce taux était très élevé quelques soient les associations trophiques formées, contrairement, à *D. viscosa*.

Lors de cette étude, il est constaté que les ecto-hyper-parasitoïdes (Pteromalidae) sont les mieux représentés (90,98 %). Les endo- hyper-parasitoïdes (Alloxystidae) ne représentent que 3,09%. *P. aphidis* (Pteromalidae) est le plus abondant (83,51%). Cette dominance peut être attribuée à la biologie de certaines espèces. Par exemple les espèces du genre *Asaphes* (Pteromalidae) se caractérisent par une grande fécondité et une longévité importante comparativement aux espèces des genres *Dendrocerus* (Megaspidae), *Alloxyta* (Alloxystidae) et *Syrphophagus* (Encyrtidae) (**Buitenhuis, 2004**). Par ailleurs, les Pteromalidae sont plus généralistes (**Daniel & Sullivan, 1972**).

3.9. Spécificité parasitaire

3.9.1. Résultats

Dans le **tableau 17**, les Hyménoptères parasitoïdes primaires sont classés en généralistes ou spécialistes en fonction de l'importance de la gamme de leurs hôtes.

D'après les résultats obtenus, il apparaît que certaines espèces possèdent un spectre d'hôtes assez large comme le cas d'*A. ervi*, *A. funebris*, *A. matricariae* et *L. testaceipes*. Alors que, d'autres espèces sont spécifiques et elles ne sont attirées que par des pucerons hôtes bien déterminées. C'est le cas d'*A. mali*, *L. confusus* et *P. volucre*.

Avec 10 pucerons hôtes, *A. matricariae*, s'est montré le plus généraliste. Par ailleurs, il est remarqué que les parasitoïdes spécifiques sont légèrement dominants dans la région d'étude. Plusieurs interactions pucerons-parasitoïdes primaires enregistrées dans l'écosystème oasien de la région de Biskra, sont nouvelles pour la littérature.

Tableau 17: Répartition des Hyménoptères primaires en fonction de leur spectre d'hôtes dans les oasis de la région de Biskra au cours de la période d'étude.

Parasitoïdes	Pucerons parasités	Spécialiste	Généraliste
<i>A. mali</i>	* <i>H. lactucae</i>	+	-
<i>A. ervi</i>	* <i>U. ambrosiae</i> , * <i>R. maidis</i> , <i>U. sonchi</i> , * <i>T. langloisi</i> , <i>A. craccivora</i>	-	+
<i>A. funebris</i>	* <i>U. ambrosiae</i> , <i>H. lactucae</i> , * <i>C. inulae</i> , * <i>O. inulae</i> , <i>U. sonchi</i> , * <i>A. lactucae</i> , * <i>T. langloisi</i>	-	+
<i>A. colemani</i>	* <i>H. pruni</i> , <i>A. punicae</i> , * <i>U. compositae</i>	+	-
<i>A. matricariae</i>	* <i>A. rumicis</i> , <i>C. inulae</i> , * <i>O. inulae</i> , * <i>B. rumexicolens</i> , * <i>A. acetosae</i> , * <i>U. ambrosiae</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>A. gossypii</i> , <i>A. pomi</i> , <i>U. sonchi</i>	-	+
<i>A. sonchi</i>	<i>H. lactucae</i> , <i>C. inulae</i>	+	-
<i>B. angelicae</i>	<i>A. rumicis</i> , <i>A. punicae</i>	+	-
<i>D. rapae</i>	<i>R. maidis</i> , <i>M. persicae</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>A. illinoisensis</i>	-	+
<i>E. niger</i>	* <i>C. inulae</i> , * <i>O. inulae</i>	+	-
<i>L. confusus</i>	<i>A. fabae</i>	+	-
<i>L. fabarum</i>	<i>R. maidis</i> , <i>A. fabae</i> , <i>A. craccivora</i> , * <i>C. inulae</i>	-	+
<i>L. testaceipes</i>	<i>A. punicae</i> , <i>R. maidis</i> , * <i>A. acetosae</i> , <i>A. gossypii</i> , <i>D. plantaginea</i> , <i>A. fabae</i> , <i>A. craccivora</i>	-	+
<i>P. volucre</i>	<i>H. lactucae</i>	+	-
<i>P. yomenae</i>	<i>U. ambrosiae</i> , * <i>U. compositae</i> , * <i>H. lactucae</i>	+	-
Total = 14		8	6
Pourcentage		57,14	42,86

* : Nouvelle association pour la littérature. **NB** : Les espèces des parasitoïdes mentionnés dans cette tableau sont celles qui sont identifiés à l'échelle de l'espèce seulement.

Afin d'analyser l'influence des facteurs environnementaux propres à chaque écosystème oasien sur le comportement trophique de ces auxiliaires, il est procédé l'exploitation du test d'indépendance Khi - deux (χ^2).

D'après les résultats obtenus (**Tableau 18**), les facteurs choisis ne semblent pas avoir d'effets sur la distribution de ces auxiliaires en fonction de leurs préférences alimentaires. Cependant, il est fait ressortir que les espèces *H. pruni*, *M. persicae* et *H. lactucae*, sont moins préférés par les parasitoïdes généralistes. Par contre, le puceron *H. lactucae* est plus exploité par les parasitoïdes spécialistes (**Annexe 1**).

Par ailleurs, il est constaté que le facteur famille botanique est plus ou moins déterminant. Il est remarqué que les Asteraceae et les Brassicaceae sont moins attractives aux parasitoïdes généralistes, alors que, les familles des Amaranthaceae, Fabaceae, Polygonaceae et Portulacaceae, sont moins exploités par les parasitoïdes spécialistes (**Annexe 2**).

Tableau 18 : Test Khi-deux (χ^2) de l'indépendance entre le régime trophique des parasitoïdes et certains facteurs environnementaux (nature de l'habitat, espèces de pucerons, familles botaniques et plantes hôtes).

Facteurs	Spécificité (Généraliste/Specialiste)				
	Khi ² (Valeur observée)	Khi ² (Valeur critique)	DDL	p-value	Signification
Nature de l'habitat (cultivé ou non cultivé)	0.098	3.841	1	0.754	NS
Espèce de pucerons	27.886	31.410	20	0.112	NS
Familles botaniques	11.297	18.307	10	0.335	NS
Plantes hôtes	21.201	31.410	20	0.385	NS

NS : Non significatif, seuil de signification $\alpha=0,05$

3.9.2. Discussion

Dans cette étude, il est procédé à l'évaluation de la gamme d'hôtes réellement exploitée par les parasitoïdes des pucerons à l'échelle des écosystèmes oasiens de la région de Biskra. Ces auxiliaires sont répartis en généralistes et spécialistes en fonction de la classification proposée par Navasse (2016). Cet auteur considère une espèce comme généraliste si elle arrive à parasiter au moins 4 espèces de pucerons différentes. S'il est tenu compte de cette échelle, il est constaté que 57,14% des espèces recensées sont des spécialistes. Dans une étude Navasse (2016), a remarqué que de nombreux pucerons hôtes qui sont à la portée des parasitoïdes généralistes n'ont pas été exploités. A cet effet, l'auteur a mis en évidence l'hypothèse de préférence/performance ; cela signifié que la polyphagie de ces auxiliaires varie en fonction des facteurs biotiques et abiotiques. D'après Nosil & Crespi (2006) cités par

Navasse (2016), parmi les facteurs qui peuvent agir sur cette spécialisation, il y a surtout la compétition interspécifique.

La dominance légère des parasitoïdes spécialistes dans l'écosystème oasien peut être attribuée à la diversité de leur cortège floristique et également à la richesse de leur faune aphidienne. D'après **Navasse (2016)**, lorsque le spectre des stimuli dans un milieu donné est très varié, les parasitoïdes spécifiques deviennent plus performants et arrivent mieux à localiser leurs hôtes comparativement aux espèces généralistes.

L'exploitation statistique des résultats concernant la distribution des parasitoïdes primaires des pucerons en fonction de certains facteurs environnementaux propres à chaque écosystème oasien a fait ressortir que la partie cultivée et non cultivée au sein du même écosystème oasien n'a pas une action significative sur la distribution de ces ennemis naturels en fonction de leurs spectres d'hôtes. Contrairement aux résultats obtenus par **Navasse (2016)**, dans cette étude aucune interaction entre la distribution des espèces généralistes et spécialistes et la structure du milieu (cultivé et non cultivé) n'a été remarquée.

Bien que, le facteur familles botaniques, n'est pas également déterminant, cependant, il est constaté que les Asteraceae sont plus attractives aux parasitoïdes spécialistes. Il se peut que cette préférence est liée à la biodiversité de cette famille au sein de l'écosystème oasien ainsi qu'au nombre de pucerons qu'elle a pu abriter. De sa part, **Navasse (2016)**, a constaté que les espèces spécialistes fréquentent beaucoup plus les familles botaniques les plus attractives à la faune aphidienne.

Par ailleurs, aucune interaction entre l'espèce de pucerons et la distribution des parasitoïdes spécialistes et généralistes, n'a été remarquée. Ce résultat est en contradiction avec l'étude de **Navasse (2016)**, qui a fait ressortir que les parasitoïdes spécialistes ont tendance à mieux exploiter les espèces de pucerons rares, alors que, les espèces de parasitoïdes généralistes sont plus attirés par les espèces de pucerons abondantes.

3.10. Répartition et dynamique spatio-temporelle des hyménoptères parasitoïdes des pucerons.

3.10.1. Distribution spatiale des parasitoïdes primaires

3.10.1.1. Résultats

Afin d'évaluer les variations géographiques dans les assemblages des parasitoïdes, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée. Le logiciel XLSTAT version (2016) a été utilisé pour analyser les données.

Cette analyse a pour but de mettre en évidence la répartition spatiale des différentes espèces des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons recensées en fonction des sites d'études (**Figure 20 et Annexe 3**).

La contribution des espèces recensées à l'inertie totale pour la construction des axes est égale à 68,41 % pour l'axe 1 et 31,59 % pour l'axe 2 (**Figure 20**). La somme des deux contributions est de 100 %. Celle-ci est supérieure à 50%. De ce fait, la totalité de l'information est renfermée dans le plan des axes 1 – 2.

La contribution des sites pour la formation des axes 1 et 2 est la suivante :

Axe 1 : le site de Foughala (Zeb Gherbi) participe le plus à la formation de l'axe 1 avec 57,6%, suivi par le site de Chetma (Zeb Chergui) avec 27,4% et finalement le site de Branis (palmeraies des endroits montagneux) avec 15,1%.

Axe 2 : la contribution la plus élevée à la formation de l'axe 2 est celle du site de Chetma (Zeb Chergui) avec 49,5%, suivie par celle du site de Branis (palmeraies des montagnes) avec 48,9 %, alors que, le site de Foughala (Zeb Gharbi) ne participe qu'avec seulement 1,6%.

La représentation graphique des axes 1 et 2 montre la présence de 7 groupements remarquables, A, B, C, D, E, F, G, répartis entre trois sites qui se trouvent dans trois quadrants différents. Le site de Chetma se situe dans le premier quadrant, alors que, dans le second, se trouve le site de Foughala, et dans le troisième quadrant, c'est le site de Branis qui apparaît (**Figure 20**).

Le groupement A renferme l'espèce de parasitoïde présente uniquement dans le site de Chetma (*Binodoxys* sp.).

Le nuage de points B regroupe les espèces de parasitoïdes présentes uniquement dans le site de Branis (*E. niger*, *Praon* sp.2, *Praon* sp.3, *L. confusus*).

Le groupement C regroupe les espèces de parasitoïdes notées seulement dans le site de Foughala et qui sont représentées par *Praon* sp.1 et *A. mali*.

Le groupement D regroupe les espèces communes entre les sites de Chetma et Branis et sont représentées par *A. colemani* et *B. angelicae*.

Le groupement E englobe les espèces communes entre les trois sites et elles sont représentées par *A. matricariae*, *L. testaceipes*, *A. ervi*, *P. volucre*, *P. yomenae* et *A. sonchi*.

Le groupement F regroupe les espèces communes pour les sites de Branis et Foughala, à s'avoir *A. funebris* et *D. rapae*.

Le groupement G englobe le parasitoïde commun aux sites de Foughala et Chetma à s'avoir *L. fabarum*.

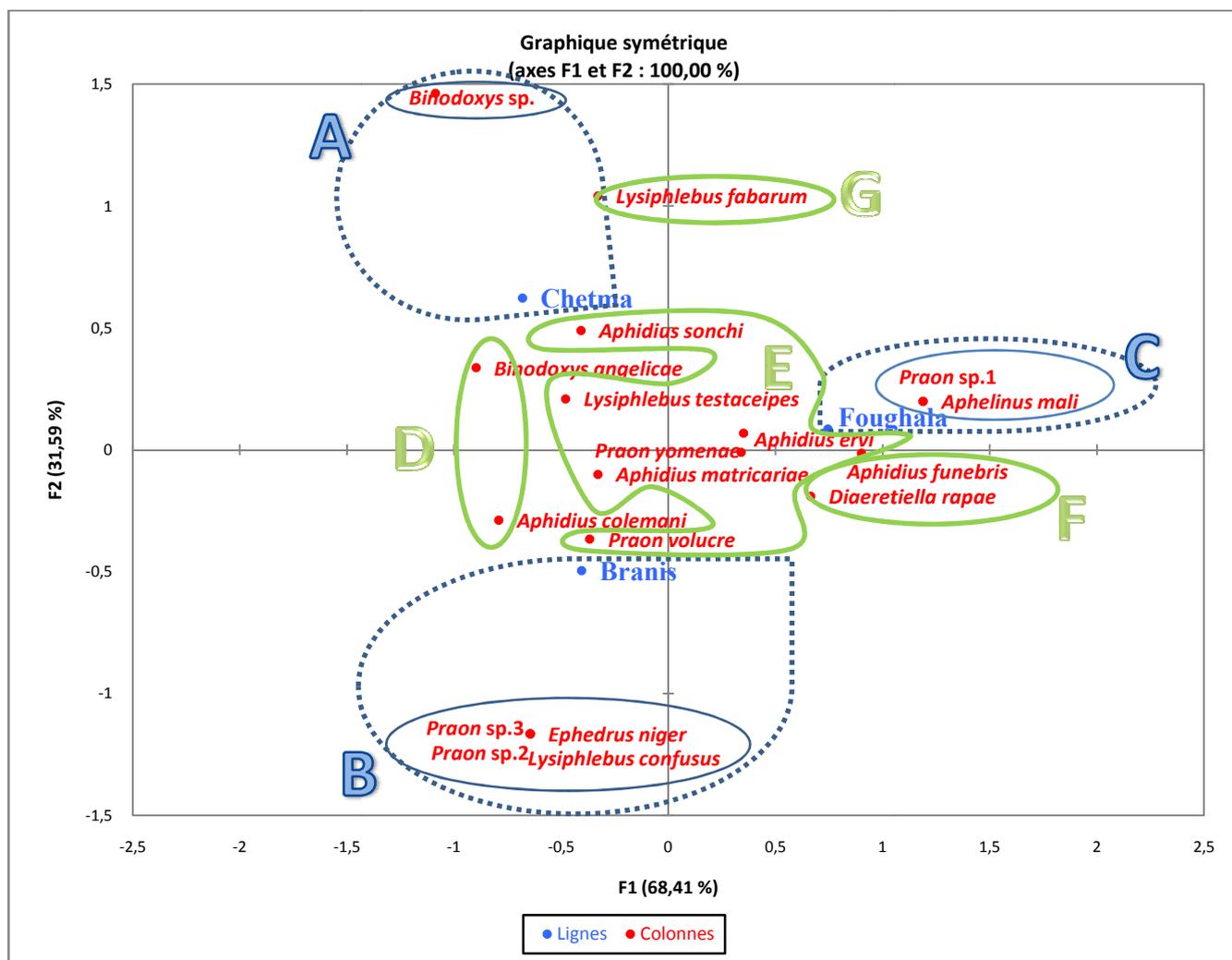


Figure 20 : Carte factorielle de la distribution des espèces de parasitoïdes primaires inventoriées dans la région d'étude entre 2014 et 2016.

3.10.1.2. Discussion

Une analyse de la répartition spatiale de la faune des parasitoïdes primaires des pucerons dans les trois sites qui représentent l'écosystème oasien de la région de Biskra a fait ressortir une hétérogénéité remarquable. Celle-ci est représentée graphiquement par une

dispersion des sites dans trois quadrants différents et par la distribution des espèces de parasitoïdes en 7 regroupements différents.

L'évaluation de l'importance des facteurs qui déterminent la structure des communautés des parasitoïdes est jugée importante. L'un des facteurs qui détermine leur distribution c'est surtout la richesse floristique de l'habitat, déterminée par les facteurs climatiques, géologiques, hydrologiques et pédologiques (Matvejev & Puncer, 1989 cités par **Kavallieratos et al., 2004**). La région de Biskra, en tant que carrefour entre deux domaines (atlasique au Nord et saharien au Sud) représente un vaste territoire qui se distingue par des conditions climatiques et biogéographiques particulières. Ces particularités ont conduit à la formation de nombreux habitats spécifiques.

D'après les résultats obtenus, il est constaté que la palmeraie de Branis s'est distinguée par une importante biodiversité de ces auxiliaires (14 espèces) et dont 4 espèces sont spécifiques à ce site (*E. niger*, *Praon* sp.2, *Praon* sp.3 et *L. confusus*). Avec une richesse de 11 espèces, la palmeraie de Foughala occupe le 2^{ème} rang, dont 2 espèces sont spécifiques à ce site (*Praon* sp.1 et *A. mali*). La palmeraie de Chetma est classée en 3^{ème} position avec une richesse de 10 espèces et avec uniquement une seule espèce spécifique (*Binodoxys* sp.).

D'après **Andrade (2013)**, au sein dans des écosystèmes agricoles, les activités anthropiques sont responsables de la perturbation des habitats. Suite à cette situation, les communautés des insectes aux différents niveaux trophiques se trouvent également affectées, plus particulièrement, ceux qui se trouvent au sommet de ces chaînes alimentaires (auxiliaires). Ces derniers sont très sensibles aux perturbations, notamment, lorsqu'ils sont dépendants d'une ressource trophique spécifique.

Comparativement aux deux autres palmeraies, celle de Branis, s'est montrée la plus riche en parasitoïdes primaires. C'est une palmeraie traditionnelle, située au cœur de l'Atlas saharien. Elle est entourée de part et d'autre par une végétation naturelle très diversifiée. A l'opposé, le système oasien de Chetma, malgré sa richesse floristique et son taux de recouvrement élevé, elle s'est montrée moins attractive à ces auxiliaires. En plus de son emplacement à proximité d'une agglomération, son milieu environnant est complètement dénaturé. Cela confirme, que la diversité de la biocénose au sein d'un agro-système ne dépend pas uniquement de son architecture et de sa composition floristique mais beaucoup plus de son milieu environnant.

Concernant les espèces de parasitoïdes communes à deux ou trois sites, généralement ce sont des auxiliaires polyphages, peu perturbés par l'action anthropique. C'est le cas d'*A.*

matricariae, *L. testaceipes* et *A. ervi*. Ce sont des parasitoïdes cosmopolites, qui ont une aire de distribution très large (Shufran, 2004 ; Andorno *et al.*, 2007 ; Lopes, 2007 ; Dion, 2011; Yu *et al.*, 2012 ; Rakhshani *et al.*, 2019). Ils sont caractérisés par un potentiel de dispersion et d'adaptation très élevé et ils sont capables de s'alimenter à partir de plusieurs espèces de pucerons indépendamment des conditions spatio-temporelles. D'après Dion (2011), la mobilité de certaines espèces de parasitoïdes leur permet de coloniser rapidement et efficacement de nouveaux écosystèmes.

3.10.2. Action de l'agro-système sur la distribution des parasitoïdes

3.10.2.1. Résultats

Afin d'évaluer l'action de la structure de l'agro-système oasien sur la distribution des parasitoïdes des pucerons, une analyse des composantes multiples (ACM) a été effectuée tout en exploitant le logiciel XLSTAT version (2016). Plusieurs variables paysagères ont été retenues, notamment, celles liées à la nature de l'habitat (cultivé ou non cultivé) et les familles botaniques. Par contre, les variables de configuration spatiale, sont représentés par la strate végétative (arborescente, herbacée) et enfin la nature de système oasien (moderne, traditionnel). Le tableau des traitements des données exploitées pour cette analyse est présenté sur l'**Annexe 4**

L'ACM a produit deux axes qui totalisent 78.87 % de l'inertie totale, donc, seuls ces 2 axes seront présentés. Celle - ci a classé les parasitoïdes rencontrés dans les oasis de la région de Biskra en plusieurs groupes en fonction des variables choisies.

Les variables de la composition du paysage agricole représentées par la nature de l'habitat (cultivé ou non cultivé) a permis de classer ces parasitoïdes en deux groupes (**Figure 21**).

Le groupe **N** : représente les espèces associées au milieu naturel.

Le groupe **C** : englobe les espèces associées au la zone cultivée.

Selon cette figure, il se trouve que les plantes spontanées ont pu attirer l'ensemble des parasitoïdes recensées, soit 18 espèces. Tandis que, les plantes cultivées n'ont pu attirées que 10 espèces.

Les espèces des parasitoïdes associées à l'habitat naturel ou à la zone non cultivé au sein de la palmeraie, sont également scindées en deux types. Il y a celles trouvées au niveau des oasis traditionnelles (N1) (16 espèces). Il y a également celles associées aux oasis dites modernes (8 espèces) (**Figure 22**).

Les espèces de parasitoïdes associées à l’habitat naturel des oasis traditionnelles sont réparties en deux catégories en fonction des sites. Il y a la catégorie N1.1, qui représente le site de Branis, qui a pu attirer 13 espèces, alors que l’habitat naturel de l’oasis de Chetma (N1.2) n’a pu héberger que 7 espèces (**Figure 23**).

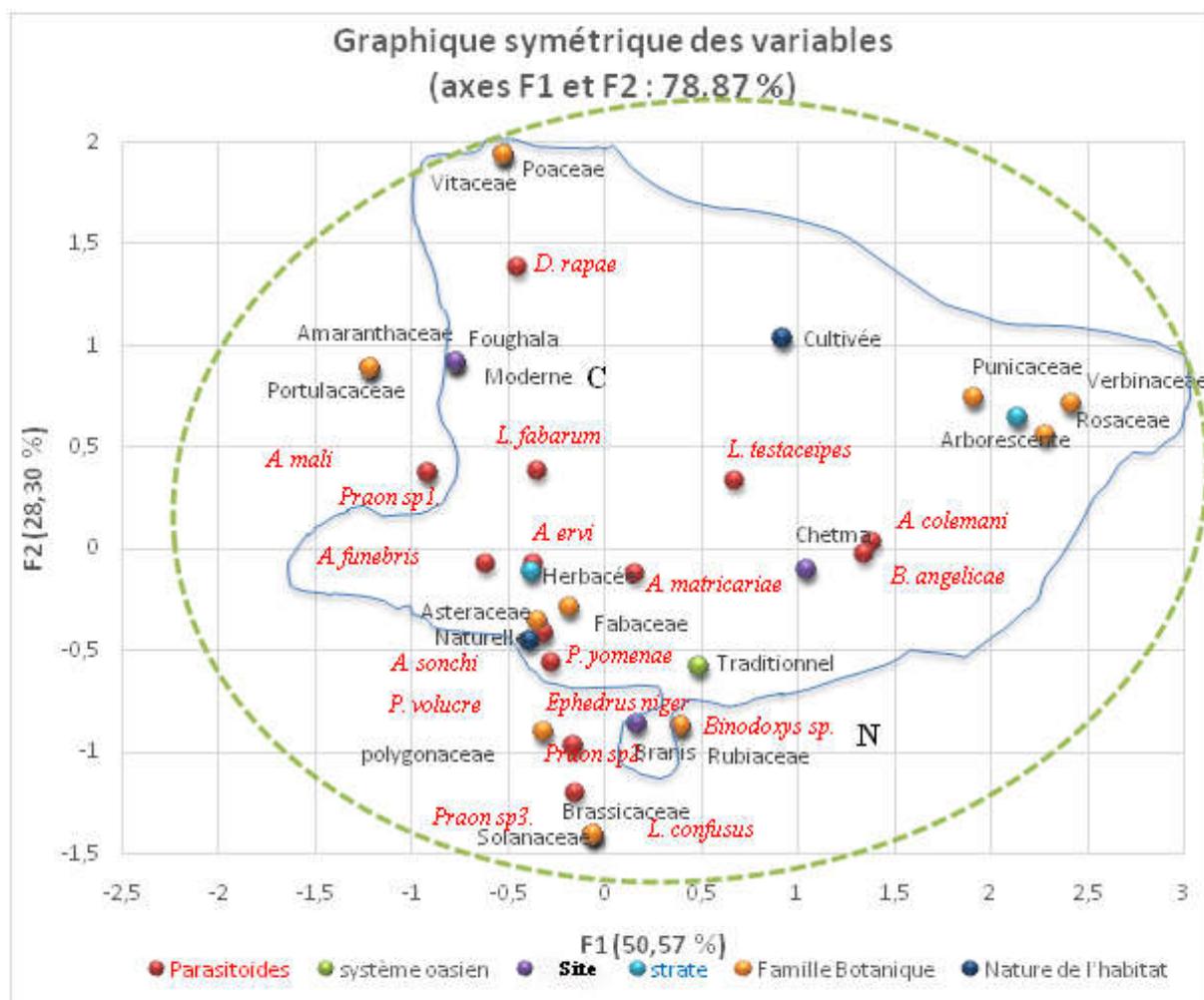


Figure 21: Analyse des Composantes Multiples de l’influence de la composition du paysage agricole locale sur la répartition spatiale des parasitoïdes (facteur habitat cultivé ou non cultivé).

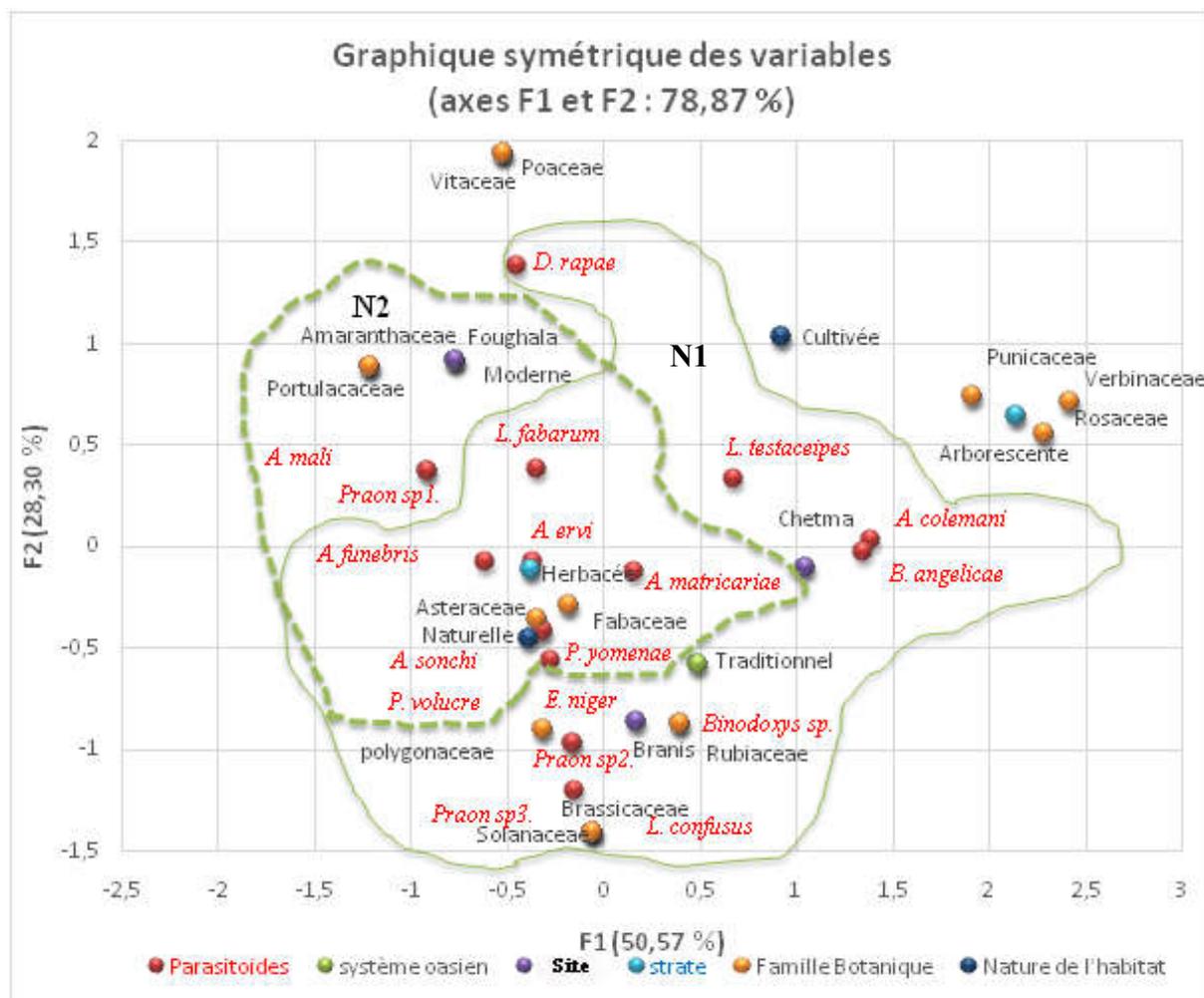


Figure 22: Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (habitat non cultivé).

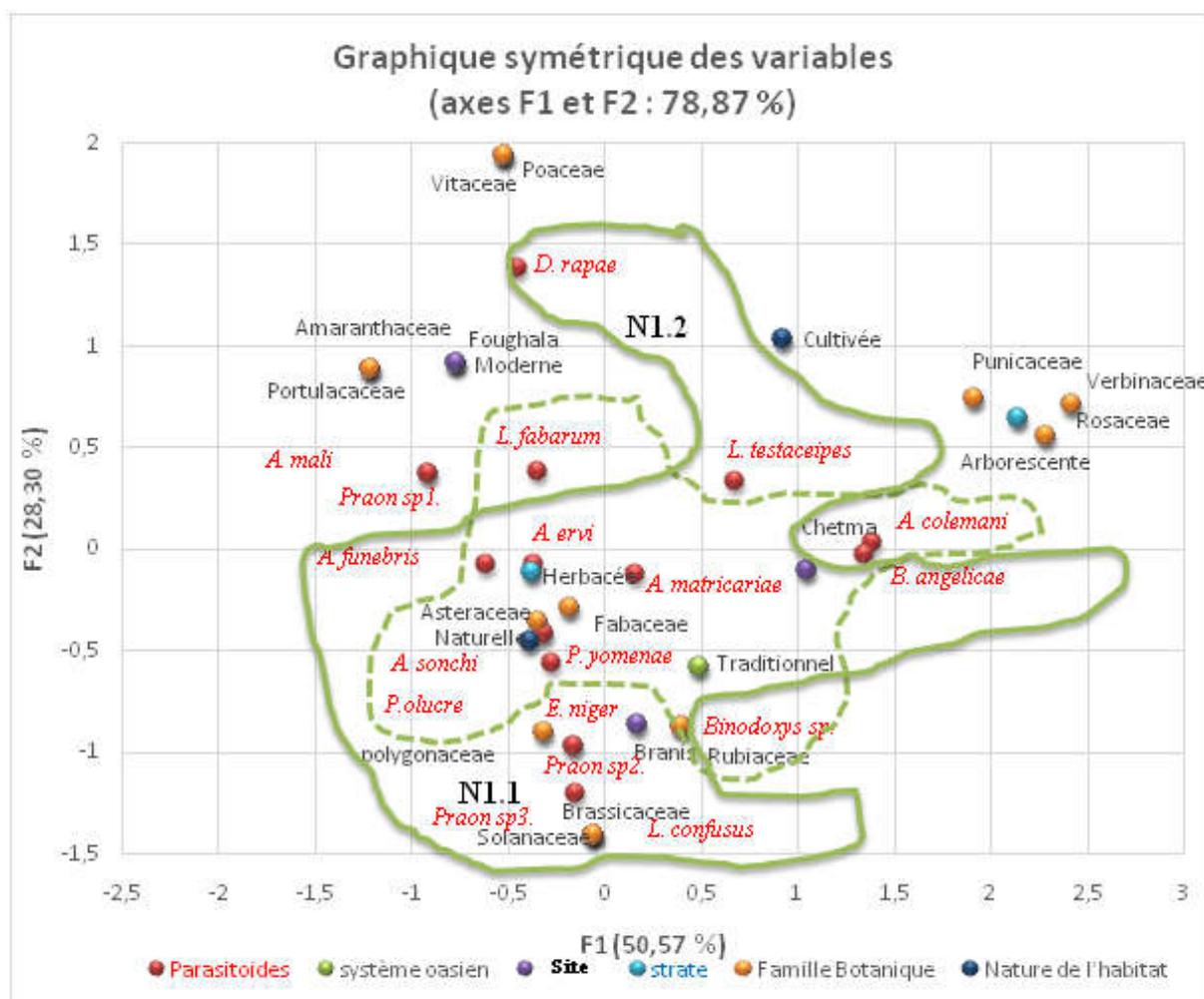


Figure 23 : Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (habitat non cultivé : système oasien traditionnel).

Les espèces de parasitoïdes associées aux habitats (zones) cultivés sont classées aussi selon le système oasien en deux groupes. Il est remarqué que la richesse en parasitoïdes au sein du système oasien traditionnel (5 espèces) et au sein du système oasien moderne (6 espèces), est presque identique (**Figure 24**). L'oasis de Branis, qui représente le système traditionnel a pu héberger 5 espèces, alors que, l'oasis de Chetma, cette richesse était de 4 espèces (**Figure 25**).

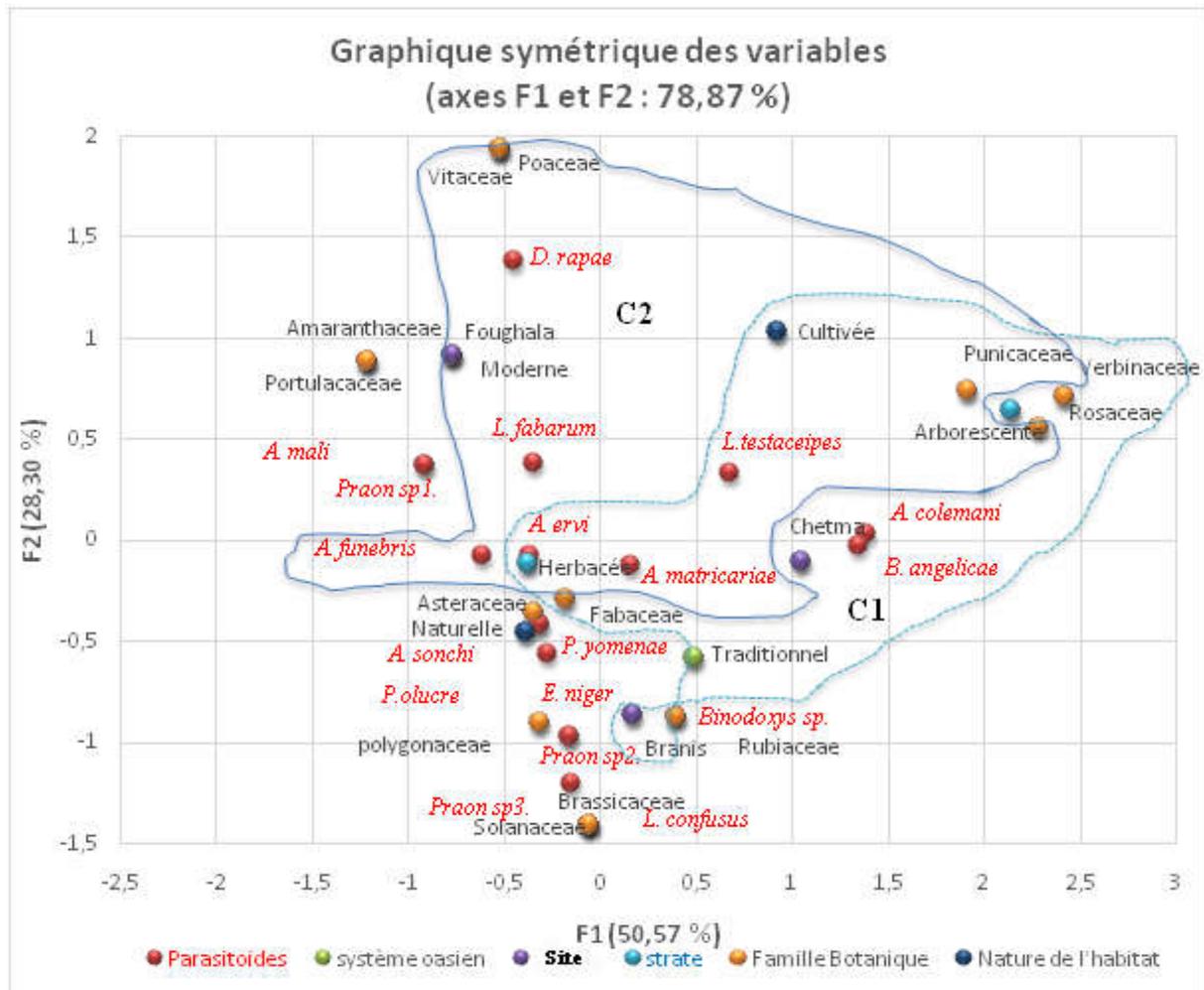


Figure 24 : Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole locale sur la répartition spatiale des parasitoïdes (habitat cultivé).

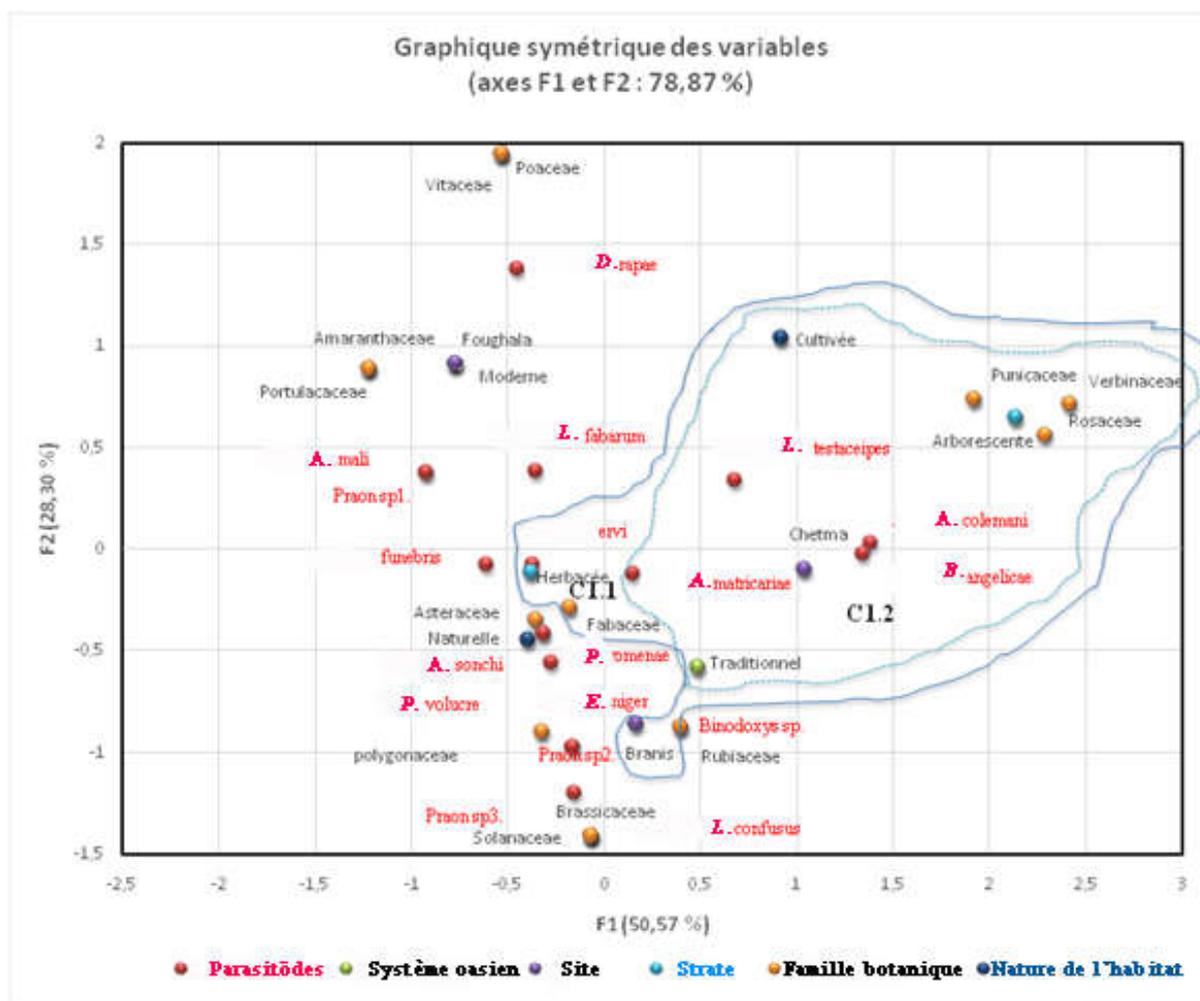


Figure 25: Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (habitat cultivé : Système oasien traditionnel).

La variable de composition représentée par les familles botaniques a permis de classer ces ennemis naturels en 5 groupes (**Figure 26**). Le groupe le plus riche est celui de la famille des Asteraceae (AST), qui a pu attirer les espèces du genre *Praon* ainsi que les espèces *A. funebris*, *A. sonchi*, *A. mali*, *E. niger*.

Le groupe (ROS/PUN) est composé principalement des espèces *B. angelicae* et *A. colemani*. Les autres groupes sont composés d'une seule espèce pour chacun. L'espèce *D. rapae* se trouve associée principalement aux Poaceae (POA), *L. confusus* aux Solanaceae (SOL) et enfin *Binodoxys* sp. aux Rubiaceae (RUB). Il est noté également qu'*A. matricariae*, *A. ervi*, *L. fabarum* et *L. testaceipes* n'ont exprimé aucune préférence à l'égard de la famille botanique.

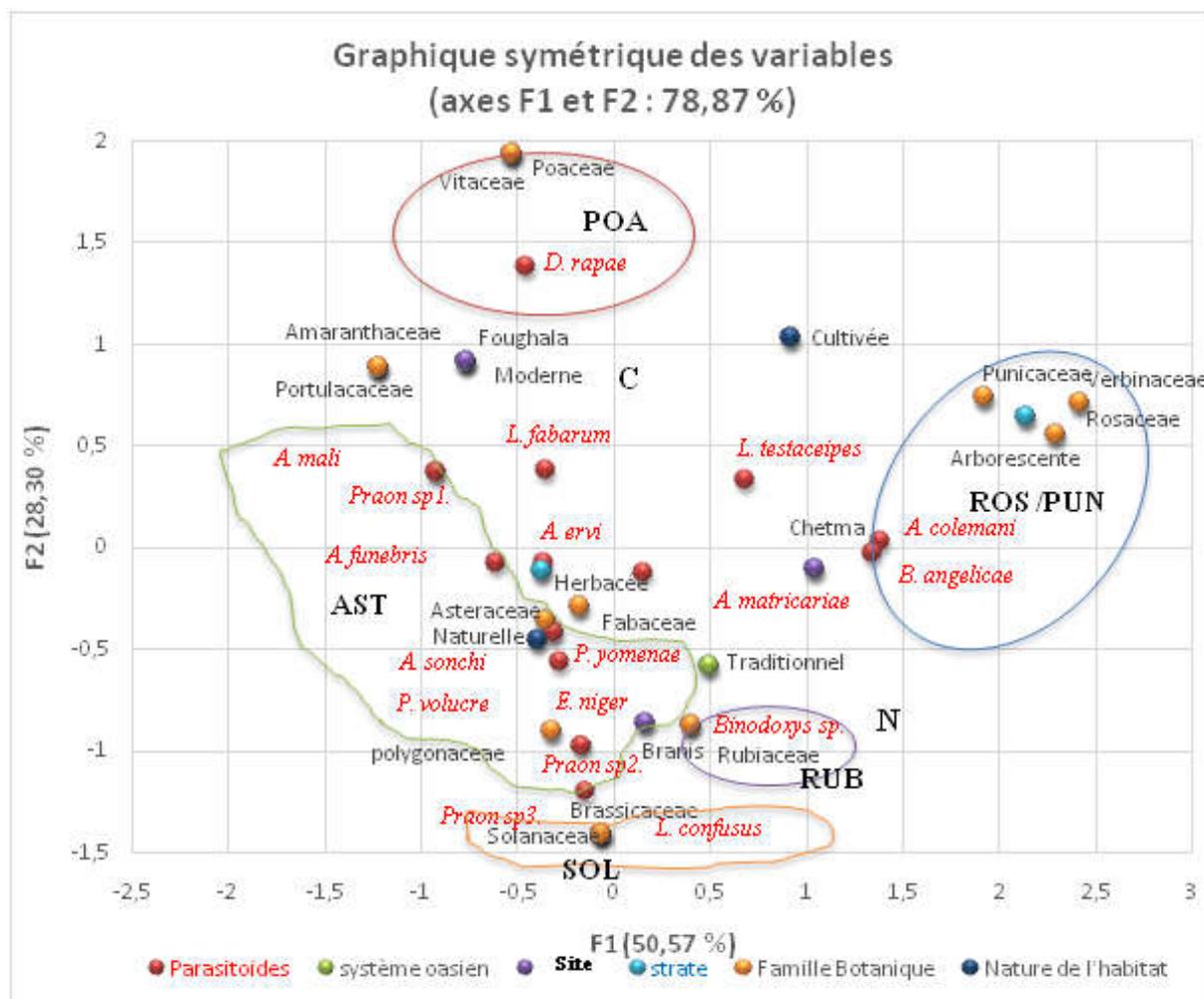


Figure 26: Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (facteur famille botanique).

Les variables de configuration spatiale du paysage agricole, qui sont représentées dans cette étude par la strate cultivée (herbacée, arborescente) et le système d'oasis (moderne, traditionnel) a permis de classer ces parasitoïdes en deux groupes pour la première variable (**Figure 27**) et deux groupes pour la deuxième variable (**Figure 28**).

Le groupe de la strate herbacée est le plus riche (6 espèces), dont 4 espèces sont trouvées au niveau de l'oasis moderne de Foughala. Le groupe associé à la strate arborescente compte 4 espèces, trouvées dans les oasis traditionnelles de Branis et Chetma. Les parasitoïdes *A. matricariae* et *L. testaceipes* sont trouvées au niveau des deux strates (**Figure 27**).

Finalement la nature de système oasien a permis de classer les espèces de parasitoïdes en deux groupes. Le groupe T: représente le système traditionnel et qui est considéré comme

le plus riche en terme de composition spécifique (16 espèces), alors que, le système moderne est composé seulement de 11 espèces (**Figure 28**).

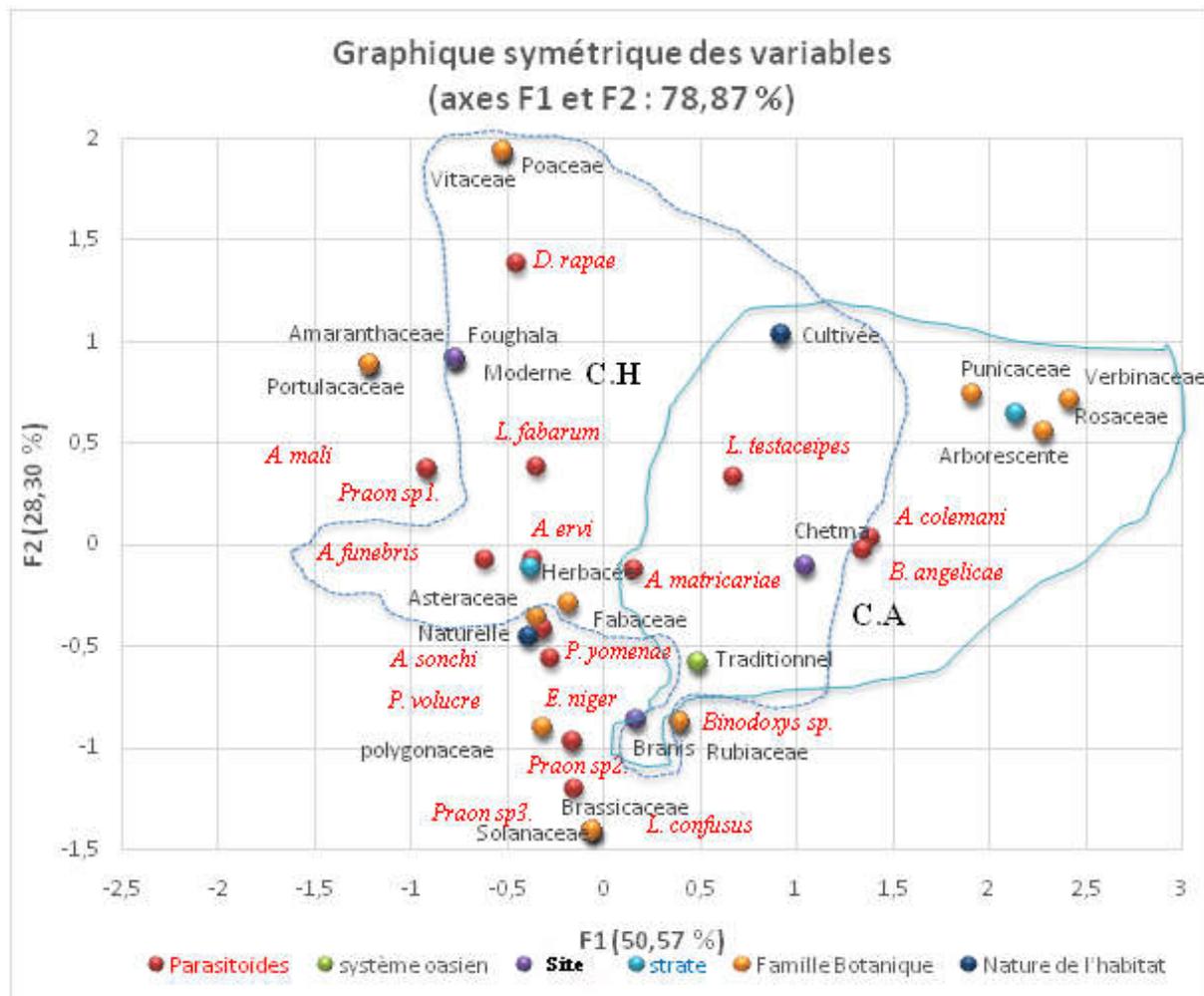


Figure 27: Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (facteur strate végétatif).

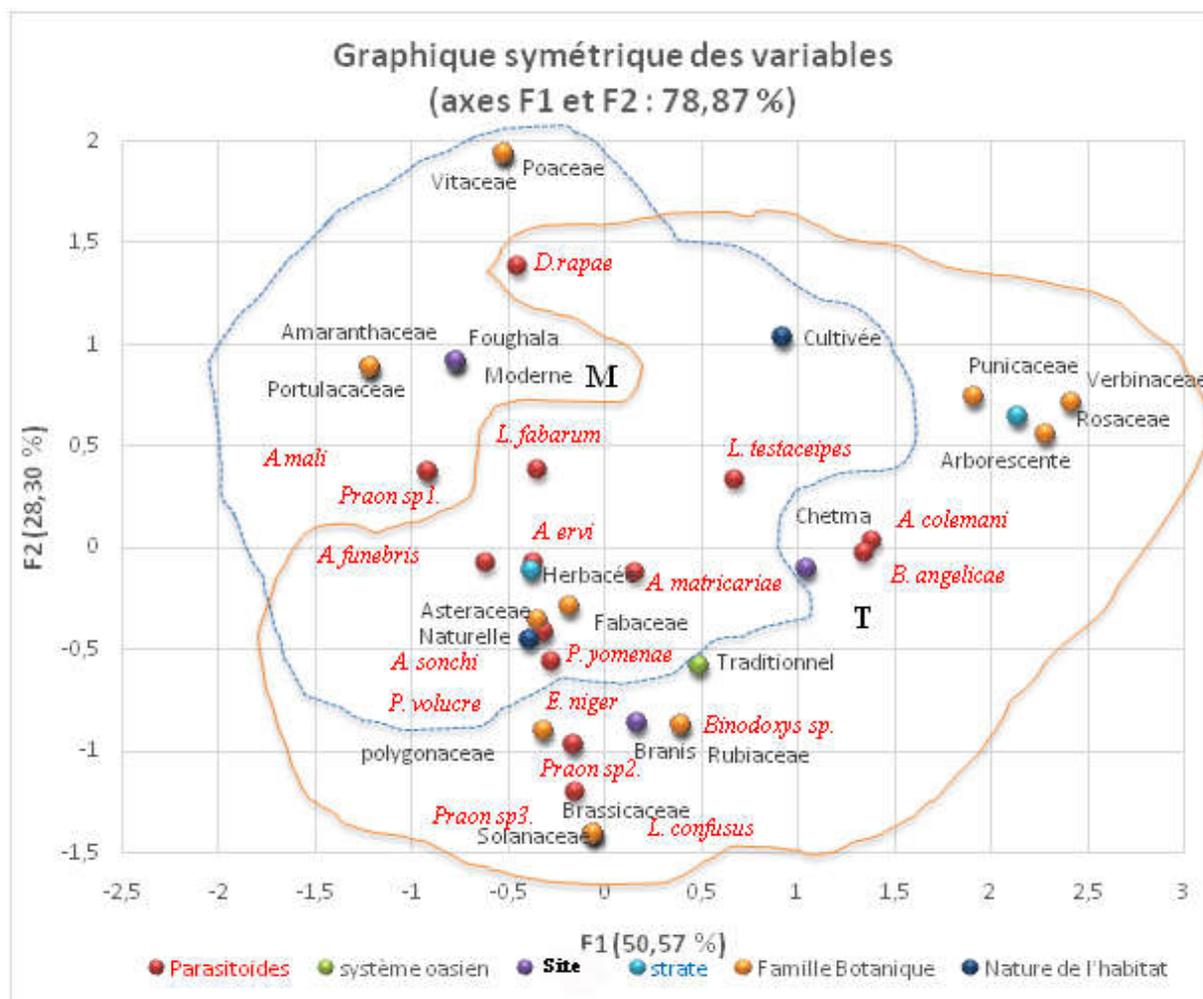


Figure 28 : Analyse des Composantes Multiples de l'influence de la composition du paysage agricole sur la répartition spatiale des parasitoïdes (facteur système oasien).

3.10.2.2. Discussion

Le paysage agricole a un rôle déterminant sur la répartition des populations des insectes. Les écosystèmes oasiens de la région de Biskra sont principalement composés de deux types d'habitats. Les espaces cultivés et non cultivés au sein de des agro-systèmes, sont proportionnellement variables en fonction des contextes de production. Les espaces cultivés sont composés essentiellement du palmier dattier et des cultures intercalaires, comme les arbres fruitiers, les céréales et les maraichers. Les espaces non cultivés sont composés de plantes spontanées et d'adventices.

L'étude a montré que les espaces non cultivés ont une action plus importante sur la distribution des parasitoïdes des pucerons comparativement aux espaces cultivés. La totalité de ces auxiliaires recensés (18 espèces) a pu exploiter cet espace non cultivé au sein de ces oasis, alors que, sur les cultures, il y a que 10 espèces qui ont pu s'installer. Apparemment,

ces habitats semi-naturels sont plus favorables et plus stables au développement des populations de ces parasitoïdes. De nombreux travaux ont démontré l'importance des aires non cultivées au sein des agro-écosystèmes sur la biodiversité des auxiliaires (**Chaubet, 1992 ; Landis *et al.*, 2000 ; Bianchi *et al.*, 2006; Roullé *et al.*, 2015 ; Salliou, 2017**). Dans une étude, **Bianchi *et al.* (2006)** ont rendu compte que dans un agro-système composé de bandes enherbées et de cultures diversifiées, la richesse spécifique des ennemis naturels était plus importante en raison de la présence d'hôtes alternatifs au cours de toute la période de reproduction de ces ennemis naturels. **Landis *et al.* (2000)**, ont constaté qu'il y a une corrélation positive entre ces zones non cultivées (habitats semi-naturels) au sein des paysages agricoles et l'impact positif des auxiliaires sur les bio-agresseurs. D'après **Chaubet (1992)**, toute intervention contre les ravageurs ne doit pas se limiter au champ cultivé mais elle doit tenir compte également de son environnement régional et local.

Il est constaté qu'au sein des écosystèmes oasiens, caractérisés par une alternance entre les bandes enherbées et les cultures, les parasitoïdes transitent facilement d'un espace à un autre à la recherche de leurs hôtes. D'après **Chaubet (1992)**, la présence des mauvaises herbes à un certain seuil peut exercer un rôle bénéfique sur la faune auxiliaire. Ils ajoutent que si ces adventices sont contrôlés en qualité et en quantité, ils peuvent avoir un effet dépressif sur les populations des ravageurs.

En ce concerne les variables de composition, représentées par la diversité floristique au sein de l'agro-système oasien, il est remarqué que certaines familles sont plus attractives à la faune aphidienne ainsi qu'à leurs parasitoïdes. C'est le cas des Asteraceae, suivies par les Poaceae et les polygonaceae. La famille des Poaceae, représentée essentiellement par des cultures céréalières dans le site de Foughala, a exercé une attractivité particulière sur le parasitoïde *D. rapae*. Cette même remarque a été faite par **Rakhshani *et al.* (2012)**.

Les parasitoïdes *A. matricariae*, *A. ervi*, *L. fabarum* et *L. testaceipes* n'ont exprimé aucune préférence particulière à l'égard de la famille botanique, l'espèce aphidienne et le type d'oasis. Ces espèces sont considérées comme généralistes. D'après **Navasse (2016)**, dans les agro-écosystèmes diversifiés, les espèces généralistes expriment un comportement très élastique dans l'exploitation des différents hôtes. Cette élasticité comportementale et ce manque de fidélité à un hôte, semblent être les principaux mécanismes permettant le maintien des phénotypes généralistes.

L'étude des variables de configuration spatiale du paysage agricole, représentées par la strate et le système d'oasis, a permis de constater que la strate herbacée est plus attractive à ces auxiliaires comparativement à la strate arborescente. Par ailleurs, il est noté que certaines

espèces (*A. colemani*, *B. angelicae*) ont exprimé une préférence assez nette à la strate arborescente, tandis que, d'autres (*A. ervi*, *L. fabarum*, *A. funebris*, *D. rapae*) ont des préférences particulières à la strate herbacée.

Par ailleurs, il est à noter qu'en plus de la structure de l'oasis, son emplacement géographique, l'effet anthropique et son niveau de connectivité avec son milieu environnant, peuvent agir sur la diversité de sa faune auxiliaire. C'est le cas surtout de la palmeraie de Chetma, Bien qu'il s'agit d'une palmeraie traditionnelle, mais son emplacement à proximité d'une agglomération et isolement, ont fait que sa faune parasitoïde est considérée comme la moins diversifiée comparativement aux autres palmeraies.

Par contre, si une palmeraie est bien structurée et en même temps elle est bien connectée avec un milieu naturel très diversifié et stable, sa faune auxiliaire va être très riche. C'est le cas de la palmeraie traditionnelle de Branis, qui est caractérisée par une grande diversité floristique, avec un taux de recouvrement élevé et en même temps elle est entourée de part et d'autres par une chaîne de montagne avec un taux de boisement important.

3.10.3. Dynamique spatio-temporelle des parasitoïdes primaires

3.10.3.1. Résultats

Afin d'évaluer le degré de variabilité spatio-temporelle des parasitoïdes, une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée par le biais du logiciel XLSTAT version (2016). Les abondances relatives des espèces des parasitoïdes durant les trois années d'étude ont été évaluées dans les trois sites, qui représentent les différents systèmes de production oasis de la région de Biskra. Le tableau de traitements des données utilisées dans cette analyse est présenté sur l'**Annexe 5**.

L'analyse en composantes principales des abondances relatives des espèces des parasitoïdes, a montré que les deux premiers axes F1 (53.48 %) et F2 (46.52%) détiennent la totalité de l'information puisqu'ils présentent 100 % de l'inertie totale.

L'examen des corrélations entre les axes et les abondances relatives des espèces des parasitoïdes montre également l'existence des groupes:

Le groupe de l'axe F1 est formé par les variables, *A. colemani* 2014 et 2015, *A. matricariae* 2014, *B. angelicae* 2014, *E. niger* 2014 et 2016, *L. confusus* 2014, *L. testaceipes* 2014 et 2015, *Praon* sp2 2014, *Praon* sp.3 2014, *P. volucre* 2015, *P. yomenae* 2014 2016, *D. rapae* 2015 et 2016, *A. sonchi* 2016, qui sont corrélés positivement entre elles et négativement avec *P. yomenae* 2016 qui forment le deuxième groupe (**Figure 29.A**).

Pour l'axe F2, le variable *A. matricariae* 2015, *A. sonchi* 2015, *B. angelicae* 2015 et 2016, *L. fabarum* 2015 et 2016, *A. colemani* 2016, *Binodoxys* sp. 2016, *L. testaceipes* 2016, *P. volucre* 2016, forme un groupe corrélé négativement avec *A. mali* 2014, *A. ervi* 2014 et 2016, *A. funebris* 2014, 2015 et 2016, *A. sonchi* 2014, *D. rapae* 2014, *L. fabarum* 2014, *Praon* sp.1 2014, *A. matricariae* 2016, *P. yomenae* 2015, qui forment le deuxième groupe (**Figure 29.A**).

A travers la **figure 29.B**, il est constaté que la répartition des stations sur le plan démontre leur grande hétérogénéité. Les deux sites de Chetma et Foughala sont corrélés avec l'axe F2, alors que, le site de Branis est corrélé avec l'axe F1.

La **Figure 30** est une représentation simultanée des stations (observations) et de l'abondance relative des espèces des parasitoïdes dans le temps (variables) collectées au niveau des oasis de la région de Biskra sur le plan d'une ACP.

D'après la **Figure 30** et l'**Annexe 5**, il existe une variation interrégionale et interannuelles de la diversité et de l'abondance relative des parasitoïdes.

Les espèces communes entre les trois sites (*A. matricariae*, *L. testaceipes*, *A. ervi*, *P. volucre*, *P. yomenae*, *A. sonchi*) ont présenté des variations dans leurs abondances en fonction des sites et de l'année d'échantillonnage. C'est le cas de l'espèce *L. testaceipes* qui est plus abondante dans le site de Branis au cours des années 2014 et 2015, alors qu'en 2016 elle était plus abondante dans le site de Chetma.

L'espèce *A. ervi*, était plus présente dans le site de Foughala au cours des trois années d'étude.

Par ailleurs, il est noté que les espèces *L. testaceipes* (33,33%), *A. matricariae* (22,22%) et *L. fabarum* (22,22%), sont les plus dominantes dans le site de Chetman pendant l'année 2015, alors qu'en 2016, *L. testaceipes* (73,12%) était majoritaire.

Dans le site de Foughala, *A. funebris* est considéré comme le plus dominant en 2014 (86,86%).

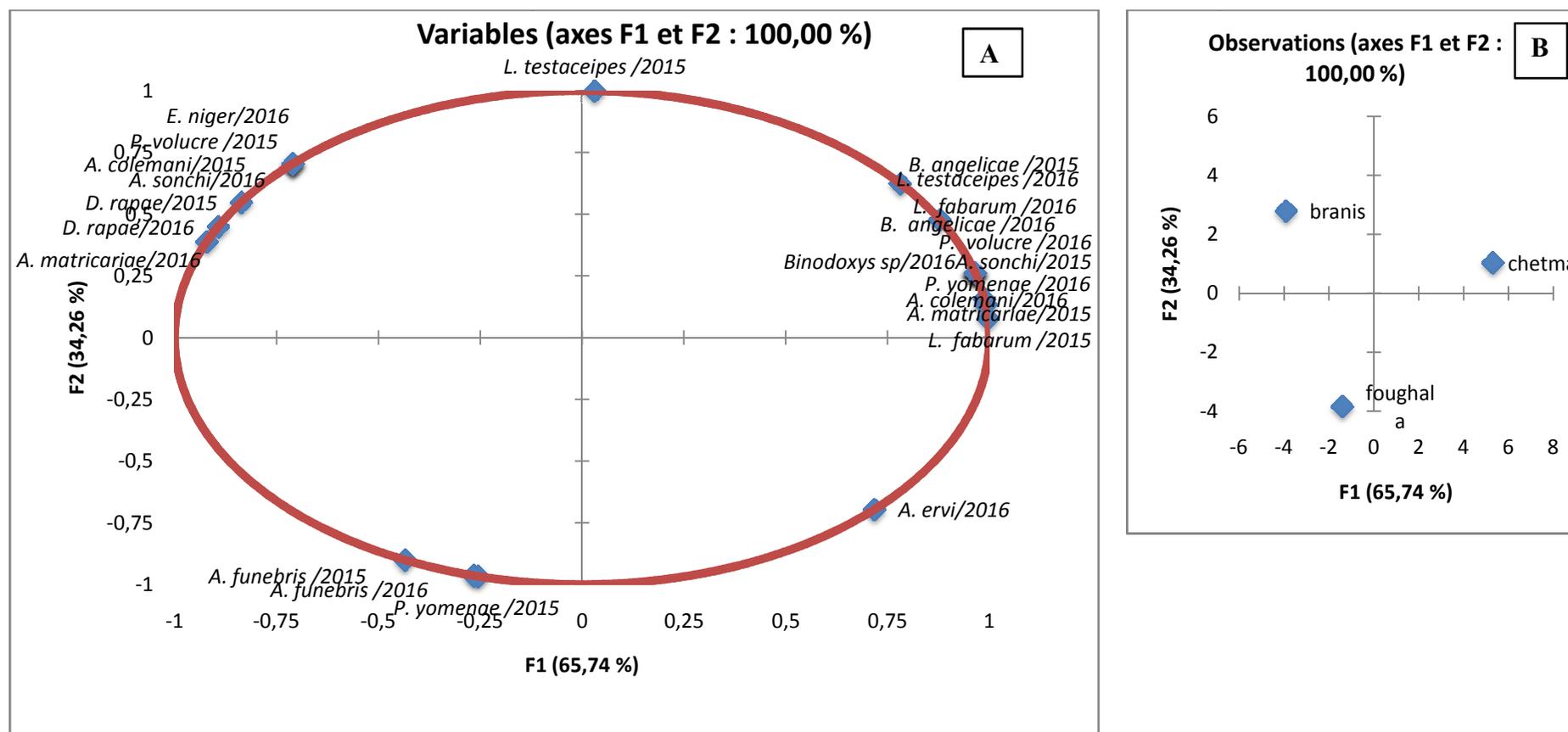


Figure 29 : Représentation des variables et des stations sur le plan factoriel d'une ACP

(A) : Cercle de corrélation des variables sur le plan factoriel d'une ACP, **(B) :** Projection des stations sur le plan factoriel d'une ACP.

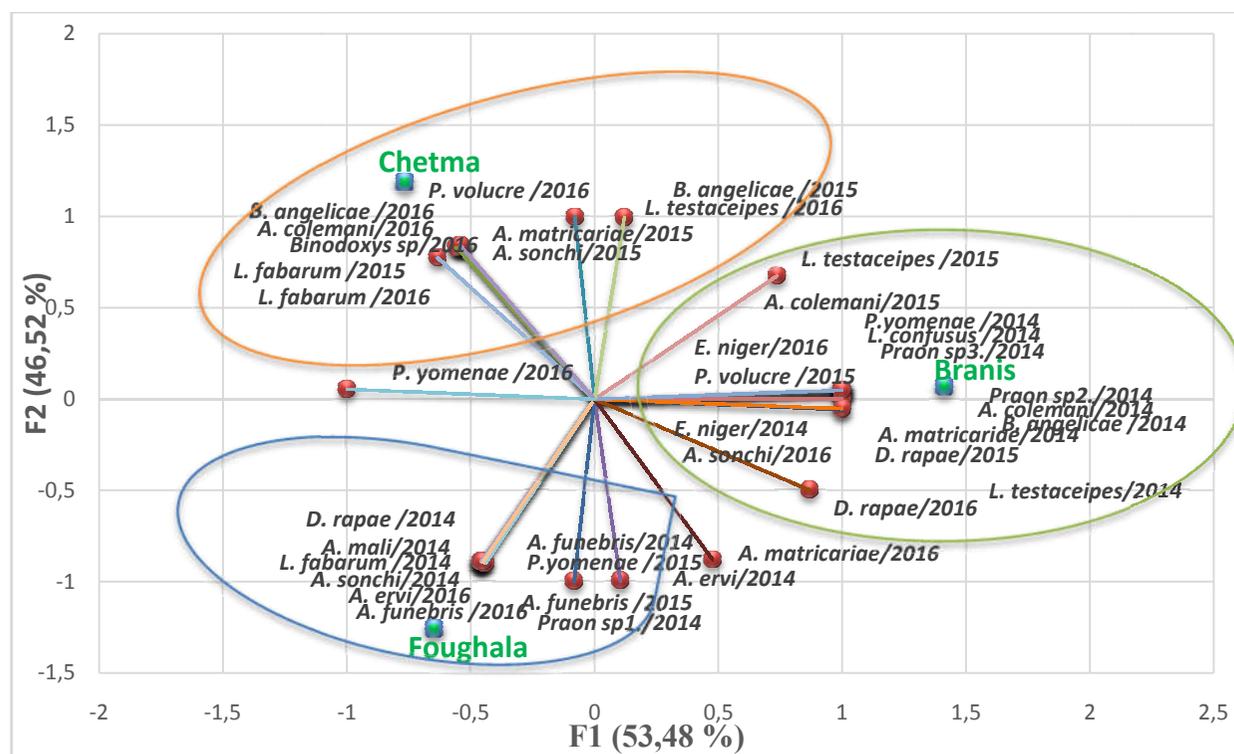


Figure 30 : Projection des variables et des stations sur le plan factoriel d'une ACP.

(N.B : Les espèces représentées sur le plan factoriel sont celles qui ont la plus grande contribution dans la signification dans le temps)

3.10.3.2. Discussion

Les parasitoïdes rencontrés dans les agro-systèmes oasiens de la région de Biskra ont présenté une grande variabilité dans leur abondance relative en fonction des sites et des années d'étude. Les conditions propres à chaque site et à chaque année agissent en premier lieu sur la communauté aphidienne et ensuite sur leurs auxiliaires. D'après **Andrade (2013)**, les espèces de parasitoïdes les plus dominants sont ceux qui ont l'aptitude à exploiter plusieurs espèces de pucerons indépendamment de l'emplacement et de l'année. C'est le cas apparemment de *L. testaceipes* et *A. funebris*. Tandis que, la variation des abondances en fonction des sites et des années d'étude était plus remarquable chez le reste des espèces.

Généralement les parasitoïdes les plus sensibles aux fluctuations environnementales sont ceux classés comme spécialistes. C'est le cas surtout d'*A. sonchi*, *E. niger* et *L. confusus*. D'après Evans *et al.*, (2005) et Wilson *et al.*, (2008) **cités par Navasse (2016)**, les espèces spécialistes sont les plus sensibles aux modifications de leur environnement. L'espèce *E. niger* est l'un des parasitoïdes spécialistes les plus sensibles aux conditions environnementales. Ce qui justifier son absence totale au cours de l'année 2015 et son faible abondance au cours de l'année 2016.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Ce travail a permis de faire ressortir l'effet du contexte paysager local des oasis de la région de Biskra sur la diversité, l'abondance et la répartition spatio-temporelle des parasitoïdes (Insectes, Hyménoptères) des pucerons.

Les résultats obtenus ont mis en évidence une différence assez nette de la diversité des communautés des pucerons et de leurs parasitoïdes entre les trois types d'écosystèmes phoenicicoles choisis.

L'analyse de l'aphido-faune a montré la présence de 28 espèces associées à 29 espèces de plantes hôtes. Un total de 38 relations bi-trophiques a été formé. Il est noté que 9 espèces mentionnées sont nouvelles pour la région de Biskra et 16 espèces sont nouvelles pour l'écosystème oasien des Ziban. L'espèce *T. langloisi* est signalée pour la première fois en Algérie. La faune aphidienne recensée englobe un nombre important d'espèces cosmopolites et nuisibles aux cultures. Les espèces endémiques sont totalement absentes. Il est observé également que ces espèces d'aphides ont exprimé une spécificité à l'égard de l'habitat et de son milieu environnant.

L'analyse du complexe « parasitoïdes primaires – pucerons – plantes hôtes » a fait ressortir que 18 espèces des parasitoïdes primaires ont pu émerger à partir des momies de 23 espèces aphidiennes installées sur 29 espèces de plantes hôtes. Un nombre de 86 associations tri-trophiques a été obtenu. Avec 16 associations, le parasitoïde *A. matricariae* s'est montrée le plus présent. Parmi les parasitoïdes mentionnés, 4 espèces sont nouvelles pour la région de Biskra, ce qui a permis d'élargir le nombre d'espèces connues à 21 espèces.

Un total de 6 espèces d'Hyménoptères hyper-parasitoïdes des pucerons est également recensé dans l'écosystème oasien de la région de Biskra. Il s'agit d'*A. vitrix* (Alloxystidae), *D. carpenteri* (Megaspilidae), *S. aphidivorus* (Encyrtidae), *A. suspensus*, *Asaphes* sp. et *P.* (Pteromalidae). Au total, 74 associations tétra-trophiques sont formées par ces hyper-parasitoïdes.

Les résultats obtenus ont permis de constater que les parasitoïdes primaires *A. matricariae*, *A. funebris* et *L. testaceipes*, sont les plus prolifiques et les plus potentiels dans le système de culture étudié.

Conclusion et perspectives

L'analyse de la répartition spatiale de la faune des parasitoïdes primaires a fait ressortir une hétérogénéité remarquable en fonction de la richesse floristique de l'habitat. La palmeraie de Branis s'est montrée la plus riche. Au sein du paysage oasien, L'espace non cultivé est plus déterminant pour la distribution des parasitoïdes des pucerons comparativement à l'espace cultivé. Les plantes appartenant aux Asteraceae, Poaceae et Polygonaceae, sont plus attractives à ces auxiliaires comparativement aux autres familles.

L'étude des variables de la configuration spatiale du paysage oasien a permis de constater que la strate herbacée est plus attractive à ces auxiliaires comparativement à la strate arborescente. Il est remarqué également qu'en plus de la structure de l'oasis, son emplacement géographique, l'effet anthropique et son niveau de connectivité avec son milieu environnant, sont d'autres facteurs qui peuvent agir sur la diversité de sa faune auxiliaire.

L'étude de la dynamique spatio-temporelle des parasitoïdes primaires rencontrés dans les agro-systèmes oasiens de la région de Biskra a permis de constater une grande variabilité dans leur abondance relative en fonction des sites et des années d'étude. Les espèces les plus dominantes sont celles qui ont l'aptitude à exploiter plusieurs espèces de pucerons indépendamment de l'emplacement et de l'année. C'est le cas de *L. testaceipes* et d'*A. funebris*.

D'une façon générale, les résultats obtenus au cours de cette étude ont permis de faire ressortir l'importance de l'aménagement du paysage agricole sur le contrôle des populations des bio-agresseurs. Dans le cas des pucerons, plusieurs recommandations peuvent être proposées.

- Tout d'abord, et avant la planification d'une stratégie de gestion des agro-écosystèmes, il faut une bonne connaissance de l'écologie des ennemis naturels.

- Il est jugé important également de prendre en considération la configuration spatiale des zones non cultivées (bordures des cultures, les espaces inter-rangs, brise-vents, haies) et cultivées au sein de l'agro-système, tout en tenant compte des variations pédoclimatiques, des intrants et du complexe des ravageurs existants.

- Il est proposé d'éviter la monoculture dans le cas des cultures annuelles et d'opter plutôt pour les cultures pérennes, qui sont moins perturbées par les actions anthropiques.

- Il est intéressant de maintenir une grande diversité structurelle au sein de ces agro-systèmes, notamment, par l'association d'un maximum d'espèces végétales et de variétés.

Conclusion et perspectives

- En fin, il est recommandé d'éviter au maximum l'emploi des intrants, tels que, les pesticides, les fertilisants et les substances de croissance.

« L'aménagement du paysage agricole permettra au territoire agricole de fournir un cadre de vie plus sain pour les humains, la faune et la flore tout en conservant son rôle de production alimentaire »

(NATHALIE ROULLÉ, 2015).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Aggoun H. (2015).** *Contribution à l'étude des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel dans la région de Khenchela.* Mémoire Magister, Institut Sciences Vétérinaires et Sciences Agronomiques, Université Batna, 61 p.
2. **Aggoun H., Laamari M. & Tahar Chaouche S. (2016).** Associations tri-trophiques (parasitoïdes - pucerons - plantes) notées dans le milieu naturel de la région de khenchela (Est algérien). *Nature & Technologie. B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, 15: 2 - 8.
3. **Aidaoui S. (1994).** *Ressource en eau et aménagement hydro-agricole dans la région de Biskra (Ziban, Algérie).* Thèse de Doctorat, Université de Nancy II, 327 p.
4. **Alhmedi A. & Beliën T. (2015).** Aphids and their parasitoids in fruit orchards. *Fruittenteelnieuws*, 12 : 1-8.
5. **Altieri M. A. (1999).** The ecological role of biodiversity in agro-ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 19–31.
6. **Altieri M. A. & Rogé P. (2010).** The ecological role and enhancement of biodiversity in agriculture. In: *Agriculture, biodiversity and markets. Livelihoods and agroecology in comparative perspective.* Lockie S. and Carpenter D. Eds., Earthscan, 336 p.
7. **Andorno A. V., Silvia N. L. & Eduardo N. B. (2007).** Aphid-parasitoid associations (Hemiptera: Aphididae; Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) on organic vegetable crops in Los Cardales, Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina*, 66 (1-2): 171-175.
8. **Andrade T. (2013).** *Evolution spatiotemporelle de la diversité et du fonctionnement d'une guildes de parasitoïdes.* Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1, 162 p.
9. **Aroun M. F. (2015).** *Le complexe aphides et ennemis naturels en milieux cultivé et forestier en Algérie.* Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique- El Harrach- Alger, 158p.
10. **Ayadi M., Stary P., Belkadi M. S. & Ben Halima K. M. (2017).** Aphid Parasitoid Species and their Hosts in Western South of Tunisia (Hymneoptera: Aphidiidae; Aphidiinae and Hemiptera: Aphididae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 27(2): 223-226

Références bibliographiques

11. **Bagny Beilhe L., Allinne C., Avelinom J., Babin R., Brévault C., Gidoïn C., Ngo Bieng M. A., Motisi N., Soti V. & Ten Hoopen G. (2021).** Régulation des bio-agresseurs des cultures dans les systèmes agro-forestiers tropicaux, revue des approches. In: *Agroforesterie et services éco-systémiques en zone tropicale : Recherche de compromis entre services d'approvisionnement et autres services éco-systémiques* [en ligne]. Seghieri Josiane (ed.), Harmand Jean-Michel (ed.). Versailles : Ed. Quae, 229-242.
12. **Bakroune N. E. (2012).** *Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux (02) stations: El-Outaya et Ain Naga (Biskra) sur piment et poivron (Solanacées) sous abris - plastique.* Mémoire Magister, Institut Agronomique, Université Biskra, 97 p.
13. **Bakroune N. E., (2020).** *L'entomofaune des céréales dans la région de Biskra. Ecologie des populations des principaux bio-agresseurs.* Thèse Doctorat, Institut Agronomique, Université Biskra, 141 p.
14. **Baltazar C.R. (1962).** The genera of parasitic Hymenoptera in the Philippines. *Pacific insects*, 4 (4): 737-771.
15. **Ben Halima K. M. & Ben Hamouda M. H. (2005).** A propos des pucerons des arbres fruitiers de Tunisie. *Note faunique de Gembloux*, 58 :11-16.
16. **Berger D., Walters R. & Gotthard K. (2008).** What limits insect fecundity? Body size- and temperature-dependent egg maturation and oviposition in a butterfly. *Functional Ecology*, 22: 523–529.
17. **Bergès L., Roche P. K. & Avon C. (2010).** Corridors écologiques et conservation de la biodiversité, intérêts et limites pour la mise en place de la Trame verte et bleue. *Sciences Eaux & Territoires*, 3 : 28-33.
18. **Bianchi F. J. J. A., Booij C. J. H. & Tscharrntke T. (2006).** Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B*, 273: 1715-1727.
19. **Blackman R. L. & Eastop V. F. (1993a).** *Aphids on the world's Trees: an identification and information guide.* Ed. Wiley, London, UK, 416 p.
20. **Blackman R. L. & Eastop V. F., (1993b).** *Aphids on the world's Crops: an identification and information guide.* Ed. The natural History Museum, London, UK, 987 p.
21. **Blackman R. L. & Eastop F. (2006).** *Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs.* Ed. The Natural History Museum, London, UK. 1024 p.

Références bibliographiques

22. **Blackman R. L. & Eastop F. (2007).** Taxonomic issues. In: *Aphid as crop pests*, H. F. V. Emden and R. Harrington eds., CAB International: 1-29.
23. **Boivin G. (2001).** Parasitoïdes et lutte biologique: paradigme ou panacée?. *Vertigo*, 2 (2) :29-35. <http://vertigo.revues.org>
24. **Boivin G., Hance T. & Brodeur J. (2012).** Aphid parasitoids in biological control. *Canadian Journal of Plant Science*, 92: 1-12.
25. **Boualem M., Maameri E., Abbou A. & Ghelamallah A. (2014).** Etude bioécologique de deux pucerons *Myzus persicae* et *Aphis gossypii* et leurs ennemis naturels sur poivron sous serre. *AFPP – Dixième Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture Montpellier, France*, 22 et 23 Octobre 2014 : 1-10.
26. **Bouammar B. (2010).** *Le développement agricole dans les régions sahariennes. Etude de cas de la région de Ouargla et de la région de Biskra.* Thèse Doctorat, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 296p.
27. **Bouchery Y. & Jacky F. (1983).** *Atlas des formes ailées des espèces courantes des pucerons.* Ed. INRA, Paris, 47 p.
28. **Boukhris-Bouhachem S. (2011).** Aphid Enemies Reported from Tunisian Citrus Orchards. *Tunisian Journal of plant protection*, 6: 21-27.
29. **Bourarrach K., Hawlitzki N., Rohi L. & Faraj C. (1995).** Répartition spatio-temporelle des principaux Lépidoptères au Tadla. Actes Institut Agronomique et Vétérinaire (Maroc) 1995, Vol. 15 (1): 13 -20.
30. **Boutouga F. (2012).** *Ressources et Essai de Gestion des eaux dans le Zab Est de Biskra.* Mémoire Magister, Département Géologie, Université Badji Mokhtar-Annaba, 136 p.
31. **Brodeur J., Boivin G., Bourgeois G., Cloutier C., Doyon J., Grenier P. & Gagnon A.E. (2013).** Impacts des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec. *Rapport Ouranos. Rapport final projet Ouranos* No 5500005-103. 99 p.
32. **Buitenhuis R. (2004).** *A comparative study of the life history and foraging behaviour of aphid hyperparasitoids.* Thèse de Doctorat, Université Laval., 172 p.
33. **Buitenhuis R., Boivin G., Vet E. & Brodeur J. (2004a).** Preference and performance of Hyperparasitoid *Syrphophagus aphidovorus* (Hymenoptera: Encyrtidae): fitness consequences of selecting hosts in live aphids or aphid mummies. *Ecological Entomology*, 29: 648-656.

Références bibliographiques

34. **Buitenhuis R., Mcneil J. N., Boivin G. & Brodeur J. (2004b)**. The role of honeydew in host searching aphid hyperparasitoids. *Journal of Chemical Ecology*, 30 (2): 273-285.
35. **Chaubet B. (1992)**. Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs : cas des aphidiphages. *Le Courrier de la Cellule environnement de l'INRA*, 18: 45-63.
36. **Chebbah M. (2007)**. *Lithostratigraphie, Sédimentologie et Modèles de Bassins des dépôts néogènes de la région de Biskra, de part et d'autre de l'Accident Sud Atlasique (Zibans, Algérie)*. Thèse de Doctorat., Université Mentouri, Constantine. 417 p.
37. **Chehama S. & Laamari M. (2014)**. Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel et cultivé dans la région de Ghardaïa. *BioRessources*, 4(2): 62-75.
38. **Chow A. & Mackauer M. (1999)**. Altered dispersal behaviour in parasitised aphids: parasitoid-mediated or pathology?. *Ecological Entomology*, 24: 276-283.
39. **Colfer R. G. & Rosenheim J. A. (2001)**. Predation on immature parasitoids and its impact on aphid suppression. *Oecologia*, 126: 292-304.
40. **Coll M. & Hopper K. R. (2001)**. Guild structure of aphid parasitoids in broccoli: influence of host and neighbouring crops. The management of diamondback moth and other crucifer pests. *Proceedings of the 4th International Workshop, Nov. 2001, Melbourne, Australia*. 259 p.
41. **Côte M. (2002)**. Des oasis aux zones de mise en valeur: l'étonnant renouveau de l'agriculture saharienne. In: *Méditerranée*, Tome 99, n°3-4, 2002. Le Sahara, cette «autre Méditerranée» (Fernand Braudel) : 5-14.
42. **Dajoz R. (1998)**. *Les insectes et la forêt : rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier*. Ed. TEC-DOC, Paris, 594 p.
43. **Daniel H. (2009)**. Agriculture en zones péri-urbaines et biodiversité. Approche écologique. *Innovation Agronomiques*, 5: 83-89.
44. **Daniel J. & Sullivan S. J. (1972)**. Comparative Behavior and Competition Between Two Aphid Hyperparasites: *Alloxysta victrix* and *Asaphes californicus* (Hymenoptera: Cynipidae; Pteromalidae). *Environmental Entomology* 1(2): 234-244.
45. **Davidian E. M. (2009)**. Афиидиды (Hymenoptera, Aphidiidae) России и сопредельных территорий. диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Санкт-Петербург, 19 p.

Références bibliographiques

46. **Debras J. F. (2007).** *Rôles fonctionnels des haies dans la régulation des ravageurs : le cas du psylle *Cacopsylla pyri* L. dans les vergers du sud-est de la France.* Thèse Doctorat, Université Avignon, France, 240 p.
47. **Deghiche- Diab N. (2016).** *Etude de la biodiversité des Arthropodes et des plantes spontanées dans l'agro-écosystème oasisien.* Mémoire Magister, Université Mohamed Khider, Biskra, 94 p.
48. **Delassus L. (2015).** *Guide de terrain pour la réalisation des relevés phyto-sociologiques.* Brest : Ed. Conservatoire botanique national de Brest, 25 p., annexes (document technique).
49. **Dieckhoff C. & Heimpel G. E. (2010).** Determinants of egg load in the soybean aphid parasitoid *Binodoxys communis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 136: 254 - 261.
50. **Dion E. (2011).** *Effet de l'écologie d'un hôte sur l'évolution de son principal parasitoïde.* Thèse doctorat, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Rennes, 162 p.
51. **DSA Biskra (2020).** *Monographies (2010-2011/2019-2020).* Ed. Direction des Services Agricoles de la wilaya de Biskra, Service des statistiques agricoles.
52. **DSA Biskra (2022).** *Rapport de situation du secteur agricole.* Ed. Direction des Services Agricoles de la wilaya de Biskra, Service des statistiques agricoles.
53. **Duranton J. F., Launois M., Launois - Luong M. H. & Lecoq M. (1982).** *Manuel de prospection antiacridienne en zone tropicale sèche.* Ed. GERDAT, Paris, 696 p.
54. **Farhi Y. & Belhamra M. (2012).** Typologie et structure de l'avifaune des Ziban (Biskra, Algérie). *Courrier du Savoir*, 13 : 127-136.
55. **Gagui F. (2012).** *Faune aphidienne associée au milieu naturel dans la région de Biskra.* Mémoire Magister, Institut Agronomie, Université Biskra, 47 p.
56. **Gaudreau C. H. (2012).** *Intégration de la biodiversité dans l'agro-écosystème: cas Européens et cas Québécois.* Diplôme de Maître en Environnement, Université Sherbrooke, Québec, Canada, 147 p.
57. **Ghelamallah A., Rakhshani E., Bouhraoua R. T., Michelena J.M., Boualem M., Ferrer-Suay M. & Pujade-Villar J. (2018).** New Hymenoptera records (Braconidae: Aphidiinae) from Algeria and the Northern Africa, and notes about other species. *Entomofauna*, 39/1 (13): 301-316.
58. **Gibson G. A. P. (2001).** The Australian species of *Pachyneuron* Walker (Hymenoptera: Chalcidoidea: Pteromalidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 10(1): 29-54.

Références bibliographiques

59. **Glinwood R.T. (1998).** *Responses of Aphid Parasitoids to Aphid Sex Pheromones: Laboratory and Field Studies.* Thesis of Doctor of Philosophy. The University of Nottingham, 209p.
60. **Gotlin Čuljak T. & Igrc Barčić, J. (2002).** A check-list of aphid species. Aphidoidea (Hemiptera, Homoptera, Sternorrhyncha) in Croatia. *Natural Croatian History Museum*, 11 (2): 243–264.
61. **Guay J. F. (2009).** *Capacité des pucerons à résister aux parasitoïdes et aux stress abiotiques. Rôle du symbiote bactérien Hamiltonella defensa en association avec un nouveau symbiote facultatif du puceron du pois.* Mémoire de Maître en Sciences, Faculté des études supérieures, Université Laval, 56 p.
62. **Guehiliz N. (2016).** *Contribution à l'étude des plantes spontanées dans l'Oued de Biskra.* Mémoire Magister, Institut Agronomie, Université Mohamed Khider - Biskra, 83 p.
63. **Haddad A. (2011).** *Contribution à l'étude de la répartition spatiale de la végétation spontanée de la région de Biskra.* Mémoire Magister, Institut Agronomie. Université Mohamed Khider - Biskra, 153 p.
64. **Hafez M. (1961).** *Seasonal fluctuations of population density of the cabbage aphid, Brevicoryne brassicae (L.), in the Netherlands, and the role of its parasite, Aphidius (Diaeretiella) rapae (Curtis).* Thesis for the degree of Doctor, Agricultural University of Wageningen, Holland, 104 p.
65. **Halimi C. W. (2010).** *Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu cultivé dans la région de Biskra.* Mémoire Magister, Institut Science Naturel et de Vie, Université Biskra, 80 p.
66. **Härri S. A., Krauss J. & Müller C. B. (2008).** Fungal endosymbionts of plant reduce lifespan of an aphid secondary parasitoid and influence host selection. *Proceedings of the Royal Society, Series B, Biological sciences*, 275 (1651): 2627-2632.
67. **Hemidi W. (2013).** *Contribution à l'étude des hyménoptères parasitoïdes associés aux pucerons des plantes ornementales : cas de la ville de Biskra.* Mémoire Magister, Institut Agronomie, Université Mohamed Khider Biskra, 85 p.
68. **Hemidi W., Laamari M. & Tahar Chaouche S. (2013):** Les Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés aux plantes ornementales de la ville de Biskra. *USTHB-FBS 4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems" "CIPCA4" TAGHIT (Bechar) – ALGERIA*, 19-21 November 2013: 363-371.

Références bibliographiques

69. Hercus M. J. & Hofmann A. A. (2000). Maternal and grand maternal age influence offspring fitness in *Drosophila*. *Proceedings of the Royal Society B.*, 267: 2102-2110.
70. Herve M. (2010). *Influence de la qualité et de la distribution temporelle du puceron hôte sur la fitness du parasitoïde Aphidius rhopalosiphii (Hymenoptera: Braconidae)*. Mémoire Master 2, Ecologie Fonctionnelle, Comportementale et Evolutive. Université de Rennes 1. 26 p.
71. Jarošík V., Holy I., Lapchin L. & Havelka J. (2003). Sex ratio in the aphid parasitoid *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae) in relation to host size. *Bulletin of Entomological Research*, 93, 255–258. DOI: 10.1079/BER2003229.
72. Jervis M. A., Copland M. J. W. & Harvey J. A. (2005). The life-cycle. In *Insects as natural enemies, A practical perspective*. Mark A. Jervis Ed., Springer Pub.: 73- 165.
73. Kamenova S. (2009). *Influence de la composition et de la structuration du paysage sur le fonctionnement des populations de ravageurs des cultures*. Mémoire Master 2, Université de Rennes, 20 p.
74. Kavallieratos N. G., Athanassiou C. G., Tomanovic Z., Sciarretta A., Trematerra P. & Ziki D. (2005). Seasonal occurrence, distribution and sampling indices for *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphidoidea) and its parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) on tobacco. *European Journal of Entomology*, 102: 459-468.
75. Kavallieratos N. G., Tomanovic Z., Sarlis G. P., Fasseas C. & Emmanuel N. (2006). A review of the genus *Aphidius* Nees in Greece (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) with the description of new species. *Journal of Natural History*, 4 (17-18): 1179-1197.
76. Kavallieratos N. G., Tomanovic Z., Stary P., Athanassiou C. G., Sarlis G. P., Pterovic O., Niketic M. & Veronikis M. A. (2004). A survey of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Southeastern Europe and their aphid-plant associations. *Applied Entomology and Zoology*, 39 (3): 527-563.
77. Kavallieratos N. G., Tomanovic Z., Stary P. & Emmanuel N. (2008). *Vitex agnus cactus* and *Euphorbia characias* ssp. *Wulfenii* as reservoirs of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Florida Entomologist*, 91(2): 179-191.
78. Laamari M., Cœur d'Acier A. & Jousset E. (2013). New data on aphid fauna (Hemiptera, Aphididae) in Algeria. *ZooKeys*, 319: 223–229.
79. Laamari M., Jousset E. & Cœur d'acier A. (2010). Assessment of aphid diversity (Hemiptera: Aphididae) in Algeria: a fourteen-year investigation. *Faunistic Entomology*, 62 (2): 73-87.

Références bibliographiques

80. Laamari M., Tahar Chaouche S., Benferhat S., Abbès S. B., Merouani H., Godbane S., Khenissa N. & Sary P. (2011). Interactions tritrophiques: plante-puceron-hyménoptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, 63 (3) : 115-120.
81. Laamari M., Tahar chaouche S., Halimi C. W., Benferhat S., Abbes S. B., Khenissa N., & Sary P. (2012). A review of aphid parasitoids and their associations in Algeria (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae; Hemiptera: Aphidoidea). *African Entomology*, 20 (1): 161-170.
82. Labdaoui Z.E. & Guenaoui Y. (2018). Some Observations on the Predominance of *Aphis spiraecola* on Citrus in Northwestern Algeria. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 13: 147-157.
83. Landis D.A., Wratten S. D. & Gurr G. M. & Gurr G. M. (2000). Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45: 175-201.
84. Leclant F. (1978 a). *Etude bio-écologique des aphides de la région méditerranéenne, implication agronomique*. Thèse Doctorat, Université Science et Technologie, Longeudoc Roussillon. 318 p.
85. Leclant F. (1978 b). *Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification. Tome I, grandes cultures*. Ed. ACTA, Paris, 63 p.
86. Leclant F. (1999). *Les pucerons des plantes cultivées: clef d'identification. Tome II, cultures maraîchères*. Ed. ACTA et INRA, Paris, 98 p.
87. Lohaus K., Vidal S. & Thies C. (2013). Farming practices change food web structures in cereal aphid–parasitoid–hyperparasitoid communities. *Oecologia*, 171: 249 - 259.
88. Lopes C. (2007). *Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique. Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons*. Thèse Doctorat, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech, 311 p.
89. Mackauer M. & Völkl W. (2005). Sex ratio shift caused by hyper-parasitisme in the solitary parasitoid *Lysiphlebus hirticornis* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *European Journal of Entomology*, 102: 475-481.
90. Mahmoudi M., Sahragard A. & Jalali Sendi J. (2010). Foraging efficiency of *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hymenoptera: Aphidiidae) parasitizing the black bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae), under laboratory conditions. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 13: 111-116.

Références bibliographiques

91. **Martinez A. J., Kim K. L., Harmon J. P. & Oliver K. M. (2016).** Specificity of Multi-Modal Aphid Defenses against Two Rival Parasitoids. *PLoS ONE* 11(5): e0154670: 1-17.
92. **Matin S. B., Sahragard, A. & Rasoolian G. (2009).** Some biological parameters of *Lysiphlebus fabarum* (Hymenoptera: Aphidiidae) a parasitoid of *Aphis fabae* (Homoptera: Aphidiidae) under laboratory conditions. *Munis Entomology & Zoology*, 4 (1): 193-200.
93. **Mcgillivray M. E. (1979).** *Les pucerons nuisibles de la pomme de terre au Canada : cycle vital et clé d'identification*. Ed. Ministère des approvisionnements et Services, Ottawa, 14p.
94. **Menacer S. (2012).** *Influence des facteurs microclimatiques de la palmeraie sur la diversité du peuplement aphidien dans la région de Biskra*. Mémoire Magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique- El Harrach, Alger, 81p.
95. **Miller R. H., Pike K. S. & Stary P. (2002).** Aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae) on Guam. *Micronesica*, 34 (2): 87-103.
96. **Moreau S. J. M. (2003).** Interactions Hyménoptères parasitoïdes - systèmes immunitaires hôtes: Les mécanismes «actifs» et «passifs» redéfinis. *Annales de la Société Entomologique de France*, 39(4): 305-314, DOI: 10.1080/00379271.2003.10697389.
97. **Müller C., Völkl W. & Godfray H. C. J. (1997).** Are behavioural changes in parasitized apids a protection against hyperparasitism?. *European Journal of Entomology*, 94: 221-234.
98. **Navasse Y. (2016).** *Spécialisation parasitaire chez les Aphidiinae: existe-t-il des parasitoïdes de pucerons généralistes ?*. Thèse de Doctorat. Université de Rennes 1, 188 p.
99. **Nguyen L. T. H. (2018).** *Bottom-up effects of abiotic factors on aphid parasitoid specialization*. Thèse de Doctorat. Université Côte d'Azur, 309 p.
100. **Ozenda P. (1977)-** *Flore du Sahara*. Ed. C.N.R.S., Paris, 622p.
101. **Pelletier L. (2003).** *Facteurs affectant le succès reproducteur des Bourdons en milieu naturel*. Thèse Philosophiae Doctor, Université Laval, Québec, 154 p.
102. **Perera M. R., Flores Vargas R. D. & Jones G. K. (2005).** Identification of aphid species using protein profiling and matrix-assisted laser desorption / ionization time-of-flight mass spectrometry. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 117: 243-247.
103. **Petrović A., Mitrović M., Ivanović A., Žikić V., Kavallieratos N. G., Starý P., Bogdanović A. M., Tomanović Z. & Vorburget C. (2015).** Genetic and morphological variation in sexual and asexual parasitoids of the genus *Lysiphlebus* – an apparent link between wing shape and reproductive mode. *BMC Evolutionary Biology*, 15 (5) : 1-12.

Références bibliographiques

- 104. Pike K. S., Stary P., Miller T., Graf G., Allison D., Boydston L. & Miller R. (2000).** Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Northwest - USA. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 102: 688-740.
- 105. Powell G., Tosh C. R. & Hardie J. (2006).** Host plant selection by aphids: behavioral, evolutionary, and applied perspectives. *Annual Review of Entomology*, 51: 309-330.
- 106. Rafalimanana H. J. (2003).** *Evaluation des effets d'insecticides sur deux types d'Hyménoptères auxiliaires des cultures, l'abeille domestique (Apis mellifera L.) et des parasitoïdes de pucerons : études de terrain à Madagascar et de laboratoire en France.* Thèse Doctorat, Institut National Agronomique. Paris-Grignon, 205 p.
- 107. Rakhshani E., Tomanovic Z., Stary P., Talebi A. A., Kavallieratos N. G., Zamani A. A. & Stamenkovi S. (2008).** Distribution and diversity of wheat aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Iran. *European Journal of Entomology*, 105: 863–870.
- 108. Rakhshani E., Kazemzadeh S., Starý P., Barahoei H., Kavallieratos N.G., Četković A., Popović A., Bodlah I. & Tomanović Z. (2012).** Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of northeastern Iran: Aphidiine-aphid-plant associations, key and description of a new species. *Journal of Insect Science*, 12: 1-26.
- 109. Rakhshani E., Barahoei H., Ahmad Z., Stary P., Ghafouri Moghaddam M., Mehrpavar M., Kavallieratos N. G, Čkrkić G. & Tomanovic Z. (2019).** Review of Aphidiinae parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of the Middle East and North Africa: key to species and host associations. *European Journal of Taxonomy*, 552: 1–132.
- 110. Rehman A. & Powell W. (2010).** Host selection behaviour of aphid parasitoids (Aphidiidae: Hymenoptera). *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2(10): 299-311.
- 111. Remaudière G., Autrique A., Aymonin G., Eastop V. F., Kafurera J., Stary P. & Dedonder R. (1985).** *Contribution a l'écologie des aphides africains.* Ed. FAO, Rome, 214p.
- 112. Remaudière G., Papierok B. & Latge J. P. (1976).** La systématique et la notion de spécificité chez les Aphides, chez leurs Hyménoptères parasites et chez leurs champignons pathogènes. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 6 (10): 418 -423.
- 113. Remaudière G. & Seecoofernandez V. (1990).** *Clef pour aider à la reconnaissance des ailés de pucerons piégés en régions méditerranéennes (Homoptera, Aphidoidea).* Ed. Inst. Pasteur, Paris et Universidad de Leon, Espana, 205 p.
- 114. Rouchet R. (2012).** *Host-parasitoid coevolution: The role of parasitoid adaptation to endosymbiont-mediated defence in aphids.* These of Doctor of Sciences in Biology, University of Rennes 1, 96 p

Références bibliographiques

115. **Roullé N. (2015).** *Structure du paysage et contrôle des pucerons du Maïs*. Thèse de Doctorat en Biologie. Université de Montréal, Québec, 182 p.
116. **Roullé N., Domon G. & Lucas É. (2015).** Variation intra-annuelle de l'effet de la structure du paysage sur le contrôle biologique des pucerons du maïs. *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology*, 68 : 109-124.
117. **Salemkour N., Chalabi K., Farhi Y. & Belhamra M. (2012).** Inventaire floristique de la région des Ziban. *Journal Algérien des Régions Arides*, 9(10 et 11): 3-16.
118. **Salliou M. N. (2017).** *La Gestion Paysagère des Ravageurs: exploration des verrous et leviers d'une innovation agro-écologique par la modélisation participative*. Thèse Doctorat, Institut National Polytechnique, Université de Toulouse, 218 p.
119. **Shufran K. A., Weathersbee A. A., Jones D. B. & Elliott N. C. (2004).** Genetic similarities among geographic isolates of *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiidae) differing in cold temperature tolerances. *Environmental Entomology*, 33 (3): 776-778.
120. **Sloggett J. J. & Weisser W. W. (2002).** Parasitoids induce production of the dispersal morph of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *OIKOS*, 98: 323–333.
121. **Sorensen J. T. (2003).** Aphids. In *Encyclopedia of insects*, V. H. Resh and R. T. Cardé eds., Elsevier Science, USA, 1266p.
122. **Stary P. (1970).** *Biology of aphid parasites with respect to integrated control*. Ed. Publisher the Hague, Netherlands, 643p.
123. **Starý P., Lyon J.P. & Leclant F. (1988).** Biocontrol of aphids by the introduced *Lysiphlebus testaceipes* (Cress.) (Hym., Aphidiidae) in Mediterranean France. *Journal of Applied Entomology*, 105: 74-78.
124. **Stary P. & Sekkat A. (1987).** Parasitoïds (Hymenoptera, Aphidinae) of Aphid pests in Morocco. *Annales de la Société entomologique de France* ., 23 (2): 145-149.
125. **Sullivan D. J. (2003).** Hyperparasitisme. In *Encyclopedia of insects*, V. H., Resh and R. T. Cardé eds., Elsevier Science (USA): 549- 551.
126. **Sunderland K. D., Powell W. & Symondson W. O. C. (2005).** Populations and communities. In: *Insects as natural enemies*, M. A. Jervis ed., Springer pub., 299- 434.
127. **Tahar Chaouch S. (2010).** *Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel dans la région de Biskra*. Mémoire Magister, Institut Agronomique, Université Biskra, 55 p.

Références bibliographiques

128. **Tahar Chaouche S. & Laamari M. (2015).** Aphid parasitoid species (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) and their associations in Biskra province, Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3 (2): 179-184.
129. **Talebi A. A., Rakhshani E., Fathipour Y., Stary P., Tomanovic Z. & Rajabi-Mazhar N. (2009).** Aphids and their Parasitoids (Hym., Braconidae: Aphidiinae) Associated with Medicinal Plants in Iran. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3 (2): 205-219.
130. **Thie C., Roschewitz I. & Tschardt T. (2005).** The landscape context of cereal aphid-parasitoid interactions. *Proceedings of the Royal Society B*, 272: 203-210.
131. **Tomanovic Z., Kavallieratos N.G., Athanassiou C. G. & Pterovic O. (2003a).** A new *Praon* species: (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) of the *Uroleucon* parasitoid complex from the Mediterranean Area. *Phytoparasitica*, 31(1): 19-26.
132. **Tomanovic Z., Kavallieratos N.G., Athanassiou C. G. & Stanisavljevic L. Z., (2003b).** A review of the West Palaearctic aphidiines (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) parasitic on *Uroleucon* spp., with the description of a new species. *Annales de la Société Entomologique de France*, 39 (4): 343-353.
133. **Tomanovic Z., Kavallieratos N.G., Stary P., Athanassiou C. G., Zikic V., Pterovic-Obradovic O. & Sarlis G. P. (2003c).** *Aphidius* Nees aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) in Serbia and Montenegro: tritrophic associations and Key. *Entomologica Serbica*, 8 (1/2): 15-39.
134. **Tomanovic Z., Kavallieratos N.G., Stary P., Stanisavljevi L. Z., Pterovic-Obradovic O., Tomanovic S. & Milutinovic M. (2006).** Phylogenetic relationships among *Praon* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) aphid parasitoids, with redescription of two species. *Insect Systematics and Evolution*, 37 (2): 213-226.
135. **Tougeron K. (2017).** *Diapause variability in aphid parasitoids in the context of climate changes; implications for biological control.* These Doctor of Philosophy, Université De Rennes 1, 247 p.
136. **Toutain G., Dollé V. & Ferry M. (1990).** Situation des systèmes oasiens en régions chaudes. In : Dollé V.(ed.), Toutain G. (ed.). *Les systèmes agricoles oasiens.* Montpellier : CIHEAM, 1990. p. 7 -1 8 (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens, n°11).
137. **Van Harten A., Albano Ilharco F. & Prinsen J. D. (1994).** *A general guide to the aphids (Homoptera, Aphidoidea) of Yemen.* Ed. Eschborn: (GTZ), GmbH, 72 p.

Références bibliographiques

138. Villagra C. A., Ramurez C. C. & Niemeyer H. M. (2002). Antipredator reponses of aphids to parasitoïds change as a function of aphid physiological state. *Animal Behaviour*, 64: 677-683.
139. Villegas C. M., Žikić V., Stanković S., Ortiz-Martínez S. A., Peñalver-Cruz A. & Lavandero B. (2017). Morphological variation of *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae) associated with different aphid hosts. *Peer Journal*, 5 : 1-14.
140. Vorburger C., Ganesanandamoorthy P. & Kwiatkowski M. (2013). Comparing constitutive and induced costs of symbiont conferred resistance to parasitoids in aphids. *Ecology and Evolution*; 3(3): 706 -713.
141. Vorburger C. & Rouchet R. (2016). Are aphid parasitoids locally adapted to the prevalence of defensive symbionts in their hosts?. *BMC Evolutionary Biology* 16(271) : 1-11.
142. Yu D.S., Van Achterberg K., & Horstmann K. (2012). World Ichneumonidae 2011. Taxonomy, Biology, Morphology and Distribution. *Taxapad.com*.
143. Žikić V., Stanković S.S., Ilić Milošević M., Petrović-Obradović O., Petrović A., Starý P. & Tomanović Ž. (2014). First detection of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiinae) in Serbia; an introduced species in Europe on-going invasion in Europe?. *North-Western Journal of Zoology* 141210: 1- 18.
144. Žikić V., Stanković S.S., Petrović A., Milošević M.I., Tomanović Z., Klingenberg C.P. & Ivanović A., (2017). Evolutionary relationships of wing venation and wing size and shape in Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae). *Organisms Diverstiy Evolution*, 17: 607–617.

Webographie

- Site internet TuTiempo : <http://www.tutiempo.net>

Annexes

Annexe 1 : Test Khi-deux (χ^2) de l'indépendance entre la spécificité des parasitoïdes primaires et les espèces de pucerons (Significativité par espèces de pucerons parasités).

	<i>Acyrtosiphon lactucae</i>	<	<
	<i>Uroleucon sonchi</i>	<	<
	<i>Uroleucon compositae</i>	<	<
	<i>Uroleucon ambrosiae</i>	<	<
	<i>Therioaphis langloisi</i>	<	<
	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	<	<
	<i>Ovatus inulae</i>	<	<
	<i>Myzus persicae</i>	<	<
	<i>Metopolophium dirhodum</i>	<	<
	<i>Hyperomyzus lactucae</i>	<	<
	<i>Hyalopterus pruni</i>	<	<
	<i>Dysaphis plantaginea</i>	<	<
	<i>Capitophorus inulae</i>	<	<
	<i>Brachycaudus rumexicolens</i>	<	<
	<i>Aphis rumicis</i>	<	<
	<i>Aphis punicae</i>	<	<
	<i>Aphis pomi</i>	<	<
	<i>Aphis gossypii</i>	<	<
	<i>Aphis fabae</i>	<	<
	<i>Aphis craccivora</i>	<	<
	<i>Aphis acetosae</i>	<	<
Généraliste	>	>	>
Spécialiste	<	<	<

Les symboles mentionnés en rouge sont significatifs au seuil alpha=0,05

Annexe 2 : Test Khi-deux (χ^2) de l'indépendance entre la spécificité des parasitoïdes primaires et les familles botaniques (Significativité par Famille botanique).

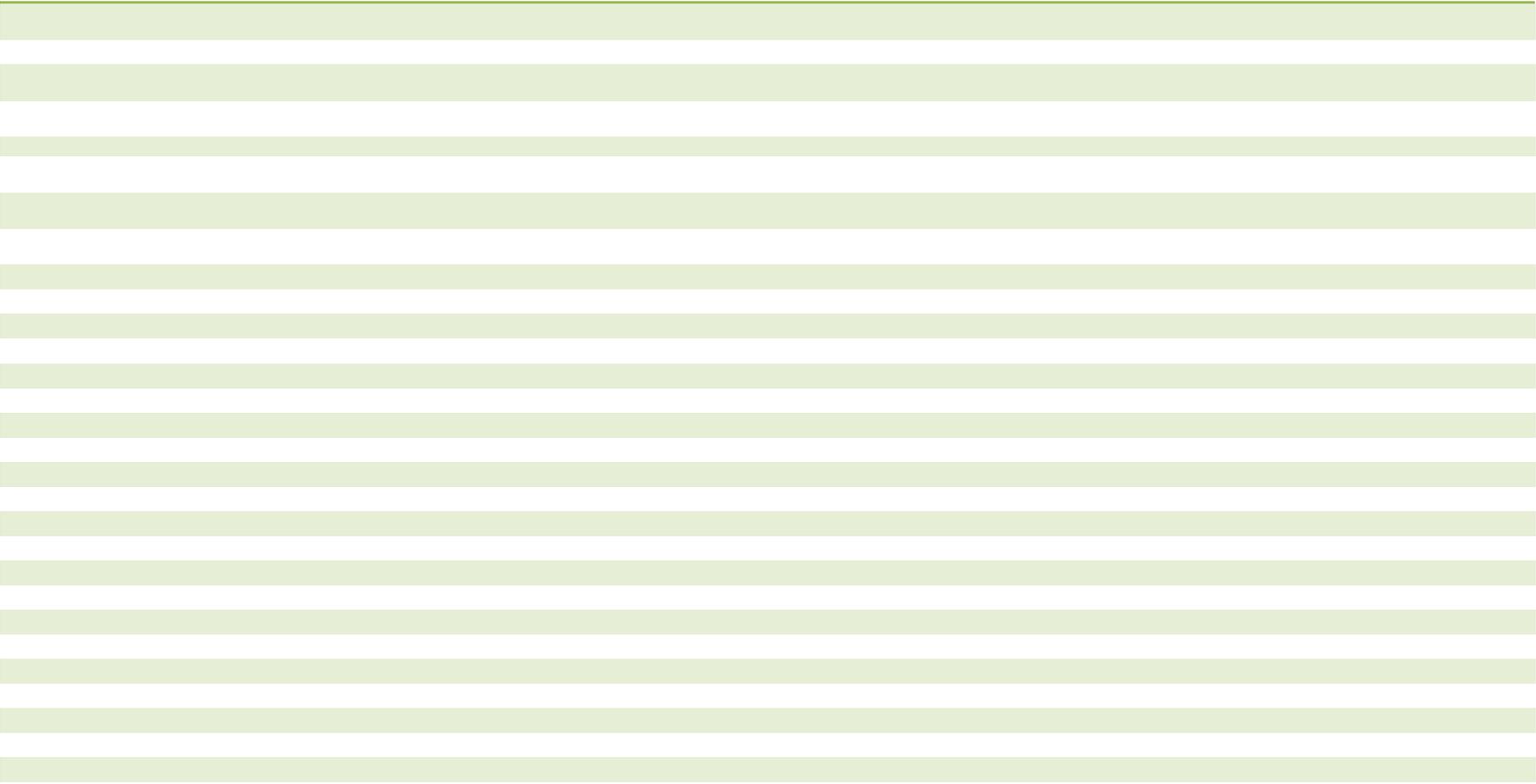
	Amaranthaceae	Asteraceae	Brassicaceae	Fabaceae	Poaceae	Polygonaceae	Portulacaceae	Punicaceae	Rosaceae	Solanaceae	polygonaceae
Généraliste	>	<	<	>	>	>	>	<	>	<	>
Spécialiste	<	>	>	<	<	<	<	>	<	>	<

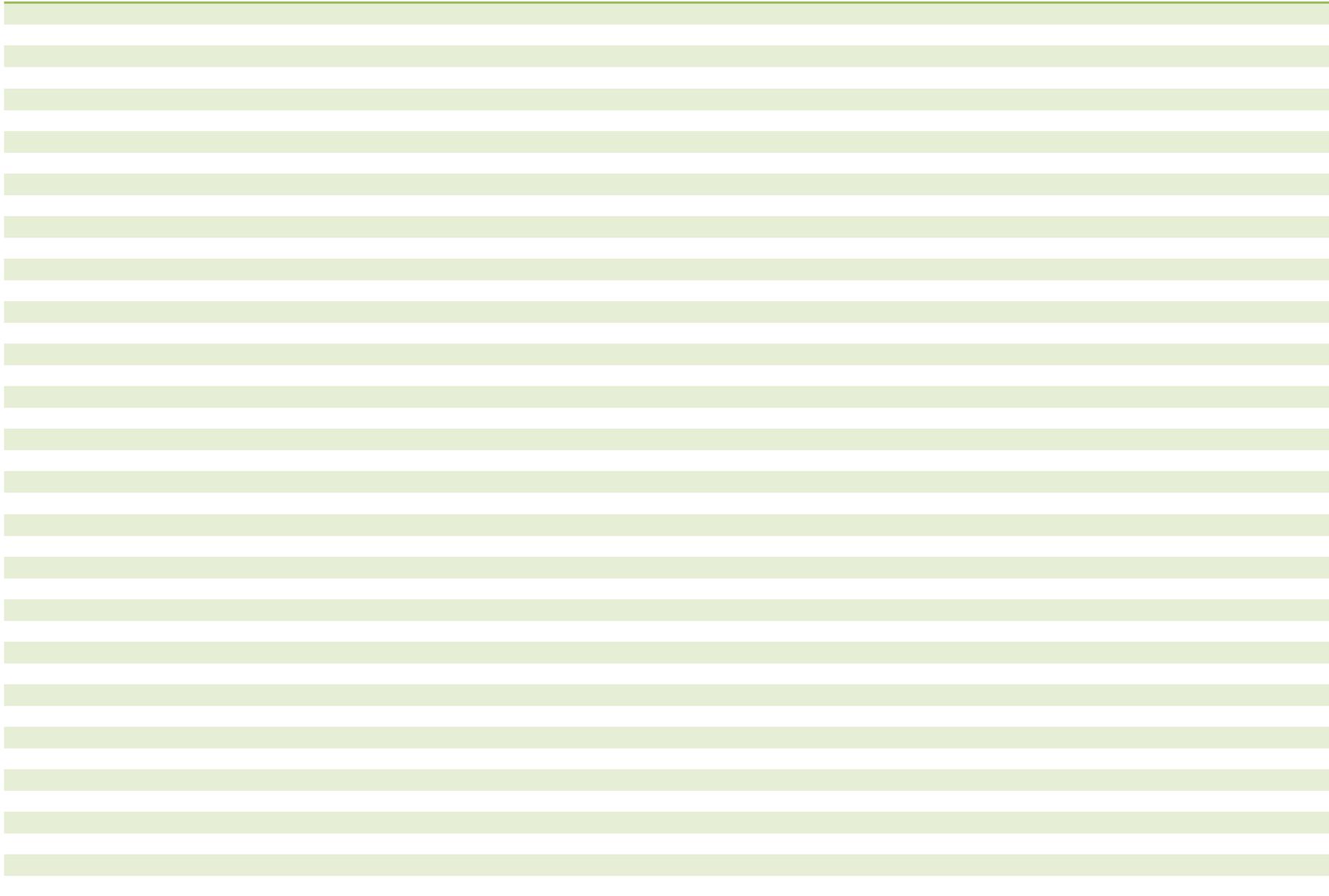
Les symboles mentionnés en rouge sont significatifs au seuil alpha=0,05

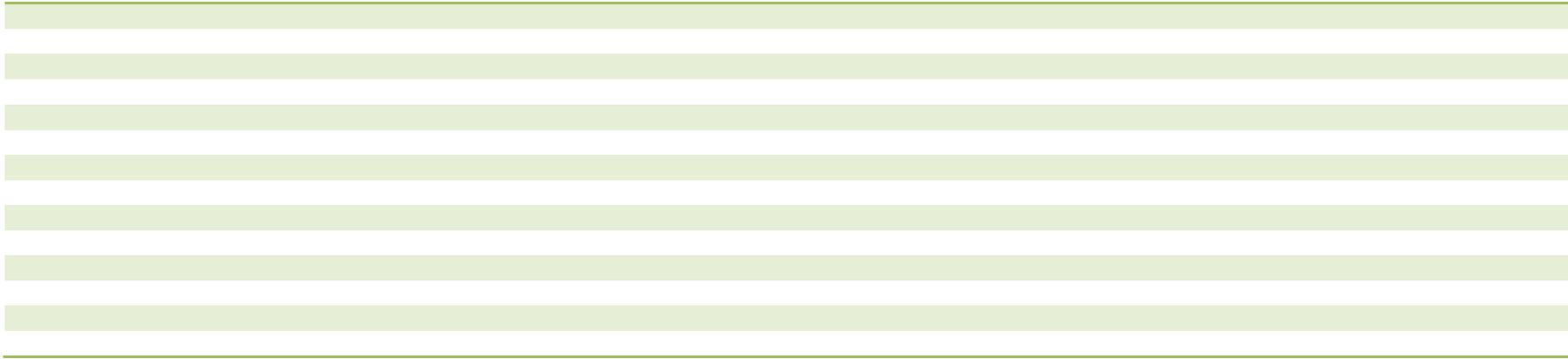
Annexe 3 : Traitement de la répartition des Hyménoptères parasitoïdes primaires échantillonnés en fonction des sites d'études par une analyse factorielle des correspondances.

Espèces de Parasitoïdes	Branis	Foughala	Chetma
<i>Aphelinus mali</i>	0	1	0
<i>Aphidius ervi</i>	1	1	1
<i>Aphidius funebris</i>	1	1	0
<i>Aphidius colemani</i>	1	0	1
<i>Aphidius matricariae</i>	1	1	1
<i>Aphidius sonchi</i>	1	1	1
<i>Binodoxys angelicae</i>	1	0	1
<i>Binodoxys</i> sp.	0	0	1
<i>Diaeretiella rapae</i>	1	1	0
<i>Ephedrus niger</i>	1	0	0
<i>Lysiphlebus confusus</i>	1	0	0
<i>Lysiphlebus fabarum</i>	0	1	1
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	1	1	1
<i>Praon</i> sp.1	0	1	0
<i>Praon</i> sp.2	1	0	0
<i>Praon</i> sp.3	1	0	0
<i>Praon volucre</i>	1	1	1
<i>Praon yomenae</i>	1	1	1

Annexe 4 : Traitement des données de l'influence de la structure du paysage agricole sur la répartition des populations des parasitoïdes primaires des pucerons dans les sites d'étude.







Annexe 5 : Traitement des données de l'abondance relative des parasitoïdes primaires des pucerons dans les sites d'étude par l'ACP.

Région / Espèces de parasitoïdes	<i>Aphelinus mali</i>	<i>Aphidius ervi</i>	<i>Aphidius funebris</i>	<i>Aphidius collemanni</i>	<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Aphidius sonchi</i>	<i>Binodoxys angelicae</i>	<i>Binodoxys</i> sp	<i>Diaeretiella rapae</i>	<i>Ephedrus niger</i>	<i>Lysiphlebus confusus</i>	<i>Lysiphlebus fabarum</i>	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Praon</i> sp1.	<i>Praon</i> sp2.	<i>Praon</i> sp3.	<i>Praon volucre</i>	<i>Praon yomenae</i>
Branis 2014	0,00	1,60	0,23	0,46	12,59	0,00	0,92	0,00	0,00	29,75	11,21	0,00	42,56	0,00	0,23	0,23	0,00	0,23
Branis 2015	0,00	0,00	17,79	1,58	2,77	0,00	3,16	0,00	24,9	0,00	0,00	0,00	48,22	0,00	0,00	0,00	1,58	0,00
Branis 2016	0,00	3,48	0,43	0,00	21,3	21,74	0,00	0,00	3,04	1,3	0,00	0,00	47,39	0,00	0,00	0,00	0,00	1,3
Chetma 2015	0,00	0,00	0,00	0,00	22,22	15,56	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00	22,22	33,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chetma 2016	0,00	3,23	0,00	1,08	3,23	0,00	3,23	3,23	0,00	0,00	0,00	5,38	73,12	0,00	0,00	0,00	2,15	5,38
Foughala 2014	0,73	2,92	86,86	0,00	1,46	1,46	0,00	0,00	2,19	0,00	0,00	0,73	2,19	1,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Foughala 2015	0,00	0,00	46,12	0,00	3,2	0,00	0,00	0,00	2,74	0,00	0,00	2,74	5,94	0,00	0,00	0,00	0,00	39,27
Foughala2016	0,00	14,75	55,74	0,00	22,95	0,00	0,00	0,00	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,92

Résumé

Résumé

Cette étude réalisée dans les écosystèmes oasiens de la région des Ziban (Biskra) pendant les années 2014, 2015 et 2016 a permis d'identifier 24 espèces d'Hyménoptères parasitoïdes des pucerons, dont 18 espèces agissent en tant que parasitoïdes primaires et 6 espèces sont des hyper-parasitoïdes. Les parasitoïdes primaires sont prélevés et identifiés en association avec 23 espèces de pucerons installées sur 29 espèces végétales. Un nombre de 86 associations tri-trophiques « plante-puceron- parasitoïde » a été obtenu.

Le succès parasitaire de ces auxiliaires et leur niveau d'adaptation aux conditions environnantes sont évalués par le biais de plusieurs paramètres (Taux de parasitisme, taux d'émergence, taux d'hyper-parasitisme et la sex-ratio). Les résultats obtenus ont permis de constater que *A. matricariae*, *A. funebris* et *L. testaceipes*, sont les plus prolifiques et les plus potentiels.

L'analyse de la répartition spatiale des parasitoïdes primaires a fait ressortir une hétérogénéité remarquable entre les trois types d'écosystèmes phoenicicoles choisis. La palmeraie de Branis s'est montrée la plus attractive à ces auxiliaires.

Afin de comprendre l'influence des facteurs environnementaux sur la répartition spatio-temporelle de ces parasitoïdes, plusieurs variables ont été analysées, notamment, celles liées à la composition et à la configuration spatiale de l'habitat. Les résultats obtenus ont montré que l'espace non cultivé au sein de la palmeraie est plus déterminant pour la distribution de ces parasitoïdes comparativement à l'espace cultivé. Par ailleurs, il est constaté que les pucerons installés sur les Asteraceae, Poaceae et les polygonaceae sont plus parasités par ces auxiliaires comparativement au reste des familles. Ces résultats ont permis également de remarquer que la strate herbacée est plus attractive à ces ennemis naturels comparativement à la strate arborescente.

L'étude de la dynamique spatio-temporelle des parasitoïdes primaires a mis en évidence que les espèces les plus dominantes sont celles qui ont l'aptitude à exploiter plusieurs espèces de pucerons indépendamment de l'emplacement et de l'année. C'est le cas de *L. testaceipes* et d'*A. funebris*.

Mots-clés: Pucerons, Hyménoptères parasitoïdes, Ecosystèmes oasiens, Ziban, Biskra.

Summary

This study carried out in the oasis ecosystems of the Ziban region (Biskra) during the years 2014, 2015 and 2016 identified 24 species of Hymenoptera parasitoids of aphids, of which 18 species act as primary parasitoids and 6 species are hyper-parasitoids. The primary parasitoids are sampled and identified in association with 23 aphid species installed on 29 plant species. A number of 86 tri-trophic "plant-aphid-parasitoid" associations were obtained.

The parasitoid success and their level of adaptation to the surrounding conditions were evaluated through several parameters (parasitism rate, emergence rate, hyper-parasitism rate and sex ratio). The results obtained showed that the primary parasitoids *A. matricariae*, *A. funebris* and *L. testaceipes*, are the most prolific and the most potential.

The analysis of the spatial distribution of primary parasitoids showed a remarkable heterogeneity between the three types of oasis. Branis Oasis proved to be the most preferred for these auxiliaries.

In order to understand the influence of environmental factors on the spatio-temporal distribution of these parasitoids, several variables were analyzed, notably those related to the composition and spatial configuration of the habitat. The results obtained showed that the uncultivated space within the palm grove is more determining for the distribution of these parasitoids compared to the cultivated space. Moreover, it was found that aphids installed on Asteraceae, Poaceae and polygonaceae are more parasitized by these auxiliaries compared to the rest of the families. These results also showed that the herbaceous layer is more attractive to these natural enemies compared to the tree layer.

The study of the spatio-temporal dynamics of primary parasitoids has shown that the most dominant species are those that have the ability to exploit several aphid species independently of location and year. This is the case of *L. testaceipes* and *A. funebris*.

Keywords: Aphids, Hymenoptera parasitoids, Oasis ecosystems, Ziban, Biskra.

هذه الدراسة التي أجريت في النظم البيئية لواحاحات منطقة الزيبان (بسكرة) خلال الأعوام 2014 ، 2015 و 2016 أتاحت التعرف على 24 نوعاً من طفيليات حشرات المن ، منها 18 نوعاً تعمل كطفيليات أولية و 6 أنواع من الطفيليات المفترمة .الطفيليات الأولية قد تم أخذها وتحديد نوعها بالاقتران مع 23 نوعاً من حشرات المن المرتبطة بـ 29 نوعاً من النباتات .تم الحصول على مجموع 86 رابطة ثلاثية (نبات- من-حشرة متطفلة).

تم تقييم نجاح نسبة التطفل لهذه الطفيليات ومستوى تكيفها مع الظروف المحيطة من خلال عدة معايير (معدل التطفل، معدل الظهور، معدل التطفل المفترم ونسبة الجنس). أظهرت النتائج أن *A. matricariae* و *A. funebris* و *L. testaceipes* هي الأكثر انتشاراً والأكثر قدرة.

كشفت تحليل التوزيع المكاني للطفيليات الأولية عن اختلاف ملحوظ بين الأنواع الثلاثة للنظم البيئية للواحاحات المختارة. أثبت بان بستان نخيل برانيس هو الأكثر جاذبية لهذه الطفيليات.

من أجل فهم تأثير العوامل البيئية على التوزيع المكاني والزمني لهذه الطفيليات ، تم تحليل العديد من المتغيرات ، لا سيما تلك المتعلقة بالتكوين والتركييب المكاني للوسط. أظهرت النتائج أن المساحة غير المزروعة داخل بستان النخيل هي الأكثر تحديداً لتوزيع هذه الطفيليات مقارنة بالمساحة المزروعة. علاوة على ذلك، فقد وجد أن حشرات المن المرتبطة بـ *Asteraceae* و *Poaceae* و *polygonaceae* هي الأكثر تطفلاً من هذه المواد المساعدة مقارنة ببقية العائلات. كما أظهرت هذه النتائج أن الطبقة العشبية أكثر جاذبية للطفيليات مقارنة بطبقة الأشجار.

أظهرت الدراسة أن الطفيليات الأولية أن الأكثر انتشاراً هي تلك التي لديها القدرة على استغلال عدة أنواع من حشرات المن بغض النظر عن الموقع والسنة. هذه هي حالة *L. testaceipes* و *A. funebris*

الكلمات المفتاحية: حشرات المن ، الطفيليات ، الواحاحات ، الزيبان ، بسكرة.