

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Ghardaïa



جامعة غرداية

Faculté des sciences de la
nature et de la vie et des sciences de la
terre
Département des sciences agronomiques

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض
قسم العلوم الفلاحية

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de
Master académique en sciences agronomiques
Spécialité : Protection des végétaux

THEME

**Les associations tritrophiques (Plante-Puceron-Parasitoïdes)
notées dans les palmeraies de la région de Ghardaïa**

Présenté par

HADJ MOUSSA Loukmene

Membres du jury

Grade

MELOUK Salima

Maitre assistant B.

Présidente

ZERGOUN Youcef

Maitre assistant A.

Examineur

MOUFFOK Ahlem

Maitre assistant B.

Encadreur

TAHAR CHAUCHE Souad

Attaché de recherche

Co encadreur

JUIN 2014

Dédicace

Je dédie ce travail à

Mes chers parents

Je ne trouverai jamais de mots pour vous exprimer mon profond

Attachement et ma reconnaissance pour l'amour,

La tendresse et surtout pour votre présence

Dans mes moments les plus difficiles

A mes chères sœurs et à mes aimables frères

A toute la famille :

Hadj moussa, boulenache et hadj Daoud

A mes très chers amis : MUSTAPHA, Ali, Khaled, et SALAH.

Enfin, je le dédie à mes collègues de promotion 2013/2014

Hadj moussa Loukmene

Remerciements

C'est avec l'aide de Dieu tout puissant, que ce modeste projet a pu être réalisé, Dieu qui nous a donné foi, raison et lucidité. Dieu Merci.

*Mes sincères remerciements sont exprimés agréablement à mon encadreuse Mlle. **MOUFFOK Ahlem** pour avoir accepté de m'encadrer et d'avoir été patiente et compréhensive. Ses conseils, ses orientations ainsi que son soutien moral et scientifique m'ont permis de mener à terme ce projet.*

*Je témoigne aussi ma vive gratitude à Mlle, **TAHAR CHAUCHE Souad** pour ses aides pour réaliser ce travail.*

*Je remercie vivement Mlle. **MELOUK Salima** et Mr. **ZERGOUN Youcef** qui m'ont fait, vraiment, l'honneur de prendre part au membre de jury.*

Je tiens également à exprimer mon gratitude à mes enseignants, je leur exprime mon vif remerciement.

*Un merci tout particulier s'adresse aux agriculteurs qui m'ont permis l'accès à leurs exploitations surtout à Mr. **HATTA Khoudir**.*

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail, je

dis

Merci.

Liste des abréviations

- **%** : Pourcent
- **°C** : Degré Celsius
- **E** : Evaporation
- **ha** : Hectare
- **H.R** : Humidité relative
- **I. (h)** : Insolation en heure
- **Km** : kilomètre
- **Km²** : kilomètre carré
- **mm** : Millimètre
- **P** : Pluviométrie
- **Qx/an** : Quintal par an
- **S.A.U** : Surface agricole utile
- **T° Moy** : La température mensuelle moyenne.
- **V.V. (m/s)** : Vitesse des vents en mètre par seconde
- **N°** : Nombre
- **Esp** : espèce

Liste des tableaux

| N° | Titre | Page |
|-------------------|---|-------------|
| Tableau 01 | Les pluviométries mensuelles à Ghardaïa (2002-2013) | 17 |
| Tableau 02 | Les températures mensuelles moyennes à Ghardaïa (2002-2013) | 17 |
| Tableau 03 | La vitesse des vents en (m/s) à Ghardaïa (2002-2013) | 18 |
| Tableau 04 | Humidité relative moyenne en pourcentage à Ghardaïa (2002-2013) | 18 |
| Tableau 05 | Lieu et coordonnées des exploitations visitées. | 24 |
| Tableau 06 | Liste des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons inféodés aux plantes cultivées et non cultivées dans la région de Ghardaïa | 29 |
| Tableau 07 | Les différents relations parasitoïde-puceron-plante hôte notés dans la région d'étude. | 35 |
| Tableau 08 | Evaluation de la sex-ratio des parasitoïdes des pucerons rencontrés dans la région d'étude. | 41 |

Liste des figures

| N° | Titre | Page |
|------------------|---|-----------|
| Figure 01 | Morphologie externe d'Hyménoptère | 04 |
| Figure 02 | Momie d'un puceron | 05 |
| Figure 03 | Cycle biologique d' <i>Aphidius ervi</i> | 05 |
| Figure 04 | La Morphologie de puceron | 07 |
| Figure 05 | Tête de puceron, vue dorsale | 08 |
| Figure 06 | Antennes de puceron | 08 |
| Figure 07 | Rostre de puceron | 09 |
| Figure 08 | Cycles annuels de vie des pucerons avec alternance ou non de plante hôtes | 10 |
| Figure 09 | Détail des pièces buccales des pucerons | 11 |
| Figure 10 | Localisation géographique de la Wilaya de Ghardaïa | 16 |
| Figure 11 | La carte géographique de la Wilaya de Ghardaïa | 16 |
| Figure 12 | Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS (1953) de la région de Ghardaïa (2002-2013) | 19 |
| Figure 13 | Etage bioclimatique de Ghardaïa selon le Climagramme d'EMBERGER | 20 |
| Figure 14 | Principales productions végétales (Qx/an) dans la wilaya de Ghardaïa (2012) | 21 |
| Figure 15 | Exploitation agricole zone N'tissa | 23 |
| Figure 16 | Pucerons et leurs momies | 23 |
| Figure 17 | Localisation des zones visitées au cours de cette étude | 25 |
| Figure 18 | Rameau d'un plant | 26 |
| Figure 19 | Momie dans un boîte de Pétri | 27 |
| Figure 20 | Femelles des <i>Praon volucre</i> | 33 |
| Figure 21 | Femelles des <i>Trioxys angeliceae</i> | 33 |
| Figure 22 | Femelles des <i>Lysiphlebus fabarum</i> | 33 |
| Figure 23 | Femelles des <i>Aphidius matricariae</i> | 34 |
| Figure 24 | Femelles des <i>Aphidius ervi</i> | 34 |
| Figure 25 | Femelles des <i>Aphidius colemani</i> | 34 |
| Figure 27 | Femelles des <i>Aphidius funebris</i> | 34 |
| Figure 28 | Parasitoïde secondaire : <i>Pteromalidae sp</i> | 34 |

Table de matière

| | |
|---|----|
| Dédicace | |
| Remerciement | |
| Liste des abréviations | |
| Liste des tableaux | |
| Liste des figures | |
| Table de matière | |
| Introduction | 01 |
| Chapitre I Synthèse bibliographique | 03 |
| 1.1 Généralité sur les hyménoptères | 03 |
| 1.1.1 parasitoïdes..... | 03 |
| 1.1.2 Hyménoptère..... | 03 |
| 1.1.3 Hyménoptère parasitoïdes des pucerons..... | 03 |
| 1.1.3.1 Description..... | 03 |
| 1.1.3.1.1 Tête..... | 04 |
| 1.1.3.1.2 Thorax..... | 04 |
| 1.1.3.1.3 Abdomen..... | 04 |
| 1.1.3.2 Biologie..... | 05 |
| 1.1.3.3 Avantage d'utilisation des parasitoïdes en lutte biologique | 06 |
| 1.2 Généralités sur les aphides | 06 |
| 1.2.1 Systématique..... | 06 |
| 1.2.2 Morphologie..... | 07 |
| 1.2.2.1 Tête..... | 08 |
| 1.2.2.2 Thorax..... | 09 |
| 1.2.2.3 Abdomen..... | 09 |
| 1.2.3. Cycle Biologique..... | 09 |
| 1.2.4. Nutrition et régime alimentaire..... | 11 |
| 1.2.5. Dégâts..... | 11 |
| 1.2.6 Moyens de lutte..... | 12 |
| 1.2.6.1 Prévention..... | 12 |
| 1.2.6.2 Contrôle physique..... | 12 |
| 1.2.6.3 Ennemis des pucerons..... | 12 |

| | |
|--|----|
| 1.3 Interaction trophique..... | 13 |
| Chapitre II Présentation de la région de Ghardaïa..... | 15 |
| 2.1 Situation géographique..... | 15 |
| 2.2 Climat..... | 17 |
| 2.2.1 Précipitation..... | 17 |
| 2.2.2 Températures..... | 17 |
| 2.2.3 Vents..... | 18 |
| 2.2.4 Humidité relative..... | 18 |
| 2.2.5 Classification du climat..... | 19 |
| 2.2.5.1 Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS (1953)... | 19 |
| 2.2.5.2 Climagramme d'Emberger..... | 19 |
| 2.3 Production végétale..... | 20 |
| 2.4 Plants spontanées..... | 21 |
| Chapitre III : Matériels et méthodes de travail..... | 23 |
| 3.1 Matériel de travail..... | 23 |
| 3.1.1 Matériel végétal..... | 23 |
| 3.1.2 Matériel animal..... | 23 |
| 3.1.3 Matériel de conservation..... | 24 |
| 3.1.4 Matériel de montage et d'observation microscopique..... | 24 |
| 3.2 Méthodes de travail..... | 24 |
| 3.2.1 Présentation des stations d'étude..... | 24 |
| 3.2.2 Echantillonnage..... | 26 |
| 3.2.3 Conservation..... | 26 |
| 3.2.4 Identification..... | 27 |
| 3.2.4.1 Pucerons..... | 27 |
| 3.2.4.2 Hyménoptères..... | 27 |
| 3.2.5 Exploitation des données..... | 28 |
| Chapitre IV: Résultats et discussions..... | 29 |
| 4.1 Inventaire des Hyménoptères parasitoïdes des aphides..... | 29 |
| 4.1.1 Résultats..... | 29 |
| 4.1.2 Discussions..... | 30 |
| 4.2 Relation tritrophique (parasitoïde-puceron-plante)..... | 34 |
| 4.2.1 Résultats..... | 34 |

Table de matière

| | |
|--|-----------|
| 4.2.2 Discussion..... | 36 |
| 4.3 Relations tétra trophiques..... | 39 |
| 4.4 Sex-ratio..... | 41 |
| 4.4.1 Résultats..... | 41 |
| 4.4.2 Discussion..... | 42 |
| Conclusion générale..... | 44 |
| Références bibliographiques..... | 45 |

Introduction

Les pucerons constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde, qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs et dont presque toutes les espèces sont leurs hôtes (**HULLE et al., 1998**). Actuellement ils sont devenus des ravageurs majeurs des forêts, des cultures des plantes ornementales. Ils sont surtout connus pour leur développement rapide et leur cycle de développement nécessite dans la plupart des cas une alternance entre des plantes naturelles et cultivées. En absence de cultures, ces aphides peuvent persister sur la flore spontanée sous forme de femelles parthénogénétiques durant toute l'année (**MOHANNED, 2011**).

La lutte contre les pucerons doit être modulée par le risque encouru, pour cela il existe différentes stratégies tel que : chimique, biologique et autres (**CHAUBET et al., 2010**).

En raison de l'effet nocif des insecticides sur l'environnement, et les cas de résistance qui sont de plus en plus fréquents chez les pucerons, l'humanité se soucie de plus en plus de la préservation de l'environnement, par l'utilisation de la lutte biologique. (**RIBA et SILVY, 1989**).

Plus de 150000 espèces d'insectes sont parasites, la majorité d'entre elles étant plus précisément des parasitoïdes d'autres insectes, les espèces exploitées en lutte biologique contre les ravageurs sont le plus souvent des hyménoptères et des diptères. (**CODERRE et VINCENT, 1992**).

Ces Hyménoptères, jouent un rôle discret mais important. Plusieurs espèces sont commercialisées pour la lutte biologique. Les Hyménoptères comptent deux familles parasitoïdes de pucerons : la plus importante est celle des Braconidae (27 genres de la sous famille des Aphidiinae). (**CHAUBET et al., 2010**).

Plusieurs travaux ont mis en relief l'importance de la relation tri-trophique plante-puceron-parasitoïde .C'est surtout le complexe plantes-pucerons qui détermine la distribution actuelle des parasitoïdes à travers le monde. Il faut ajouter également l'intervention de l'homme dans le cadre de l'introduction d'un continent à un autre des plantes avec ses

ravageurs d'une part et d'autre des auxiliaires pour contrôler certains problèmes phytosanitaires (STARY, 1970).

Cette étude rentre dans le cadre d'un programme de travail initié en Algérie depuis des années et qui a comme objectif de mettre en relief la biodiversité des parasitoïdes associés aux pucerons, notamment, dans le milieu naturel ainsi que la valorisation des différentes associations plante-puceron-parasitoïde dans la région de Ghardaïa pour une meilleure préservation et exploitation des données dans la lutte biologique. Notre étude est scindée en quatre chapitres structurés comme suit :

- ❖ Le premier est consacré à un aperçu général sur hyménoptères et les pucerons.
- ❖ Dans le deuxième chapitre, nous présenterons les caractéristiques climatiques et la situation géographique de la région de Ghardaïa, ainsi sa production végétale.
- ❖ Le troisième chapitre comprend, le matériel et les méthodes de travail.
- ❖ Les résultats obtenus et leurs discussions sont dans le quatrième chapitre.

Chapitre I Synthèse bibliographique

1.1. Généralité sur les hyménoptères

1.1.1 Parasitoïdes

De manière générale, un parasitoïde est un organisme parasite qui se développe sur ou à l'intérieur d'un autre organisme appelé hôte mais qui tue obligatoirement l'hôte pendant ou à la fin de ce développement, les parasitoïdes peuvent être des insectes, des nématodes, des champignons, des protistes, des bactéries et des virus mais la majorité sont des insectes. (SUTY, 2010)

Les espèces exploitées en lutte biologique contre les ravageurs sont le plus souvent des hyménoptères chalcidoïdes ou ichneumonoïdes est des diptères tachinides, mais d'autres groupes d'hyménoptères, de diptères et de coléoptères sont aussi exploités à un moindre degré (CODERRE et VINCENT, 1992)

1.1.2 Hyménoptère

Les Hyménoptère sont des insectes possédant 4 ailes membraneuses repliées le long du corps au repos et dont l'abdomen et le thorax sont nettement séparés par un rétrécissement (pétiole) .Il existe de nombreux Hyménoptères auxiliaires utilisé en lutte biologique qu'il est plus simple de regrouper en fonction de leurs proies ou de leurs hôtes. (SUTY, 2010)

Ils sont particulièrement efficaces sur de nombreux insectes : tels que les lépidoptères (chenilles), pucerons, cicadelles, punaises, mouches, coléoptères... (BONNAURE, 2011)

1.1.3 Hyménoptère parasitoïdes des pucerons

1.1.3.1 Description

Ce sont des holométaboles supérieurs comprenant actuellement 280.000 espèces décrites, dont la taille varie de 0,1 à 50 mm. Les pièces buccales sont du type broyeur-lécheur. Le métathorax, très court, est soudé au premier segment abdominal, celui-ci constitue le segment médian réduit à sa moitié, généralement séparé du 2 segment abdominal par un étranglement accentué. Deux paires d'ailes membraneuses dont les

1.1.3.2 Biologie

Les parasitoïdes sont des insectes dont certains stades de développement, les larves et les nymphes principalement, se développent dans ou au contact de ravageurs appelés hôtes, à divers stades de leur développement, les conduisant la plupart du temps à la mort, souvent en quelques jours. (SUTY, 2010)

Le parasitoïdes pond dans le puceron et la larve s’y développe, provoquant la mort de l’hôte. L’hyménoptère tisse ensuite son cocon à l’intérieur du puceron mort dont il ne restera que la momie jaune ou noire que l’on remarque facilement dans les colonies de pucerons (fig.02). Après sa nymphose, l’Hyménoptère parasitoïdes perce un trou dans la momie pour s’en échapper (fig.03). (SUTY, 2010)



Figure 02. Momie d’un puceron (JEAN, 2010).

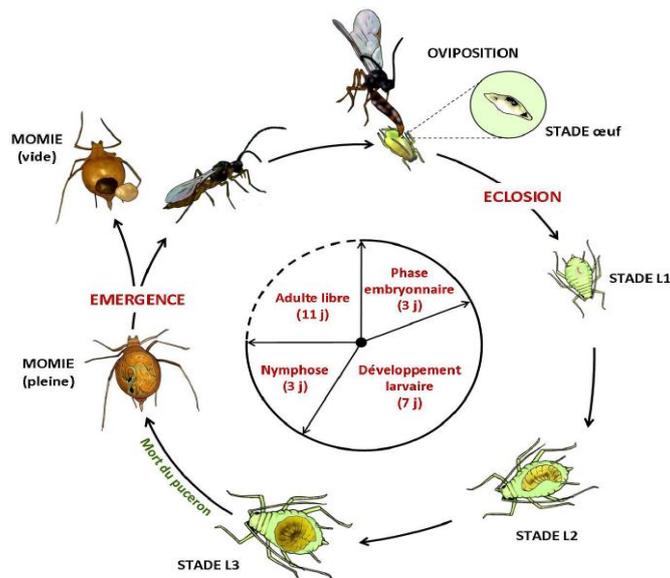


Figure 03. Cycle biologique d’*Aphidius ervi* (DION, 2012).

1.1.3.3 Avantage d'utilisation des parasitoïdes en lutte biologique

Selon CODERRE et VINCENT (1992) Les avantages sur d'autres possibilités, et en particulier sur les microorganismes sont :

- 1) Une forte autonomie et une grande mobilité se manifestant par capacité élevée de dispersion, de repérage du ravageur et de survie indépendante.
- 2) Une bonne capacité d'autopropagation, avec possibilité d'effets durables sinon permanents, et modérément amplifiés, pourvu que des hôtes convenables soient accessibles.
- 3) Un niveau de sécurité exceptionnel pour la santé humaine et la qualité du milieu.
- 4) Une spécificité très élevée, qui permet une capacité d'intervention précise contre un ravageur particulier ou quelques espèces apparentées.

1.2 Généralités sur les aphides

1.2.1 Systématique

On connaît actuellement plus de 4500 espèces dans le monde. (HULLÉ *et al.*, 1998) et REMAUDIERE.G et REMAUDIERE.M (1997) subdivisent cette famille en 25 Sous-familles et 18 tribus :

• **Super ordre** : Hémiptéroïdes

- **Ordre** : Homoptères
- **Sous-ordre** : Aphidinae
- **Super famille** : Aphidoidea
- ❖ **Famille** : Aphididae

□ **Sous-famille** : Aiceoninae.

□ **Sous-famille** : Anoeciinae.

□ **Sous-famille** : Aphidinae ; **Tribu** : Aphidini, Macrosiphini.

□ **Sous-famille** : Chaitophorinae ; **Tribu** : Atheroidini, Chaitophorini.

□ **Sous-famille** : Drepanosiphinae.

□ **Sous-famille** : Greenideinae ; **Tribu** : Cervaphidini, Greenideini, Schoutedeniini.

□ **Sous-famille** : Hormaphidinae ; **Tribu** : Cerataphidini, Hormaphidini, Nipponaphidini.

□ **Sous-famille** : Lachninae ; **Tribu** : Cinarini, Lachnini, Tramini.

□ **Sous-famille** : Lizeriinae.

□ **Sous-famille** : Macropodaphidinae.

- **Sous-famille** : Mindarinae.
- **Sous-famille** : Myzocallidinae ; **Tribu** : Calaphidini, Myzocallidini.
- **Sous-famille** : Neophyllaphidinae.
- **Sous-famille** : Neuquenaphidinae.
- **Sous-famille** : Parachitophorinae.
- **Sous-famille** : Pemphiginae ; **Tribu** : Eriosomatini, Fordini, Pemphigini.
- **Sous-famille** : Phloeomyzinae.
- **Sous-famille** : Phyllaphidinae.
- **Sous-famille** : Pterastheniinae.
- **Sous-famille** : Pterocommatinae.
- **Sous-famille** : Saltusaphidinae.
- **Sous-famille** : Tamaliinae.
- **Sous-famille** : Thelaxinae.

1.2.2 Morphologie

La taille des aphides varie, chez les adultes, entre 0,5 et 8 mm et le plus souvent entre 2 et 4 mm. (LECLANT, 1999). Le corps est partagé en trois régions bien différenciées : la tête, le thorax et l'abdomen (Fig.04). (CHAUBET *et al.*, 2010)

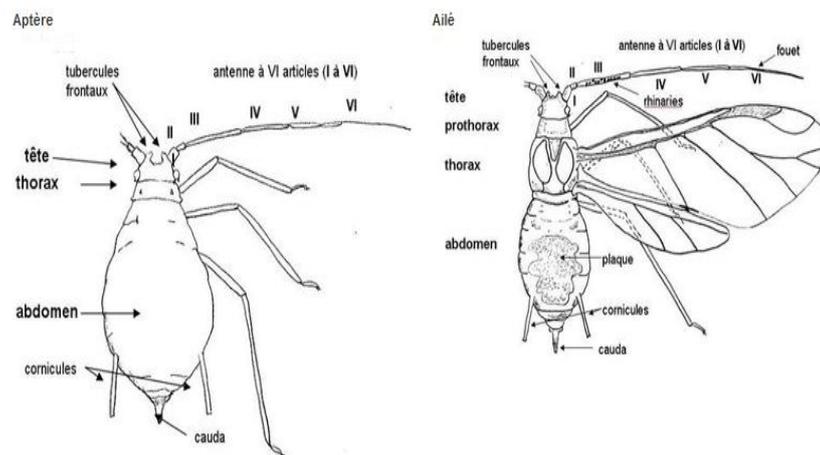


Figure 04. La Morphologie de puceron (modifié d'après Encyclop'Aphid © INRA 2013).

1.2.2.1 Tête

La tête porte des critères importants pour l'identification : les antennes, le front et le rostre. Et comme tous les insectes, elle porte aussi des yeux composés (fig.05). (CHAUBET et al., 2010)

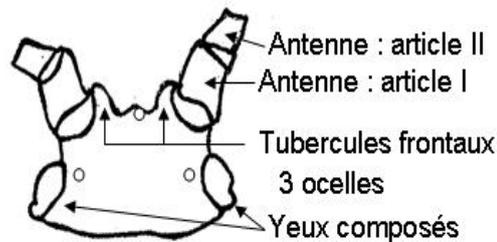


Figure 05. Tête de puceron, vue dorsale (modifié d'après Encyclop'Aphid © INRA 2013).

Sur la tête sont insérées les antennes (fig.05), elles sont formées de 3 à 6 articles, le dernier article est généralement le plus long et comprend une partie basale légèrement renflée et une partie terminale, les antennes peuvent être insérées directement sur le front ou sur des protubérances du vertex appelées tubercules frontaux latéraux, certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels. (fig.06) (LECLANT, 1999)

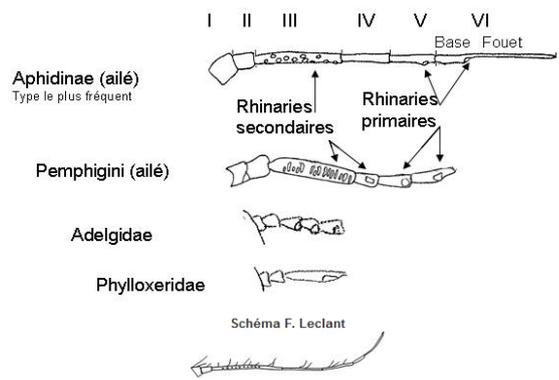


Figure 06. Antennes de puceron (modifié d'après Encyclop'Aphid © INRA 2013).

Le sinus frontal est la partie du vertex situé entre les points d'insertion des antennes, il est de forme variée. (LECLANT, 1999)

Sur la partie ventrale de la tête, se situe le rostre (ou labium) composé de 4 articles de longueur inégale (le dernier peut être très long). Le rostre est composé de deux stylets

mandibulaires protégeant sur toute leur longueur deux stylets maxillaires à l'architecture interne très complexe (fig.07). (CHAUBET *et al.*, 2010)

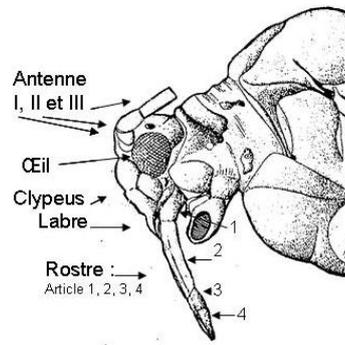


Figure 07. Rostre de puceron (modifié d'après Encyclop'Aphid © INRA 2013).

1.2.2.2 Thorax

Le thorax comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Chez les aptères, ces segments sont de taille progressivement croissante. Chez les ailés, le thorax est plus développé, surtout le mésothorax qui contient les muscles des ailes. (CHAUBET *et al.*, 2010)

1.2.2.3 Abdomen

Il comporte des segments difficiles à différencier. La cinquième porte les cornicules par où le puceron excrète des gouttes de liquide contenant des hormones d'alarmes ou favorisant la rencontre des sexes. Le dernier segment porte la cauda. (HULLÉ *et al.*, 1998)

1.2.3. Cycle Biologique

Une des plus remarquables caractéristiques des pucerons est leur polymorphisme, lié à leurs cycles de vie souvent très compliqués (ALAIN, 2006). Le puceron est un insecte à métamorphose incomplète. La nymphe est semblable à l'adulte, mais de plus petite taille, et elle subit quatre mues avant de devenir adulte. (ANONYME, 2009)

Le cycle biologique du puceron pendant une année est complexe et comprend plusieurs générations :

- qui se succèdent généralement sur une même plante hôte. Certaines espèces doivent toutefois coloniser deux plantes, généralement fort différentes, pour compléter leur cycle.

- qui comportent des individus aptères ou ailés. Ces derniers apparaissent en vue d'une migration, soit en présence de conditions défavorables, soit dans le but de coloniser un hôte secondaire.
- qui s'adonnent à la reproduction sexuée, se caractérisant par trois stades de développement (œuf, nymphe et adulte), ou à la parthénogenèse, reproduction sans fécondation par le mâle. Une femelle parthénogénétique ne pond habituellement pas, mais donne naissance à des nymphes. Chacune porte en elle deux générations successives à un stade de développement différent (**fig.8**). (**ANONYME, 2009**)

Les Aphidiens hivernent sous la forme d'œufs fécondés pondus à l'automne par des individus sexués (**GRASSE et al., 1970**)

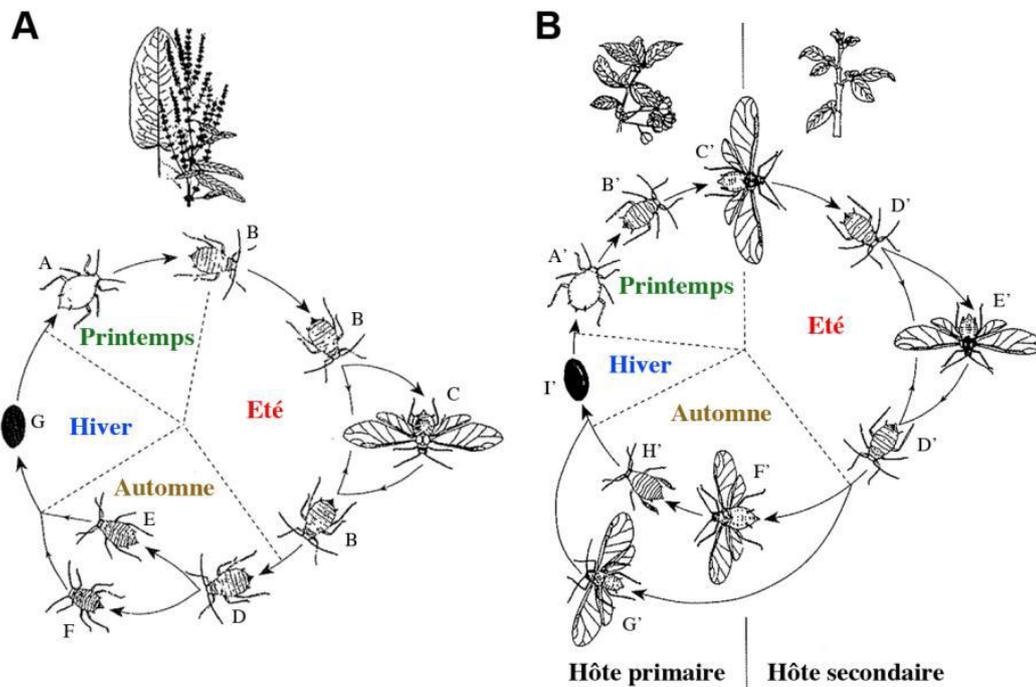


Figure 08. Cycles annuels de vie des pucerons avec alternance ou non de plante hôtes (d'après Dixon 1998 *in.*, RABATEL 2011).

A) **Cycle monoecique** du puceron du rumex, *Aphis rumicis*. Les individus représentés sont : (A) la femelle fondatrice, (B) les formes aptères parthénogénétiques, (C) la forme ailée parthénogénétique, (D) la sexupare, (E) la femelle sexuée, (F) le mâle, et (G) l'œuf.

B) Cycle dioecique du puceron de la fève, *Aphis fabae*. Les individus représentés sont : (A') la femelle fondatrice, (B') la fondatrigène, (C') la forme ailée migrante de printemps, (D') les formes aptères parthénogénétiques, (E') la forme ailée parthénogénétique, (F') la forme gynopare migrante d'automne, (G') la femelle sexuée, (H') le mâle, et (I') l'œuf.

1.2.4 Nutrition et régime alimentaire

Les pucerons sont des phytophages, leur système buccal de type piqueur-suceur est composé de stylets perforants (**fig.9**), longs et souples, couissant dans un rostre, le puceron s'en sert pour percer la paroi du végétal et atteindre les faisceaux cribro-vasculaires où il prélavera la sève élaborée, au fur et à mesure qu'il pique la plante et enfonce ses stylets, le puceron émet une salive qui durcit en formant un fourreau à l'intérieur duquel il pourra manœuvrer ses stylet. (**HULLÉ et al, 1998**)

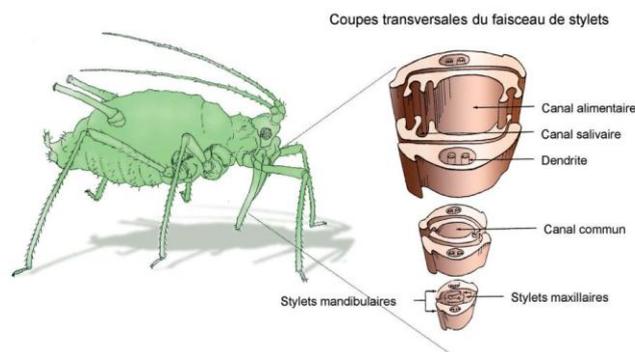


Figure 09. Détail des pièces buccales des pucerons (**Brault et al. 2007 in. RABATEL, 2011**).

1.2.5 Dégâts

Selon **HULLÉ et al. (1998)**, le mode de nutrition chez les pucerons peut entraîner au niveau de la plante :

- 1) Une réaction à la piqure ou à la toxicité de la salive
- 2) Affaiblissement par perte directe de sève élaborée et éventuellement.
- 3) Une infection par un virus phytopathogène.

La présence de pucerons peut également occasionner des dégâts dus à l'excrétion de miellat. En plus de causer des dommages aux plantes, le miellat s'avère un milieu favorable au développement de la fumagine, moisissure noirâtre. (**ANONYME, 2009**)

1.2.6 Moyens de lutte

1.2.6.1 Prévention

Une fertilisation riche en azote à l'aide d'un engrais à action rapide favorise la croissance de tissus succulents qui attirent les pucerons. Fertilisez vos végétaux en utilisant préférentiellement des engrais à libération lente. (ANONYME, 2009)

1.2.6.2 Contrôle avec pesticides

Les méthodes physiques ne suffisent pas pour diminuer les dégâts des pucerons par conséquent dans la plus part des cas l'utilisation des pesticides apparaît nécessaires pour lutter contre ces insectes. (ANONYME, 2009)

Des pesticides sont homologués pour contrôler ce ravageur. Les ingrédients actifs pour contrôler les pucerons à l'extérieur des habitations sont les suivants :

- Acétamipride
- Savon insecticide. (ANONYME, 2009)

1.2.6.3 Ennemis des pucerons

- ✓ Les maladies sont causées essentiellement par des champignons, se développent sur les pucerons (envahis par les hyphes) et se dispersent bien (sous forme de spores) quand les conditions météorologiques sont favorables (temps chaud et humide). Il s'agit notamment d'Entomophthorales (genres *Pandora*, *Conidiobolus*, *Entomophthora*...) et d'Hyphomycètes (*Beauveria*).
- ✓ Les coccinelles sont les aphidiphages les plus populaires. Larves et adultes de nombreux Coléoptères Coccinellidés se repaissent de pucerons (genres *Adalia*, *Exochomus*, *Propylea*, *Coccinella*, *Harmonia*...)
- ✓ Certains syrphes ont des larves dévoreuses de pucerons, ce sont des prédateurs très voraces (genres *Erysiphe*, *Syrphus*...)
- ✓ Parmi les Diptères, certaines cécidomyies (Cécidomyidés) consomment les pucerons et se font un abri de leurs dépouilles (genres *Aphidoletes*, *Cryptobremia*, *Isobremia*, *Phoenobremia*) tandis que les larves de *Thaumatomyia sp*
- ✓ Parmi les Névroptères, les larves de Chrysopidés (mouches aux yeux d'or) comme *Chrysopa* ou *Chrysoperla sp.* et d'Hémérobiidés (*Hemerobius humuli*) sont d'actifs prédateurs.

- ✓ Les Hyménoptères sont de grands ennemis des pucerons, comme prédateurs ou parasitoïdes. (ALAIN, 2006)

1.3 Interaction trophique

Les écosystèmes sont des milieux complexes régis par de très nombreuses interactions entre espèces appartenant à des niveaux trophiques différents. Que l'on parle de prédation, de parasitisme, de coopération, ou de symbiose toutes ces relations impliquent des comportements qui ont été sélectionnés au cours du temps.

Les objectifs d' "écologie des interactions et contrôle biologique" est justement de mieux comprendre ce fonctionnement inter ou intra spécifique mais aussi d'en tirer des applications concrètes orientées vers la lutte biologique et le contrôle des insectes.

Les interactions entre hôtes et parasitoïdes et plus particulièrement entre les hyménoptères parasitoïdes et les pucerons influent les comportements de pontes et d'exploitation des colonies hôtes par les parasitoïdes, les comportements reproducteurs et les signaux chimiques utilisés. Les pucerons ont aussi des comportements de types sociaux qui leur permettent notamment de se défendre par rapport aux parasitoïdes, ainsi que des comportements de dispersion en relation avec la densité. Les changements climatiques ont un impact important sur la répartition des espèces.

En agriculture oasisienne, l'homme cherchera à déterminer un équilibre entre les différentes strates des plantes associées afin d'obtenir une production agricole optimale. (TOUTAIN, 1979)

D'après GERARD (1999) Cette oasis peut ainsi avoir trois étages :

- 1) Les palmiers dattiers.
- 2) Des arbres fruitiers.
- 3) Des céréales, des légumes, des cultures fourragères...

En effet, si le degré de recouvrement de la palmeraie est total avec imbrication de couronnes et palmes entre elles, l'éclaircissement se trouve trop diminué et les cultures sous-jacentes « courant » à la lumière s'étiolent, se chlorosent et produisent peu. (TOUTAIN, 1979)

L'hygrométrie élevée favorise le développement des maladies car les températures sont suffisamment élevées pour favoriser leur évolution. Il en est de même pour certains ravageurs

comme les pucerons, les chenilles et les insectes xylophages ...les coccinelles et les pucerons se développent convenablement en milieu humide. Si le milieu est très protégé, le puceron se maintient et se développe presque toute l'année au détriment des cultures (fèves, luzerne, arbres fruitiers...). (TOUTAIN, 1979)

Chapitre II Présentation de la région de Ghardaïa

2.1 Situation géographique

La Wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partie Nord du Sahara à 32° 30 de l'altitude Nord et à 3° 45 de longitude (**BRAHIM BEN YOCEF 1972 in. BEN TAMER et BICHI, 2006**). Elle est issue du découpage administratif du territoire de 1984 (**ANONYME, 2005**). Elle est limitée :

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200Km) ;
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300Km) ;
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla (200 Km) ;
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1.470Km) ;
- Au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (400Km) ;
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayadh (350Km) ;

La Wilaya couvre une superficie de 86.560 km², comporte actuellement 13 communes regroupées en 09 daïra, pour une population de 4,17 habitants par Km²(**fig.10**)et (**fig.11**)(**ANONYME, 2005**).



Figure 10. Localisation géographique de la Wilaya de Ghardaïa (ANONYME, 2005).

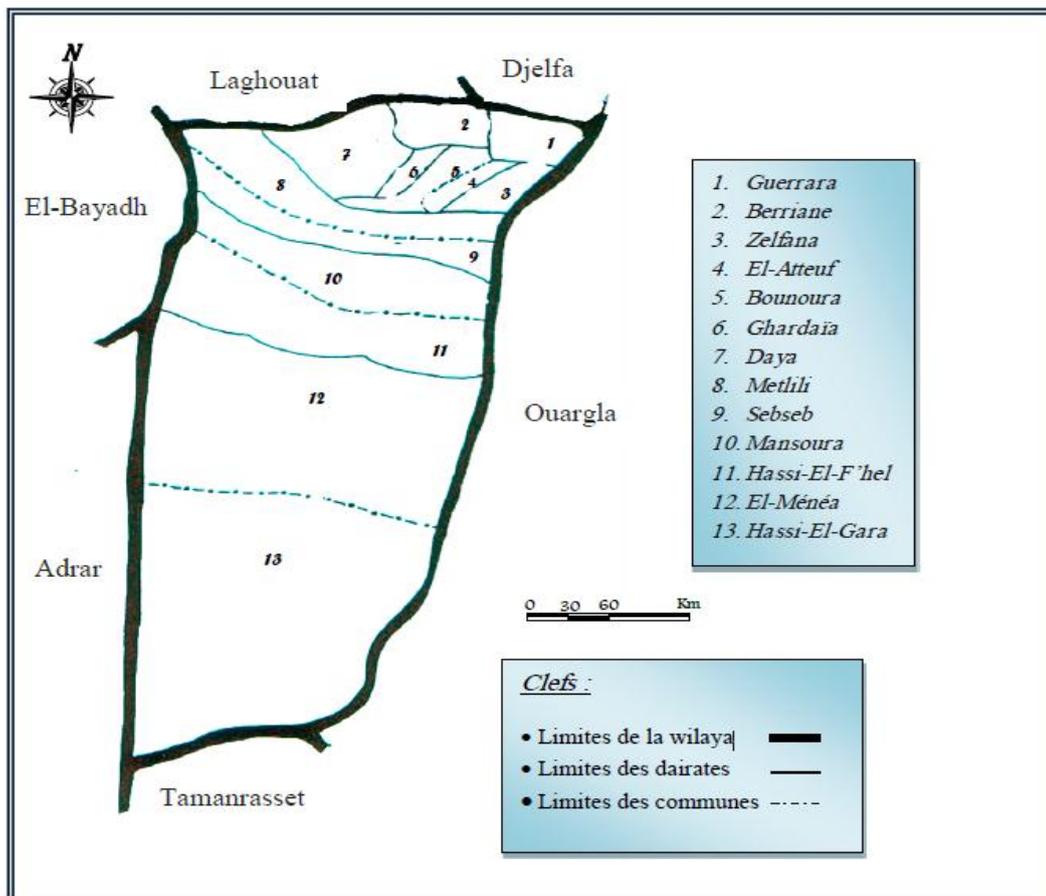


Figure 11. La carte géographique de la Wilaya de Ghardaïa (ANONYME, 2005).

2.2 Climat

Vue les différents travaux qui sont déjà réalisés sur le climat de la vallée du M’Zab, une brève présentation sera faite pour évaluer les différentes paramètres du climat qui sont : les précipitations, la température, les vents, l’humidité relative et l’évaporation. Ces données climatiques sont collectées au niveau de la station météorologique de Ghardaïa.

2.2.1 Précipitation

Les mois de février, mai, juin et juillet présentent une précipitation moyenne qui est inférieure à 5mm pour une période de 12 ans (2002 – 2013). Les mois de janvier, mars, avril, août, octobre, novembre, décembre, ont des précipitations qui se situent entre 5 et 10 mm. Enfin, le mois plus humide est septembre dont les précipitations avoisinent les 17,71 mm (**Tableau 01**).

Tableau 01. Les pluviométries mensuelles à Ghardaïa (2002-2013) (**ONM, 2014**).

| | Jan | Fév | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill | Aout | Sept | Oct | Nov | Déc |
|--------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| P (mm) | 9,48 | 3,42 | 8,44 | 9,18 | 3,35 | 1,83 | 1,68 | 5,30 | 17,71 | 6,86 | 8,25 | 8,33 |

2.2.2 Températures

Elle est marquée par une grande amplitude entre les températures de jour et de nuit, d’été et d’hiver (**Tableau 02**). La période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu’au mois de Septembre. La température moyenne enregistrée au mois de Juillet est de 35,33 °C. Pour la période hivernale, la température moyenne enregistrée au mois de Janvier ne dépasse pas 11,6 °C.

Tableau 02. Les températures mensuelles moyennes à Ghardaïa (2002-2013) (**ONM, 2014**).

| | Jan | Fév | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill | Aout | Sept | Oct | Nov | Déc |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T° Moy°C | 11,6 | 12,98 | 17,23 | 21,26 | 26,37 | 31,03 | 35,33 | 32,41 | 28,78 | 23,77 | 16,84 | 12,27 |

2.2.3 Vents

La vitesse moyenne des vents est de 3.8 m/s avec un maximum au mois d'Avril (4.42m/s) (**Tableau 03**).

Tableau 03. La vitesse des vents en (m/s) à Ghardaïa (2002-2013) (**ONM, 2014**).

| | Jan | Fév | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill | Aout | Sept | Oct | Nov | Déc |
|-----------------------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| V.V. (m/s) | 2,88 | 3,04 | 4,14 | 4,42 | 4,12 | 4,94 | 3,02 | 2,83 | 3,22 | 2,98 | 2,84 | 3,18 |

2.2.4 Humidité relative

Les données de la station météorologique de Ghardaïa montrent qu'il y a une période de sécheresse du mois de Mai au mois d'aout où on enregistre une valeur d'humidité relative inférieure à 30%.

Elle est généralement très faible avec une moyenne annuelle de 38,51% et ne dépasse pas les 60% que pour les 3 mois de l'année (Janvier, Novembre, Décembre) (**Tableau 04**).

Tableau 04. Humidité relative moyenne en pourcentage à Ghardaïa (2002-2013) (**ONM, 2014**).

| | Jan | Fév | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill | Aout | Sept | Oct | Nov | Déc |
|--------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H.R (%) | 53 | 45 | 38,67 | 33,75 | 29,08 | 25,33 | 22,42 | 26,25 | 36,92 | 42,92 | 50,42 | 58,42 |

2.2.5 Classification du climat

2.2.5.1 Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS (1953)

Le diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS (1953) est une méthode graphique où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T) avec $P = 2T$.

L'intersection des deux courbes P et T permet de définir la saison sèche.

L'analyse du diagramme montre que la période sèche dans la région de Ghardaïa pour la période 2003-2013 s'étale sur toute l'année (fig.12)

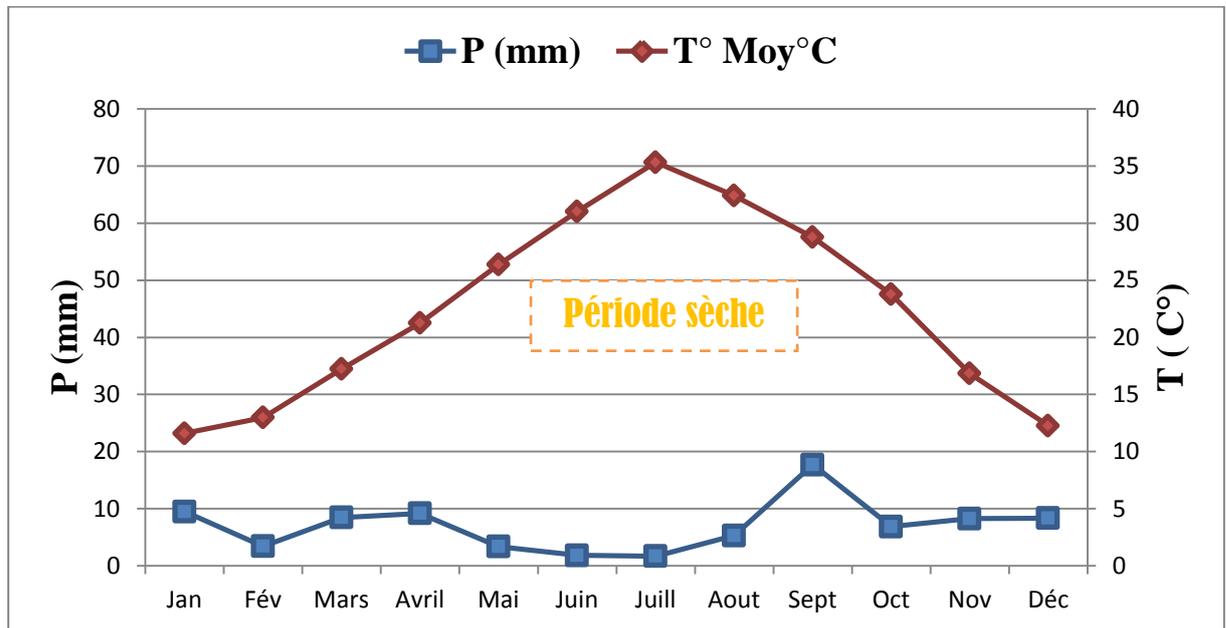


Figure12.Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS (1953) de la région de Ghardaïa (2002-2013).

2.2.5.2Climagramme d'Emberger

Il permet de distinguer les différentes nuances du climat méditerranéen et caractériser l'étage bioclimatique d'une région d'étude.

Le quotient pluviothermique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante :

$$Q_3 = \frac{3,43 \times P}{M - m}$$

Où :

Q_3 : Quotient pluviothermique d'Emberger ;

P : Moyenne des précipitations annuelles exprimées en mm ;

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud ;

m. : Moyenne des températures minima du mois le plus froid .

Le quotient Q_3 de la région d'étude est égal à 7,81, calculé à partir des données climatiques obtenues durant une période de 12 ans (2002 - 2013). La valeur du quotient est portée sur le climagramme d'Emberger, et situe la région d'étude dans l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré (fig.13).

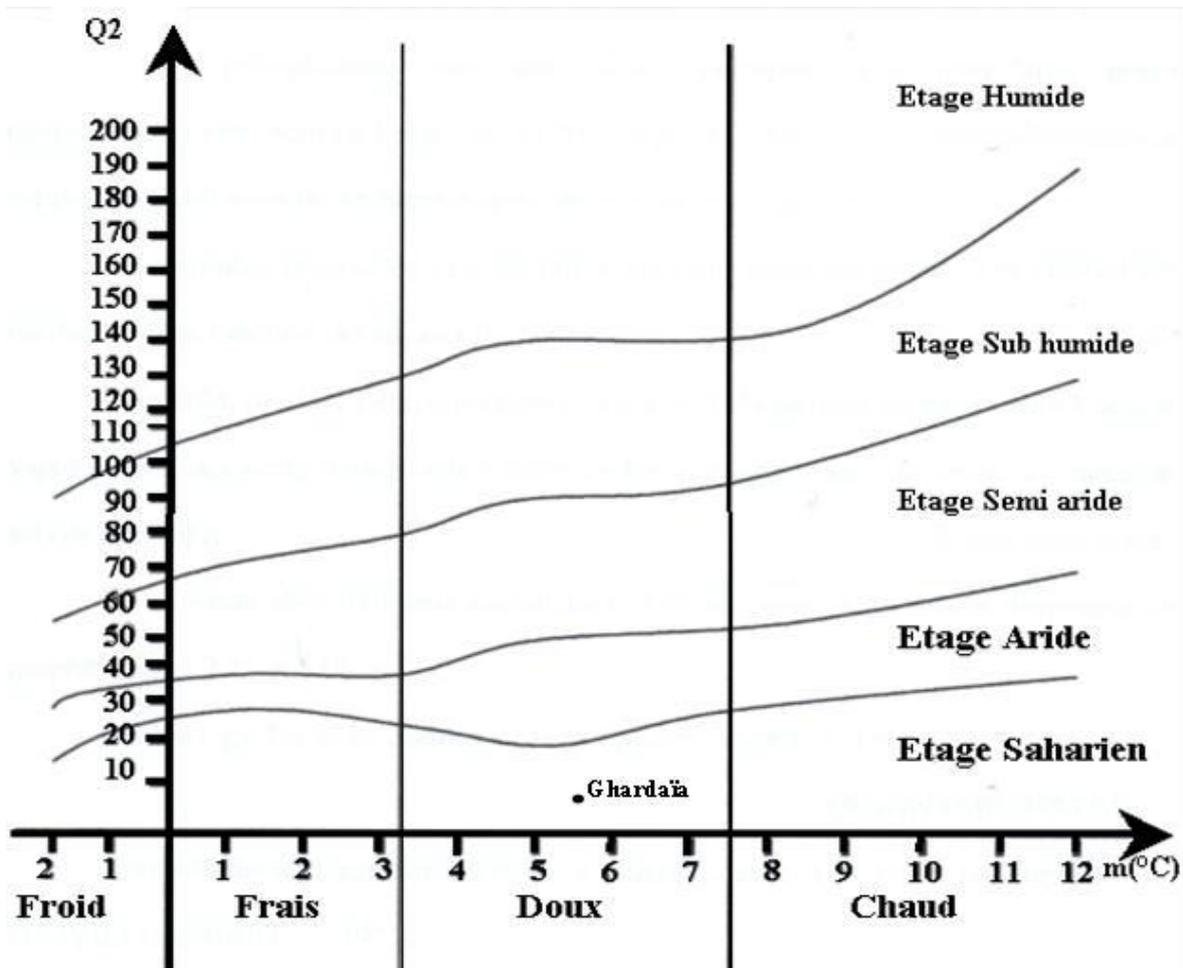


Figure13. Etage bioclimatique de Ghardaïa selon le Climagramme d'EMBERGER.

2.3 Production végétale

Selon ANONYME (2012), les terres utilisées par l'agriculture couvrent 1.370.911 ha dont :

- Surface agricole utile (S.A.U) : 32.745 ha en irrigué en totalité.
- Pacages et parcours : 1.337.994 ha.
- Terres improductives des exploitations agricoles : 172 ha.

Et le secteur de l'agriculture est caractérisé par deux systèmes d'exploitation :

- Oasien de l'ancienne palmeraie ;
- La mise en valeur.

Le patrimoine phoénicicole de la Wilaya compte 1.224.810 palmiers dont 1.014.295 palmiers productifs pour une production annuelle moyenne de 50.000 tonnes dont 21.000 tonnes de type DegletNour. Avec l'extension des surfaces, le secteur de l'agriculture offre de grandes perspectives de développement.

Les principales productions végétales dans la région sont représentées au-dessous :

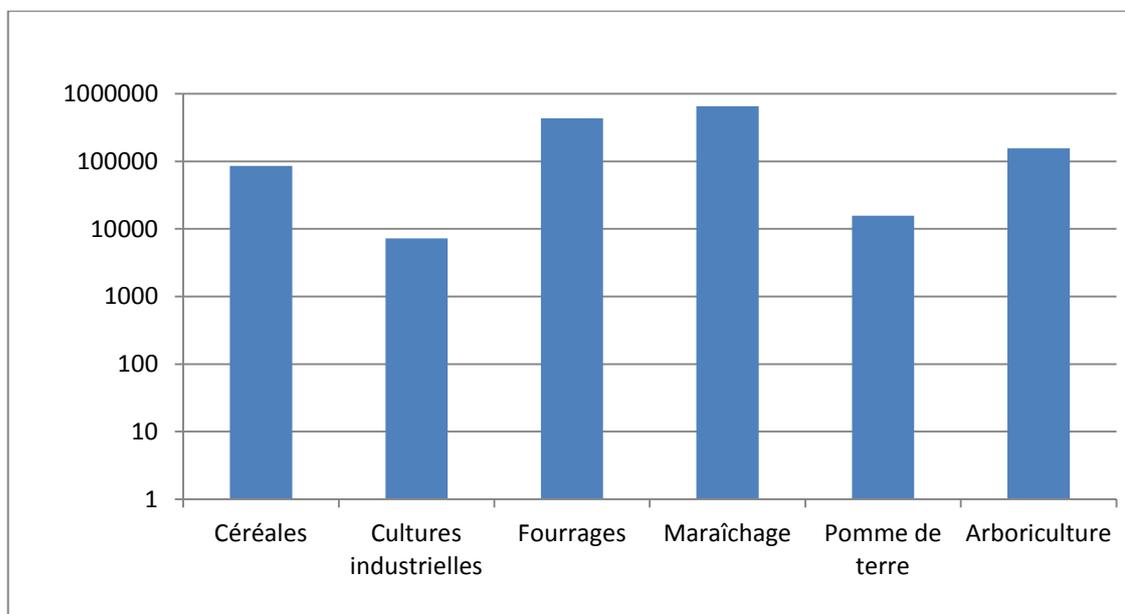


Figure14. Principales productions végétales (Qx/an) dans la wilaya de Ghardaïa (2012) (ANONYME, 2012).

2.4 Plants spontanées

Dans la vallée d'oued M'Zab, il existe 44 espèces végétales spontanées réparties sur 20 familles botaniques. Parmi ces espèces, il y a lieu de citer: Asteraceae (*Asteresquamatus*, *Artemisia herba alba*, *Catananchearenaria*, *Echinopsspinosus*, *Launaeaglomerata*, *L. nudicaulis*, *L. resedifolia*, *Microlonchussalmanticum*, *Perralderiacoronopifolia*, *Onopordon arenarum* et *Seneciomassicus*), Brassicaceae (*Ammospermacinereum*, *Eremobiumaegyptiacum*, *Moricandiaarvensis*, *Oudneyaaficana* et *Zillamacroptera*), Poaceae (*Stipagrostispungens*, *Cynodondactylon*, *Phragmites australiset Polypogonmonspeliensis*), Fabaceae (*Astragalusarmatus*, *Medicagolaciniata* et *Ononisangustissima*), Apiaceae (*Pituranthoschlorantheset Coriandriumsativum*), Caryophyllaceae (*Spergularia salina* et *Paronychiaargentea*), Malvaceae (*Lavateracreticaet Malvasylvestris*), Resedaceae (*Randoniaafricanaet Resedavillosa*), Amaranthaceae (*Atriplexdimorphostigiaet*

Suaedafruticosa), Capparidaceae (*Cleome arabica*), Cucurbitaceae(*Colocynthisvulgaris*), Cyperaceae (*Cyperuslaevigatus*), Frankeniaceae (*Frankeniapulverulenta*), Geraniaceae (*Erodiumglaucophyllum*), Plantaginaceae (*Plantagociliata*),Rutaceae (*Rutatuberculata*), Tamaricaceae (*Tamarix gallica*), Asclepiadaceae (*Pergulariatomentosa*), Zygophyllaceae (*Peganumharmala*) et Thymeleaceae (*Thymeleamicrophylla*).(HADJ AMOR *et al.*, 2006 *in*. CHEHMA,2013).

Chapitre III : Matériels et méthodes de travail

3.1 Matériel de travail

3.1.1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé lors des différents échantillonnages est composé de rameaux, de feuilles et d'inflorescences de ces plantes trouvées essentiellement au niveau des terrains incultes, des bordures des champs et des mauvaises herbes. **(Fig.15)**



Figure 15. Exploitation agricole zone N'tissa. **(Original)**

3.1.2 Matériel animal

Il est composé de colonies de pucerons et de momies rencontrés sur les plantes en milieu naturel. **(fig.16)**



Figure 16. Pucerons et leurs momies. **(Original)**

3.1.3 Matériel de conservation

Des sachets en plastiques, une loupe de poche, des boites de Pétri, des tubes à essai, des étiquettes, une paire de ciseau sont utilisés pour la conservation et le transport des échantillons vers le laboratoire.

3.1.4 Matériel de montage et d’observation microscopique

Le montage des pucerons et de leurs parasitoïdes nécessite l’utilisation des verres de montre, des lames et lamelles, une loupe binoculaire, des épingles entomologiques, un microscope optique et des boites porte lame.

3.2 Méthodes de travail

4.2.1 Présentation des stations d’étude

L’étude est réalisée au niveau des 05 localités, dans la région de Ghardaïa (**Fig.17**). Les coordonnées GPS des 05 zones visités est représenté dans Le **tableau 05**.

Tableau 05. Lieu et coordonnées des exploitations visitées.

| Zone | Coordonnées GPS |
|-------------------|----------------------------------|
| Laâdira | 32°31’05.415 N 03°38’02.267 E |
| Touzouz | 32°30’59.532 N 03°37’15.411 E |
| Palmerie ancienne | 32°30’17.246 N 03°38’52.990 E |
| N’Tissa | 32°26’15.648 N 03°36’25.410 E |
| El atteuf | 32°28’52 N 03°44’58 E |

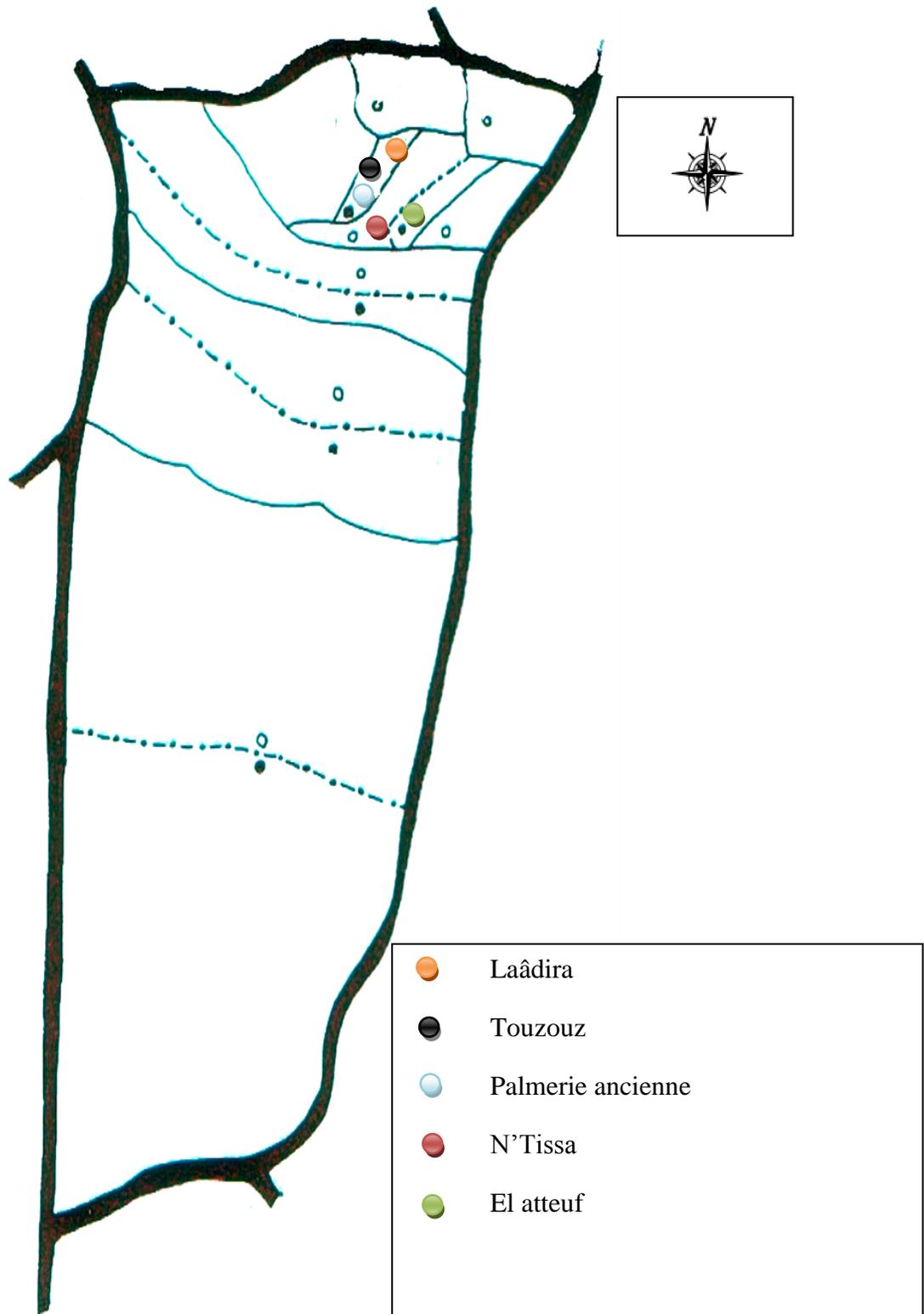


Figure 17. Localisation des zones visitées au cours de cette étude. (Modifié d'après ANONYME, 2005).

4.2.2 Echantillonnage

Le recensement qualitatif des aphides et de leurs Hyménoptères parasitoïdes nécessite des contrôles minutieux et répétés d'un maximum d'espèces et d'organes végétaux durant la période d'étude. En raison de l'hétérogénéité des milieux et des strates prospectées, il est difficile de suivre une méthode d'échantillonnage bien définie. En plus, il a été très difficile de trouver une colonie aphidienne présentant des traces de momification. Pour cette raison, toutes les colonies de pucerons contenant des momies récoltées dans le temps et dans l'espace sont prises en considération pour le calcul des taux d'émergence, de la sex-ratio et de l'hyperparasitisme. (Fig.18)



Figure 18. Rameau d'un plant. (Original)

4.2.3 Conservation

Les pucerons trouvés ainsi que les momies sont recueillis avec les organes végétaux sur lesquels ils sont fixés. Ces derniers sont ensuite introduits dans des boîtes de Pétri sur lesquels il est noté la plante-hôte, la date de prélèvement et le lieu de la récolte. Les boîtes réservées aux momies sont recouvertes d'un morceau de tulle pour favoriser la respiration des parasitoïdes qui se trouvent à l'intérieur des momies. Une fois ramenés au laboratoire, les

aphides sains et les parasitoïdes émergés sont conservés dans de l'éthanol 75% pour leur identification. Les momies qui n'ont pas émergé sont laissées jusqu'à 21 jours dans les boîtes de Pétri. (fig.19)



Figure 19. Momie dans un boîte de Pétri. (Original)

3.2.4 Identification

3.2.4.1 Pucerons

Une bonne identification des pucerons nécessite une observation du sinus frontal, de la longueur et du nombre d'articles antennaires, de la présence ou l'absence des sensorias et leur disposition, de la forme de la queue, des cornicules et de la cauda, de la nervation des ailes, de l'ornementation de l'abdomen et de la présence ou l'absence des plaques dorsale.

3.2.4.2 Hyménoptères

Concernant les Hyménoptères parasitoïdes des pucerons, l'identification est faite en se basant sur les clés réalisées par **RAKSHANI et al. (2007)** ; **RAKSHANI et al. (2005)** ; **OLMEZ et ULUSOY (2003)** ; **PIKE et al. (1997)** ; **STARY (1970)** ; **STARY (1979)** ; **STARY et al. (1975)** ; **STARY et al. (1971)** ; **STARY et al. (1973)** ; **STARY et al. (2007)** ; **TAMONOVIC et al. (2003a)** ; **TAMONOVIC et al. (2003b)**. L'identification des parasitoïdes nécessite l'observation de certains caractères morphologiques, comme la couleur de l'individu, la nervation des ailes, la présence ou l'absence des soies sur les ailes, la forme du stigma, la forme du premier tergite abdominal (pétiole), la forme du propodeum, la forme et le nombre d'articles antennaires. Parfois, l'identification de ces parasitoïdes nécessite une

observation microscopique de certains caractères, en particulier, les poils sur le flagellum, le nombre de placodes, la forme des flagellomères et la forme de l'ovipositeur (STARY, 1970).

NB : L'identification des pucerons et des Hyménoptères a été faite au laboratoire de Mr **LAAMARI** ; Professeur à l'université de Batna.

3.2.5 Exploitation des données

Les résultats obtenus sont exploités pour dresser la listes des espèces de parasitoïdes inventoriées, connaître les différentes associations tri et tétra trophique et finalement évaluer la sexe- ratio des Hyménoptères émergés et l'importance de l'hyperparasitisme des parasitoïdes primaires.

Chapitre IV: Résultats et discussions

4.1 Inventaire des Hyménoptères parasitoïdes des aphides

4.1.1 Résultats

Au terme de ce travail un nombre de 08 espèces parasitoïdes est trouvé parmi les colonies des pucerons inféodés aux plantes cultivées et non cultivées de la région de Ghardaïa. Ces espèces sont rapportées sur le tableau 06 selon la classification adoptée par STARY(1975), CLAVERT et TREMBLAY (1971), FINLAYSON(1990) et KAMBHAMPATI et al. (2000).

Tableau 06: Liste des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons inféodés aux plantes cultivées et non cultivées dans la région de Ghardaïa.

| Parasitoïdes primaires | | | | |
|------------------------|------------|--------------|-----------------------------------|---|
| Super famille | Famille | Sous famille | Genre | Espèce |
| Ichneumonidea | Aphidiidae | Aphidiinae | <i>Ahidius</i> Nees, 1819 | <i>A. matricariae</i> Haliday, 1834 <i>A. colemani</i> Viereck, 1912 <i>A. ervi</i> Haliday, 1834 <i>A. funebris</i> Mackauer, 1961 |
| | | | <i>Lysiphlebus</i> Forester, 1862 | <i>L. fabarum</i> Marshall, 1898 |
| | | Trioxyna | <i>Trioxys</i> Haliday, 1960 | <i>T. angelicae</i> Haliday, 1833 |
| | | Prainae | <i>Praon</i> Haliday, 1833 | <i>P. volucre</i> Haliday, 1966 |

| Hyperparasitoïdes (Suite de tableau 6) | | | | |
|--|--------------|--------------|-------|-----------------------|
| Super famille | Famille | Sous famille | Genre | Espèce |
| Chalcidoidea | Pteromalidae | / | / | Espèce non identifiée |

4.1.2 Discussions

A travers les résultats obtenus on remarque une importante biodiversité des parasitoïdes active sur les colonies des pucerons inféodés aux plantes cultivées et non cultivées de la région de Ghardaïa par rapport aux autres régions. L'analyse des données signale et pour la première fois la présence de l'espèce *Praon volucre* de genre *Praon* ainsi que la sous famille des Trioxynae avec *Trioxys angelicae*. Les Aphidiinae apparaissent la plus diversifiée avec 04 espèces de parasitoïdes *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi*, *Aphidius matricariae* et *Aphidius funebris*, ce sont les mêmes constatations obtenus par CHAHMA en 2013. L'espèce *Lysiphlebus fabarum* est caractérisée par activité intense dans l'ensemble des régions prospectées. Les hyperparasitoïdes ne sont représentés que par une seule espèce qui est un *Pteromalidae sp.*

➤ *Praon volucre*

L'espèce *Praon volucre* (Fig. 20), est un aphidiide réputé pour sa polyphagie (CARVER, 1984). C'est un parasitoïde d'origine néarctique (STARY, 1970). La nymphose de ses larves se déroule généralement sous le puceron hôte (STARY, 1970). Il possède un potentiel biotique très important et son apparition est saisonnière. Selon MARTOV (1974) cité par STARY (1979), ce parasite a l'aptitude de changer ses hôtes selon la saison d'activité. Il peut vivre sur plusieurs aphides appartenant aux groupes des Aphidinae et Lachnidae. C'est un parasitoïde généraliste, il a été utilisé dans les programmes de lutte biologique depuis les années 1950 (STARY, 1970 cité par NAZZI et al., 1996). Il parasite entre autre *Diuraphis noxia* (G'UZ et KILINC, 2005). Il est considéré dans la région méditerranéenne comme un agent de la lutte contre *Hyperomyzus lactucae* (CARVER, 1984). Il fréquente les forêts, les steppes et d'autres habitats. Il est signalé au centre d'Asie (STARY, 1979), en Europe (STARY et al., 1975), en Iran (RAKHASHANI et al., 2005), au

Maroc (SEKKAT et STARY, 1987) ,en Tunisie (BEN HALIMA et BEN HAMOUDA, 2005)et en Algérie(LAAMARI et al., 2012) dans la majorité des régions étudiées. À Ghardaïa, *P. volucre* (Haliday) est trouvé sur *Aphis craccivora* installé sur *Medicago sativa*. D'après STARY (1979) cette espèce est souvent associée à *Lysiphlebus fabarum*. Dans certains cas, *Praon volucre* fait son apparition à la fin du printemps et au début d'été pour remplacer *L. fabarum*.

➤ *Trioxys angelicae*

Pour l'espèce *Trioxys angelicae* (Haliday) (Fig. 21), c'est un parasite saisonnier, fréquent du printemps à l'automne (STARY, 1979). D'après MACKAUER (1960) cité par STARY (1979), il est d'origine paléarctique (province méditerranéenne). Il vit en forêts, dans les steppes et d'autres habitats intermédiaires (STARY, 1970) .Il vit également sur des Aphidinae, notamment, *A. craccivora*, *Brevicoryne brassicae* et *Myzus persicae* (STARY, 1979). Il a la capacité de changer son spectre d'hôtes selon les conditions environnementales (STARY, 1970).En Algérie, Il fréquente plusieurs types d'habitats mais son activité est intense sur les pucerons inféodés aux arbres dans les milieux urbains (LAAMARI et al ., 2012). Dans la région d'étude, il a été trouvé avec *Lysiphlebus fabarum* sur la même colonie d'*A. craccivora* et également avec *Praon volucre*. Cette association est notée par STARY (1979) en Ouzbékistan. La complémentarité entre les parasitoïdes est un caractère appréciable, car l'aphide peut être contrôlé à n'importe quel endroit, saison et plante hôte.

➤ *Lysiphlebus fabarum*

Parmi les parasitoïdes primaires rencontrés dans la région d'étude, *Lysiphlebus fabarum* (Fig.22) est un parasitoïde d'origine paléarctique, très commune en Europe et dans le bassin méditerranéen. C'est un parasitoïde généraliste et polyphage (STARY, 1979). Il peut s'attaquer à 144 aphides. A Biskra, *Lysiphlebus fabarum* est collecté à partir des momies d'*Aphis craccivora* et *A. fabae*, ces deux aphides figurent parmi ses hôtes préférés. Les individus d'*A. craccivora* parasités sont récoltés sur *Medicago sativa* et *Vicia sativa*. La gamme des attaques de ce parasitoïde dans la région de Ghardaïa est très large durant cette année car on a signalé sa présence sur la majorité des espèces de pucerons collectés, par contre CHAHMA en 2013 l'a recensé sur *Capitophorus eleagni*, *Brevicoryne brassicae*, *Aphis gossypii*, *Aphis fabae* et *Aphis craccivora*.

Les résultats obtenus lors de ces études démontrent que ce parasitoïde peut vivre en dehors de l'aire paléarctique (province méditerranéenne) comme il a été mentionné par **STARY (1979)**.

Les Aphidiinae, en particulier, le genre *Aphidius* est le mieux représenté. D'après **TAMONOVIC et al. (2003a)**, le genre *Aphidius* avec environ 70 espèces est considéré comme le plus riche parmi la sous famille des Aphidiinae, il regroupe des espèces cosmopolite. Dans la région d'étude, ce genre est représenté par *A. ervi*, *A. matricariae*, *A. funebris* et *A. colemani*.

➤ *Aphidius matricariae*

Aphidius matricariae (**Fig.23**) est le plus dominant. C'est un parasitoïde qui a un large spectre d'hôtes, il a été trouvé dans presque tous les pays du monde (**STARY et MACKAUER 1967** cités par **ABDESSEMED, 1998**). **MILLER et al. (2002)**, pensent qu'il a comme origine l'ouest et le sud-ouest paléarctique. Ce parasitoïde est présent presque durant toute la période d'étude mais avec une forte activité durant le printemps.

➤ *Aphidius ervi*

L'espèce *Aphidius ervi* (**Fig.24**) a parasité dans la région d'étude *Aphis craccivora*, *Acyrtosiphon pisum*. C'est un parasitoïde d'origine paléarctique (**STARY, 1970**). Il peut développer jusqu'à 10 générations par an dans les zones tempérées (**HUFBAUER, 2002**). Ce parasitoïde peut se développer sur n'importe quel stade de son hôte. Des expériences ont montré qu'il préfère surtout le deuxième et le troisième stade larvaire (**IVES et SNYDER, 2003**). il a été introduit aux États-Unis entre 1961 et 1963 pour la lutte biologique contre *Acyrtosiphon pisum* (**SHAUN et al., 2006 ; HUFBAUER, 2002**).

➤ *Aphidius colemani*

L'espèce *A. colemani* (**Fig.25**) n'a pas été trouvée qu'une seule fois sur une plante spontanée (*Xanthium strumarium*) avec un effectif très réduit, **CHAHMA en 2013** et dans la même région l'a recensé sur plusieurs espèces de pucerons et avec une activité importante sur *Citrus sinensis*, il est très polyphage et il peut s'installer sur beaucoup de pucerons inféodés aux cultures. En Algérie, il a été noté sur le puceron du prunier *Hyalopterus pruni* (**ABDESSEMAD 1998**), à Biskra, il a été signalé sur *Aphis gossypii* (**TAHAR CHAOUCHE, 2011**) et sur *Aphis nerii* avec une absence totale sur les cultures (**HALIMI,**

2011). Au Maroc, **SEKKAT** et **STARY (1987)**, l'ont signalé seulement sur *Hyalopterus pruni* mais sur différentes plantes hôtes. En Tunisie, **BEN HALIMA** et **BEN HAMMOUDA (2005)** l'ont mentionné sur *Hyalopterus pruni* et *Hyalopterus amygdali*.

➤ *Aphidius funebris*

Aphidius funebris (**Fig.26**) a été collecté partir des momies d'*Uroleucon*, c'est un parasitoïde spécifique des pucerons du genre *Uroleucon*, *Brachycaudus*, *Hyperomyzus* et *Aphis* associées aux plantes de la famille botanique des Astéraceae.

➤ *Pteromalideae sp*

La dernière espèce d'Hyménoptères rencontrée dans la région d'étude appartient à famille : Pteromalidae (**Fig.27**). C'est un Hyperparasitoïde qui est trouvé parmi les colonies de pucerons parasités par *A. matricariae* *A. ervi*, et *P. volucre*.

C'est un Hyperparasitoïde très virulent dont la gamme des espèces à parasiter est élevée dans les régions prospectées cette année, il mérite d'avoir une étude spécifique.



Figure 20.Femelles des *Praon volucre*



Figure 21.Femelles des *Trioxyx angeliceae*



Figure 22. Femelles des *Lysiphlebus fabarum*



Figure 23. Femelles des *Aphidius matricariae*



Figure 24. Femelles des *Aphidius ervi*



Figure 25. Femelles des *Aphidius colemani*



Figure 26. Femelles des *Aphidius funebris*



Figure 27. Parasitoïde secondaire : *Pteromalidae sp*

N.B : les photos de N° 20 à N° 27 sont originales.

4.2 Relation tritrophique (parasitoïde-puceron-plante)

4.2.1 Résultats

D'après les résultats rapportés sur le tableau 07 relations tritrophiques plante-puceron-parasitoïde sont enregistré dans la région d'étude. Certains parasitoïdes possèdent un spectre d'hôtes assez large. C'est le cas *Lysiphleus fabarum*, *Aphidius Funebris*, *Aphidius matricariae* et *Aphidius ervi* avec 05 associations. Par contre les deux espèces *Praon volucre* et *Trioxys angelicae* qui viennent d'être signalé pour la première fois dans la région n'ont formé qu'une seule association.

Tableau 07 : Les différents relations parasitoïde-puceron-plante hôte notés dans la région d'étude.

| Parasitoïde | Localité | Puceron | Espèces végétales | Familles |
|-----------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------|----------------------|
| <i>Aphidius Ervi</i> | Al atteuf Palmerie ancienne | <i>Aphis crassivora</i> <i>Acyrtosiphon pisum</i> | <i>Vicia fabae</i> | Fabaceae |
| | N'tissa Touzouz | <i>Aphis craccivora</i> | <i>Xanthium strumarium</i> | Asteraceae |
| | N'tissa | Esp .non identifiée | <i>Amaranthus retroflexus</i> | <i>Amaranthaceae</i> |
| | N'tissa Al atteuf | <i>Aphis craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | Fabaceae |
| <i>Aphidius Funebri</i> | N'tissa | <i>Aphis craccivora</i> | <i>Xanthium strumarium</i> | Asteraceae |
| | Palmerie ancienne | <i>Aphis craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | Fabaceae |
| | Al atteuf | <i>Aphis crassivora</i> <i>Acyrtosiphon pisum</i> | <i>Vicia fabae</i> | Fabaceae |
| | - | <i>Uroleucon sp</i> | <i>Sonchus asper</i> | Asteraceae |
| <i>Aphidius matricariae</i> | Al atteuf | <i>Aphis craccivora</i> <i>Acyrtosiphon pisum</i> | <i>Vicia fabae</i> | Fabaceae |
| | - | <i>Uroleucon sp</i> | <i>A.craccivora</i> | Asteraceae |
| | N'tissa | <i>Aphis craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | Fabaceae |
| | N'tissa | Esp .non identifiée | <i>Amaranthus retroflexus</i> | <i>Amaranthaceae</i> |
| <i>Aphidius colemani</i> | Touzouz | <i>Aphis craccivora</i> | <i>Xanthium strumarium</i> | Asteraceae |

| (suite de tableau 7) | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|--|----------------------------|------------|
| Parasitoïde | Localité | Puceron | Espèces végétales | Familles |
| <i>Lysiphlebus fabarum</i> | Touzouz Al atteuf | <i>Aphis craccivora</i> | <i>Xanthium strumarium</i> | Asteraceae |
| | Palmerie ancienne Al atteuf | <i>Aphis craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | Fabaceae |
| | Al atteuf Palmerie ancienne | <i>Aphis craccivora</i> <i>Acyrtosiphon pisum</i> | <i>Vicia fabae</i> | Fabaceae |
| | - | <i>Uroleucon sp</i> | <i>Sonchus asper</i> | Asteraceae |
| <i>Praon Volucre</i> | Al atteuf | <i>Aphis craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | Fabaceae |
| <i>Trioxys angelicae</i> | Al atteuf | <i>Aphis craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | Fabaceae |

4.2.2 Discussion

La coévolution des plantes et des insectes a mené certains groupes d'insectes à s'alimenter sur une seule espèce de plantes, tandis que d'autres groupes d'insectes s'alimentent sur une grande variété de plantes. les raisons qui font qu'un insecte, de génération en génération, est capable de reconnaître une espèce de plantes en particulier et, en plus, de déterminer avec précision le contenu nutritif de celle-ci pour sa propre survie et celle de sa progéniture .

Les insectes phytophages n'ont pas tous le même type de relation avec leurs plantes hôtes. Certains insectes sont polyphages, d'autres oligophages ou monophages. La polyphagie

chez les insectes se définit comme étant la capacité des insectes à s'alimenter sur une grande variété d'ordres de plantes et parfois même de plusieurs classes. L'oligophagie représente la relation qui existe entre les plantes d'une même famille et certains insectes. **(CLAUDE NICOLE, 2002)**

De plus, les insectes qui s'alimentent de plantes de groupes complètement différents au cours des stades successifs de leur vie sont aussi oligophages. Par exemple, certains lépidoptères du genre *Coleophora*, qui, au stade larvaire, ne s'alimentent que de plantes du genre *Labiatae*, puis à l'automne migrent sur des herbacées de différentes espèces. Les insectes qui, autant aux stades larvaires qu'au stade adulte s'alimentent d'une seule espèce de plante sont dit monophages.

La polyphagie semble avoir été le type le plus primitif de relation trophique des insectes avec leurs plantes hôtes. **(CLAUDE NICOLE, 2002)**

Les pucerons sont trois types de phytophages polyphages, oligophages et monophages. les espèces répertoriées appartiennent à deux types. L'espèce *Aphis craccivora* est un polyphages, mais *Acyrtosiphon pisum* est oligophages des *Fabaceae* et *Uroleucon sp* est oligophages des astéraceae. Les deux premières espèces sont très périlleux pour les culture au contraire aux espèces des *Uroleucon*.

D'après **TURLING et WACKERS (2004)** cités par **LOPEZ (2007)**, de nombreux parasitoïdes, dont les parasitoïdes des pucerons, utilisent des composants chimiques volatiles pour localiser leurs hôtes. Ces substances sont, soit par la plante premier niveau trophique en réponse aux dégâts causés par les phytophages, soit des kairomones produits par l'hôte ou ravageurs, second niveau trophique : phéromones d'agrégation, sexuelles et d'alarme, soit par les insectes auxiliaires (parasitoïdes et prédateurs), troisième niveau trophique.

Les pucerons, causant d'importants dommages cultureux en prélevant la sève phloémienne de leurs plantes-hôtes, rejettent une substance épaisse et collante par le système digestif: le miellat. Il est reconnu que le miellat agit à la fois comme une kairomone volatile et comme une kairomone de contact (Les composés volatils associés et émis par le miellat proviendraient de l'altération naturelle (fermentation, oxydation, etc.) des sucres et des acides aminés que contient cette excrétion due aux facteurs abiotiques (température, lumière,

humidité relative) peut de même expliquer l'émission de composés volatils qui sont perçus par les sensilles présentes sur les antennes des auxiliaires.

Plusieurs études suggérant la perception olfactive du miellat par divers prédateurs et parasitoïdes, l'utilisation des sémiochimiques émis lors de la dégradation du miellat (bactéries, champignons, etc.) semble être une voie prometteuse pour attirer et fixer les auxiliaires dans une zone-cible. La technique de lutte biologique ne reposerait alors que sur le placement de diffuseurs contenant des sémiochimiques de synthèse identiques à ceux associés au miellat naturel.

A partir des résultats rapportés dans le tableau (7), 23 associations (plante- puceron –parasitoïde primaire) sont obtenues dans la région d'étude. Les genres *Aphidius* et *Lysiphlebus* ont présenté le plus grand nombre association avec 05 associations.

L'espèce *Aphidius matricariae* a parasité *Aphis craccivora*, *Acyrtosiphon pisum*, *Uroleucon sp* et une de puceron non identifiée. D'après **STARY (1975)**, *A. matricariae* est un parasitoïde polyphage, généraliste, originaire du nord de l'Inde et du Pakistan, actuellement, il présente une vaste aire de distribution à travers le monde. D'après **TAHRIRI et al. (2007)**, en Iran, il est le plus utilisé dans la lutte biologique contre les aphides. Il a été signalé en Tunisie par **BENHALIMA et BEN HAMMOUDA (2005)**, En Algérie, il a été signalé par **LAAMARI et al. en 2012** dans toutes les régions prospectées. À Biskra cette espèce est dominante et présente une activité envahissante dans les différentes habitats selon **TAHAR CHAOUICHE ,2010**. Ces résultats obtenus à travers cette étude viennent de confirmer les données de **CHAHMA en 2013** et par conséquent cette espèce reste toujours classée la deuxième en activité à Ghardaïa.

L'espèce *Aphidius ervi* présente un spectre d'hôtes très large : il peut parasiter une vingtaine d'espèces (du genre *Acyrtosiphon* : *A. pisum*, *A. caraganae*, *A. nigripes*..., ou encore le puceron des céréales *Sitobion avenae*, ou le puceron du pécher *Myzus persicae*, etc.) (**MARSH, 1977 ; STARY, 1974**). Depuis de nombreuses années, *A. ervi* est un agent de contrôle biologique des populations aphidiennes et a été introduit dans plusieurs pays pour lutter contre ces ravageurs mais il est un grand spécifié au puceron de pois.

Dans une situation de spécialisation alimentaire chez un hôte de parasitoïde, les parasitoïdes font face à des populations hôtes localement très structurées et très hétérogènes (tant d'un point de vue génétique que phénotypique). Selon **STIREMAN et al. (2006)**, cette

spécialisation alimentaire des hôtes pourrait avoir des effets sur leurs ennemis naturels : elle pourrait entraîner une spécialisation parasitaire des parasitoïdes. Ce phénomène est appelé 'Effet Cascade'.

La spécialisation chez les parasitoïdes implique une forte fidélité à son hôte et une meilleure performance sur cet hôte. Selon **FEDER et FORBES (2010)**, ce processus constituerait un important générateur de biodiversité entomophage : la grande diversité des insectes phytophages aurait facilité la diversification de leurs parasitoïdes. Ce phénomène est très observé chez *Aphidius funebris*, parasitoïde spécifique des *Uroleucon* associant aux *Asteraceae*. Mais dans certains cas et en absence potentiel de son hôte préféré, il peut attaquer d'autres espèces de puceron de genre *Aphis* surtout *Aphis craccivora* et *Aphis fabae* mais avec des taux d'émergence très faible.

Apparemment, à Ghardaïa, les conditions écologiques et le système de polycultures pratiqué dans les oasis a changé le comportement et augmenté la gamme de pucerons par certains parasitoïdes. C'est le cas de *Lysiphlebus fabarum* qui vit normalement sur une large gamme de pucerons inféodés aux herbacées (graminées, légumineuses et composées) de telle sorte qu'elle devient l'espèce éminente.

A travers les résultats obtenus, il est clair que les espèces *Lysiphlebus fabarum* et *A. matricariae* occupent une large aire de distribution dans la région d'étude. A l'opposé des deux espèces *Praon volucre* et *Trioxys angelicae* trouvés seulement au niveau de la région d'Al Atteuf. Les genres *Aphidius* et *Lysiphlebus* ne sont pas très exigeants du point de vue environnemental et qualité de l'hôte, ce qui explique peut-être leur comportement associatif. A titre d'exemple et dans plusieurs cas la présence de *Lysiphlebus fabarum* et *Aphidius matricariae* est simultanée.

4.3 Relations tétra trophiques

D'après **BUITENHUIS et al. (2004)**, chez les insectes les interactions tri trophiques sont les plus étudiées par rapport à celle nommée multi trophique.

Dans son étude **BUITENHUIS et al. (2004)**, ont rendu compte après des tests olfactométriques que les femelles des hyperparasitoïdes lors de la recherche d'un hôte, elles n'utilisent pas les odeurs comme repère mais plutôt des stimuli de contact, notamment, le miellat produit par les pucerons. Généralement les hyper parasitoïdes sont appelés parasitoïdes secondaires. La majorité de ces espèces sont membres de l'ordre des

hyménoptères. Il y a deux types d'hyper parasitisme ; un hyper parasite obligatoire qui ne peut se développer que sur ou dans un parasitoïde primaire et facultatif qui attaque le parasitoïde primaire et secondaire.

Les taux de hyper parasitismes sont généralement faibles à nulles et leurs apparitions avec des effectifs considérables est vers la fin de la saison. De même **KAVALLIERATOS et al. (2002)** a signalé qu'à la fin de la saison, les prédateurs et les hyper parasitoïdes causent l'extinction des parasitoïdes primaires ce qu'explique les taux de parasitisme faible. Mais **LUCK et al. (1981)** cité par **BUITENHUIS (2004)** croient que le pourcentage de la mortalité n'est pas une mesure importante si on ignore les niveaux d'autre sources de mortalité et les interactions entre ces différentes sources.

D'après **SULLIVAN (1987)** cité par **BUITENHUIS (2004)**, hyperparasite influe le parasitoïde primaire soit directement par la mortalité ou indirectement par le changement de comportement de parasitoïdes qui abandonnent totalement les patches exploités. **BRODEUR et ROSENHEIM (2000)** ajoutent que la diminution de l'exploitation de patches stimule l'augmentation de la densité de l'herbivore. Mais les femelles du genre *Lysephlibus* ont développé un système de camouflage chimique protégeant contre les fourmis et ces dernières protègent les momies contre les attaques des hyper parasitoïdes.

BURTON et STARKS (1977), SHI (1986), ROSHEIM (1998) cité par **BUITENHUIS (2004)**, ont conclu que le système parasitoïde-hyper parasitoïde est plus complexe dans les écosystèmes naturels et hyper parasitisme perturbe la régulation de l'herbivore par le parasitoïde primaire à court terme mais en long terme un équilibre entre les différents niveaux s'installe.

À travers cette étude, hyperparasitisme était très réduit et les associations tétra-trophiques sont limitées à une seule espèce appartenant à la famille des Pteromalidae.

Finalement, les parasitoïdes primaires et secondaire strictement spécialisés doivent être inventoriés, identifiés, classés pour connaître ou détecter les espèces rares de celles qui sont répondues et tout programme de lutte biologique prend en considération ces données.

4.4 Sex-ratio

4.4.1 Résultats

D’après le tableau la sex-ratio est à l’avantage des femelles qui se sont majoritaires pour l’ensemble des couples puceron- parasitoïde formés par *Lysiphlebus fabarum*. Les espèces *Aphidius ervi* et *Aphidius matricariae* ont données des populations mixtes mais toujours à la faveur des femelles. Par contre, les mâles sont dominants pour le couple *Uroleucon sp – Aphidius funebris*. En ce qui concerne le couple *Trioxys angelicae – Aphis craccivora* la sex-ratio est équilibrée.

Tableau 08: Evaluation de la sex-ratio des parasitoïdes des pucerons rencontrés dans la région d’étude.

| Parasitoïdes | Pucerons | Plantes hôtes | Total | N° de mâles | N° des femelles | Sex |
|----------------------------|----------------------|-------------------------------|-------|-------------|-----------------|-----|
| <i>Aphidius ervi</i> | <i>A.craccivora</i> | <i>Xanthium strumarium</i> | 02 | 02 | 00 | - |
| | Esp .non identifiée | <i>Amaranthus retroflexus</i> | 01 | 01 | 00 | - |
| | <i>A. crassivora</i> | <i>Vicia fabae</i> | 08 | 04 | 04 | 1 |
| | <i>A.craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | 03 | 02 | 01 | 02 |
| <i>A. colemani</i> | <i>A.craccivora</i> | <i>Xanthium strumarium</i> | 01 | 00 | 01 | - |
| <i>P.volucra</i> | <i>A.craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | 01 | 00 | 01 | - |
| <i>T.angelicae</i> | <i>A.craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | 02 | 01 | 01 | 1 |
| <i>A. funebris</i> | <i>Uroleucon</i> | <i>Sonchus asper</i> | 05 | 04 | 01 | 4 |
| | <i>A.craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | 01 | 00 | 01 | - |
| | <i>A. crassivora</i> | <i>Vicia fabae</i> | 01 | 00 | 01 | - |
| <i>Lysiphlebus fabarum</i> | <i>A.craccivora</i> | <i>Xanthium strumarium</i> | 14 | 00 | 14 | - |
| | <i>A. crassivora</i> | <i>Vicia fabae</i> | 42 | 00 | 42 | - |
| | <i>A.craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | 14 | 00 | 14 | - |
| | <i>Uroleucon</i> | <i>Sonchus asper</i> | 03 | 00 | 03 | - |

| Suite de tableau 8 | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|-------|------------|-------------------|------------|
| Parasitoïdes | Pucerons | Plantes hôtes | Total | Nbre de | Nbre des femelles | Sex |
| <i>Aphidius matricariae</i> | <i>A.craccivora</i> | <i>Xanthium strumarium</i> | 15 | 05 | 10 | 0,5 |
| | Esp .non identifiée | <i>Amaranthus retroflexus</i> | 05 | 00 | 05 | - |
| | <i>A. crassivora</i> | <i>Vicia fabae</i> | 02 | 01 | 01 | 1 |
| | <i>A.craccivora</i> | <i>Medicago sativa</i> | 02 | 01 | 01 | 1 |
| | <i>Uroleucon</i> | <i>Sonchus asper</i> | 03 | 00 | 03 | - |
| | Totaux | | | 125 | 21 | 104 |

4.4.2 Discussion

STARY (1970) a expliqué que la sex-ratio des œufs est déterminée au moment de l'oviposition. Plusieurs facteurs intrinsèques influent la sex-ratio ; l'âge de la femelle au moment de l'oviposition, la rapidité de l'oviposition, le temps et la durée de l'accouplement, la densité de l'hôte, le super parasitisme, la densité de la population du parasitoïde.

Théoriquement, la distribution géographique et les adaptations des parasitoïdes aux conditions de micro habitats déterminent le type de la reproduction et les biais du sexe ratio.

D'après les résultats obtenus présente dans le tableau (08), les espèces répertoriées bi parentales signifie que le type de reproduction chez ces espèces est arrhénotoque (production des deux sexes). D'après **STARY 1962, 1964, WIACKOWSKI 1962, HAFEZ 1961, SEDLAG 1964** cité par **STARY 1970**, ce type de reproduction est caractéristique de genres *Aphidius*, *Diaeretilla*, *Ephedrus*. Par contre chez *Lysiphlebus fabarum*, des populations presque totales des femelles sont obtenues après l'émergence, ce qui signifie que la reproduction asexué et spécifique chez ces espèces est de type Thélytoque dont la totalité de génération sont des femelles.

Plusieurs facteurs biotiques et abiotiques influent la sex-ratio. Les facteurs biotiques intrinsèques se manifestent par une auto régulation de la population des parasitoïdes avec la

diminution de la fécondité des femelles, la compétition intra spécifique, le super parasitisme. **STARY (1970)** a mentionné qu'un effectif élevé de parasitoïdes ne reflète pas toujours un taux de parasitisme élevé.

HE et al. (2004) ont constaté que la durée de développement des males est courte par rapport des femelles et l'émergence des adultes pendant le jour coïncide avec les conditions favorables à l'activité des deux sexes et augmente la chance de la localisation de l'hôte pour l'oviposition et /ou l'accouplement.

Conclusion

Les résultats de ce modeste travail ont permis d'établir un inventaire des parasitoïdes des pucerons inféodés aux plantes cultivées et non cultivées dans la région de Ghardaïa entre février et mai 2014 et de dresser une liste de 8 espèces collectées à partir des momies de 04 espèces d'aphides appartenant à 04 genres différents. Les plantes qui ont servi de support pour ces pucerons sont au nombre de 06 espèces végétales appartenant à 03 familles botaniques, les données signalent et pour la première fois la présence de l'espèce *Praon volucre* ainsi que *Trioxys angelicae*, les autres espèces sont *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi*, *Aphidius funebris*, *Lysiphlebus fabarum*, et une seule hyperparasitoïde d'une espèce non identifiée de la famille de Pteromalidae.

Selon les résultats, 23 associations (plante- puceron –parasitoïde primaire) sont obtenues dans la région d'étude. Certains parasitoïdes possèdent un spectre d'hôtes assez large. C'est le cas *Lysiphlebus fabarum*, *Aphidius matricariae* et *Aphidius funebris* avec 05 associations. Par contre les deux espèces *Praon volucre* et *Trioxys angelicae* qui viennent d'être signalées pour la première fois dans la région n'ont formé qu'une seule association aussi de même que l'espèce *Aphidius colemani*.

Par ailleurs, une seule association tétra-trophique; plante - puceron – parasitoïde primaire -hyper parasitoïde, sont obtenues dans la région d'étude, c'est une espèce appartenant à la famille des Pteromalidae.

La sex-ratio des parasitoïdes primaires est en majorité à la faveur des femelles, influencée par des facteurs abiotiques ou biotiques. Il est à signaler que le type de reproduction (Thélytoque) de l'espèce *Lysiphlebus fabarum* a besoin d'une étude approfondie.

Il est donc indispensable de poursuivre encore les recherches sur les parasitoïdes des pucerons dans les différentes régions à une échelle plus large sur les milieux naturels et les plants cultivés et pendant plusieurs années, pour enrichir cette liste.

Références bibliographiques

ABD ESSEMED D.F., 1998. Complément d'inventaire des Hyménoptères Aphidiides et contribution à l'étude biologique de *Diaeretiela rapae* M'int. (Hyménoptères Aphidiidae) parasites du puceron cendré du chou *Brevicoryne brassicae* L. et du puceron vert du pêcher *Myzus persicae* Sulz.(Homoptera, Aphididae). Mémoire Ingéniorat. Agronomie. Institut Agronomie. Blida. 109p.

ALAIN .F, 2006. Fiche technique : les pucerons 1ère partie. N° 141. Paris. 8 p.

ANONYME, 2005. Annuaire statistique de la wilaya de Ghardaïa. Direction de la planification et d'aménagement du territoire. 108 p.

ANONYME, 2009. Fiche technique : Puceron. Développement durable, Environnement et parcs. Québec. 3 p.

ANONYME, 2012. Rapport monographique de la wilaya de Ghardaïa. Direction des services agricoles. 22 p.

BEN HALIMA K.M. et BEN HAMOUDA M.H., 2005. A propos des pucerons des arbres fruitiers de Tunisie. Note faunique de Gembloux. 58 :11-16.

BONNAURE R., 2011. Inventaire des plantes utiles en PPAM. Ed eteipmai. France.28p.

BEN TAMER F. et BICHI H., 2006. Contribution à l'étude de la variabilité climatique dans les régions Ouargla et Ghardaïa. Mémoire Ingéniorat. Eco. Université de Kasdi Marbah, Ouargla.115p.

BRODEUR J. et ROSENHEIM J.A, 2000. Intra guild interactions in aphid parasitoids. Entomologia Experimentalis et Applicata 97 :93-108

BERLAND L., 1925. Faune de France. Ed LECHEVALIER. Paris.369 p.

BUITENHUIS R., 2004. Preference and performance of hyperparasitoid *Syrphophagus aphidivorus* (Hymenoptera :Encyrtidae) : fitness consequences of selecting hosts in live aphids or phid mummies .Ecological Entomology 29 :648-656.

CALVERT D. et TREMBLAY E., 1971. Embryosystematics in the aphidiines (Hymenoptera: Braconidae). Boll. Lab. Entomol. Agr. Filippo Silvestri 29: 223–249.

Références bibliographiques

- CARVER M., 1984.** The potential host ranges in Australia of some imported aphid parasites (*HYM. Ichneumonoidea : Aphidiidae*). *Entomophaga*, 29 (4): 351-359.
- CHAUBET B., TURPEAU E. et HULLE M., 2010.** Encyclop^h Aphid © INRA. France.
- CHEHMA S., 2013.** Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel et cultivé dans la région de Ghardaïa. Mémoire de magister. Université kasdi merbah, Ouargla. 53 p.
- CODERRE D. et VINCENT C., 1992.** La lutte biologique. Ed gaetan moriin. Canada. 215p.
- DION E., 2012.** Effet de l'écologie d'un hôte Sur l'évolution de son principal parasitoïde. These de Doctorat. Ecole Doctorale : VIE-AGRO-SANTE. Université Européenne de Bretagne. 175 p.
- FEDER J.L., et FORBES A.A., 2010.** Sequential speciation and the diversity of parasitic insects. *Ecological Entomology* 35, pp 67-76.
- FINLAYSON T., 1990.** The systematics and taxonomy of final-instar larvae of the family Aphidiinae (Hymenoptera). *Mem. Entomol. Soc. Can.* 152: 3-74.
- GERARD D., 1999.** Agroéconomie des oasis. Ed Cirad. France. 21p.
- GRASSE P., POISSON R., et TUZET O., 1970.** Zoologie. Tome I. 2^e édition. Ed MASSON. Paris. 935p.
- GÜZ N. et KILINCER N., 2005.** Aphid Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) on Weeds from Ankara, Turkey. *Entomology Phytoparasitica*, 33(4):359-366.
- HALIMI C.W., 2011.** Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu cultivé dans la région de Biskra. Mém. Mag. Inst. Sc. Nt. Vie. Univ. Biskra, 80 p.
- He X.Z., WANG Q. & TEULON D.A.J., 2004.** Emergence, sexual maturation and oviposition of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Horticultural & Arable Entomology*: 214-220.
- HUFBAUER R.A., 2002.** Aphid population dynamics: does resistance to Parasitism influence population size? *Ecological Entomology*, 27: 25-32.
- HULLE M., TURPEAU E., LECLANT F et RAHN M., 1998.** Les pucerons des arbres fruitiers : Cycles biologiques et activités de vol. Ed Quae. Paris. 98 p.

Références bibliographiques

- IVES A.R. et SNYDER W.E.**, 2003. Interactions between specialist and generalist natural enemies: parasitoids, predators, and pea aphid biocontrol, 84(1): 91–107.
- JEAN C.**, 2010. Lutte intégrée contre le puceron du soya. Et FPCCQ. Canada.18p.
- KAMBHAMPATI, S., W. VOLKL, and M. MACKAUER.**, 2000. Phylogenetic relationships among genera of Aphidiinae (Hymenoptera : Braconidae) based on DNA sequence of the mitochondrial 16S rRNA gene. Systematic Entomology 25:437-445.
- KAVALLIERATOS N.G., ATHANASSIOU CH.G.,STATHAS G.J et MOMONOVIC C.Z.**, 2002. Aphid parasitoid(Hymenoptera: Braconidae , Aphidiinae) on citrus : Seasonal,and sampling indices.Phytoparasitica. 30(4): 365-377.
- LAAMARI M., TAHAR CHAUCHE S., HALIMI C. W., BENFERHAT S., ABBES S. B., KHENISSA N., and STARY P.**, 2012. A review of aphid parasitoids and their associations in Algeria (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae; Hemiptera: Aphidoidea). African Entomology, 20 (1): 161-170.
- LECLANT F.**, 1999. Les pucerons des plantes cultivées : Clefs d'identification. Grandes cultures. Ed Quae. Paris. 63 p.
- LOPEZ CH.**, 2007. Dynamique d'un système hôte parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique. Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïdes *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons Thèse de Doctorat. Univ.Agro.Paris.Tech. 321p.
- MACKAUER M. et STARY P.**, 1967. Insect parasite of the green peach *Myzus persicae* Sulz. and their control potential. Entomophaga13(2): 906-968.
- MARSH P.M.**, 1977. An identification manual for the American genera of the family Braconidae (Hymenoptera). Lawrence, Allen Press, 98 p.
- MILLER R. H., PIKE K.S. et STARY P.**, 2002. Aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae) on Guam. *Micronesica* 34(2): 87-370.
- MOHANNAD A.I.**, 2011.Plasticité de la réponse à l'exposition au froid chez *Aphidius ervi* dans le cadre des processus de stockage utilisés en lutte biologique. Thèse, Doc., Biologie, Bretagne, 153 p.

Références bibliographiques

- NAZZI F., POWELL W., WADHAMS L. J. and WOODCOCK C. M.,**1996. Sex pheromone of aphid parasitoid *Praon volucre* (Hymenoptera, Braconidae), Journal of Chemical Ecology, 22(6): 1169-1175.
- OLMEZ S. et ULUSOY M.R.,** 2003. A survey of Aphid Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiidae) in Diyarbakir, Turkey. Phytoparasitica 31(5): 524-528.
- ONM.,** 2014. Les données climatiques de la région de Ghardaïa (2002-2013). 4 p.
- PIKE K.S., STARY P., MILLER T., ALLISON D., BOYDSTON L., GRAF G and GILLESIE R.,** 1997. Small grain aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphelinidae and Aphidiidae) of Washington: distribution, relative abundance, seasonal occurrence, and key to known North American species. Environ. Entomol., 26: 1299-1311.
- RABATEL A.,** 2011. Développement embryonnaire du puceron *Acyrtosiphon pisum* : caractérisation de voies métaboliques et gènes clé dans les interactions trophiques avec *Buchnera aphidicola*. Thèse de doctorat. L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon .235 p.
- RAKSHANI E., TALEBIL A. A., KAVALLIERATOS N.G., REZWANI A., MANAZARI S. & TAMANOVIC Z.,** 2005. Parasitoid complex (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) of *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphidoidea) in Iran. J. Pest, Sci., 193-198.
- RAKSHANI E., TALEBIL A. A., STAR P., TAMANOVIC Z. & MANZARI S.,**2007. Aphid- parasitoid (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiidae) associations on willows and poplars in Iran. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 53 (3): 281-292.
- REMAUDIÈRE G. et REMAUDIÈRE M.,** 1997. Catalogue des Aphidae du monde. Ed Quae. Paris. 478 p.
- RIBA G. et SILVY C.,** 1989. combattre les ravageurs des cultures. Ed INRA. France. 230p.
- SEKKAT A. and STARY P.,** 1987. Parasitoids (Hymenoptera, Aphidinae) of Aphid pests in Morocco. Anns. Soc. Ent. Fr. (N.S), **23** (2): 145-149.
- SHAUN A., LANGLE Y.,KELLEY J., TILMON, BRADLEY J., CARDINALE., ANTHONY R. and IVES A.R.,**2006. Learning by the parasitoid wasp, *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae), alters individual fixed preferences for pea aphid color morphs, 150:172-179.
- STARY P.,** 1970. Biology of aphid parasites. Série Entomologica 16. 28 p.

Références bibliographiques

- STARY P.**, 1979. Aphid parasites (Hymenoptera, Aphidiidae) of central Asian area. Ed. London. 113p.
- STARY P., REMAUDIERE G. & LECLANT F.**, 1971. Les Aphidiidae (Hym.) de France et leurs hôtes (Homo., Aphididae). Série 5. Ed. Paris. 76 p.
- STARY P., REMAUDIERE G. & LECLANT F.**, 1973. Nouvelles données sur les Aphidiides de France (Hym). Annales Soc. Ent. Fr. (N.S) 9 (2): 309-329.
- STARY P., LECLANT F. et LYON J. P.**, 1975. Aphidiidae (Hym.) et Aphides (Hom.) de Corse; I. Les Aphidiides. Annales Soc. Ent. Fr. (N.S) 11(4): 765-762.
- STARY P., SAMPIO M. V. & PAES BUENO V. H.**, 2007. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiidae) and their associations related to biological control in Brazil. Revista Brasillement de Entomologia 51(1): 107-108.
- STIREMAN JO, NASON JD, HEARD SB, SEEHAWER JM.**, 2006. Cascading host-associated genetic differentiation in parasitoids of phytophagous insects. Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences 273:523-530.
- SUTY L.**, 2010. La lutte biologique : Vers de nouveaux équilibres écologiques. Ed Quae. France. 321 p.
- TAHAR CHAOUCH S.**, 2011. Etude bioécologique des hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel dans la région de Biskra. Mémoire magister. Agro., Dep. Agro., Biskra, 54p.
- TAHRIRI S., TALIBI A.A., FATHIPOUR Yet ZAMANI A.A.**,2007. Host stage preference ,functional respense and mutual interference of *Aphidius matricariae*(Hymenoptera :Braconidae ,Aphidiinae) on *Aphis fabae* (Homoptera : Aphididae). Entomological science 10:323-331.
- TAMONOVIC Z., KAVALLIERATOS N. G., STARY P., ANHANASSIOU C. G., ZIKIC V., PETROVIC-OBRAĐOVIC O. & SARLIS G. P.**,2003a. *Aphidius* Nees Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) in Serbia and Montenegro: tritrophic associations and key. Acta Entomologica Serbica 8(1/2): 15:39.
- TAMONOVIC Z; KAVALLIERATOS N. G.; ATHANASSION C.G. et STANISAVLJEVIC L. Z.**, 2003b. A review of the West Palearctic aphidiines

Références bibliographiques

(Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) parasitic on *Uroleucon* spp, with the description of a new species. Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S). 39(4): 343-353.

TOUTAIN G., 1979. Élément d'agronomie saharienne de la recherche au développement. Imp.JOUNE ; Paris, 276 p.

Les associations tritrophiques (Plante-Puceron-Parasitoïdes) notées dans les palmeraies de la région de Ghardaïa

La présente étude a été réalisée dans la région de Ghardaïa. Son objectif principal est d'étudier la biodiversité des parasitoïdes des pucerons sur les plantes cultivées et non cultivées de la région de Ghardaïa et de reconnaître les différentes relations tri et tétratrophiques. Cette étude nous a permis d'identifier 08 espèces de parasitoïdes primaires : *Lysiphlebus fabarum*, *Aphidius matricariae*, *Aphidius ervi*, *Aphidius colemani*, *Aphidius funebris*, *Trioxys angelicae* et *Praon volucre*, les deux dernière espèces sont signalé pour la première fois. Une Espèce d'hyperparasitoïde non identifiée est actives sur les larves de parasitoïdes primaires. En termes d'associations (plante- puceron –parasitoïde primaire) on a obtenue 23 associations.

Mots clefs : parasitoïde, associations, tritrophique, puceron, plante, Ghardaïa.

العلاقة الغذائية الثلاثية بين المن و الحشرة المتطفلة والنبتة في منطقة غرداية

أنجزت هذه الدراسة في منطقة غرداية. هدفها الرئيسي هو دراسة العلاقة الغذائية الثلاثية بين المن و الحشرة

المتطفلة والنبتة. سمحت لنا هذه الدراسة بالتعرف على ثمانية أنواع : *Aphidius* ، *Lysiphlebus fabarum* ،

Trioxys angelicae ، *Aphidius Funebris* ، *Aphidius colemani* ، *Aphidius ervi* ، *matricariae* ،

، *Praon volucre* ، و النوعين الأخيرين تمت ملاحظتهما لأول مرة في المنطقة و نوع غير معرف. بخصوص

العلاقة الغذائية الثلاثية قد تم تسجيل 23 تجمع.

الكلمات الرئيسية: الحشرة المتطفلة، التجمع، العلاقة الغذائية الثلاثية، المن، النبتة، غرداية.