

République Algérienne Démocratique et Populaire  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Université Mohamed Kheider –BISKRA-



Réf : .....

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie  
Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magistère en Biologie  
Spécialité : Biologie animale  
Option : Arthropodologie

*Présenté par M<sup>elle</sup> : HALIMI Chahrazed Warda*

## *SUJET*

**Etude bioécologique des Hyménoptères  
parasitoïdes des pucerons associés au milieu  
cultivé dans la région de Biskra**

**Membres de jury :**

M <sup>r</sup> BELHAMRA M.	Président	Professeur	Université de Biskra
M <sup>r</sup> LAAMARI M.	Promoteur	Professeur	Université de Batna
M <sup>r</sup> OULD EL HADJ M.D.	Examineur	Professeur	Université d'Ouargla
M <sup>me</sup> LOMBARKIA N.	Examineur	Maitre de conférences	Université de Batna

**La date de Soutenance : 27/02/2011.**

## **Remerciements**

*Je tiens à remercier tout d'abord mon promoteur, le professeur M<sup>r</sup> Laamari Malik, pour m'avoir si bien encadré, écouté et soutenu, souvent encouragé et parfois poussé, quelles que soient les circonstances et les difficultés que j'ai pu rencontrer, pour votre gentillesse et votre disponibilité de tous les instants au cours de la réalisation de ce travail. J'ai beaucoup appris grâce à vous, merci!*

*Mes sincères remerciements sont exprimés agréablement aux membres de jury, Pr. Belhamra M. d'avoir accepté de présider le jury, Pr. Ouled El Hadj M.D. et M<sup>me</sup> Lombarkia N. pour avoir accepté d'évaluer et de juger mon travail.*

*Un grand merci à toutes les personnes qui m'ont accueilli à un moment ou à un autre dans leurs laboratoires au niveau du département d'agronomie à l'université de Batna.*

*Mes remerciements vont ensuite à tous les agriculteurs qui m'ont donné leur accord pour que je puisse faire les expérimentations sur leurs parcelles.*

*Je remercie vivement Tahar-Chaouche S. pour son aide très amicale lors de l'identification des parasitoïdes au laboratoire.*

*Je remercie également M<sup>r</sup> Harzallah T. de l'ITDAS et M<sup>elle</sup> Saidi de la DSA de Biskra pour leurs aides, disponibilités et précieuses informations.*

*Un chaleureux remerciement à ma chère Fadia et sa petite famille, et également à Adjedje Fatima Z pour son accueil et sa sympathie.*

*Je tiens à remercier spécialement Wassel qui ma beaucoup soutenu et "supporter" dans les moments difficiles, pour son aide à la recherche des sites d'études et des pucerons malgré ses connaissances limitées dans ce domaines !! merci beaucoup.*

*Un grand merci à mes très chères frères et sœurs pour leurs soutiens et encouragements constants ainsi que pour les innombrables trajets qu'ils ont fait pour moi !*

## *Dédicace*

*Je souhaite dédier ce modeste mémoire à mes parents, sans lesquels rien n'aurait été possible, pour m'avoir donné les moyens de réaliser mes choix et pour leur soutien indéfectible. Merci du fond du cœur.*

# Sommaire

	Page
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Etude bibliographique sur les Hyménoptères parasitoïdes</b>	
1.1 Généralités	
1.1.1 Définitions .....	3
1.1.2 Stratégies de développement .....	3
1.1.2.1 Parasitoïdes solitaires et grégaires .....	3
1.1.2.2 Parasitoïdes koïnobiontes et idiobiontes .....	3
1.1.3 Différents modes de vie .....	4
1.1.3.1 Ectoparasites et endoparasites .....	4
1.1.3.2 Parasitoïdes pro-ovigéniques, synovigéniques et pro-synovigéniques .....	4
1.1.3.3 Parasitoïdes pro-spermatogéniques, synspermatogéniques et pro-synspermatogéniques .....	4
1.1.3.4 Superparasitisme, multiparasitisme et hyperparasitisme .....	5
1.2 Hyménoptères parasitoïdes des pucerons .....	5
1.2.1 Systématique .....	5
1.2.2 Description .....	5
1.2.2.1 Œufs .....	5
1.2.2.2 Larve .....	5
1.2.2.3 Nymphe .....	6
1.2.2.4 Adulte .....	6
1.2.3 Parasitisme .....	10
1.2.3.1 Pré-oviposition .....	10
1.2.3.2 Oviposition .....	11
1.2.3.3 Post-oviposition .....	13
1.2.4 Diapause .....	14
1.2.5 Sex-ratio .....	15
1.2.6 Relation tri-trophique .....	16
1.2.7 Utilisation en lutte biologique .....	17



## **Chapitre II : Présentation de la région d'étude**

2.1 Situation géographique .....	19
2.2 Relief .....	19
2.3 Climat .....	21
2.3.1 Température .....	21
2.3.2 Pluviométrie .....	22
2.3.3 Humidité relative de l'air .....	23
2.3.4 Vents .....	24
2.3.5 Diagramme ombrothermique de Gaussen .....	25
2.3.6 Climagramme d'Emberger .....	26
2.4 Couvert végétal .....	27
2.4.1 Milieu naturel .....	27
2.4.2 Milieu cultivée .....	28

## **Chapitre III : Matériel et méthodes de travail**

3.1 Matériel de travail	
3.1.1 Matériel végétal .....	30
3.1.2 Matériel animal .....	30
3.1.3 Matériel de conservation .....	30
3.1.4 Matériel de montage et d'observation microscopique .....	30
3.1.5 Autre matériel .....	30
3.2 Méthodes de travail	
3.2.1 Choix des stations .....	31
3.2.2 Echantillonnage .....	35
3.2.2.1 Biodiversité .....	35
3.2.2.2 Evolution du parasitisme sur fève et blé dur .....	35
3.2.3 Montage .....	36
3.2.3.1 Pucerons .....	36
3.2.3.2 Hyménoptères .....	36
3.2.4 Identification .....	37
3.2.5 Paramètres calculés .....	38

## Chapitre IV : Résultats et discussions

4.1 Inventaire des Hyménoptères parasitoïdes .....	39
4.1.1 Résultats.....	39
4.1.2 Discussion .....	39
4.2 Répartition des parasitoïdes par cultures .....	45
4.2.1 Résultats .....	45
4.2.2 Discussion .....	47
4.3 Relations tri-trophiques : plante-puceron-parasitoïde .....	49
4.3.1 Résultats .....	49
4.3.2 Discussion .....	51
4.4 Relation tétra-trophiques : plante-puceron-parasitoïde-hyperparasitoïde .....	57
4.4.1 Résultats .....	57
4.4.2 Discussion .....	57
4.5 Etude des parasitoïdes des pucerons trouvées sur fève et blé dur .....	58
4.5.1 Taux de parasitisme .....	58
4.5.1.1 Résultats .....	58
4.5.1.2 Discussion .....	60
4.5.2 Taux d'émergence .....	63
4.5.2.1 Résultats .....	63
4.5.2.2 Discussion .....	64
4.5.3 Sex-ratio .....	65
4.5.3.1 Résultats .....	65
4.5.3.2 Discussion .....	65
<b>Conclusion .....</b>	<b>67</b>
<b>Liste des références .....</b>	<b>68</b>

## *Liste des tableaux*

	Page
<b>Tableau 1:</b> Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra en 1995-2008 et en 2009-2010 .....	21
<b>Tableau 2:</b> Précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la région de Biskra en 1995-2008 et en 2009-2010 exprimées en mm .....	22
<b>Tableau 3:</b> Humidité relative de l'air exprimée en pourcentages (%) en 1995-2008 et durant 2009-2010 dans la région de Biskra .....	24
<b>Tableau 4:</b> Vitesses mensuelles moyennes du vent (m/s) durant la période 1995-2008 et 2009-2010 .....	25
<b>Tableau 5 :</b> Les superficies et les productions des différentes cultures pratiquées sous serre dans la région de Biskra au cours de la campagne 2009-2010 .....	29
<b>Tableau 6:</b> Hyménoptères parasitoïdes des pucerons rencontrés dans la région d'étude .....	39
<b>Tableau 7:</b> Répartition des Hyménoptères parasitoïdes rencontrés par cultures et par localités dans la région d'étude en 2009 / 2010 .....	45
<b>Tableau 8:</b> Les différentes relations tri-trophiques parasitoïde-puceron-plante hôte rencontrées dans la région de Biskra .....	50
<b>Tableau 9:</b> Les différentes relations tétra-trophiques parasitoïde-puceron-plante-Hyperparasitoïde rencontrées dans la région de Biskra .....	57
<b>Tableau 10 :</b> Taux de parasitisme enregistré sur <i>Aphis craccivora</i> dans une parcelle de fève à Sidi Okba durant la campagne 2009 / 2010 (total sur 20 tiges) .....	59
<b>Tableau 11 :</b> Taux de parasitisme enregistré sur les 4 espèces aphidiennes trouvées sur blé dur à Sidi Okba durant la campagne 2009 / 2010 (total par 20 talles) .....	60
<b>Tableau 12:</b> Taux d'émergence des momies d' <i>Aphis craccivora</i> collectées sur fève à Sidi Okba durant la campagne 2009 / 2010 (durant tout le cycle de plante) .....	63
<b>Tableau 13:</b> Taux d'émergence des momies collectées sur blé dur à Sidi Okba durant la campagne 2009 / 2010 (durant tout le cycle de plante) .....	64
<b>Tableau 14:</b> Sex-ratio des parasitoïdes émergés à partir des momies d' <i>A. craccivora</i> récoltés dans la parcelle de fève (durant tout le cycle de plante) .....	65
<b>Tableau 15:</b> Sex-ratio des parasitoïdes émergés à partir des momies des 4 espèces aphidiennes installées sur blé dur (durant tout le cycle de plante) .....	65

## *Liste des figures*

	Page
<b>Figure 1 :</b> Tête et pièces buccales d'un Braconidae .....	7
<b>Figure 2 :</b> Antenne d'un Braconidae .....	8
<b>Figure 3:</b> Propodeum de deux espèces d'Hyménoptères braconides .....	8
<b>Figure 4:</b> Nervation alaire d'un Braconidae .....	9
<b>Figure 5:</b> Pétioles des différentes espèces de Braconidae .....	9
<b>Figure 6:</b> Cycle de parasitisme des pucerons par les Hyménoptères braconides .....	11
<b>Figure 7 :</b> Situation géographique et découpage administratif de la région de Biskra ..	20
<b>Figure 8:</b> Courbes des températures moyennes mensuelles enregistrées dans la région de Biskra en 1995-2008 et en 2009 .....	22
<b>Figure 9:</b> Courbes des précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra en 1995-2008 et en 2009 exprimées en mm .....	23
<b>Figure 10:</b> Courbes de l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentages (%) en 1995-2008 et durant l'année 2009 dans la région de Biskra .....	24
<b>Figure 11:</b> Courbes des vitesses mensuelles moyennes des vents exprimées (m/s) en 1995-2008 et en 2009 .....	25
<b>Figure 12:</b> Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Biskra (1995-2008) .....	26
<b>Figure 13:</b> Climagramme d'Embergers de la région de Biskra durant la période 1995-2008 .....	27
<b>Figure 14:</b> Situation géographique de la wilaya de Biskra et des différentes localités d'étude .....	32
<b>Figure 15:</b> Vue générale de la parcelle de fève retenue pour cette étude .....	34
<b>Figure 16:</b> Vue générale de la parcelle de blé dur retenue dans cette étude .....	34
<b>Figure 17:</b> Parasitoïdes rencontrés dans la région d'étude .....	42
<b>Figure 18:</b> Parasitoïdes rencontrés dans la région d'étude .....	43
<b>Figure 19:</b> Parasitoïdes rencontrés dans la région d'étude .....	44
<b>Figure 20:</b> Nombre d'espèces de pucerons parasitées par chaque parasitoïde inventoriés dans la région d'étude .....	47
<b>Figure 21:</b> Nombre d'associations établies par les parasitoïdes dans la région d'étude .....	51
<b>Figure 22:</b> Quelques momies des pucerons rencontrés sur les différentes cultures dans la région d'étude .....	53

<b>Figure 23:</b> Quelques momies des pucerons rencontrés sur les différentes cultures dans la région d'étude .....	56
<b>Figure 24:</b> Taux de parasitisme par rapport à la densité du puceron <i>A. craccivora</i> sur <i>V. fabae</i> .....	59

# *Introduction*

## **Introduction**

Les pucerons sont considérés parmi les insectes phytophages les plus dangereux aux cultures. Leur grande prolifération permet l'installation massive de colonies sur les différentes plantes attaquées. Ils s'alimentent directement à partir de la sève d'une gamme très importante de plantes cultivées et naturelles (Perera *et al.*, 2005 ; Devi et Singh, 2007). En cas de fortes attaques, leurs piqûres d'alimentation sur les feuilles, les pousses, les inflorescences, les fruits et même sur les racines peuvent provoquer un affaiblissement et même un dessèchement des plantes (Devi et Singh, 2007). Leur dégâts indirects se manifestent par une transmission des virus pathogènes et des toxines à travers leur salive (Fiebig et Poehling, 1998 cités par Rakhshani *et al.*, 2008 ; Perera *et al.*, 2005).

Pour protéger ses cultures, l'homme a développé plusieurs méthodes contre ces ravageurs. Dans la plupart des cas, il pratique la lutte chimique. Malgré l'utilité de ce moyen, la prise de conscience des effets néfastes de ces molécules chimiques et l'apparition des individus de plus en plus résistants chez les insectes cibles ont renforcé l'intérêt d'orientation vers des méthodes de protection alternatives peu polluantes et moins nocives pour le consommateur.

Parmi ces méthodes alternatives, la lutte biologique occupe un premier rang. Elle est définie par OILB-SROP (1973) cité par Wajnberg et Ris (2006) comme étant une utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs.

Vu le rôle que peuvent jouer les prédateurs et les parasitoïdes dans le maintien des effectifs des pucerons à des niveaux tolérables, beaucoup de pays ont entamé des études, qui ont pour premier objet, l'évaluation de la biodiversité de cette faune auxiliaire. Une fois que ces espèces indigènes sont recensées, des interventions pour le renforcement de leurs effectifs par des lâchers inondatifs ou un aménagement des systèmes de culture afin de répondre aux exigences de ces insectes utiles en matière d'habitat et d'alimentation sont pratiqués. A travers le monde, plus de 400 espèces de parasitoïdes susceptibles d'être utilisées en lutte biologique contre les pucerons sont inventoriées (Stary, 1988 cité par Kavallieratos *et al.*, 2004b). Parmi ces derniers, les Hyménoptères appartenant à la sous-famille des Aphidiinae occupent un premier rang.

A titre d'exemple, 99 espèces sont recensées en France (Stary *et al.*, 1971; Stary *et al.*, 1973) et en Chine ( Wei *et al.*, 2005), 55 en Iran (Fallahzadeh et Saghaei, 2010), 37 en Grèce

(Kavallieratos *et al.*, 2001), 34 en Turquie (Yu *et al.*, 2006 cités par Erdogan *et al.*, 2008), 11 espèces au Maroc (Stary et Sekkat, 1987) et 6 espèces en Tunisie (Ben Halima et Ben Hamouda, 2005). En Algérie, cette faune utile reste inconnue et peu étudiée, notamment dans les régions du sud. C'est dans ce cadre que s'insère principalement cette étude.

Ainsi l'objectif principal via ce travail est d'élaborer la liste des parasitoïdes présents dans la région de Biskra et de fournir des informations au sujet de la structure de leurs populations, de leurs hôtes et de leur distribution.

Pour ce faire, il été nécessaire de commencer la recherche par l'étude de la richesse en espèces existantes et les relations entre les plantes, les pucerons et ces ennemis naturels. Par ailleurs, il est procédé à l'étude des facteurs qui peuvent influencer ces interactions.

Pour cela, il est pris en compte les cultures les plus dominantes dans la région afin d'établir un inventaire aussi complet des espèces d'Hyménoptères parasitoïdes des pucerons. Sur la fève et le blé dur certains paramètres démographiques et biologiques de ces auxiliaires sont étudiés afin de déterminer l'impact des conditions abiotiques propres à la région de Biskra sur la dynamique de leurs populations.

Ce travail est scindé en quatre chapitres. Dans le premier chapitre une synthèse bibliographique sur les Hyménoptères parasitoïdes et notamment ceux des pucerons est présentée. Le deuxième chapitre est consacré à l'étude du milieu exploité ; le troisième décrit le matériel utilisé et les différentes méthodes de travail appliquées en plein champ et au laboratoire ; enfin, le quatrième chapitre présente les résultats des paramètres étudiés et leurs discussions.



# *Chapitre I*

## *Etude bibliographique sur les Hyménoptères parasitoïdes*

## **Chapitre I: Etude bibliographique sur les Hyménoptères parasitoïdes**

### **1.1. Généralités**

#### **1.1.1. Définition**

Le terme parasitoïde a été défini par Doult (1959) cité par Lopes (2007) comme étant un insecte qui se développe à l'intérieur ou sur son hôte, il en tire sa subsistance et le tue comme résultat direct ou indirect de son développement (Peigler, 1994 ; Harvey, 2005). Contrairement à la larve qui est totalement dépendante, la nymphose peut s'effectuer dans le corps de l'hôte ou à l'extérieur. Les imagos sont toujours libres et leur vie est généralement brève (Cassier *et al.*, 1998).

#### **1.1.2. Stratégie de développement**

##### **1.1.2.1. Parasitoïdes solitaires et grégaires**

Les parasitoïdes se distinguent par le nombre de progéniture que peut contenir un hôte. La majorité des parasitoïdes sont dits solitaires signifiant qu'un seul individu peut se développer et se nourrir dans l'hôte jusqu'au stade adulte (Peigler, 1994 ; Cassier *et al.*, 1998 ; Grandgirard, 2008). Chez les parasitoïdes de type grégaire, une progéniture composée de deux à plusieurs centaines d'individus exploite le même hôte (Peigler, 1994 ; Cassier *et al.*, 1998).

##### **1.1.2.2. Parasitoïdes koinobiontes et idiobiontes**

Les parasitoïdes se distinguent également par la façon dont ils exploitent leur hôte lors du parasitisme. Ceux qui permettent à leur hôte de continuer à se nourrir et à se développer mais plus lentement qu'un individu sain sont appelés Koinobiontes (Peigler, 1994 ; Muller *et al.*, 1997 ; Cassier *et al.*, 1998 ; Karlsson, 2003 ; Buitenhuis, 2004 ; Colinet *et al.*, 2005 ; Martinou et Wright, 2007 ; Grandgirard, 2008). Si l'hôte parasité est trop jeune, le parasitoïde reste en dormance jusqu'à ce que la taille de cet hôte soit suffisante pour assurer son développement (Harvey, 2005). Les idiobiontes quant à eux, ils tuent ou paralysent leurs hôtes dès l'attaque (Peigler, 1994 ; Cassier *et al.*, 1998 ; Harvey, 2005 ; Karlsson, 2003 ; Grandgirard, 2008). D'après Colinet *et al.* (2005) ; Harvey (2005) ; Grandgirard (2008), leur progéniture sera limitée aux ressources présentes lors de l'oviposition en raison de la cessation de la croissance de l'hôte.

### **1.1.3. Différents modes de vie**

#### **1.1.3.1. Ectoparasites et endoparasites**

Les parasitoïdes peuvent être divisés en deux catégories selon le comportement alimentaire de la larve. Ceux qui déposent leur œufs à la surface de l'hôte sont dits ectoparasites (Peigler, 1994 ; Karlsson, 2003 ; Grandgirard, 2008), et ceux qui insèrent leurs œufs à l'intérieur de l'hôte, où ils se développent et se nourrissent sont désignés par endoparasites (Peigler, 1994; Hufbauer, 2001; Karlsson, 2003 ; Grandgirard, 2008). D'après Vinson (1990) cité par Hufbauer (2001), les endoparasites doivent faire face aux cellules défensives de l'hôte ainsi qu'aux réactions immunitaires.

#### **1.1.3.2. Parasitoïdes pro-ovigéniques, synovigéniques et pro-synovigéniques**

Les parasitoïdes se distinguent aussi par la quantité d'œufs que la femelle possède à l'émergence. Les pro-ovigéniques sont des espèces dont les femelles émergentes disposent d'un stock d'œufs totalement mûr (Peigler, 1994 ; Brodeur et Rosenheim, 2000 ; Rafalimanana, 2003; Grandgirard, 2008 ; He et Wang, 2008). Par ailleurs, chez femelles synovigéniques, les œufs sont produits et mûrissent après la formation de l'adulte (Flanders, 1950 ; Quicke, 1997 ; Boivin *et al.*, 2005 cités par He et Wang, 2008; Peigler, 1994 ; Brodeur et Rosenheim, 2000 ; Jervis *et al.*, 2001 cités par Harvey, 2005 ; Grandgirard, 2008). Cependant, plusieurs espèces sont en situation intermédiaire et sont appelées pro-synovigéniques. Dans ce cas, les femelles disposent de quelques œufs mûrs à leur apparition mais continuent à en produire tout au long de leur vie reproductive (Quicke, 1997, Jervis *et al.*, 2001, 2003 cités par He et Wang, 2008).

#### **1.1.3.3. Parasitoïdes pro-spermatogéniques, synspermatogéniques et pro-synspermatogéniques**

Chez les mâles des parasitoïdes de pro-spermatogéniques, les testicules sont entièrement développés, et le nombre de spermatozoïdes est déjà fixé avant qu'ils atteignent leur pleine maturité sexuelle (He et Wang, 2008). Par contre, chez les mâles de type synspermatogéniques, la production de spermatozoïdes s'effectue à l'âge adulte (Gerling et Legner, 1968, Gordh et DeBach, 1976, Nadel et Luck, 1985, Jacob et Boivin, 2004, Boivin *et al.*, 2005 cités par He et Wang, 2008). Enfin, les mâles pro-synspermatogéniques, sont ceux

qui émergent avec un certain nombre de spermatozoïdes et continuent à en produire tout au long de leur vie (Boivin *et al.*, 2005 cités par He et Wang, 2008).

#### **1.1.3.4. Super-parasitisme, multi-parasitisme et hyper-parasitisme**

Le super-parasitisme est un terme qui désigne les parasitoïdes grégaires, dont les œufs déposés dans un même hôte appartiennent à la même espèce ou à des espèces différentes (Peigler, 1994 ; Cassier *et al.*, 1998). Dans ce deuxième cas, deux alternatives peuvent se présenter. Si la larve de la deuxième espèce rentre en concurrence avec la larve déjà existante pour l'exploitation de l'hôte, le phénomène est désigné par le multi-parasitisme. Par contre, si la larve de la deuxième espèce vit au détriment de la première, il s'agit dans ce cas de l'hyper-parasitisme (Peigler, 1994). Les hyperparasitoïdes sont souvent désignés sous le nom de parasitoïde secondaire par le fait qu'ils se développent au dépens des parasitoïdes primaires (Peigler, 1994 ; Cassier *et al.*, 1998 ; Buitenhuis, 2004).

### **1.2. Hyménoptères parasitoïdes des pucerons**

#### **1.2.1. Systématique**

La majorité des parasitoïdes des pucerons appartiennent à l'ordre des Hyménoptères (Stary, 1970; Karlsson, 2003), au sous-ordre des Apocrites (Karlsson, 2003), à la super-famille des Ichneumonoidea, à la famille des Braconidae et la sous-famille des Aphidiinae (Stary, 1970; Karlsson, 2003).

#### **1.2.2. Description**

##### **1.2.2.1. Œuf**

Les œufs des parasitoïdes ont des dimensions microscopiques. A titre d'exemple, l'œuf de *Lysiphlebus fabarum* ne mesure que 0,086 mm de longueur sur 0,036 mm de largeur. La forme et la taille des œufs des Aphidiinae varient d'une espèce à une autre (Stary, 1970).

##### **1.2.2.2. Larve**

L'aspect général du 1<sup>er</sup> stade larvaire chez les Aphidiinae est le même chez l'ensemble des espèces. Il est caractérisé par une tête distincte munie de larges et d'éminentes mandibules non dentées. Le corps est divisé en 13 segments couverts de rangées de soies. La prolongation du dernier segment forme l'appendice caudal, qui est également couvert de soies (Stary, 1970).

Le 2<sup>ème</sup> stade larvaire se caractérise par une segmentation de la tête et du corps qui est peu apparente et un nombre de soies réduit comparativement au premier stade. Tandis que les mandibules gardent le même aspect (Stary, 1970).

Le 3<sup>ème</sup> stade larvaire se distingue par l'absence des mandibules et des soies sur le corps et l'appendice caudal (Stary, 1970).

Chez le 4<sup>ème</sup> stade larvaire les mandibules réapparaissent. Les antennes peuvent être bien apparentes (Stary, 1970).

### **1.2.2.3. Nymphe**

Chez la nymphe, les pattes et les ailes demeurent repliées tout au long de la face ventrale du corps. Ce stade est de couleur jaune clair mais devient au fur et à mesure de plus en plus sombre (Stary, 1970).

### **1.2.2.4. Adulte**

Chez l'adulte, la tête est de type orthognate (Karlsson, 2003). Sa partie inférieure est formée par le clypeus, qui couvre une grande partie du labre (Stary, 1970). Les palpes maxillaires sont divisés en 3 segments mais parfois la segmentation est absente (Stary, 1970). Les palpes labiaux sont toujours courts et divisés en 2 ou 3 segments et parfois ils ne sont pas segmentés (Stary, 1970) (Figure 1).

Les antennes (Figure 2) sont généralement filiformes avec un nombre variable de segments. Le 1<sup>er</sup> segment antennaire est désigné par le scape, le 2<sup>ème</sup> par le pédicelle, alors que le reste de l'antenne est appelé flagellum. Au sein d'une même espèce, le nombre d'articles antennaires diffère selon le sexe, à l'exception du genre *Ephedrus* (Stary, 1970).

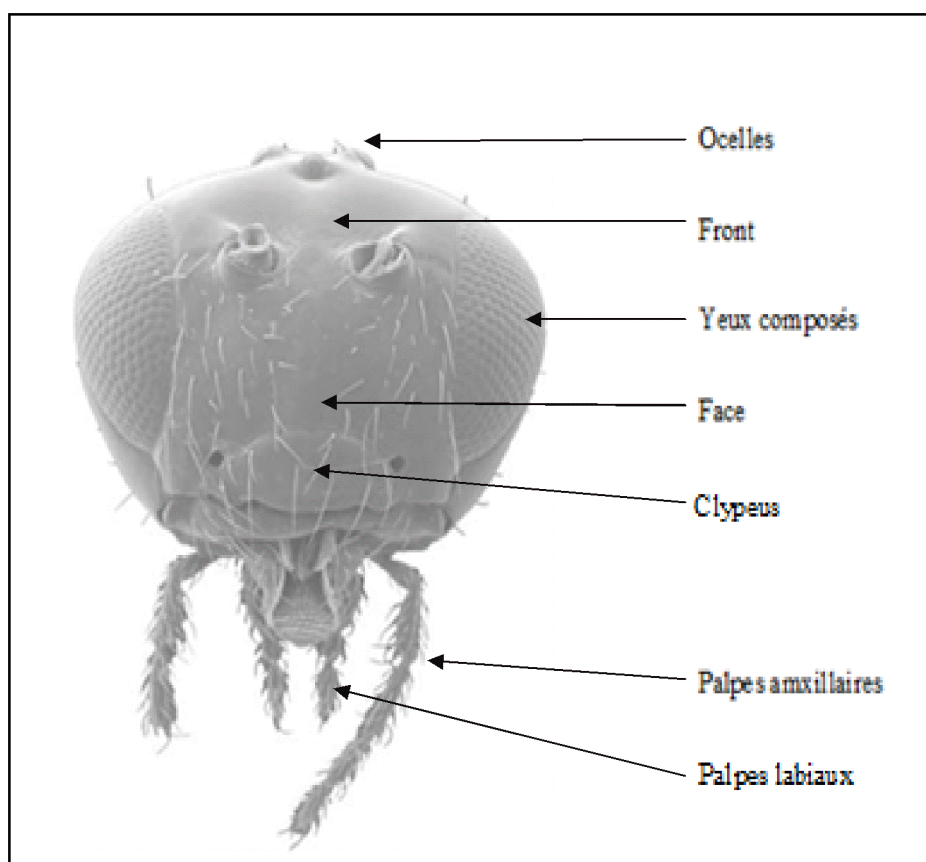
Le mésothorax est lisse et comporte 2 sillons (notaulices) qui le divise en 3 lobes (Stary, 1970).

L'extrémité apicale du métathorax est désignée par le propodeum, qui est généralement convexe. Il peut être lisse comme il peut contenir diverses sculptures et soies. Sa forme et sa taille diffèrent d'un genre à un autre (Stary, 1970) (Figures 3 : A et B).

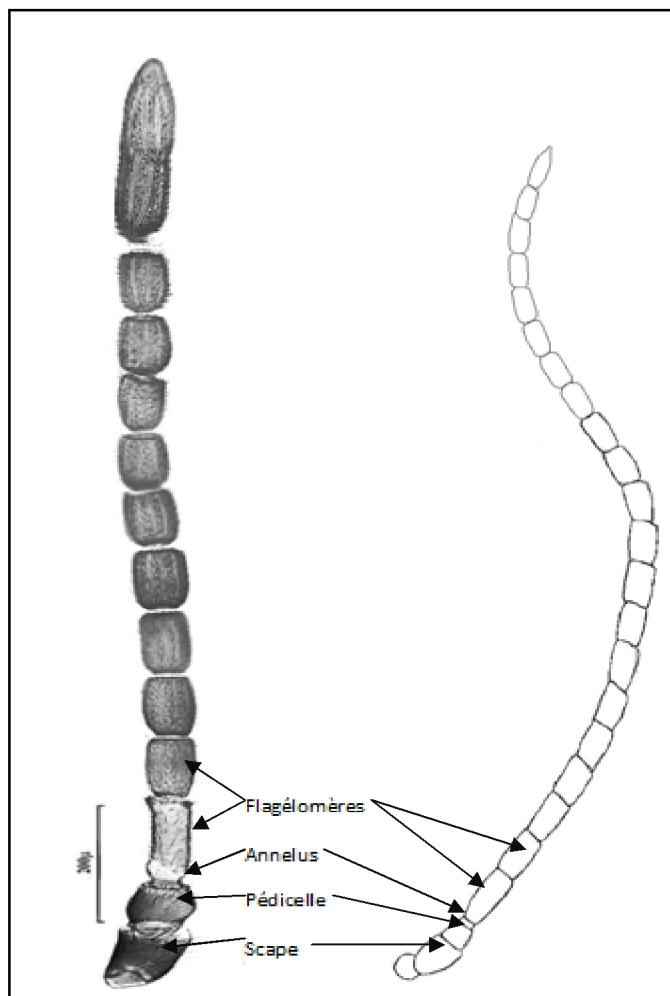
Les ailes antérieures portent une cavité (ptérostigma), formée par la veine costale et subcostale. Cette ptérostigma est triangulaire et son prolongement vers l'apex de l'aile forme

le métacarpe. En plus de ça, l'aile comporte d'autres veines, qui se rejoignent en formant beaucoup de cellules (Stary, 1970) (Figure 4).

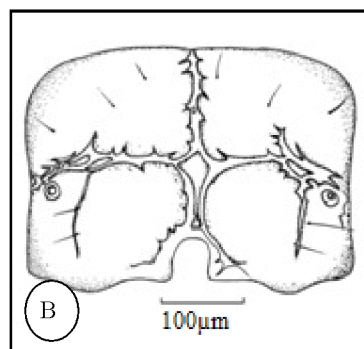
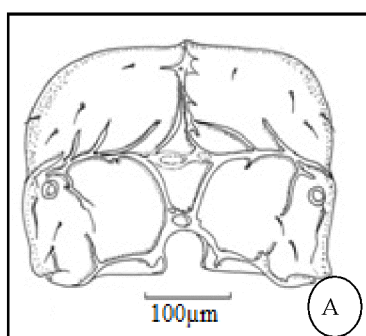
L'abdomen est généralement arrondi chez le mâle et plutôt allongé chez la femelle (Stary, 1970 ; Rafalimanana, 2003). Le 1<sup>e</sup> tergite, après le propodeum, est appelé pétiole qui a une grande importance dans l'identification des espèces (Figure 5).



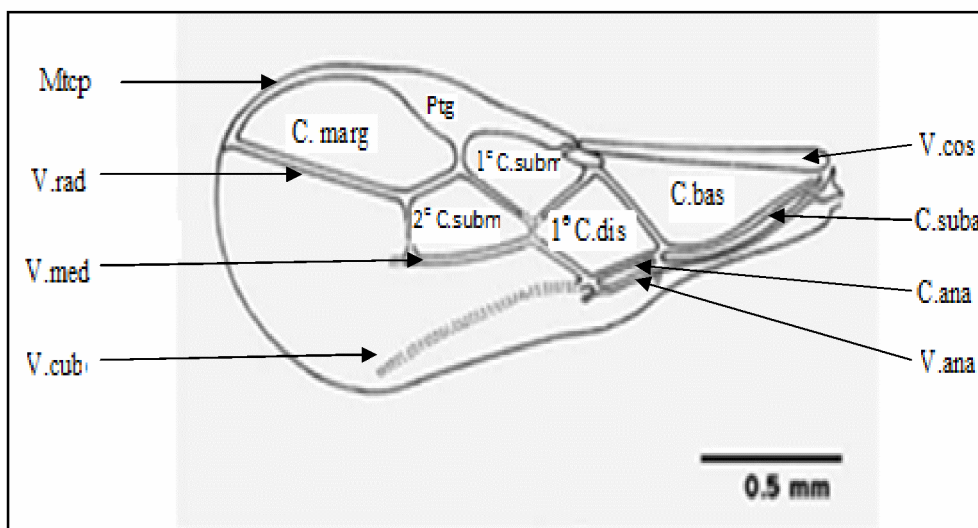
**Figure 1 :** Tête et pièces buccales d'un Braconidae (Karlsson, 2003).



**Figure 2 :** Antenne d'un Braconidae (Karlsson, 2003 ; Tomanovic *et al.*, 2006 ; Kazemzadeh *et al.*, 2009).

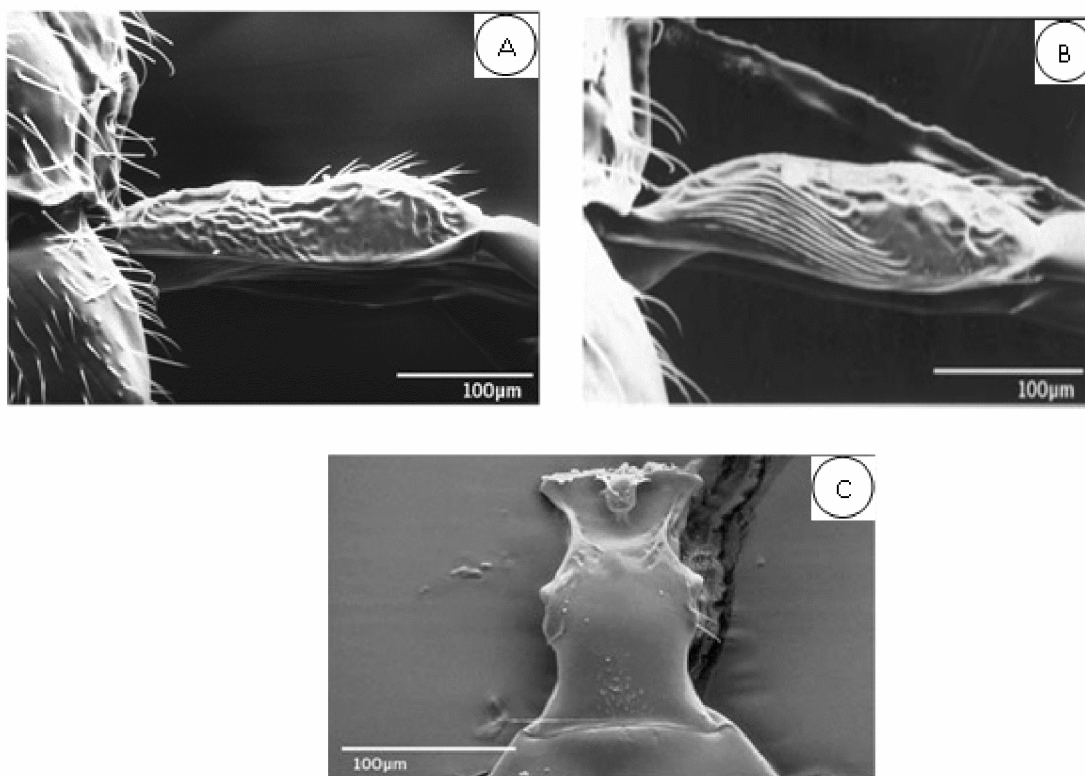


**Figure 3:** Propodeum de deux espèces d'Hyménoptères Braconides. **A :** *Aphidius matricariae*, **B :** *Diaeretiella rapae* (Talebi *et al.*, 2009).



**Figure 4:** Nervation alaire d'un Braconidae (Karlsson, 2003; Kavallieratos *et al.*, 2005).

**1° C.dis:** 1° cellule discale, **1° C.subm :** 1° cellule submarginale, **2° C.subm :** 2° cellule submarginale, **C.ana :** cellule anale, **C.bas :** cellule basale, **C.mar :** cellule marginale, **C.suba :** cellule subasale, **Mtcp:** métacarpe, **Ptg:** ptérostigma, **V.ana:** veine anale, **V.cos:**veine costale, **V.cub:** veine cubitale, **V.med:** veine médiane, **V.rad:** veine radiale



**Figure 5:** Pétiols des différentes espèces de Braconidae. A : *Aphidius ervi* (Tomanovic *et al.*,2003 ; Kavallieratos *et al.*, 2006), B : *A. matricariae* (Kavallieratos *et al.*, 2006) vue antéro-latérale, C : *A. matricariae* (Kavallieratos *et al.*, 2008) aspect dorsale.



### **1.2.3. Parasitisme**

L'oviposition représente le 1<sup>er</sup> contact entre le parasitoïde adulte et son hôte. Une fois que ce dernier a été choisi, l'Hyménoptère commence à pondre (Stary, 1970). D'après Godfray (1994), pour la majorité des parasitoïdes, le pouvoir discriminatoire de la femelle est déterminé par sa propre capacité à localiser l'hôte et par celle de sa progéniture à exploiter les réserves alimentaires. Apparemment, beaucoup de parasitoïdes sont peu exigeant du point de vue hôte (Buitenhuis *et al.*, 2004).

Pour pondre, le parasitoïde doit franchir, avec succès, 3 étapes fondamentales (Ronzon, 2006).

La 1<sup>ème</sup> étape (pré-ovipositionnelle), commence par la perception et l'analyse des signaux externes qui permettent à la femelle de limiter son aire de recherche, de localiser et d'exploiter ensuite son hôte. Cette étape s'achève par l'acceptation de cet hôte en tant que site de ponte (Vinson, 1998, Vet *et al* 2002 cités par Dubuffet, 2006; Bueno *et al.*, 2002; Ronzon, 2006 ; Laroocca *et al.*, 2007).

La 2<sup>ème</sup> étape est représentée par l'oviposition proprement dite (Ronzon, 2006). La 3<sup>ème</sup> étape, correspond à la période post-ovipositionnelle, qui comprend la réaction de l'hôte et le développement larvaire du parasitoïde (Stary, 1970; Ronzon, 2006).

#### **1.2.3.1. Pré-oviposition**

D'après Guerrieri *et al.* (1997), le parasitisme réussit est le résultat final d'une série d'interactions complexes entre le parasitoïde et son hôte naturel.

Après son émergence, la femelle se met à la recherche d'habitats colonisés par ses hôtes naturels (Ferriere, 1965 ; Ronzon, 2006). Cette période est spécialement dépendante de la température (Stary, 1970; Bernal et Gonzalez, 1997) et de l'humidité relative du milieu (Stary, 1970). Beaucoup de stimuli externes peuvent aider le parasitoïde à limiter son aire de recherche, entre autres, les molécules volatiles (synomones) libérées par les plantes attaquées par des phytophages. Ces molécules sont très attractives pour les parasitoïdes (Ronzon, 2006; Du *et al.*, 1998; Marko *et al.*, 2005; Rao *et al.*, 1999 ; Turlings *et al.*, 1990 cités par Dubuffet, 2006).

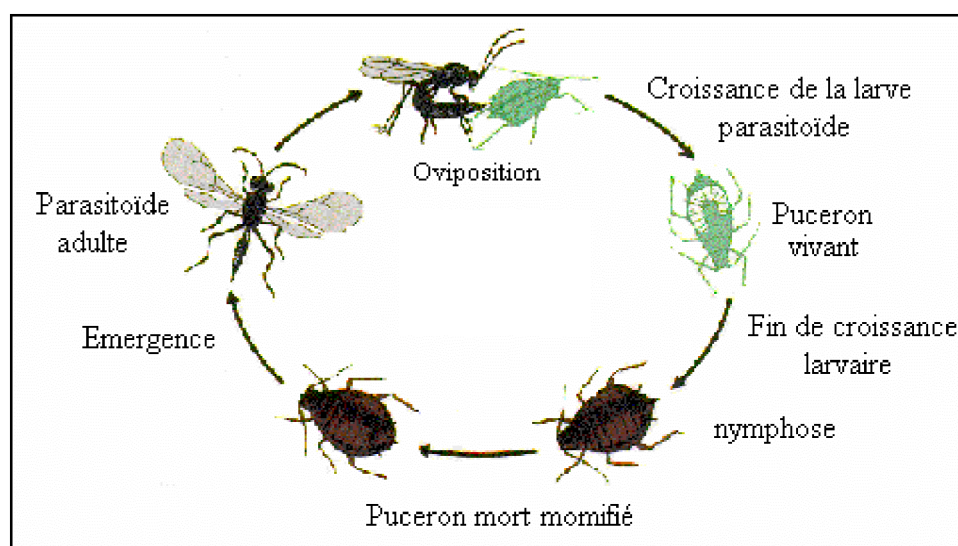
Après avoir limité l'aire de présence des hôtes (Ronzon, 2006), la femelle commence à chercher l'hôte approprié en s'appuyant sur des stimuli olfactifs ou visuels qui sont d'une

grande importance durant cette phase (Vet et Dicke, 1992, Vinson, 1998 cités par Dubuffet, 2006; Bueno *et al.*, 2002 ; Ronzon, 2006). Des stimuli produits par l'hôte, tels que, les phéromones sexuelles, peuvent également être interceptés et exploités par la femelle du parasitoïde (Ronzon, 2006; Larocca *et al.*, 2007). Le miellat, aussi, est utilisé par les parasitoïdes comme kairomone afin de localiser leur hôte aphide (Hogervorst *et al.*, 2006).

### 1.2.3.2. Oviposition

Une fois que l'hôte est localisé, le parasitoïde commence à l'évaluer par le frappage des antennes et l'exploration avec l'ovipositeur (Vet *et al.*, 1993, Le Ralec *et al.*, 1996 cités par Dubuffet, 2006 ; Bueno *et al.*, 2002) afin de s'assurer de sa bonne qualité nutritionnelle (Godfray, 1994; Messing et Rabasse, 1995 ; Nicol et Mackauer, 1999 ; Bueno *et al.*, 2002 ; Ronzon, 2006). La femelle doit choisir l'hôte qui va assurer la survie à sa progéniture (Nicol et Mackauer, 1999 ; Ode *et al.*, 2004).

Après avoir exploré son hôte dans tous les sens avec ses antennes en vibrations continues (Ferriere, 1965), la femelle du parasitoïde replie son abdomen sous le thorax et le projette vers l'avant afin de piquer le puceron avec son ovipositeur (Stary, 1970; Rafalimanana, 2003). L'œuf se trouve ainsi insérer dans l'hémolymphe (Ferriere, 1965). Après la ponte, la femelle redresse son abdomen pour le ramener en position normale. La durée de l'acte varie d'une espèce à une autre (Ferriere, 1965; Stary, 1970).



**Figure 6:** Cycle de parasitisme des pucerons par les Hyménoptères braconides (Lopes, 2007).

Cette étape d'oviposition est déterminée par plusieurs facteurs :

- Chez certaines espèces, la ponte commence juste après l'émergence des femelles, tandis que, chez d'autres elles ont besoin de plus de temps pour passer à l'acte (Stary, 1970).
- L'oviposition est également influencée par le nombre d'œufs présents dans l'appareil reproducteur de la femelle. Après que les réserves sont épuisées, l'oviposition s'arrête évidemment bien que la femelle pourrait vivre encore plus longtemps (Stary, 1970 ; Minkenberg *et al.*, 1992, Heimpel et Rosenheim, 1998 cités par Wu et Heimpel, 2007).
- L'oviposition est généralement plus intense durant les 1<sup>ers</sup> jours après l'émergence. Graduellement, lorsque la femelle avance dans l'âge, le nombre d'œufs pondus est restreint (Stary, 1970).
- En plus, la production des phéromones sexuelles diminue avec l'âge de la femelle ce qui la rend moins attirante aux mâles (Battaglia *et al.*, 2002 cités par Larocca *et al.*, 2007).
- Les plus grands parasitoïdes mâles ont habituellement une plus grande capacité d'inséminer (Kazmer et Luck, 1995 cités par He et Wang, 2006) et ont plus d'approvisionnement en sperme (Van Den Assem *et al.*, 1989 cités par He et Wang, 2006).
- La réponse comportementale défensive de l'hôte peut également influencer l'oviposition à un certains degré pendant l'attaque (Stadler *et al.*, 1994 cités par Stadler, 2002 ; Colinet *et al.*, 2005). Si l'hôte essaye de s'échapper au 1<sup>e</sup> contact du parasitoïde, la femelle ne pourra pas pondre (Stary, 1970). L'hôte peut même répondre à l'attaque par la libération de phéromones d'alarmes (Colinet *et al.*, 2005).
- Les températures extrêmes interviennent également pour réduire le parasitisme (Stary, 1970; Melton et Browning, 1986 cités par Uckan et Gulel, 2001 ; Bernal et Gonzalez, 1997 ; Langer *et al.*, 2004).
- La photopériode et l'humidité peuvent intervenir sur le processus d'oviposition. A une humidité de 60 % et plus, les femelles passent leur temps à se nettoyer les antennes, les ailes et les pattes (Stary, 1970). Les parasitoïdes ne pondent pas durant la nuit. Cependant, plus la durée du jour est longue, plus les parasitoïdes ont du temps pour pondre (Stary, 1970; Bernal et Gonzalez, 1997).

- L'impact du parasitoïde sur la croissance de la population aphidienne dépend en grande partie de l'âge de cette dernière au moment de l'oviposition (Godfray, 1994 ; He et Wang 2006). Beaucoup d'Hyménoptères préfèrent parasiter le stade nymphale de leur hôte (Uckan et Gulel, 2001 ; Lin et Ives, 2003 ; Rakhshani *et al.*, 2004 ; Tahriri *et al.*, 2007).
- Les parasitoïdes sont plus abondants dans les systèmes où la végétation est plus diverses (Costello et Altieri, 1995; Kavallieratos *et al.*, 2008). Ces systèmes forment un milieu favorable en augmentant la survie, la maturation des œufs (Olson et Andow, 1998, Heingel *et al.*, 1997, Tylianakis *et al.*, 2004 cités par Lee *et al.*, 2006), la longévité (Lee *et al.*, 2006 ; Araj *et al.*, 2008) et la fécondité (Idris et Grafius, 1995, Winkler *et al.*, 2005 cités par Lee *et al.*, 2006) grâce à l'alimentation abondante (ressources florales) assurée aux femelles des parasitoïdes au moment de l'oviposition (Araj *et al.*, 2008).

### **1.2.3.3. Post-oviposition**

L'acte de ponte s'achève par la rétraction de l'ovipositeur et le redressement de l'abdomen en position initiale. La femelle peut immédiatement chercher un autre hôte, ou au contraire passer un certains temps en se nettoyant le corps (Sary, 1970).

L'hôte va réagir à la présence du parasitoïde dans son organisme grâce aux cellules spécialisées "les hémocytes" qui vont reconnaître l'intrus, adhérer à sa surface, l'encapsuler et enfin le tuer soit par asphyxie, soit par l'émission de composés toxiques (Hoffmann, 1995, Lavine et Strand, 2002, Hoffmann, 2003 cités par Dubuffet, 2006; Ronzon, 2006). Mais le parasitoïde peut échapper à la résistance de l'hôte soit en limitant son interaction avec celui-ci, soit en attaquant des stades encore immatures, soit en se protégeant dans des tissus spécifiques incapables d'initier une réponse immunitaire (Ronzon, 2006).

La durée de développement embryonnaire et post embryonnaire du parasitoïde dépend essentiellement de la température. Sous une température optimale, par exemple 20 C° chez *Aphidius smithi*, la phase embryonnaire s'achève au bout de 3 jours (Henkelman, 1974). Les larves du 1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> stade se nourrissent par osmose (Sary, 1970; Tentelier, 2002 ; Rafalimanana, 2003). La croissance de l'hôte s'arrête vers le 5<sup>e</sup> jour (Henkelman, 1974), et la larve du 4<sup>e</sup> stade utilise ses mandibules pour consommer les organes vitaux de l'hôte ce qui va causer sa mort vers le 6<sup>e</sup> jour (Henkelman, 1974 ; Tentelier, 2002). Cette larve commence par vider l'abdomen, puis le thorax et termine avec la tête vers le 8<sup>e</sup> jour (Sary, 1970; Henkelman,

1974; Rafalimanana, 2003 ; Buitenhuis, 2004). C'est ainsi que le puceron parasité devient facilement repérable dans la colonie et se transforme en momie très bombée, de couleur brunâtre, blanchâtre ou même noirâtre (Godfray, 1994). La larve tisse un cocon grâce aux sécrétions glandulaires (Sary, 1970; Henkelman, 1974; Tentelier, 2002 ; Rafalimanana, 2003 ; Buitenhuis, 2004; Matin *et al.*, 2009) qui va protéger la nymphe d'éventuelles agressions (Sary, 1970). Le cocon est attaché au substrat le long d'une fente sur la face ventrale de la momie (Sary, 1970; Henkelman, 1974; Müller *et al.*, 1997). La pupation se produit à l'intérieur de la momie (Henkelman, 1974; Buitenhuis, 2004) et approximativement vers le 14<sup>e</sup> jour l'adulte émerge (Henkelman, 1974 ; Tentelier, 2002).

Les adultes matures émergent de la momie en coupant un trou circulaire dans le tégument de l'hôte grâce à ses mandibules (Sary, 1970). L'endroit du trou d'émergence est caractéristique de chaque espèce.

#### **1.2.4. Diapause**

Les insectes ont développé diverses stratégies pour survivre durant les conditions environnementales défavorables (Tauber *et al.*, 1986, Polgar et Darvas, 1995 cités par Polgar et Hardie, 2000). D'une façon générale, les insectes ont 2 larges options pour de telles stratégies:

- La migration, qui peut être considérée comme une "évasion dans l'espace"
- L'hypobiosis, qui peut être considéré comme une "évasion dans le temps" et est représenté par la quiescence et la diapause qui permettent aux insectes de survivre durant les conditions hostiles (Polgar et Hardie, 2000).

La quiescence est une réponse immédiate et directe aux contraintes environnementales défavorables. Elle n'est pas contrôlée par les hormones, et se termine juste après que les contraintes cessent d'agir (Polgar et Hardie, 2000).

En revanche, la diapause est une réponse physiologique à un changement des stimuli environnementaux qui précèdent les conditions défavorables. De tels stimuli peuvent être des changements de photopériode et / ou température, des changements de l'état hormonal de l'hôte, ou probablement des modifications de la physiologie de la plante hôte. C'est une adaptation que les insectes ont développé pour la synchronisation de leur cycle de vie avec les changements climatiques saisonniers (Polgar et Hardie, 2000). A la différence de la

quiescence, le développement n'est pas repris même si les conditions favorables à la croissance reviennent (Tauber *et al.*, 1986 cités par Shingleton *et al.*, 2003).

### **1.2.5. Sex-ratio**

La Sex-ratio est un phénomène dynamique, il est déterminé par des mécanismes particuliers des femelles quand elles répondent aux stimuli des facteurs environnementaux (Sary, 1970 ; Sary, 1988 cité par Matin *et al.*, 2009) et génétiques (Sary, 1988 cité par Matin *et al.*, 2009).

Le sexe de l'individu est déterminé durant l'oviposition (Sary, 1970), il dépend de la fécondation ou la non-fécondation des œufs, ce qu'est désigné par l'haplo-diploïdie (Ferriere, 1965; Rafalimanana, 2003). C'est ce système qui prédomine chez les Hyménoptères parasitoïdes (Rafalimanana, 2003; Wajnberg et Ris, 2006).

Au moment de l'accouplement, la femelle stocke les spermatozoïdes dans un réceptacle spécialisé (la spermathèque) dont elle contrôle l'ouverture au moment de la ponte. Cependant, lorsqu'un spermatozoïde est libéré, l'œuf va être fécondé (diploïde) et donne une femelle, tandis que, l'œuf non fécondé (haploïde) donne un mâle (Ferriere, 1965; Henkelman, 1974; Godfray, 1994; Rafalimanana, 2003, He et Wang, 2008). Cette multiplication par parthénogénèse est désignée par arrhénotoque est c'est elle qui est la plus répandue chez les Hyménoptères parasitoïdes (Sary, 1970 ; Brodeur et Rosenheim, 2000 ; He et Wang, 2008). Chez certaines espèces, les femelles vierges peuvent produire uniquement des mâles qui sont des individus uniparental (parthénogénèse deutérotroque). Ce type de reproduction est relativement rare chez les Aphidiinae. Le 3<sup>ème</sup> type de reproduction est la parthénogénèse thélytoque où toute la descendance n'est formée que par de femelles (Sary, 1970).

La stimulation de la spermathèque afin de libérer le spermatozoïde pour féconder l'œuf (Sary, 1970) dépend de plusieurs facteurs internes ou externes (Ferriere, 1965). Parmi ceux-ci, il y a :

- L'âge de la femelle: plus la femelle avance dans l'âge, plus le nombre de descendants mâles est dominant, puisque les réserves en spermatozoïdes sont épuisées au fil des pontes (Sary, 1970 ; Gullel, 1982 cité par Uckan et Gullel, 2001).
- La densité des parasitoïdes: lorsque la population est importante, il y a une grande probabilité que les 2 sexes se rencontrent (Sary, 1970).

- L'espèce hôte: une femelle fécondée ne pondra que des œufs fécondés si elle trouve des hôtes favorables à leur développement (Ferriere, 1965 ; Sary, 1970; Tilman *et al.*, 1993 cités par Uckan et Gulel, 2001).
- La densité des populations des hôtes: lorsque la population d'hôte est très importante, la femelle en augmentant le rythme de ponte, se mettra à déposer un plus grand nombre d'œufs à un rythme plus rapide sans les féconder (Ferriere, 1965 ; Sary, 1970; Hirashima *et al.*, 1993 cités par Uckan et Gulel, 2001) et par conséquent il y aura plus de descendants mâles que de femelles (Sary, 1970).
- La taille de l'hôte et l'importance des réserves: la femelle ne pond des œufs fécondés que si la taille de l'hôte est assez suffisante pour le développement de son œuf (Ueno et Tanaka, 1994 cités par Uckan et Gulel, 2001 ; Matin *et al.*, 2009). Dans le cas contraire, elle pond un œuf non fécondé qui donnera un mâle de taille plus petite (Matin *et al.*, 2009).
- La température et l'humidité relative: dans les conditions extrêmes, la dominance des descendants mâles est apparente (Sary, 1970; Matin *et al.*, 2009), cela est due à la difficulté voir même à l'incapacité des 2 sexes de se rencontrer et de s'accoupler (Matin *et al.*, 2009; Langer *et al.*, 2004).

#### **1.2.6. Relation tri-trophique**

Des connaissances sur les relations tri-trophiques plante-phytophage et parasitoïde sont souvent exigées afin de comprendre les cohabitations entre les écosystèmes et les agro-systèmes (Kavallieratos *et al.*, 2004b).

Ces interactions peuvent être indirectes. Ceci peut se produire quand les 2 espèces n'ont pas un contact direct vis-à-vis d'une ressource commune (concurrence d'exploitation) et ne partagent pas le même ennemi (concurrence apparente) (VanVeen *et al.*, 2001).

Alternativement, 2 espèces peuvent interagir indirectement grâce aux substances sémio-chimiques émises dans l'environnement (VanVeen *et al.*, 2001). Ainsi, des plantes attaquées par des herbivores libèrent des molécules volatiles attractives pour les parasitoïdes de ces derniers (Du *et al.*, 1998 ; VanVeen *et al.*, 2001). De cette façon, les parasitoïdes gagnent du temps, et prennent un itinéraire plus court et direct pour localiser leurs hôtes (Rao *et al.*, 1999). Le miellat, outre son rôle nutritif, joue un rôle capital comme kairomone pour guider les parasitoïdes vers leurs hôtes (Buitenhuis, 2004).

Les plantes peuvent interagir entre elles aussi (interaction direct), puisque dans certains cas le dégagement des sémio-chimiques d'une plante infestée stimule l'émission de ces mêmes substances par les plantes approximatives non infestées (Du *et al.*, 1998; Rao *et al.*, 1999).

### **1.2.7. Utilisation en lutte biologique**

Sans aucun doute, les parasitoïdes jouent un grand rôle dans la régulation des populations d'aphides dans les écosystèmes agricoles et naturels (Stary 1970; Liu 1985, Bao et Gu 1998 cités par Du *et al.*, 1998 ; Rafalimanana, 2003 ; Cohen *et al.*, 2004). Plusieurs espèces sont utilisées dans le cadre de la lutte biologique contre les ennemis des cultures sous serres et en plein champs (Hagvar et Hofsvang, 1991 cités par Brodeur et Rosenheim, 2000).

La réussite de l'utilisation d'un parasitoïde dans le cadre d'un programme de lutte biologique contre un ennemi des plantes cultivées dépend de plusieurs éléments:

- *Pouvoir d'exploitation du miellat.* La consommation du miellat est très importante pour la survie des parasitoïdes adultes. Elle augmente leur fertilité et leur longévité (Jervis *et al.*, 1996, Fadamiro et Heimpel, 2001, Siekmann *et al.*, 2001, Wäckers, 2001, Winkler *et al.*, 2006 cités par Hogervorst *et al.*, 2006 ; Wu et Heimpel, 2007). Ce miellat est dans la plupart des cas la seule source d'alimentation disponible pour les parasitoïdes dans les agro-systèmes (Wackers, 2005 cité par Hogervorst *et al.*, 2006 ; Wu et Heimpel, 2007). La prise du miellat s'avère parfois difficile pour certaines espèces, lorsque sa viscosité et sa cristallisation sont trop élevées (Hogervorst *et al.*, 2006). Le miellat intervient également dans la localisation des hôtes par les parasitoïdes (kairomone) (Hagvar et Hofsvang, 1991 cités par Hogervorst *et al.*, 2006 ; Buitenhuis, 2004). Les espèces qui arrivent à exploiter cette piste, gagnent du temps et de l'énergie (Jervis *et al.*, 1996 cités par Hogervorst *et al.*, 2006).
- *Diversité végétale des agro-systèmes.* La complexité structurale de la végétation est un facteur important dans la détermination des interactions écologiques entre les différents niveaux trophiques (Riihimaki *et al.*, 2006). La diversité floristique dans les agro-systèmes, est considérée comme un réservoir qui peut mener à une plus grande suppression d'herbivores par les auxiliaires (Lee *et al.*, 2006; Kavallieratos *et al.*, 2008), en raison de la variabilité de micro-habitats et des sources nutritives (Costello et Altieri, 1995). Ainsi, l'ingestion du nectar floral offert par les différentes plantes permet aux parasitoïdes adultes de stocker du glycogène (Giron et Gasas, 2003,



Fadamiro *et al.*, 2005, Olsen *et al.*, 2006, cités par Lee *et al.*, 2006) qui est nécessaire à la maturation des œufs (Olsen et Andow, 1998, Heingel *et al.*, 1997, Tylianakis *et al.*, 2004 cités par Lee *et al.*, 2006; Araj *et al.*, 2008) et à la longivité des adultes (Lee *et al.*, 2006; Hogervorst *et al.*, 2006; Araj *et al.*, 2008).

- *Libération des substances sémio-chimiques par les plantes.* Les émissions des plantes attaquées par les herbivores jouent un rôle primordial dans la lutte biologique. D'un côté, ces émissions stimulent la libération de ces mêmes substances par les plantes saines de proximité (Bruin *et al.*, 1992, 1995 cités par Du *et al.*, 1998), et c'est ainsi que ces dernières s'échappent aux attaques. D'un autre côté, ce sont les parasitoïdes qui sont attirés par ces substances et qu'ils arrivent à les localiser rapidement (Du *et al.*, 1998 ; Rao *et al.*, 1999; Gouinguéné *et al.*, 2005 ; Marko *et al.*, 2005).

*Chapitre II*  
*Présentation de la*  
*région d'étude*

## **Chapitre II: Présentation de la région d'étude**

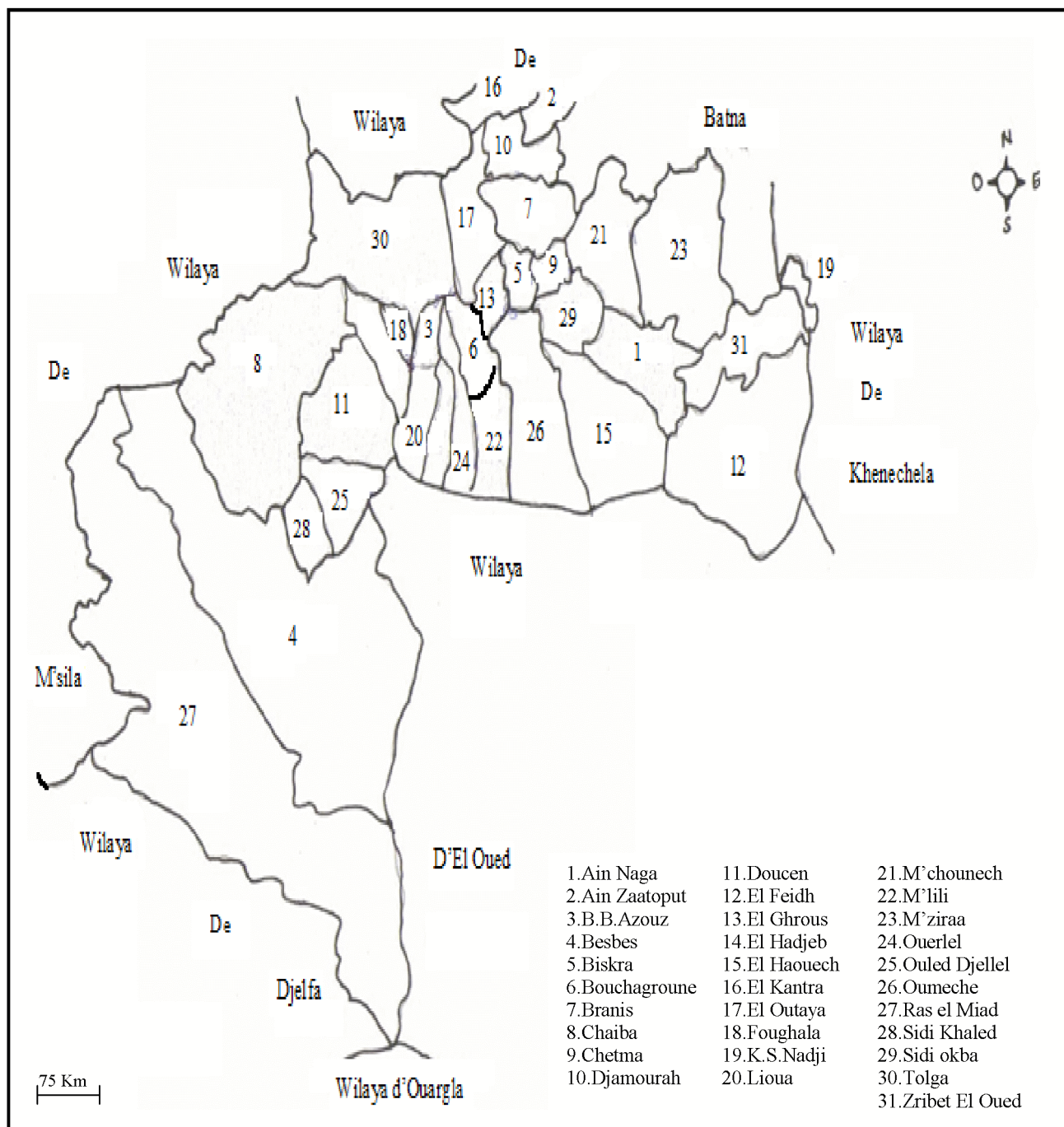
### **2.1 Situation géographique**

La wilaya de Biskra est localisée au sud-est algérien et s'étend sur une superficie de près de 21 671.20 km<sup>2</sup>. Elle est délimitée au nord par la wilaya de Batna, au nord-est par la wilaya de Khenchela, au nord ouest par la wilaya de M'Sila, au sud-ouest par la wilaya de Djelfa, au sud-est par la wilaya d' El-Oued et au sud par la wilaya de Ouargla (DSA, 2010) (Figure 7).

### **2.2 Relief**

La région de Biskra se caractérise par une diversité de son relief mais elle comporte principalement :

- Des montagnes, qui se situent au nord de la wilaya et qui représentent 13% de la surface totale,
- Des plateaux qui s'allongent du nord au sud de la wilaya mais localisées essentiellement dans le sud-ouest (Ouled Djellel) et ils représentent 50 % de la surface,
- Des plaines qui présentent presque 29 % de la surface de la wilaya et s'étendent sur l'axe d'El Outaya-Doucen (DSA, 2010).



**Figure 7 :** Situation géographique et découpage administratif de la région de Biskra (DSA, 2010).

## 2.3 Climat

### 2.3.1 Températures

La température est le facteur le plus important de tous les facteurs climatiques. Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques, agit sur le rythme de croissance des insectes et conditionne de ce fait leur répartition dans la biosphère (Dreux, 1980 cité par Remini, 2007). Ces organismes vivant peuvent échapper, en partie, aux conditions thermiques défavorables en cherchant divers microclimats dans leur milieu ou dans d'autres milieux. Les fluctuations thermiques brusques peuvent être létales pour les individus des stades jeunes (Leclant, 1970). Les températures moyennes mensuelles des années 2009-2010 ainsi que celles de la période 1995-2008 sont présentées par le tableau 1 et la figure 8.

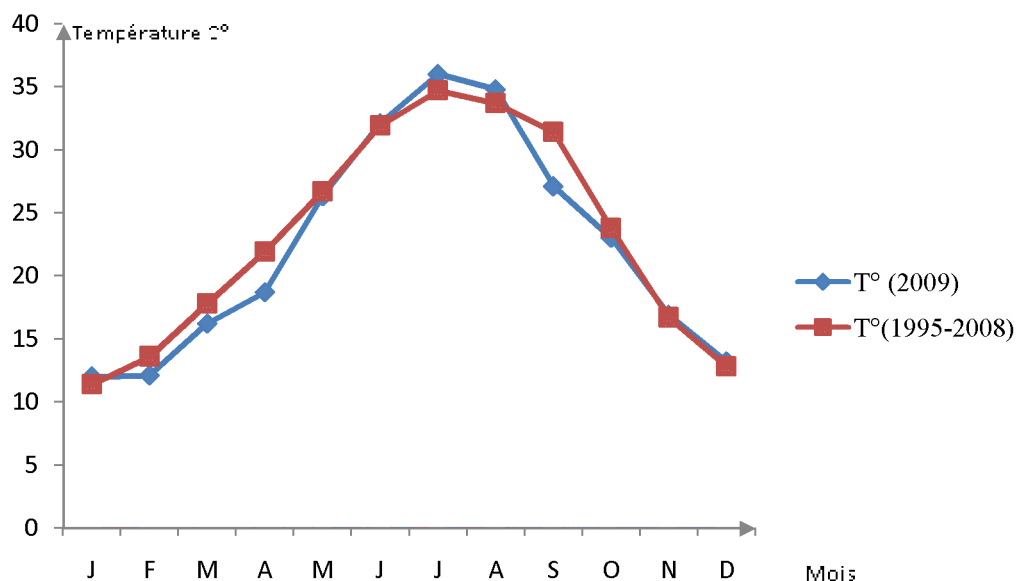
**Tableau 1:** Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra en 1995-2008 et en 2009-2010.

Périodes	Mois T C°	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
1995-2008	T.m.	<b>6,97</b>	9,12	12,5	16,5	20,1	26,5	29,2	27,7	23	18,3	12,2	8,02	
	T.M.	15,9	18,1	29,2	27,4	33,4	37,3	<b>40,2</b>	39,8	33,03	29,3	21,3	17,7	
	T.moy.	11,4	13,6	17,8	21,9	26,7	31,9	34,7	33,7	31,4	23,8	16,7	12,8	23,03
2009	T.m.	8,1	<b>6,2</b>	9,8	12,6	19,1	24,7	28,2	28,3	21,4	17,1	11,1	7,8	
	T.M.	16,5	18	22,6	24,7	32,9	38,4	<b>42,7</b>	40,9	32,7	29	23,8	19,2	
	T.moy.	12,3	12,1	16,2	18,7	26,3	32,1	36	34,8	27,1	23	16,9	13,2	22,3
2010	T.m.	7,2	9	12,7	15,5	18,2	24,4	28,2	27,9	23,4				
	T.M.	18,2	20,1	23,7	28	30,2	37,5	41,4	41,1	34,7				
	T.moy.	12,7	14,55	18,2	21,75	24,2	30,95	34,8	34,5	29,05				

(TuTiempo, 2010)

T.m. = Température moyenne, T.M. = Température maximale, T.moy. = Température moyenne.

Le tableau 1 montre que la température moyenne de l'année 2009 de la région de Biskra est de l'ordre de 22,3C°. La température moyenne des maxima la plus élevée est enregistrée durant le mois de juillet (42,7C°), et la moyenne des minima la plus basse durant le mois de février (6,2C°). Concernant les températures enregistrées durant la période 1995-2008, il est remarqué que le mois de juillet est toujours le mois le plus chaud (40,2C°), tandis que janvier est le plus froid (6,97C°).



**Figure 8:** Courbes des températures moyennes mensuelles enregistrées dans la région de Biskra en 1995-2008 et en 2009.

Le tracé des courbes de la figure 8 facilite la lecture du tableau 1 et montre que les températures moyennes de l'année 2009 sont très proches des températures moyennes enregistrées durant la période 1995-2008.

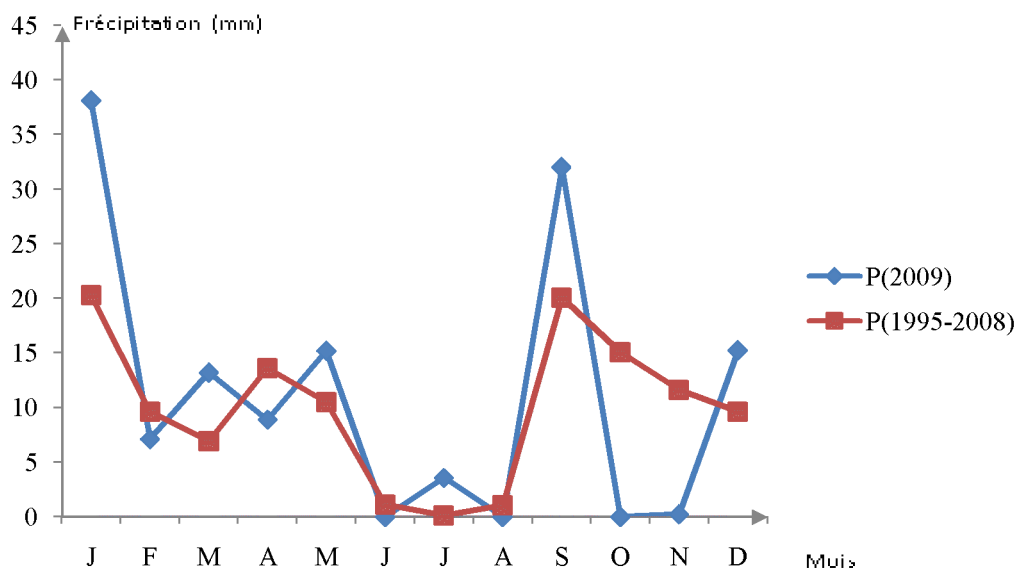
### 2.3.2 Pluviométrie

D'après Dreux (1980) cité par Remini (2007), la quantité de pluie tombée dans un lieu donné et durant une période précise agit sur les animaux et les végétaux durant leurs différents stades de développement, comme elle peut empêcher le vol des insectes. Le tableau 2 montre les moyennes des précipitations mensuelles de la région de Biskra pendant 2009-2010 et durant la période 1995-2008.

**Tableau 2:** Précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la région de Biskra en 1995-2008 et en 2009-2010 exprimées en mm.

Mois / Périodes	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1995-2008	20,3	9,6	6,9	13,6	10,5	1,1	0,1	1,02	20,07	15,1	11,6	9,6	119,49
2009	38,1	7,12	13,21	8,89	15,24	0	3,56	0	32	0	0,25	15,24	133,61
2010	15,75	17,78	23,87	30,23	7,11	27,44	0	4,06	12,19				

(TuTiempo, 2010)



**Figure 9:** Courbes des précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra en 1995-2008 et en 2009 exprimées en mm.

Les valeurs du tableau 2 ont permis de tracer les courbes représentées sur la figure 9. Ce tableau montre que le total des précipitations moyennes mensuelles relevées durant les 14 ans est de l'ordre de 119,4 mm et de 133,61mm concernant l'année 2009. Ces deux moyennes sont très proches. D'après la figure 9, les précipitations sont très mal réparties durant l'année 2009 ; où il est constaté une irrégularité des précipitations. Deux grands pics sont enregistrés le mois de janvier (38,1 mm) et septembre (32 mm).

### 2.3.3 Humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air agit sur les densités des populations animales en provoquant une diminution du nombre des individus lorsque les conditions hygrométriques sont défavorables (Leclant, 1970). Selon le même auteur, une humidité relative supérieure à 85% détruit les populations d'insectes atteints de champignons entomopathogènes. Le tableau 3 montre les différents taux d'humidité de l'air dans la région de Biskra,

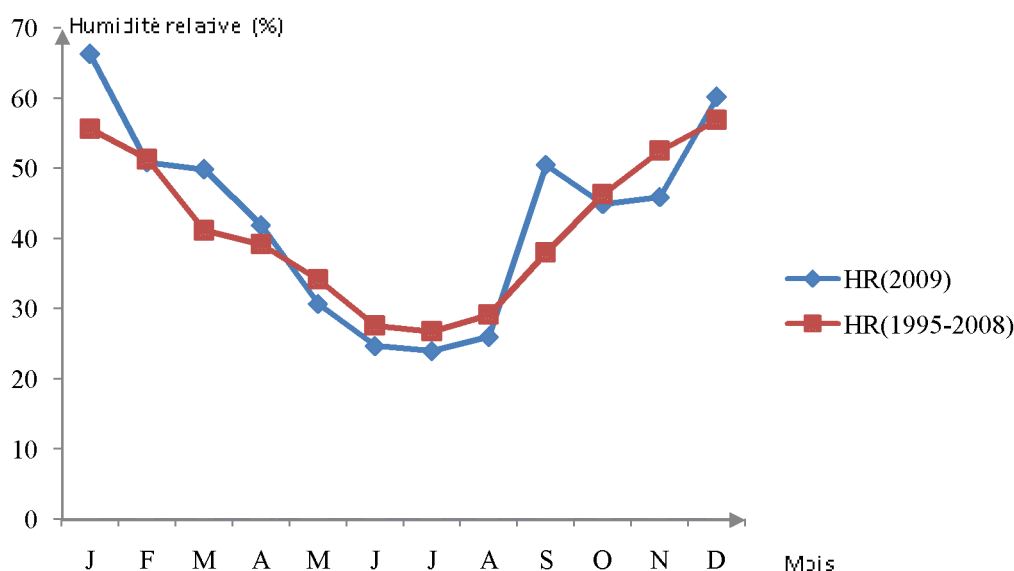
Le tableau 3 ainsi que les courbes présentées par la figure 10 montrent des taux plus ou moins élevés pendant les mois de janvier, février, et décembre durant l'année 2009. Le mois le plus sec est juillet avec 24 % pendant l'année 2009 et 26,8% durant la période 1995-2008.

**Tableau 3:** Humidité relative de l'air exprimée en pourcentages (%) en 1995-2008 et durant 2009-2010 dans la région de Biskra.

Mois Périodes	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy,
1995-2008	55,6	51,3	41,17	39,2	34,2	27,6	26,8	29,2	38	46,3	52,5	56,9	41,61
2009	66,3	50,9	49,9	41,9	30,7	24,7	24	26	50,5	44,9	45,9	60,2	42,99
2010	55,7	52,1	44,4	46,3	33,9	32,5	26,6	32	39				

(TuTiempo, 2010)

D'une façon générale, la région de Biskra est caractérisée par une faible humidité de l'air, dont la moyenne annuelle était de 42,99 % en 2009 et de 41,61 % pendant la période 1995 - 2008.



**Figure 10:** Courbes de l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentages (%) en 1995-2008 et durant l'année 2009 dans la région de Biskra.

### 2.3.4 Vents

La vitesse du vent ainsi que sa direction peuvent agir directement sur l'activité de déplacement des insectes (Robert, 1982) et spécialement les parasitoïdes (Langhof *et al.*, 2005). Le 4 tableau représente les vitesses moyennes mensuelles du vent de la région de Biskra.

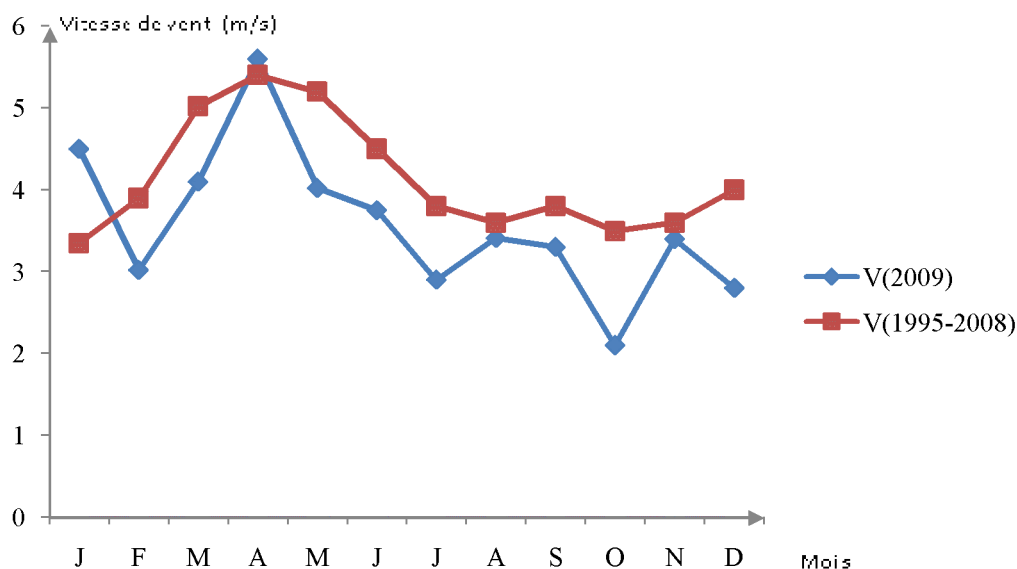


**Tableau 4:** Vitesses mensuelles moyennes du vent (m/s) durant la période 1995-2008 et 2009-2010.

Mois Périodes	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1995-2008	3,35	3,9	5,02	5,4	5,2	4,5	3,8	3,6	3,8	3,5	3,6	4
2009	4,5	3,02	4,1	5,6	4,02	3,75	2,9	3,41	3,3	2,1	3,4	2,8
2010	0	0	2,75	4,05	5,4	4,7	2,9	3	2,9			

(TuTiempo, 2010)

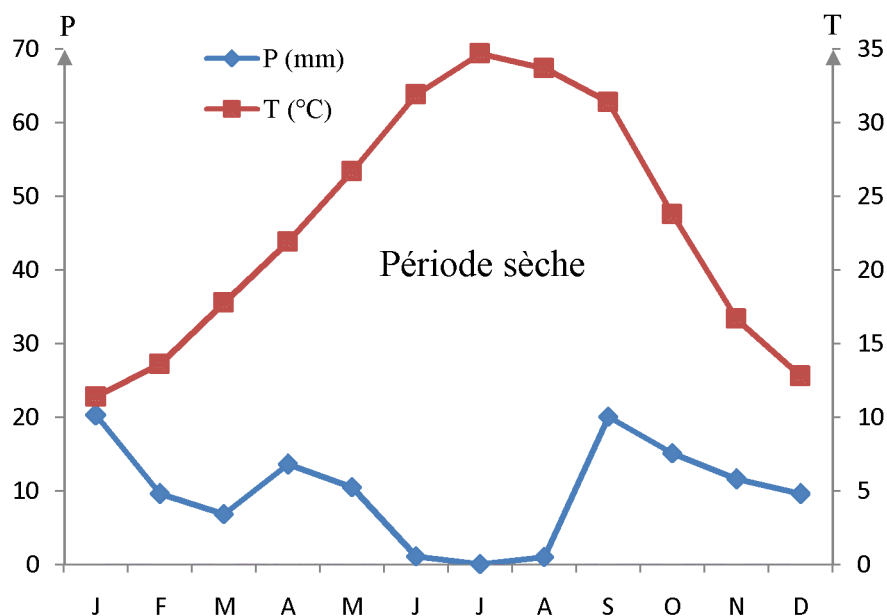
Les vents dominants au niveau de la région d'étude proviennent des hauts plateaux et du Nord-Ouest. Ils sont froids et humides durant la saison hivernale. Cependant, en période estivale, les vents proviennent du sud-ouest, ils sont desséchants et chargés de particules de sables (Sirocco). D'après le tableau 4 et les courbes tracées sur la figure 11, la vitesse maximale est enregistrée pendant le mois d'avril (5,6 m/s) concernant l'année 2009 et la période 1995-2008 (5,4 m/s). Par contre, le mois d'octobre est caractérisé par des vents peu violents.



**Figure 11:** Courbes de vitesses mensuelles moyennes des vents exprimées (m / s) en 1995-2008 et en 2009.

### 2.3.5 Diagramme ombrothermique de Gaussen

Les valeurs des tableaux 1 et 2 représentant respectivement les températures et les précipitations durant la période s'étalant de 1995 à 2008 de la région de Biskra, ont permis de tracer les courbes représentées sur la figure 12 et qui met en évidence la dominance de la période de sécheresse durant toute l'année.



**Figure 12:** Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Biskra (1995-2008)

L'analyse de ce diagramme (figure 12) montre que la période sèche dans la région de Biskra s'étale sur la totalité de la période étudiée, avec un éloignement très remarquable des deux courbes pendant les mois de juin, juillet et août.

### 2.3.6 Climagramme d'Emberger

Ce climagramme permet, grâce au quotient pluviométrique d'Emberger, de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond.

Le quotient pluviométrique  $Q$  est déterminé par la formule suivante :  $Q=3,43 \times P/TM-m$

**Q** : quotient pluviométrique d'Emberger.

**P** : pluviométrie (en mm) de l'année.

**T.M.** : la moyenne des maxima du mois le plus chaud (C°).

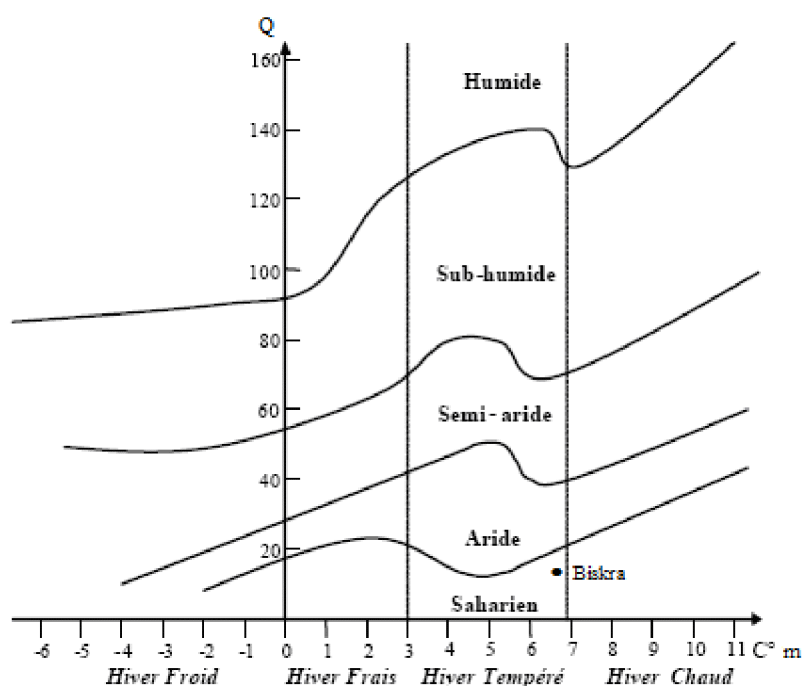
**Tm** : la moyenne des minima du mois le plus froid (C°).

D'après les données climatiques de la région de Biskra (1995-2008), les valeurs sont les suivantes :

$$\begin{array}{l}
 \mathbf{P : 119,49} \\
 \mathbf{TM : 40,2} \\
 \mathbf{Tm : 6,97}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} P \\ TM \\ Tm \end{array}} \right\}
 \mathbf{Q = 3,43 \times 119,49 / 40,2 - 6,97 = 17,59}$$

La valeur du quotient Q obtenue a permis de situer la région de Biskra dans l'étage bioclimatique Saharien à hiver chaud (Figure 13).

Les données climatiques et leur analyse montrent que la région d'étude est définie par un climat saharien sec sur toute l'année.



**Figure 13:** Climagramme d'Embergers de la région de Biskra durant la période 1995-2008.

## 2.4 Couvert végétal

### 2.4.1 Milieu naturel

Le milieu naturel de Biskra d'après Tarai (1995) a bénéficié de l'étude du comité local de la société botanique de France en 1892. Au cours de ce travail de recherche, il est recensé 280 espèces végétales. Tarai (1995) a également mentionné que ce milieu a fait l'objet d'une étude phytosociologique par Wajterski en 1985. Celui-ci répartit la végétation de la région de Biskra en groupements dont celui à *Juncus subulatus* Forsk., qui occupe les habitats humides comme la zone Est de Biskra, près de la route d'Arris et qui comporte entre autres *Juncus*

*subulatus*, *Salicornia fruticosa* L., *Imperata cylindrica* (L.), *Phragmites communis* Trin. et *Atriplex halimus* L. Le deuxième groupement est à *Limoniastrum* Moench., qui apparaît sur les pentes orientées vers le Nord-Est, peu inclinées, avec un taux de recouvrement de 50 % et qui comporte *Limoniastrum guyonianum* Dur. , *Frankenia thymifolia* Desf., *Limonium echioides* L., *L. pruinatum* (L.), *Zygophyllum album* (Le Hou.), *Anabasis articulata* (Forsk.), *Salicornia fruticosa*, *Halocnemum strobilaceum* (Pall.), *Juncus subulatus* et *Launaea nidicaulis* (L.).

#### **2.4.2 Milieu cultivé**

Le milieu cultivé dans la région de Biskra est essentiellement composé de palmiers-dattiers comme culture principale, associée à d'autres cultures comme des arbres fruitiers notamment l'olivier, l'abricotier, le figuier et le grenadier. Le nombre de palmier dattier est estimé à 4 141 927 palmiers (2 522 775 Deglat Nour, 1 083 735 Mech Degla et 535 417 Ghars) (DSA, 2010). Selon la même source la production de dattes est estimée à 2 205 000 qx, dont 1 259 264 qx pour la variété Degalt Nour. La région de Biskra est l'une des principales régions productrices de fève fraîche en Algérie. Sa production arrive très tôt sur le marché dès le mois de décembre. D'après Hamadache et Oufroukh (1994), la culture de la fève fraîche est la seconde culture assolée, après les céréales d'hiver. Selon le bilan de la campagne agricole 2009-2010, ces derniers ont occupés une superficie de 23 620,50 ha répartie comme suit : 10 610 ha de blé dur, 3 958 ha de blé tendre, 9 017,5 ha d'orge et 35 ha d'avoine. La production totale est estimée à 626 395,5 qx, dont 321 800 qx pour le blé dur. La culture de fève occupe annuellement, en moyenne 6 000 à 7 000 ha. Elle est localisée à l'Est de la wilaya : zones de Sidi Okba et Zeribet El Oued. D'après Hamadache et Oufroukh (1994), la fève est la principale source de revenus après la datte ; un hectare de fève peut produire près de 200 qtx de gousse fraîche et rapporte près de 60 000 DA.

A Biskra, la plasticulture a connu une évolution progressive ces dernières années, pour passer de 1 505,9 ha au cours de l'année agricole 2001 – 2002 à 2 742,72 ha en 2009-2010 (DSA, 2010). A elle seule, la région de Biskra couvre le 1/3 des besoins nationaux en produits maraîchers. La tomate est la plus pratiquée, suivie par le piment, le poivron, l'aubergine, la courgette, le concombre et le melon. Les superficies et les productions de ces différentes spéculations sont présentées sur le tableau 5.

**Tableau 5 :** Les superficies et les productions des différentes cultures pratiquées sous serre dans la région de Biskra au cours de la campagne 2009-2010 (DSA, 2010).

Espèce	Serres tunnels		Multi-chapelle		Total	
	Superficie plantée (ha)	Production obtenue (qx)	Superficie plantée (ha)	Production obtenue (qx)	Superficie plantée (ha)	Production obtenue (qx)
Tomate	1 162,36	1 319 640	11	2 000	1 173,36	1 321 640
Piment	756,00	451 939	1,02	1 200	757,02	453 139
Poivron	524,20	285 940	0,8	1 200	525	287 140
Aubergine	106,40	43 328	0,8	1 100	107,20	44 428
Courgette	100,88	72 846	-	-	100,88	72 846
Concombre	72,28	57 216	1,1	1 300	73,38	58 516
Melon	7,00	18 100	-	-	7	18 100

*Chapitre III*  
*Matériel et méthodes*  
*de travail*

## **Chapitre III : Matériel et méthodes**

### **3.1 Matériel de travail**

#### **3.1.1 Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé lors des différents échantillonnages est composé de plants et de folioles de fève ; de talles de blé, de feuilles et d'inflorescences des différentes plantes prospectées au niveau des vergers et des champs.

#### **3.1.2 Matériel animal**

Le matériel animal est composé de colonies de pucerons et de momies rencontrées sur les différentes unités d'échantillonnages.

#### **3.1.3 Matériel de conservation**

La conservation des plantes, des pucerons et des Hyménoptères a nécessité l'utilisation du matériel suivant :

- des sachets en plastique pour le transport du matériel végétal infesté par les pucerons jusqu'au laboratoire,
- des tubes à essai remplis d'éthanol 75% pour la conservation des pucerons et des Hyménoptères,
- des boîtes Pétri pour conserver les momies jusqu'à l'émergence des Hyménoptères adultes. Il est à noter que pour une bonne aération, le couvercle de chaque boîte est perforé au milieu et protégé par un morceau de mousseline.

#### **3.1.4 Matériel de montage et d'observation microscopique**

Le montage des pucerons et de leurs parasitoïdes a nécessité l'utilisation d'une loupe binoculaire, d'un microscope optique, des épingles entomologiques, des verres de montre, des lames et lamelles, l'Eukitt (glue) et des boîtes porte lame.

#### **3.1.5 Autre matériel**

Les techniques de montage et d'observations microscopiques des pucerons et des Hyménoptères a nécessité également l'utilisation d'une plaque chauffante, de la potasse à 10%, de l'éthanol à 75%, du chloralphénol, de l'eau distillée, d'un pinceau fin, d'une loupe de poche, d'une paire de ciseau, des étiquettes, d'un microscope et d'une loupe binoculaire.

## **3.2 Méthodes de travail**

### **3.2.1 Choix des stations**

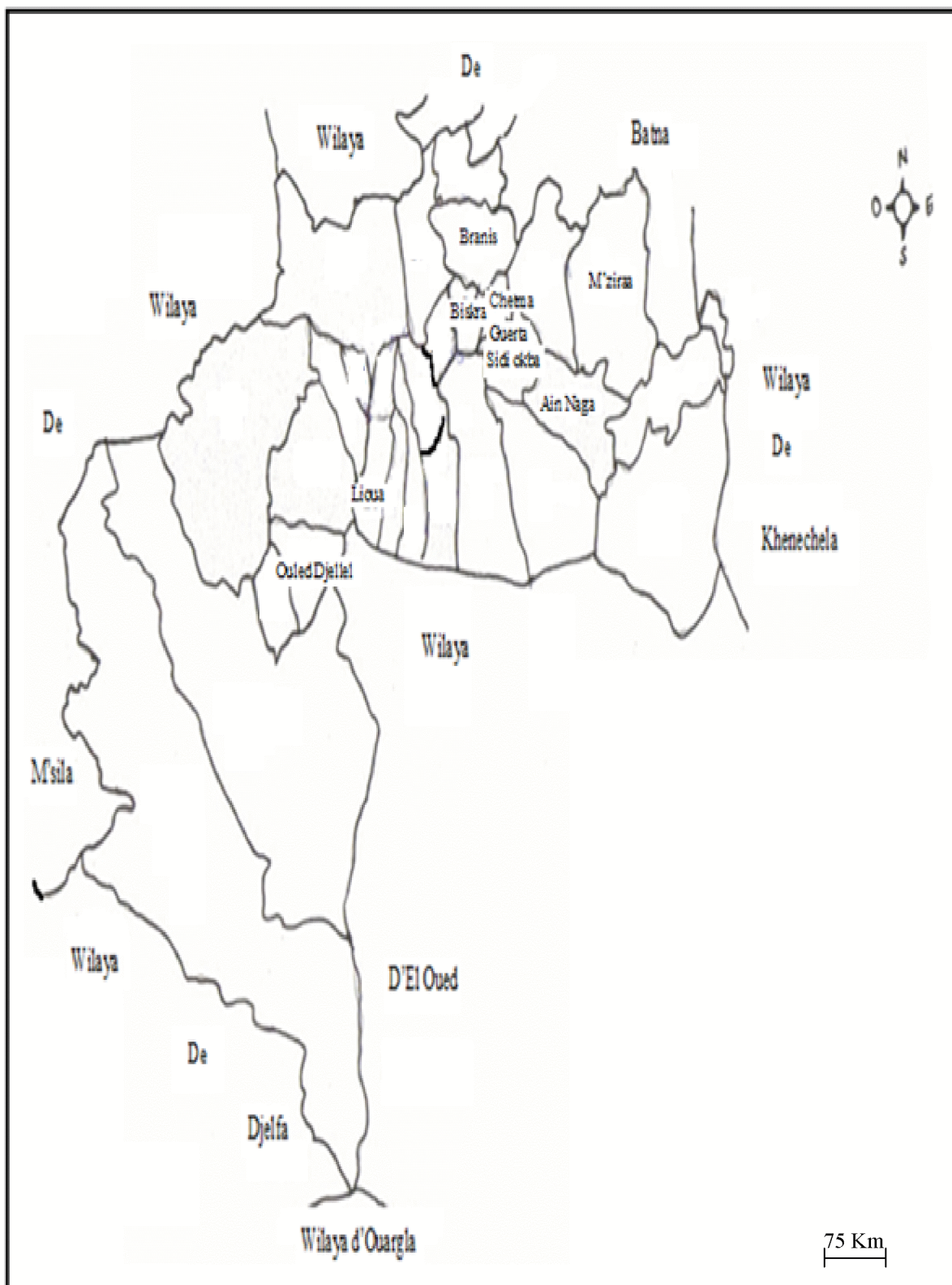
L'évaluation de la biodiversité des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons est effectuée dans le milieu cultivé des localités de Biskra, M'ziraa, Branis, Guerta, Sidi Okba, Ain Naga, Chetma, Lioua et Ouled Djellel, durant la campagne 2009 / 2010 (Figure 14).

Dans la localité de Biskra, un verger de type familial a été retenu. Il comporte 129 arbres de *Citrus sinensis* (oranger), 113 arbres de *Citrus reticulata* (mandarinier), 11 arbres de *Citrus limonum* (citronnier), 59 arbres de *Punica granatum* (grenadier), 5 arbres *Lowsonia inermis* (henné). Comme bordure, il y a 8 arbres de *Bougainvillea spectabilis* (bougainvilliers), 4 arbres *Hibiscus rosa-sinensis* (hibiscus), 7 arbres de *Cestrum nocturnum* (galant de nuit) et 7 autres arbres de *Nerium oleander* (laurier rose).

Dans les localités de Branis et de Chetma, c'est également deux autres vergers qui ont été retenus pour l'échantillonnage. Cette fois, les arbres fruitiers sont plantés en intercalaire dans deux palmeraies. Celui de Branis comporte 340 arbres de *Malus communis* (pommier), 280 arbres de *Pyrus communis* (poirier), 7 arbres de *Citrus limonum* (citronnier), 42 arbres de *Prunus domestica* (pêcher) et 9 arbres de *Cydonia oblonga* (Cognassier). Tandis que le verger de Chetma est constitué de 594 arbres de *Citrus sinensis* (oranger), 468 arbres de *Citrus reticulata* (mandarinier), 400 arbres de *Eriobotria japonica* (néflier), 70 arbres de *Citrus limonum* (citronnier), 16 arbres de *Prunus armeniaca* (abricotier), 13 arbres de *Punica granatum* (grenadier) et 8 arbres de *Ficus carica* (figuier).

Le lieu prospecté dans la localité de Guerta est constitué d'un champ de *Vicia faba* (fève), d'une parcelle de *Curcubita pepo* (courgette) cultivée en plein champ (60 m x 45m) et de quelques plants de *Cynara scolymus* (artichaut) cultivés sur les bordures de la parcelle de courgette. Dans la même localité, des prélèvements sont effectués dans 5 serres de 400 m<sup>2</sup>, dont 3 sont réservées à *Solanum lycopersicum* (tomate) et 2 pour *Capsicum annuum* (poivron et piment).





**Figure 14:** Situation géographique de la wilaya de Biskra et des différentes localités d'étude (DSA, 2010).

Dans la localité de M'ziraa, toutes les sorties sont effectuées dans un champ (130m x 145m) de *Triticum aestivum* (blé tendre) et plusieurs serres réservées à *Solanum lycopersicum* (tomate), *Phaseolus vulgaris* (haricot) et *Curcubita pepo* (courgette).

A Lioua, les sorties sont effectuées au sein d'une palmeraie, dont *Hordeum vulgare* (orge), *Vicia faba* (fève) et *Cucumis sativus* (concombre) sont placés comme cultures sous jacentes.

A Ouled Djellel, c'est les cultures maraichères de plein champ qui sont les plus visitées, notamment, des parcelles de *Solanum melongena* (aubergine), de *Curcubita pepo* (courgette) et de *Lactuca sativa* (laitue).

Enfin dans les sites appartenant aux localités de Sidi okba et Ain naga, c'est surtout les cultures maraichères sous serre qui sont prospectées, en particulier, *Solanum lycopersicum* (tomate), *Capsicum annuum* (poivron), *Citrullus vulgaris* (pastèque) et *Cucumis melo* (melon). Dans les mêmes localités, des sorties sont effectuées dans des parcelles de *Brassica oleracea* (chou), de *Pisum sativum* (petit pois) et de *Cynara scolymus* (artichaut) cultivés en plein champ.

Dans la localité de Sidi okba, une étude sur l'évolution du taux de parasitisme des pucerons a été effectuée dans une parcelle de fève (Figure 15) et une parcelle de blé dur (Figure 16).

La parcelle de *Vicia fabae* (fève) occupe une superficie de 7800 m<sup>2</sup> (Figure 15). Après un labour profond effectué en été, la parcelle a bénéficié également d'un désherbage mécanique juste avant le semis effectué le 26 septembre 2009 et de plusieurs binages après l'installation de la culture. L'irrigation est assurée par le système gouttes à gouttes, à raison de 10 irrigations par mois. La fertilisation est fractionnée ; une fumure de fond est apportée avant le semis à base NPK, un 2<sup>ème</sup> apport juste après la germination (Urée 46%) et enfin un 3<sup>ème</sup> au moment de l'apparition des gousses (sulfate de potassium 50%). Les traitements chimiques se limitent à plusieurs passages contre les pucerons à base de Confidor (Imidaclopride).





**Figure 15:** Vue générale de la parcelle de fève retenue pour cette étude, A: Des agriculteurs en train de traiter chimiquement, B : Fil utilisé pour délimiter les parcelles élémentaires (Halimi, 2009).



**Figure 16:** Vue générale de la parcelle de blé dur retenue dans cette étude (Halimi, 2009).

La deuxième parcelle réservée à *Triticum durum* (blé dur) occupe une superficie de 6300 m<sup>2</sup> (Figure 16). Après un labour profond, le semis est réalisé le 17 novembre 2009. Un seul désherbage mécanique est effectué juste avant le semis. Cette parcelle est irriguée par submersion. Une fumure à base d'oligo-éléments (TSP) est effectuée juste après la germination et un deuxième apport à base d'urée 46% après la formation des graines. La parcelle a bénéficié également de plusieurs traitements chimiques à base d'un insecticide polyvalent ; le Dursban (Chlorpyrifos-éthyl (1)).

### **3.2.2 Echantillonnage**

#### **3.2.2.1 Biodiversité**

Des échantillons sont prélevés à partir des différentes plantes cultivées présentant à la fois des colonies d'aphides et des traces de parasitismes (momies) à partir des différentes localités de la région de Biskra. Il est à noter que l'objectif de cette partie est de faire ressortir principalement la richesse spécifique de cette faune parasitoïde des pucerons.

Les différentes cultures pratiquées dans la région ont subi des sorties périodiques afin de collecter le maximum de momies. Des prospections et des contrôles minutieux sont effectués chaque semaine dans le maximum de localités. Ces sorties sont étalées d'avril 2009 jusqu'à avril 2010. A chaque sortie, tous les organes infestés par les pucerons et présentant des traces de parasitisme de la part des Hyménoptères parasitoïdes sont collectés et ramenés au laboratoire.

#### **3.2.2.2 Evolution du parasitisme sur fève et blé dur**

Afin d'évaluer le niveau d'adaptation de ces auxiliaires aux conditions propres à la région de Biskra, il est opté pour le choix de deux cultures de plein champ, à s'avoir la fève et le blé dur. Comparativement aux cultures sous serre et aux vergers arboricoles qui sont dans la plupart des cas installés au sein des palmeraies, les cultures de plein champ et leur faune associée sont exposés directement à l'influence des conditions ambiantes. Par ailleurs, ces deux spéculations, notamment, la fève est considérée comme très rentable et est largement pratiquée dans la région de Biskra.

Pour évaluer le niveau de présence des ces parasitoïdes primaires et leur impact sur les pucerons associés à la fève et au blé dur, il est procédé selon la méthode d'Angland *et al.* (1977). Cette méthode consiste à diviser chaque parcelle en 5 petites parcelles de 100m<sup>2</sup> (10m

X 10m). Au niveau de chaque parcelle élémentaire, 4 tiges ou talles sont prélevées à partir de 4 endroits différents. Un total de 20 tiges ou talles est prélevé de chaque culture par sortie.

Chaque échantillon est placé séparément dans un sachet en plastique préalablement étiqueté. Une fois ramenés au laboratoire, les aphides sains sont conservés dans l'éthanol 75% pour une ultérieure identification. Les momies de la même espèce aphidienne et de la même plante sont placées dans des boîtes de Pétri avec le support végétal sur lequel elles sont fixées jusqu'à leur émergence. Ces momies sont soumises à des observations quotidiennes pour déterminer la date exacte de leur émergence. Les parasitoïdes émergés sont aussi collectés et conservés dans l'éthanol 75% pour leur identification. Leur conservation à l'état frais et avant leur dessèchement facilite leur manipulation sous la loupe binoculaire. Les momies n'ont émergées sont laissées jusqu'à 21 jours dans les boîtes de Pétri. D'après Sigsgaard (2000) cité par Legrand *et al.* (2004), cette durée est suffisante pour l'émergence des momies qui ne sont pas mortes ou rentrées en diapause.

### **3.2.3 Montage**

#### **3.2.3.1 Pucerons**

La technique adoptée pour le traitement et le montage des pucerons est celle proposée par Leclant (1978a). Pour les pucerons conservés dans l'alcool, une incision est pratiquée sur la face ventrale de chaque spécimen. Les échantillons sont ensuite macérés dans une solution de Potasse (KOH) sur plaque chauffante pendant 3 à 10 minutes selon la taille du puceron. Ensuite, on procède au rinçage dans deux bains d'eau distillée pour se débarrasser des résidus de la potasse. Les échantillons sont transférés dans des capsules contenant du chloralphénol pendant quelques jours (1-7 j), à condition de les placer à l'abri de la lumière pour éviter que le phénol brunisse. Cette solution rend les échantillons plus clairs. Le montage est réalisé dans une goutte d'Eukitt placée entre lame et lamelle.

#### **3.2.3.2 Hyménoptères**

Il est, parfois, possible, d'identifier les Hyménoptères sous la loupe binoculaire en faisant augmenter les grossissements afin d'observer les différents détails spécifiques pour chaque espèce. Dans le cas contraire, il est procéder à des montages des différentes parties du corps.

Pour la dissection de l'adulte, il faut fixer son corps au niveau du thorax à l'aide d'une épingle entomologique. Ensuite, la tête, les ailes, le premier tergite abdominal et le propodeum sont séparés. Ces parties sont ensuite montées entre lame et lamelles à l'aide d'une goutte d'Eukitt.

### **3.2.4 Identification**

Une identification correcte des pucerons nécessite des observations microscopiques des caractères morphologiques suivants : la forme du front et des tubercules frontaux, la longueur et le nombre d'articles antennaires, la présence ou l'absence des sensorias et leur disposition, la forme et la taille de la queue, des cornicules et de la cauda, la nervation des ailes, la pigmentation et l'ornementation de l'abdomen. En plus, plusieurs clefs sont utilisées, en particulier, celles de Leclant (1978b, 1999) ; Macgillivray (1979) ; Bouchery et Jacky (1982) ; Remaudiere et *al.* (1985) ; Autrique et Ntahimpera (1989) ; Remaudière et Secofernandez (1990) ; Blackman et Eastop (1993a, 1993b) ; Van-Harten et *al.* (1994) et Hulle et *al.* (1998, 1999).

La connaissance de l'espèce végétale est souvent utile dans l'identification des espèces Aphidiennes.

L'identification des pucerons est faite par M<sup>r</sup>. Laamari ; Professeur à l'université de Batna.

Concernant l'identification des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons, il faut tenir compte 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 et la surface antérolatérale et dorsale du premier tergite abdominal (pétiole), la forme du propodeum, la forme et le nombre d'articles antennaires, ainsi que la présence ou l'absence des placodes sur le premier et le deuxième flagellum, la forme et la position de la gaine de l'ovipositeur et le nombre des segments des palpes maxillaires et labiaux.

La couleur et la forme de la momie, ainsi que la connaissance de l'espèce aphidienne hôte sont des informations très utiles et qui peuvent aider considérablement dans le procédé d'identification (Rakhshani *et al.*, 2007 ; Kavallieratos *et al.*, 2005). L'observation de tous ces caractères montre la grande variabilité intra-spécifique.

L'identification est faite également par M<sup>f</sup> Laamari, en se basant sur les clefs réalisées par Sary (1970 ; 1979); Sary *et al.* (1971, 1973, 1975 et 2007); Tamonovic *et al.* (2003); Rakhshani *et al.* (2005 et 2007); Kavallieratos *et al.* (2005, 2006 et 2008), Talebi *et al.* (2009).

### **3.2.5 Paramètres calculés**

Les résultats obtenus sont exploités pour calculer le taux de parasitisme des aphides, le taux d'émergence des momies et la sex-ratio des Hyménoptères émergés.

- **Le taux de parasitisme (%)** = le nombre de momies (pucerons parasités) X 100 / le nombre total de pucerons (sains et parasités) (Hafez, 1961 ; Costello et Altieri, 1995).
- **Le taux d'émergence (%)** = le nombre des parasitoïdes adultes émergés X 100 / le nombre de momies (He *et al.*, 2004).
- **La sex-ratio de chaque espèce parasitoïde** = le nombre de mâles / le nombre de femelles (Hafez, 1961 ; Colinet *et al.*, 2005).

# *Chapitre IV*

## *Résultats et discussions*



## Chapitre IV: Résultats et discussions

### 4.1 Inventaire des Hyménoptères parasitoïdes

#### 4.1.1 Résultats

Les différentes prospections réalisées dans les milieux cultivés appartenant à plusieurs localités de la région de Biskra durant l'année 2009-2010 ont permis de recenser 14 espèces d'Hyménoptères parasitoïdes. Parmi celles-ci, 9 espèces sont des parasitoïdes primaires et 5 espèces sont des parasitoïdes secondaires. Les espèces rencontrées sont représentées dans le tableau 6 selon la classification de Balthazar (1962) ; Sary (1970) et Buitenhuis *et al.* (2004). Toutes les espèces appartiennent au sous-ordre des Apocrites et aux familles des : Braconidae, Pteromalidae, Alloxystidae, Megaspilidae.

**Tableau 6:** Hyménoptères parasitoïdes des pucerons rencontrés dans la région d'étude

Famille	Sous-famille	Tribu	Genre	Espèce
Braconidae	Aphidiinae	Aphidiini	<i>Aphidius</i> Nees, 1819	<i>Aphidius colemani</i> (*) Viereck, 1912. <i>Aphidius ervi</i> Haliday, 1834. <i>Aphidius matricariae</i> Haliday, 1834. <i>Aphidius transcaspicus</i> Telenga, 1958. <i>Aphidius</i> spp.
			<i>Diaeretiella</i> Sary, 1960	<i>Diaeretiella rapae</i> M'Intosh, 1855.
			<i>Lysiphlebus</i> Foerster, 1862	<i>Lysiphlebus testaceipes</i> Cresson, 1880.
			<i>Trioxys</i> Mackauer, 1960	<i>Trioxys angelicae</i> Haliday, 1833.
		Praeni	<i>Praon</i> Haliday, 1833	<i>Praon volucre</i> Haliday 1966.
Pteromalidae				<i>Asaphes suspensus</i> Nees, 1834. <i>Coruna clavata</i> Boucek et Raspius 1993. Espèce non identifiée
Alloxystidae				<i>Alloxysta victrix</i> Westwood.
Megaspilidae				<i>Dendrocerus</i> spp.

(\*): Trouvé seulement sur *Nerium oleander* (Laurier rose).

#### 4.1.2 Discussion

D'après les résultats obtenus, la famille des Braconidae est la mieux représentée dans la région d'étude, en particulier, la sous-famille des Aphidiinae. Il existe plus de 400 espèces d'Aphidiinae, parasitoïdes de pucerons, décrites dans le monde entier (Mackauer et Sary, 1967 cités par Aslan *et al.*, 2004; Sary, 1988, Dolphine et Quicke, 2001 cités par Kavallieratos *et al.*, 2004b ; Brodeur et Rosenheim, 2000 ). Elles sont toutes des parasitoïdes solitaires koinobiontes des pucerons (Sary, 1970 ; Carver et Sary, 1974). Beaucoup d'espèces jouent d'importants rôles dans la limitation des effectifs des aphides, notamment

dans les écosystèmes cultivés (Stary, 1970 ; Hagvar et Hoffsvang, 1991 cités par Kavallieratos *et al.*, 2004b; Tomanovic *et al.*, 2003 ; Kazemzadeh *et al.*, 2009; Hoffsvang et Hagvar, 1986 cités par Tahriri *et al.*, 2007 ; Hugues, 1989 et Stary, 2006 cités par Kazemzadeh *et al.*, 2009).

Par ailleurs, Kambhampti *et al.* (2000) ; Rakhshani *et al.* (2007), ont signalé que la sous-famille des Aphidiinae renferme plus de 50 genres d'Hyménoptères parasitoïdes des pucerons. Ils sont largement distribués dans le monde, principalement dans les zones tempérées et subtropicales nordiques (Mackauer, 1968 cité par Kavallieratos *et al.*, 2004b), dans des écosystèmes naturels et contrôlés où ils s'attaquent à la plupart des espèces aphidiennes (Stary, 1988 cité par Brodeur et Rosenheim, 2000).

D'après Takada (1968) ; Tomanovic *et al.* (2003) le genre *Aphidius* est considéré comme le plus riche parmi la sous-famille des Aphidiinae avec ces 70 espèces rencontrées dans le monde entier, dont 35 espèces en Europe. C'est un genre très cosmopolite (Chou, 1981). Effectivement, dans la région d'étude ce genre est le mieux représenté (5 espèces). Il s'agit d'*Aphidius ervi*, *A. matricariae*, *A. colemani*, *A. transcaspicus* (Figure 17: A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, D) et *Aphidius* spp. (Figure 18: A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>). L'espèce *A. colemani* n'a pas été trouvée sur les cultures mais sur laurier rose qui est largement utilisé comme haies et brise-vents. Il a été retenu dans cette liste par le fait qu'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* en Mitidja et à Boufarik par Abdessemad (1998). A Batna, Abbès (2009), l'a trouvé sur *Aphis pomi* et *Dysaphis plantaginea* vivant sur *Malus communis*. Au Maroc, Stary et Sekkat (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*

Le genre *Lysiphlebus* est représenté uniquement par *Lysiphlebus testaceipes* (Figure 18: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>). Ce genre englobe environ 30 espèces réparties dans le monde entier (Rakhshani *et al.*, 2007).

Le genre *Diaeretiella* est représenté par *Diaeretiella rapae* (Figure 18: C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>). C'est une espèce d'origine paléarctique mais elle est très cosmopolite (Hafez, 1961 et Chou, 1981).

Le genre *Trioxys* est représenté par *Trioxys angelicae* (Figure 19: A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>). C'est un parasitoïde généraliste et très abondant, s'attaquant à plusieurs espèces de pucerons

(Kavallieratos et Lykouressis, 1999, Sary *et al.*, 2001 cités par Rakhshani *et al.*, 2007; Kavallieratos *et al.*, 2001 ; Rakhshani *et al.*, 2005).

*Praon volucre* est le seul représentant du genre *Praon* dans la région d'étude (Figure 19 B). D'après Tomanovic *et al.* (2006) ; Barahoei *et al.* (2010), le genre *Praon* avec ses 50 espèces décrites dans diverses régions dans le monde est le plus grand dans la tribu des Praini. Il représente l'un des plus grands genres de la sous-famille des Aphidiinae (Barahoei *et al.*, 2010).

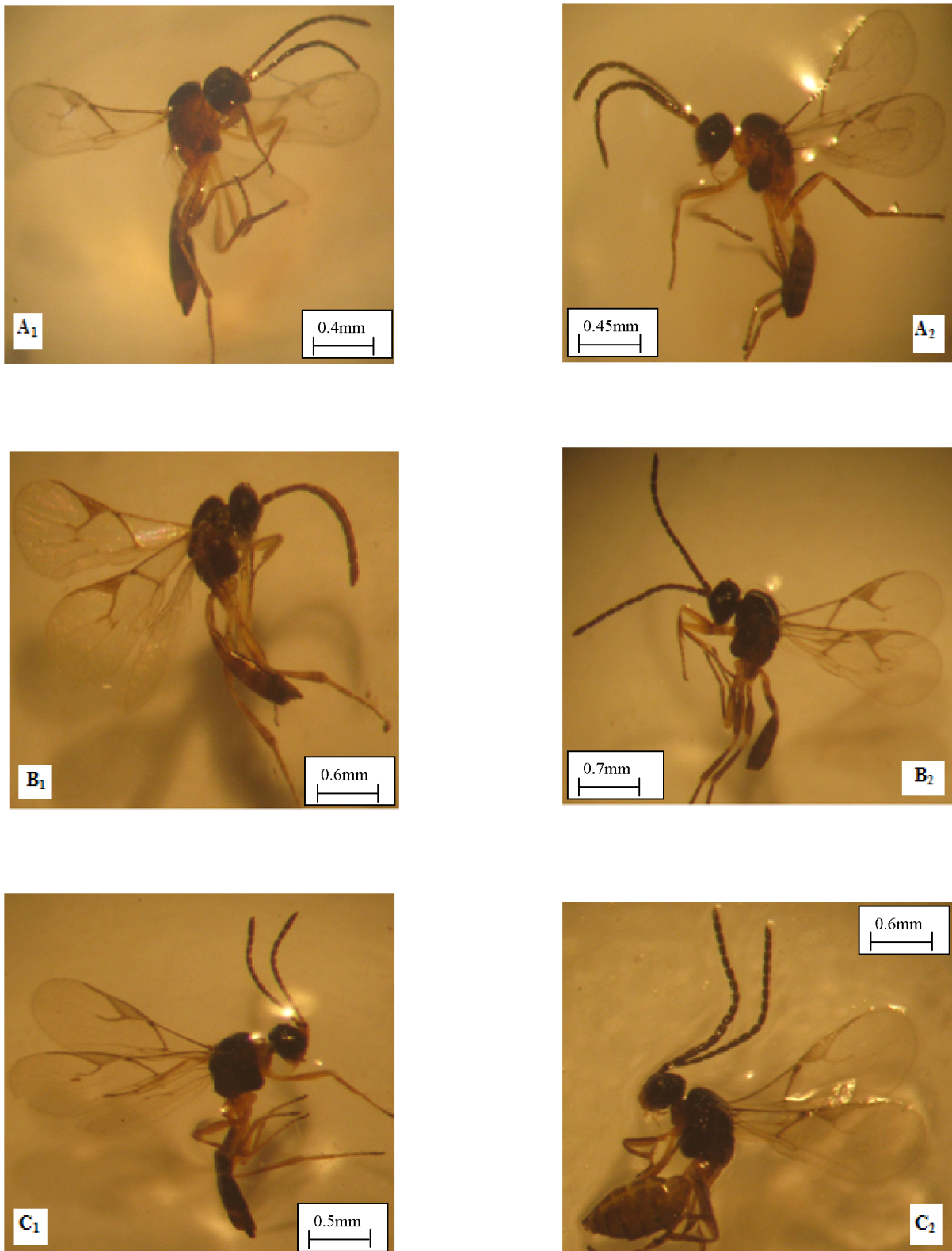
Les autres espèces d'Hyménoptères rencontrées dans la région d'étude appartiennent aux familles : Pteromalidae, Megaspillidae et Alloxystidae (Figure 19: C, D, E). Ce sont des Hyperparasitoïdes (Sary, 1970) qui sont trouvés parmi les colonies de pucerons parasités par *A. matricariae*, *D. rapae*, *L. testaceipes* et *P. volucre*.

Par la spécificité de son climat et de sa flore, il est considéré que la région de Biskra est totalement différente du nord Algérien. Il se peut donc que toutes ces espèces de parasitoïdes d'origine nordique ont pu s'adapter aux conditions sahariennes. En plus de leur installation dans des milieux plus ou moins abrités, tels que les serres et les oasis, ils ont pu gagner les cultures de plein champ très exposées aux aléas climatiques.

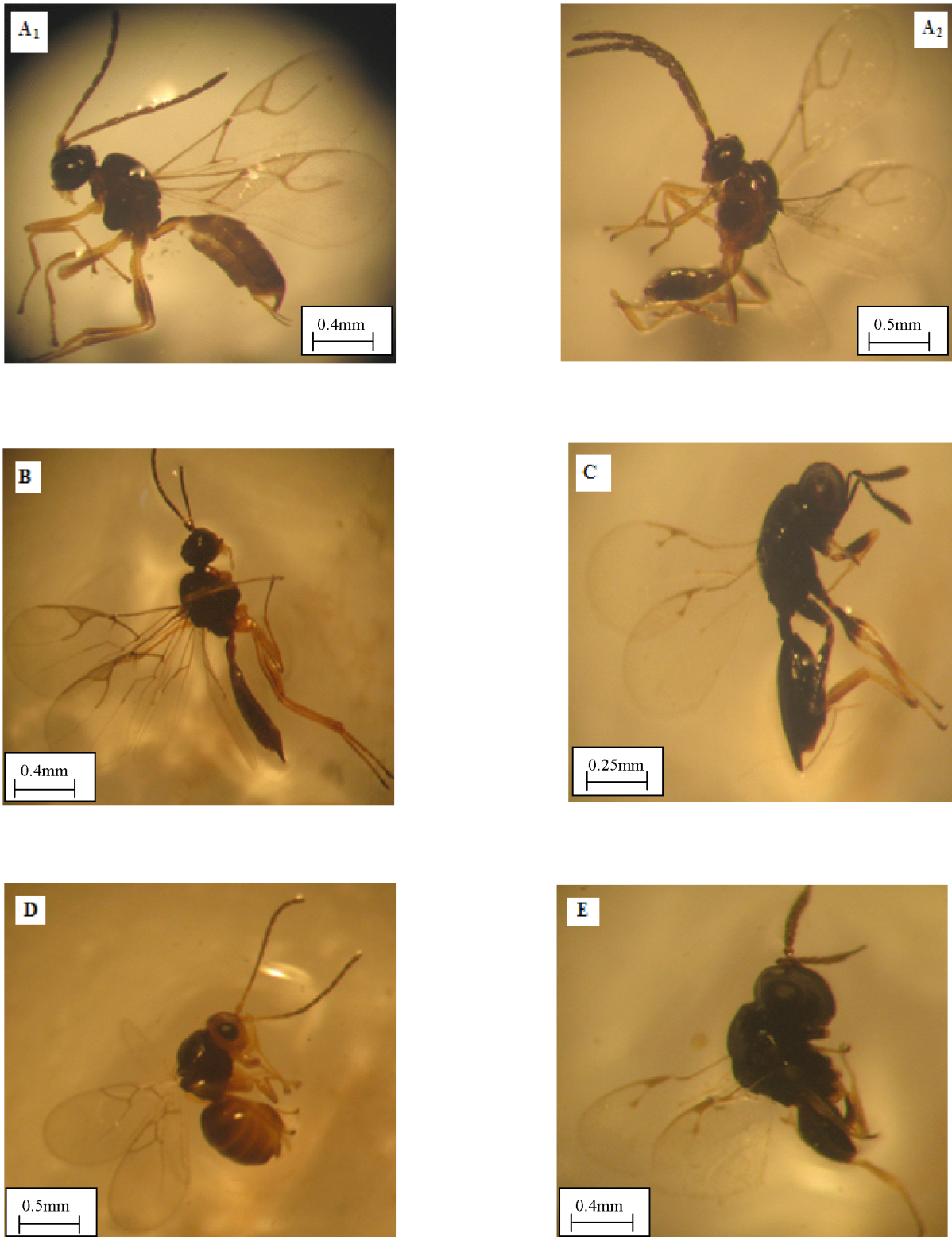


**Figure 17:** Parasitoïdes rencontrés dans la région d'étude. **A<sub>1</sub>** : *A. ervi* femelle, **A<sub>2</sub>** : *A. ervi* mâle, **B<sub>1</sub>** : *A. matricariae* femelle, **B<sub>2</sub>** : *A. matricariae* mâle, **C** : *A. colemani* femelle, **D** : *A. transcaspicus* femelle (Halimi, 2010).





**Figure 18:** Parasitoïdes rencontrés dans la région d'étude : **A<sub>1</sub>**: *Aphidius* spp femelle, **A<sub>2</sub>**: *Aphidius* spp mâle, **B<sub>1</sub>**: *L. testaceipes* femelle, **B<sub>2</sub>**: *L. testaceipes* mâle, **C<sub>1</sub>**: *D. rapae* femelle, **C<sub>2</sub>**: *D. rapae* mâle (Halimi, 2010).



**Figure 19:** Parasitoïdes rencontrés dans la région d'étude: **A<sub>1</sub>**: *T. angelicae* femelle , **A<sub>2</sub>**: *T. angelicae* mâle, **B**: *P. volucre* femelle, **C**: *A. suspensus*, **D**: *A. vitrix*, **E**: *C. clavata* (Halimi, 2010).

## 4.2 Répartition des parasitoïdes par cultures

### 4.2.1 Résultats

Dans cette partie, il est présenté les cultures, les pucerons, les localités et les Hyménoptères rencontrées dans la région d'étude. Les prospections hebdomadaires effectuées dans les différentes localités ont permis d'établir le tableau 7.

**Tableau 7:** Répartition des Hyménoptères parasitoïdes rencontrés par cultures et par localités dans la région d'étude en 2009 / 2010.

Cultures	Pucerons	Parasitoïdes	Localités
<i>Citrullus vulgaris</i> (Pastèque)	<i>Aphis gossypii</i>	Aucun parasitoïde	Sidi okba
<i>Citrus limonum</i> (Citronnier)	<i>Aphis gossypii</i>	<i>L. testaceipes</i>	Biskra
	<i>Aphis spiraeicola</i>	<i>D. rapae</i>	Branis
<i>Citrus reticulata</i> (Mandarinier)	<i>Aphis gossypii</i>	<i>L. testaceipes</i>	Biskra
	<i>Aphis spiraeicola</i>	Aucun parasitoïde	Chetma
<i>Citrus sinensis</i> (Oranger)	<i>Aphis spiraeicola</i>	<i>A. matricariae</i>	Biskra
		<i>A. transcaspicus</i>	Biskra
		<i>L. testaceipes</i>	Biskra
		<i>T. angelicae</i>	Biskra
	<i>Aphis gossypii</i>	<i>D. rapae</i>	Biskra
	<i>A. testaceipes</i>	Biskra	
<i>Curcubita pepo</i> (Courgette)	<i>Aphis gossypii</i>	<i>A. matricariae</i>	M'ziraa et Guerta
<i>Cucumis melo</i> (Melon)	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphidius</i> spp.	Sidi okba
<i>Cucumis sativus</i> (Concombre)	<i>Aphis gossypii</i>	Aucun parasitoïde	Lioua
<i>Cydonia oblonga</i> (Cognassier)	<i>Aphis spiraeicola</i>	Aucun parasitoïde	Branis
<i>Cynara scolymus</i> (Artichaut)	<i>Aphis gossypii</i>	<i>A. matricariae</i>	Sidi okba
		<i>D. rapae</i>	Sidi okba
	<i>P. volucre</i>	Sidi okba	
	<i>Brachycaudus cardui</i>	<i>A. matricariae</i>	Guerta
<i>Capitophorus eleagni</i>	<i>A. matricariae</i>	Guerta	
<i>Lactuca sativa</i> (Laitue)	<i>Aphis solani</i>	Aucun parasitoïde	Ouled Djellel
<i>Lawsonia inermis</i> (Henné)	<i>Capitophorus eleagni</i>	<i>A. matricariae</i>	Biskra
<i>Malus communis</i> (Pommier)		<i>A. matricariae</i>	Branis
		<i>L. testaceipes</i>	Branis
<i>Eriobotria japonica</i> (Néflier)	<i>Aphis gossypii</i>	Aucun parasitoïde	Chetma
<i>Pyrus communis</i> (Poirier)		<i>A. matricariae</i>	Branis
		<i>L. testaceipes</i>	Branis
	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	<i>A. ervi</i>	Sidi okba



<i>Pisum sativum</i> (Pois)	<i>Brevicoryne brassicae</i>	<i>A. matricariae</i> <i>D. rapae</i>	Sidi okba Sidi okba
<i>Phaseolus vulgaris</i> (Haricot)	<i>Aphis gossypii</i>	<i>A. matricariae</i>	M'zira
<i>Punica granatum</i> (Grenadier)	<i>Aphis punicae</i>	<i>A. matricariae</i> <i>L. testaceipes</i> <i>T. angelicae</i>	Biskra Biskra Biskra
<i>Capsicum annum</i> (Poivron)	<i>Myzus persicae</i>	Aucun parasitoïde	Ain naga
<i>Solanum lycopersicum</i> (Tomate)	<i>Aphis gossypii</i>	Aucun parasitoïde	Ain naga
<i>Triticum durum</i> (Blé dur)	<i>Aphis gossypii</i>	<i>A. matricariae</i>	Sidi okba
	<i>Brachycaudus cardui</i>	<i>A. matricariae</i>	Sidi okba
	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Aucun parasitoïde	Sidi okba
	<i>Rhopalosiphum padi</i>	<i>A. matricariae</i>	Sidi okba
	<i>Sitobion fragariae</i>	<i>A. matricariae</i>	Sidi okba
<i>Vicia fabae</i> (Fève)	<i>Aphis carceivora</i>	<i>A. ervi</i>	Sidi okba
		<i>A. matricariae</i>	Sidi okba
		<i>A. transcaspicus</i>	Sidi okba
		<i>P. volucre</i>	Sidi okba

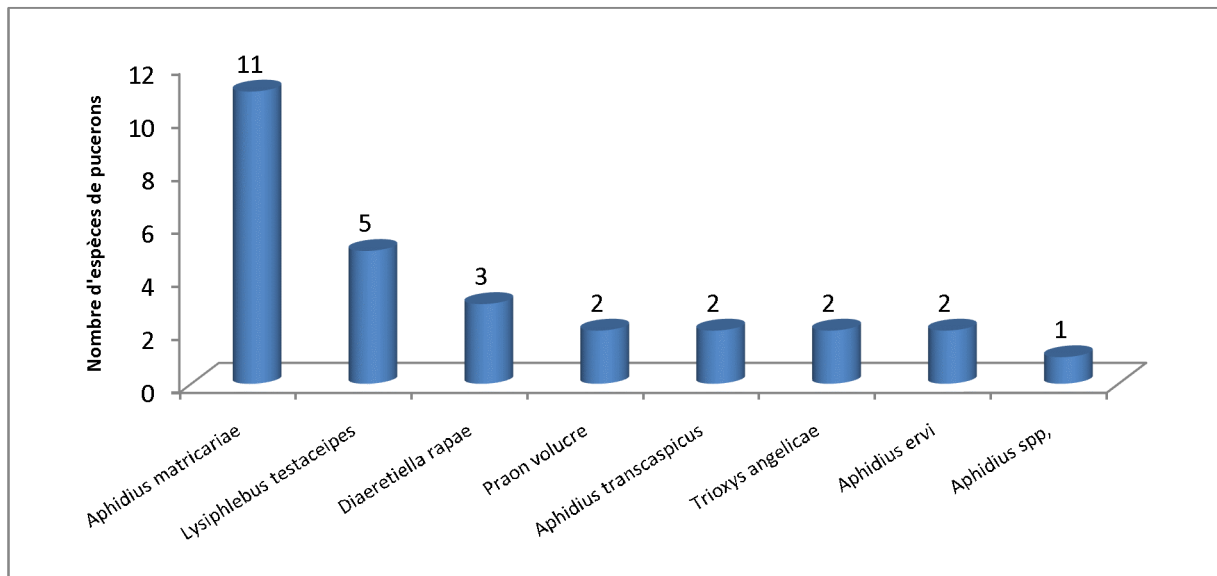
Il est remarqué que certaines espèces sont très polyphages (Figure 20), c'est le cas d'*A. matricariae* qui a été collecté à partir des momies de 11 espèces aphidiennes appartenant aux genres *Aphis*, *Brachycaudus*, *Brevicoryne*, *Capitophorus*, *Dysaphis*, *Rhopalosiphum* et *Sitobion*.

Parmi les 11 espèces de pucerons parasitées par *Aphidius matricariae*, il y a ceux inféodées aux arbres fruitiers, aux cultures maraichères et au blé dur.

Avec 5 espèces aphidiennes parasitées, *Lysiphlebus testaceipes* a occupé le deuxième rang suivi par *Diaeretiella rapae* (3 aphides) et enfin *Trioxys angelicae* avec seulement 2 espèces.

Il est à signaler, que malgré la présence aphidienne sur certaines cultures, aucune trace de parasitisme n'a été observée. C'est le cas de la pastèque, concombre, laitue, poivron, tomate, cognassier et néflier. Par ailleurs, sur d'autres cultures, les colonies aphidiennes ont attiré plusieurs parasitoïdes. C'est le cas de l'oranger, citronnier, pommier, poirier, grenadier, pois, fève et enfin le blé dur.





**Figure 20:** Nombre d'espèces de pucerons parasitées par chaque parasitoïde inventoriée dans la région d'étude.

#### 4.2.2 Discussion

Toutes les espèces Hyménoptères rencontrées dans la région d'étude ont été déjà signalées dans la région méditerranéenne par Sary *et al.* (1971) ; Sary (1979) ; Sary et Sekkat (1987) ; Ben Halima et Ben Hammouda (2005).

La large distribution des espèces appartenant aux genres *Aphidius* et *Lysiphlebus* à travers le monde est liée à leur pouvoir d'adaptation aux fluctuations climatiques (Sary *et al.*, 1975). Ce qui explique probablement la présence de 5 espèces appartenant au premier genre dans la région d'étude. Malgré l'aridité du climat de la région, ces parasitoïdes ont pu s'installer. Ils ont été collectés sur des cultures sous jacentes mais également sur des cultures de plein champ exposés directement aux aléas climatiques.

Les résultats obtenus montrent que c'est le genre *Aphidius* qui occupe une large aire de distribution à travers la région de Biskra. L'espèce *A. matricariae* a été trouvée dans les 5 localités explorées sur 11 aphides inféodés à des cultures de différentes strates. C'est une espèce très polyphage parvenue probablement de l'Inde ou du Pakistan du nord, mais maintenant elle se trouve en Amérique du Nord et du Sud, en Australie, sur le continent européen (Sary, 1975 cité par Tahriri *et al.*, 2007) et le pourtour méditerranéen (Sary *et al.*, 1971, 1973).

L'espèce *Aphidius ervi* est un parasitoïde polyphage et cosmopolite (Marsh, 1977 cité par He et Wang, 2006) s'attaquant à un grand nombre de pucerons sur des récoltes

économiquement importantes, telles que, les légumineuses et les céréales (Du *et al.*, 1998 ; Sary, 1973 cité par He et Wang, 2008 ; Sary, 1978, Powell, 1982 cités par He et Wang, 2008 ; He *et al.*, 2004 ; Pinnachio, 1990 cités par Guerrieri *et al.*, 1997). Dans la région d'étude, elle a été collectée seulement à partir des momies d'*Acyrtosiphon pisum* et d'*Aphis craccivora*. C'est un parasitoïde d'origine paléarctique (Sary, 1970) associée dans son origine aux pucerons *Acyrtosiphon pisum*, *Macrosiphum euphorbiae* et *Aulacorthum solani* (Takada et Tada, 2000, Takada, 2002 cités par Kos *et al.*, 2009). D'après Tomanovic *et al.* (2003) et Wei *et al.* (2005), *Acyrtosiphon pisum* est l'hôte potentiel d'*A. ervi*.

L'espèce *Aphidius transcaspicus* est très fréquente dans la région méditerranéenne (Sary, 1979), à Biskra, elle a été collectée à partir des momies d'*Aphis craccivora* et d'*A. spiraeicola*.

L'espèce *Aphidius colemani* n'a été trouvée dans la région d'étude que sur *Aphis nerii* inféodé seulement à *Nerium oleander*. Cette plante ornementale est très fréquente sur les bordures des cultures et qui peut servir comme plante refuge à ce parasitoïde et à partir de là il peut s'installer sur les pucerons des cultures, en particulier, les pucerons des arbres fruitiers (Abbès, 2009). D'après Messing et Rabasse, (1995), cette espèce est généraliste. Sary (1975) cité par Messing et Rabasse (1995) ; Lo Pinto *et al.* (2004), l'ont mentionné en Asie centrale, en région méditerranéenne, en Afrique, en Australie et en Amérique du Nord et du Sud.

Le genre *Lysiphlebus*, est représenté par l'espèce *L. testaceipes*. Cet Hyménoptère a été isolé à partir des momies des pucerons inféodés aux arbres fruitiers. C'est un parasitoïde d'origine néarctique (Sary, 1976, Sary *et al.*, 1977, 1978 cités par Costa et Sary, 1988 ; Mackauer et Sary, 1967 cités par Carver, 1984 et Jones, 2005), très polyphage et qui a une gamme extrêmement large d'hôtes (Sary, 1975, Mackauer et Sary, 1967 cités par Lo Pinto *et al.*, 2004 et Guerrieri *et al.*, 1997; Carver, 1984). Il peut parasiter jusqu'à 79 espèces appartenant à 32 genres de pucerons, dont 41% des ces pucerons font partie du genre *Aphis* (Carver, 1984 ; Carver et Franzmann, 2001). Dans la région d'étude, *L. testaceipes* a parasité 5 aphides dont 3 espèces font partie du genre *Aphis*. Ce parasitoïde a été introduit pour la lutte biologique contre de différentes espèces de pucerons dans de nombreuses régions du monde, y compris en France contre les pucerons des agrumes (Sary, 1976, Sary *et al.*, 1977 et 1987 cités par Costa et Sary, 1988).

Le genre *Diaeretiella* est représenté par l'espèce *D. rapae*, un parasitoïde cosmopolite d'origine paléarctique (Hafez, 1961). C'est une espèce généraliste (Antolin *et al.*, 2006) qui

s'attaque à plus de 60 espèces de pucerons mais seulement 5 ou 6 espèces lui sont spécifiques (Mackauer et Sary, 1967, Nemeč et Sary, 1994, Picke *et al.*, 1999 cités par Antolin *et al.*, 2006). Ce parasitoïde tend à se spécialiser aux pucerons des Crucifères (Costello et Altieri, 1995 ; Langhof *et al.*, 2005). Dans la région d'étude, *D. rapae* a été récolté à partir des momies d'*Aphis nerii* et *A. spiraeicola*, *A. gossypii* et *Brevicoryne brassicae*.

Dans la région d'étude, le parasitoïde *Trioxys angelicae* a émergé à partir des momies d'*A. spiraeicola* et *A. punicae* inféodés aux arbres fruitiers. D'après Liepert et Dettner, (1993) ; Kavallieratos *et al.* (2001) ; Rakhshani *et al.* (2005) ; Sary *et al.* (2001), Kavallieratos et Lykourssis (1999) cités par Rakhshani *et al.* (2007), c'est une espèce très abondante et généraliste, parasitant plusieurs espèces de pucerons. D'après Kavallieratos *et al.* (2004a), *T. angelicae* et *A. colemani* sont les deux espèces les plus abondantes sur le puceron du coton *A. gossypii*.

Le parasitoïde *Praon volucre* est le seul représentant de son genre dans la région d'étude. Il a exprimé une préférence pour les aphides du genre *Aphis*. Effectivement, il a été collecté à partir des momies d'*Aphis craccivora* sur la fève et des momies *Aphis gossypii* sur les différentes cultures maraichères. *P. volucre* est une espèce d'origine paléarctique (Sary, 1979 ; Carver, 1984), possédant une large gamme de plantes hôtes (Mackauer, 1959 cité par Carver, 1984). Il a été enregistré sur 90 hôtes appartenant à 35 genres différents (Carver, 1984). Il a l'aptitude de changer son spectre d'hôtes selon les conditions environnementales (Sary, 1970). D'après toujours Sary (1970), *P. volucre* peut apparaître vers la fin du printemps et début de l'été pour remplacer *Lysiphlebus fabarum*. À l'arrivée de l'automne, *T. angelicae* peut intervenir à son tour pour remplacer *P. volucre*.

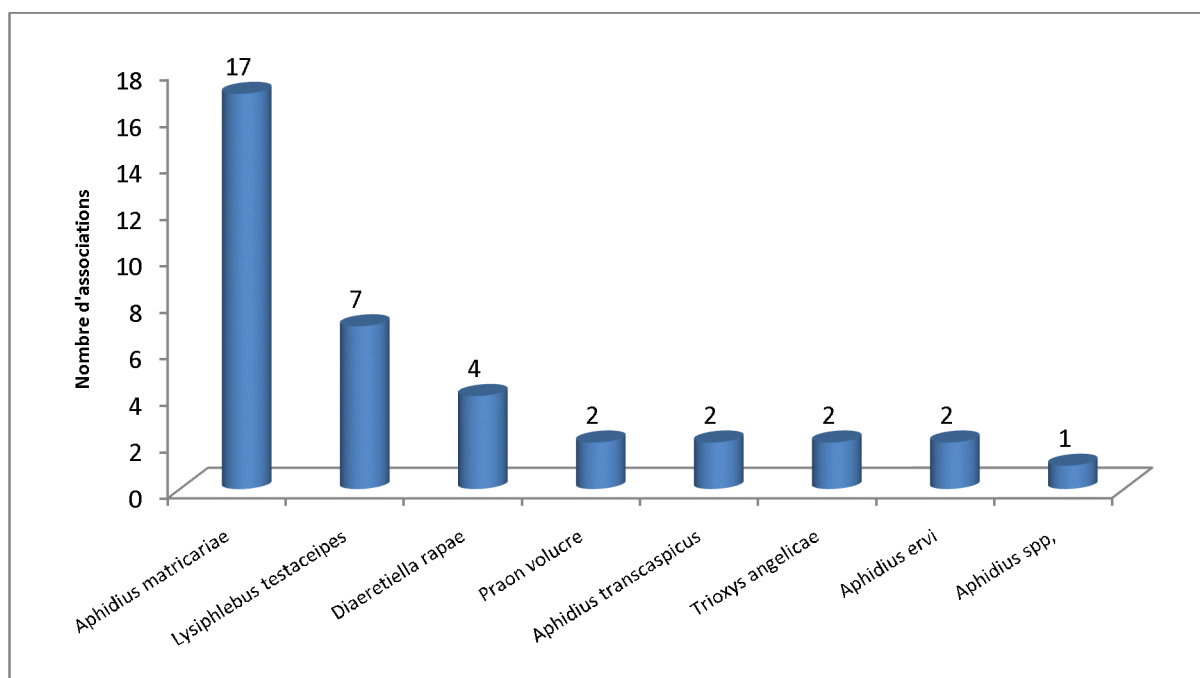
### **4.3 Relations tri-trophiques : plante-puceron-parasitoïde**

#### **4.3.1 Résultats**

Au terme de cette étude réalisée dans la région de Biskra, il est constaté que les 8 espèces de parasitoïdes primaires sont collectées à partir des momies de 12 espèces Aphidiennes installées sur 14 espèces cultures appartenant à 8 familles botaniques. Un nombre de 37 associations tri-trophiques: plante-puceron-parasitoïde sont notées. La répartition de ces relations en fonction des 3 niveaux trophiques est motionnée sur le tableau 8 et la figure 21.

**Tableau 8:** Les différentes relations tri-trophiques parasitoïde-puceron-plante hôte rencontrées dans la région de Biskra

Parasitoïde	Puceron	Plante	Famille
<i>A. ervi</i>	<i>A. pisum</i>	<i>Pisum sativum</i>	Fabaceae
	<i>A. craccivora</i>	<i>Vicia fabae</i>	Fabaceae
<i>A. matricariae</i>	<i>A. craccivora</i>	<i>Vicia fabae</i>	Fabaceae
	<i>A. gossypii</i>	<i>Cynara scolymus</i>	Asteraceae
		<i>Curcubita pepo</i>	Cucubitaceae
		<i>Curcubita pepo</i>	Cucubitaceae
		<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae
		<i>Triticum durum</i>	Poaceae
		<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
		<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae
		<i>Pisum sativum</i>	Fabaceae
		<i>Cynara scolymus</i>	Asteraceae
		<i>Triticum durum</i>	Poaceae
		<i>Cynara scolymus</i>	Asteraceae
		<i>Lowsonia inermis</i>	Lythraceae
		<i>Malus communis</i>	Rosaceae
	<i>Pyrus communis</i>	Rosaceae	
	<i>R. padi</i>	Poaceae	
	<i>S. fragariae</i>	<i>Triticum durum</i>	Poaceae
<i>A. transcaspicus</i>	<i>A. craccivora</i>	<i>Vicia fabae</i>	Fabaceae
	<i>A. spiraeicola</i>	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae
<i>Aphidius</i> spp.	<i>A. gossypii</i>	<i>Cucumis melo</i>	Cucubitaceae
<i>D. rapae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Cynara scolymus</i>	Asteraceae
	<i>A. spiraeicola</i>	<i>Citrus limonum</i>	Rutaceae
	<i>B.brassicae</i>	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae
		<i>Pisum sativum</i>	Fabaceae
<i>L. testaceipes</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae
		<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae
		<i>Citrus limonum</i>	Punicaceae
	<i>A. punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	Rutaceae
	<i>A. spiraeicola</i>	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae
	<i>D. plantaginea</i>	<i>Malus communis</i>	Rosaceae
	<i>D. pyri</i>	<i>Pyrus communis</i>	Rosaceae
<i>T. angelicae</i>	<i>A. punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
	<i>A. spiraeicola</i>	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae
<i>P. volucre</i>	<i>A. craccivora</i>	<i>Vicia fabae</i>	Fabaceae
	<i>A. gossypii</i>	<i>Cynara scolymus</i>	Asteraceae



**Figure 21:** Nombre d'associations établies par les parasitoïdes dans la région d'étude

#### 4.3.2 Discussion

Les résultats rapportés sur le tableau 8, ont permis de dresser un total de 37 associations tri-trophiques en milieu cultivé de la région de Biskra.

A Biskra, l'espèce *A. matricariae* a formé 17 associations avec les cultures prospectées et leurs pucerons (Figure 21). Il a été trouvé sur tous les pucerons à l'exception d'*Acyrtosiphon* inféodé à *Pisum sativum* (Figure 22 A, B et C). Ce parasitoïde a été déjà signalé dans plusieurs pays méditerranéens et en particulier en Tunisie où il a été récolté à partir des momies d'*Aphis nerii*, *A. gossypii*, *Myzus persicae* et *Toxoptera aurantii* (Ben Halima et Ben Hammouda, 2005). Ailleurs, il a été trouvé en Bulgarie sur *M. persicae* (Atanassova, 1997), en Serbie également sur *M. persicae* (Tomanovic *et al.*, 2003) et en Iran sur *Aphis gossypii* et *A. craccivora* (Talebi *et al.*, 2009 ; Fallahzadeh et Saghaei, 2010). Il a été également signalé en Turquie par Aslan *et al.* (2004) ; Erdogan *et al.* (2008), en Grèce par Kavallieratos *et al.* (2001), en France par Stary *et al.* (1971, 1973 et 1975), en Argentine par Andorno *et al.* (2007), au Brésil par Stary *et al.* (2007) et en Chine par Wei *et al.* (2005).

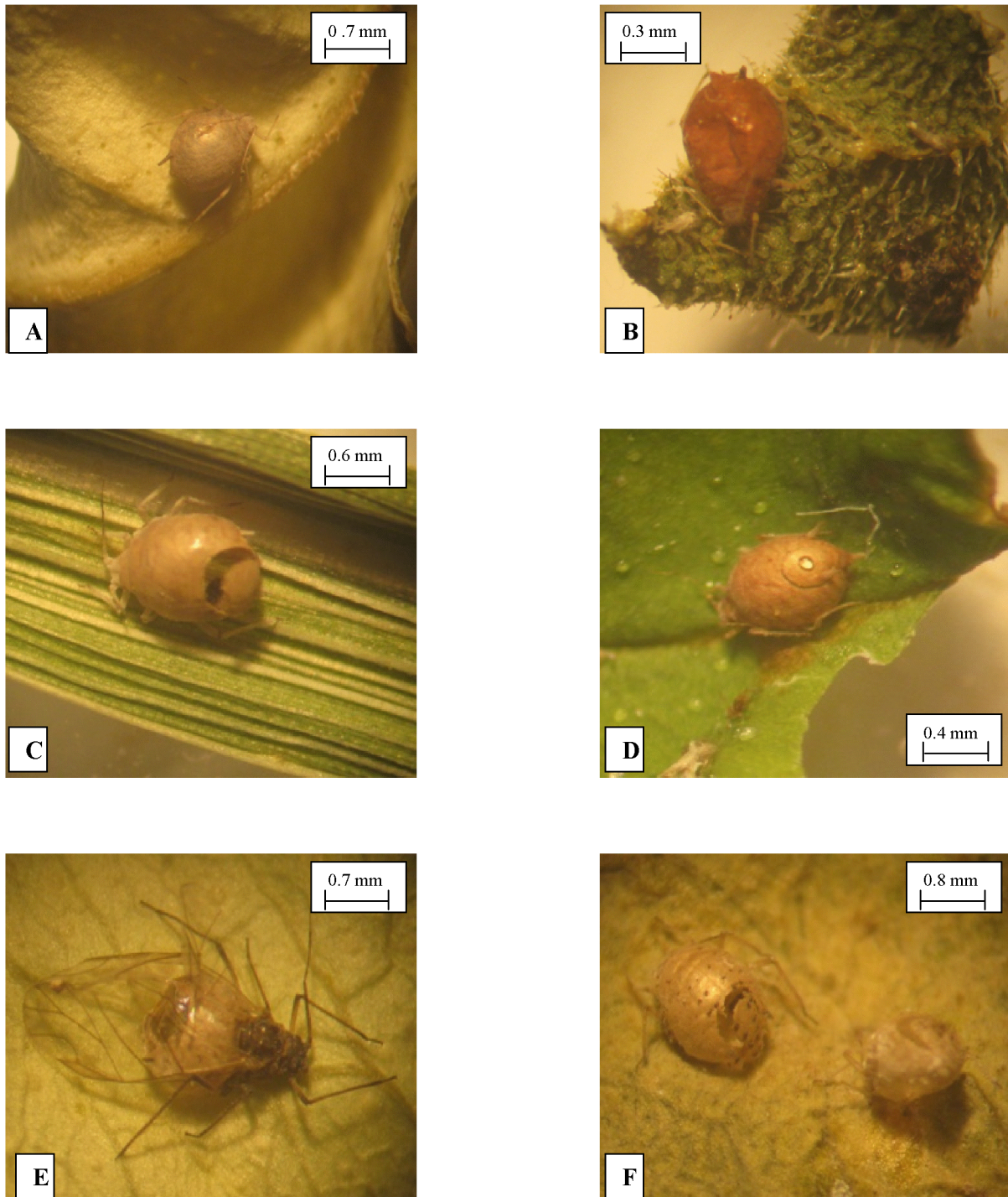
Le parasitoïde *L. testaceipes*, qui occupe le deuxième rang (7 associations), n'a été trouvé que sur les pucerons inféodés aux arbres fruitiers (5 espèces). Il s'agit d'*Aphis gossypii* sur *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Citrus limonum*, d'*Aphis punicae* sur *Punica granatum* (Figure 22D), d'*Aphis spiraeicola* sur *Citrus sinensis*, de *Dysaphis pyri* sur *Pyrus communis* et

enfin *Dysaphis plantaginea* sur *Malus communis*. D'après Craver et Franzmann, (2001), *L. testaceipes* est un parasitoïde très polyphage et très efficace contre les pucerons du genre *Aphis*. *L. testaceipes* est l'espèce la plus abondante sur le puceron du citronnier (Kavallieratos *et al.*, 2004a).

L'espèce, *L. testaceipes* a été trouvée également à Batna (Khenissa, 2009 ; Ghodbane, 2009 ; Marouani, 2009, Abbès, 2009 ; Benferhat, 2010). Bien que c'est un parasitoïde néarctique, il est devenu le plus dominant à travers le monde (Sary *et al.*, 1988 cités par Rouabah, 2008). Il a été introduit dans les années 1970 pour lutter contre le puceron des agrumes *Toxoptera aurantii* en France à partir de Cuba. Par la suite, il a gagné presque tous les pays du bassin Méditerranéen (Chayappe-Buchmann, 2006). D'après Carver (1984) ; Carver et Franzmann (2001), ce parasitoïde est peu spécifique et capable d'attaquer de très nombreuses espèces de pucerons. Il a été recensé chez au moins 79 espèces, de 32 genres différents. Dans la région d'étude, il a exprimé une préférence aux genres *Aphis* et *Dysaphis*. A travers le monde, son aire de répartition s'étant de l'Amérique centrale jusqu'à l'Amérique du sud (Makauer et Sary 1967 cités par Miller *et al.*, 2002). Van Steenis (1994) cité par Lopes (2007) a estimé sa fécondité moyenne à 150 œufs par femelle.

Ce parasitoïde est déjà signalé en France en 1973 (Sary *et al.*, 1975), en Italie en 1977 (Tremblay *et al.*, 1978 cités par Costa et Sary, 1988), en Espagne en 1982 (Sary *et al.*, 1985 cités par Costa et Sary, 1988), au Portugal en 1985 (Costa et Sary, 1988), en Grèce (Costa et Sary, 1988 ; Kavallieratos *et al.*, 2001), en Iran (Fallahzadeh et Saghaei, 2010), en Argentine en 1984 (Botto *et al.*, 1991), au Brésil (Sary *et al.*, 2007), au Guadeloupe (Sary *et al.*, 1985) et en Chine (Wei *et al.*, 2005). Bien que cette espèce a été détectée dans plusieurs régions du monde mais ils préfèrent les régions côtières (environ 150 m d'altitude) et il peu abondant en altitude (700 m) (Sary *et al.*, 2004).

L'espèce *D. rapae* a formé 4 associations. Il a pu s'attaquer à *Aphis spiraeicola* sur *Citrus limonum* et *Citrus sinensis* (Figure 22E), ainsi qu'*Aphis gossypii* sur *Cynara scolymus* et enfin à *Brevicoryne brassicae* inféodé à *Pisum sativum* (Figure 22F). Malgré sa polyphagie, ce parasitoïde exprime une préférence à l'égard du puceron cendré du chou *B. brassicae* (Costello et Altieri, 1995 ; Langhof *et al.*, 2005 ; Wei *et al.*, 2005) et du puceron vert du pêcher *Myzus persicae* (Sary, 1970 ; Costello et Altieri, 1995; Kavallieratos *et al.*, 2004a ; Wei *et al.*, 2005; Vorburger *et al.*, 2008). Il est considéré par de nombreux auteurs comme un



**Figure 22:** Quelques momies des pucerons rencontrés sur les différentes cultures dans la région d'études : **A** : *A. matricariae* sur *A. spiraeicola* inféodé à *Citrus sinensis*, **B** : *A. matricariae* sur *A. gossypii* inféodé à *Curcubita pepo*, **C** : *A. matricariae* sur *A. gossypii* inféodé à *Triticum durum*, **D** : *L. testaceipes* sur *A. punicae* inféodé à *Punica granatum*, **E** : *D. rapae* sur *A. spiraeicola* inféodé à *Citrus limonum*, **F** : *D. rapae* sur *B. brassicae* inféodé à *Pisum sativum* (Halimi, 2010).



important parasitoïde dans la lutte biologique contre les pucerons du chou (Hagen et Van den Bosch, 1968 cités par Zhang et Hassan, 2003).

Par ailleurs, l'espèce *D. rapae* a été déjà signalée dans la région méditerranéenne, notamment, par Sary et Sekkat (1987) au Maroc sur *B. brassicae*, *M. persicae* et *R. maidis*, par Aslan *et al.* (2004) en Turquie et par Sary *et al.* (1971, 1973, 1975) en France. Elle est également notée en Iran par Fallahzadeh et Saghaei (2010), en Bulgarie par Atanassova (1997), en Argentine par Andorno *et al.* (2007), au Brésil par Sary *et al.* (2007), en Chine par Wei *et al.* (2005) et au Taiwan par Chou (1981).

L'espèce *T. angelicae* est un parasitoïde généraliste s'attaquant à plusieurs espèces de pucerons (Liepert et Dettner, 1993 ; Kavallieratos *et al.*, 2001 et 2004a ; Rakhshani *et al.*, 2005 ; Sary *et al.*, 2001, Kavallieratos et Lykouressis, 1999 cités par Rakhshani *et al.*, 2007). Elle a été déjà observée par Ben Halima et Ben Hammouda (2005) en Tunisie sur *Aphis citricola*, *A. nerii*, *Myzus persicae* et *Toxoptera aurantii*, en France par Sary *et al.* (1971, 1973, 1975), en Bulgarie sur *A. Pomi* par Atanassova (1997), en Iran par Talebi *et al.* (2009) ; Fallahzadeh et Saghaei (2010), en Turquie par Aslan *et al.* (2004) et Erdogan *et al.* (2008) et au Taiwan par Chou (1981).

Lors de cette étude *T. angelicae* a émergée à partir des momies d'*Aphis spiraecola* inféodé à *Citrus sinensis* et d'*A. punicae* installé sur *Punica granatum* (Figure 23A). Son absence sur les pucerons des cultures maraîchères et des grandes cultures démontre sa préférence aux pucerons des arbres fruitiers.

Les espèces *A. ervi*, *P. volucre* et *A. transcaspicus* sont très spécifiques dans la région d'étude et elles n'ont été trouvées que sur un spectre d'hôtes très restreint. Malgré que c'est parasitoïde polyphage (Sary, 1978, Powell, 1982, Pennachio, 1990 cités par Guerrieri *et al.*, 1997), *A. ervi* n'a été récoltée dans la région de Biskra qu'à partir des momies d'*A. craccivora* installé *Vicia fabae* et sur *Acyrtosiphon pisum* inféodée à *Pisum sativum* (Figure 23B). Costello et Altieri (1995) ; Wei *et al.*, (2005) ; Hougardy et Mills (2008), ont signalé de leur part que cet auxiliaire exprime une préférence à *Acyrtosiphon pisum*. Le parasitoïde *A. ervi*, a été largement utilisé en Amérique du Nord en 1959 dans la cadre de la lutte biologique contre les pucerons (Angallet et Fuester, 1977 cités par Hufbauer, 2001). Par ailleurs, il a été signalé en Slovénie pour la première fois par Kos *et al.* (2009), en Roumanie par Feraru *et al.* (2005), en Bulgarie par Atanassova (1997), en Iran par Talebi *et al.* (2009) et Fallahzadeh et Saghaei (2010), en Turquie par Erdogan *et al.* (2008), au Maroc par Sary et Sekkat (1987), en



France par Sary *et al.* (1971, 1975), en Serbie par Tomanovic *et al.* (2003), en Chine par Wei *et al.* (2005) et enfin en Tunisie par Ben Halima et Ben Hammouda (2005) où il a émergé à partir de momies de *M. persicae* et de *Macrosiphum euphorbiae* et *M. rosae*.

D'après He et Wang (2006), dans les conditions optimales, l'adulte d'*A. ervi* peut vivre de 11 à 14 jours et par conséquent la femelle peut parasiter plus de 300 pucerons au cours de sa vie reproductive.

L'autre espèce, *A. transcaspicus* est un auxiliaire potentiel des aphides des arbres fruitiers (Sary 1970). Dans la région d'étude, il a été rencontré sur *Aphis spiraeicola* inféodé à *Citrus sinensis* (Figure 23C) et sur *Aphis craccivora* installé sur *Vicia faba*. Il a été déjà signalé par Ben Halima et Ben Hammouda (2005) en Tunisie sur *Hyalopterus pruni* et *H. amygdali*, par Sary et Sekkat (1987) au Maroc sur *H. pruni*, par Kavallieratos *et al.* (2001) en Grèce sur *H. pruni*, *A. pomi* et *D. plantaginea*, par Sary et Remaudière, (1973) en Espagne sur *H. pruni*, *M. persicae* et *Nasonovia ribisnigri* et en fin par Aslan *et al.* (2004) ; Erdogan *et al.* (2008) en Turquie.

Bien qu'il soit le genre le plus riche en espèces parmi la tribu des Praini (50 espèces) (Mackauer et Sary, 1967 cités par Tomanovic *et al.*, 2006 ; Kavallieratos *et al.*, 2005), le genre *Praon* est peu présent dans la région de Biskra. L'espèce unique *P. volucre* n'a été trouvée que sur *Aphis craccivora* installé sur *Vicia fabae* (Figure 23D) et sur *A. gossypii* inféodé à *Cynara scolymus*. A travers le monde, cet auxiliaire peut parasiter plus de 90 espèces aphidiennes appartenant à plus de 35 genres (Carver, 1984).

Dans la région méditerranéenne, *P. volucre* a été enregistré au Maroc sur *M. persicae* et *Macrosiphum rosae* (Sary et Sekkat, 1987), en Tunisie sur *M. persicae*, *H. pruni*, *A. citricola* et *M. rosae* (Ben Halima et Ben Hammouda, 2005). Il a été également signalé en France par Sary *et al.* (1971, 1973, 1975), en Roumanie par Feraru *et al.* (2005), en Bulgarie par Atanassova (1997), en Turquie par Erdogan *et al.* (2008), en Iran par Rakhshani *et al.* (2005), en Grèce par Kavallieratos *et al.* (2001) et enfin au Brésil par Sary *et al.* (2007).



**Figure 23:** Quelques momies des pucerons rencontrés sur les différentes cultures dans la région d'études. **A** : *T. angelicae* sur *A. punicae* inféodé à *Punica granatum*, **B** : *A. ervi* sur *A. pisum* inféodé à *Pisum sativum*, **C** : *A. transcasicus* sur *A. spiraeicola* inféodé à *Citrus sinensis*, **D** : *P. volucre* sur *A. craccivora* inféodé à *Vicia fabae* (Halimi, 2010).

## 4.4 Relations tétra-trophiques plante-pucerons-parasitoïde-hyperparasitoïde

### 4.4.1 Résultats

Le tableau 9 présente les différentes relations tétra-trophiques obtenues lors de cette étude effectuée dans le milieu cultivé dans quelques localités de la région de Biskra durant la campagne 2009 / 2010.

Il est constaté qu'*A. matricariae* et *L. testaceipes* sont les plus touchés par l'hyperparasitisme, avec 7 relations tétra-trophiques. Ces 2 parasitoïdes primaires ont fait l'objet d'un hyperparasitisme de la part de 4 hyperparasitoïdes différents. Le parasitoïde *D. rapae* a été également attaqué par 4 hyperparasitoïdes mais il n'a formé que 5 relations tétra-trophiques. Quant à *P. volucre*, n'a été hyperparasité que lorsqu'il est installé sur *A. gossypii*.

**Tableau 9:** Les différentes relations tétra-trophiques parasitoïde-puceron-plante-Hyperparasitoïde rencontrées dans la région de Biskra.

Parasitoïde	Pucerons	Plante	Hyperparasitoïde	Localité
<i>A. matricariae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Cestrum nocturnum</i>	<i>Alloxysta vitrix</i>	Biskra
			<i>Coruna clavata</i>	Biskra
		<i>Cynara scolymus</i>	<i>Coruna clavata</i>	Sidi okba
	<i>B. brassicae</i>	<i>Pisum sativum</i>	<i>Coruna clavata</i>	Sidi okba
	<i>C. eleagni</i>	<i>Cynara scolymus</i>	<i>Asaphes suspensus</i>	Guerta
			<i>Pteromalidae</i> spp.	Guerta
	<i>D. plantaginea</i>	<i>Malus communis</i>	<i>Asaphes suspensus</i>	Branis
<i>D. rapae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Cynara scolymus</i>	<i>Coruna clavata</i>	Sidi okba
	<i>A. spiraecola</i>	<i>Citrus cinensis</i>	<i>Dendrocerus</i> spp.	Biskra
		<i>Citrus limonum</i>	<i>Pteromalidae</i> spp.	Branis
	<i>B. brassicae</i>	<i>Pisum sativum</i>	<i>Asaphes suspensus</i>	Sidi okba
			<i>Coruna clavata</i>	Sidi okba
<i>L. testaceipes</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Coruna clavata</i>	Biskra
		<i>Cestrum nocturnum</i>	<i>Alloxysta vitrix</i>	Biskra
			<i>Coruna clavata</i>	Biskra
		<i>Citrus sinensis</i>	<i>Asaphes suspensus</i>	Biskra
	<i>A. punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	<i>Coruna clavata</i>	Biskra
	<i>A. spiraecola</i>	<i>Citrus sinensis</i>	<i>Dendrocerus</i> spp.	Biskra
	<i>D. plantaginea</i>	<i>Malus communis</i>	<i>Asaphes suspensus</i>	Branis
<i>P. volucre</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Cynara scolymus</i>	<i>Coruna clavata</i>	Sidi okba

### 4.4.2 Discussion

Appelés aussi parasitoïdes secondaires, les hyperparasitoïdes peuvent occuper le 4<sup>ème</sup> niveau trophique (Buitenhuis, 2004). Pour une certaine période, la plupart des études sur les interactions n'impliquent que la plante et le phytophage (Chapin *et al.*, 2000, Loreau *et al.*,

2001, Cardinal *et al.*, 2006 cités par Araj *et al.*, 2008) et les travaux qui font introduire des communautés multi-trophiques étaient très rares, notamment, les hyperparasitoïdes (Snyder et Wise, 2001, Duffy, 2002, Paine, 1966, 2002 cités par Araj *et al.*, 2008).

Actuellement, toutes les études sur les parasitoïdes primaires accordent une grande importance au 4<sup>ème</sup> partenaire (hyperparasitoïde).

Parmi les 8 parasitoïdes primaires inventoriés dans la région d'étude, 4 ont été attaqués par au moins un hyperparasitoïde. Par ailleurs, il est remarqué que sur les 37 associations tri-trophiques plante-puceron-parasitoïde primaire notées, 16 ont favorisé l'installation des hyperparasitoïdes.

A travers, les résultats obtenus, il est clair que la plante, le puceron hôte et le parasitoïde primaire sont responsables en partie de l'installation des hyperparasitoïdes. Apparemment, certaines substances issues de l'interaction entre le 1<sup>er</sup> partenaire (plante), le 2<sup>ème</sup> partenaire (puceron) et enfin le 3<sup>ème</sup> partenaire (parasitoïde primaire) sont déterminantes pour l'activité de recherche et de l'oviposition des hyperparasitoïdes. Ce qui explique, que la même espèce de parasitoïde primaire peut être très hyperparasitée lorsqu'elle se trouve sur une plante par rapport à une autre. C'est le cas d'*A. matricariae* qui a pu établir 17 associations tri-trophiques avec les cultures et leurs aphides mais seulement 5 de ces relations ont favorisé l'installation des hyperparasitoïdes.

Il est à signaler que les 4 auxiliaires qui n'ont pas été touchés par l'hyperparasitisme à s'avoir, *A. ervi*, *Aphidius* spp., *A. transcaspicus* et *T. angelicae* sont peu présents dans la région et ils n'ont établi que peu d'associations avec les cultures et leurs aphides.

#### **4.5. Etude des parasitoïdes des pucerons trouvées sur fève et blé dur**

##### **4.5.1 Taux de parasitisme**

###### **4.5.1.1 Résultats**

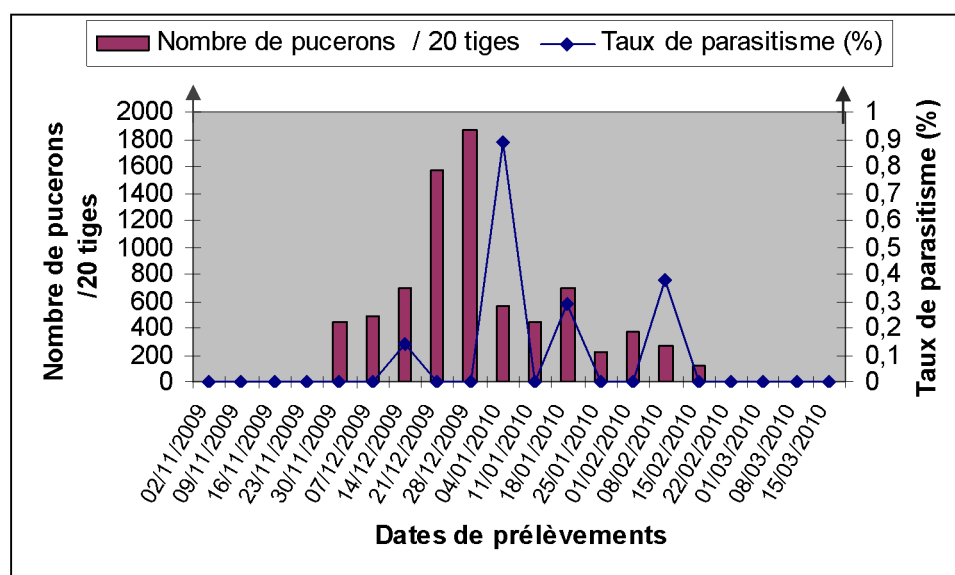
Les résultats concernant l'évolution du taux de parasitisme des différentes espèces aphidiennes rencontrées sur les cultures de fève et de blé dur dans la localité de Sidi Okba sont présentés par les tableaux 10 et 11, et la figure 24.

Concernant la fève, le taux de parasitisme enregistré sur *A. craccivora* est resté très faible malgré la croissance des colonies au fil du temps, notamment vers la fin du mois de décembre

2010. Sur blé dur, le puceron *R. maidis* n'a subi aucun parasitisme, contrairement, à *B. cardui* qui a été parasité mais d'une façon très limitée (maximum 1,89 %). Chez les autres espèces aphidiennes trouvées sur blé dur, le taux de parasitisme le plus important est noté sur *S. fragariae* (15,38%).

**Tableau 10 :** Taux de parasitisme enregistré sur *Aphis craccivora* dans une parcelle de fève à Sidi Okba durant la campagne 2009 / 2010 (total sur 20 tiges).

Date de prélèvement	Nbre total de pucerons	Nbre de momies	Taux de parasitisme (%)
2/11/2009	0	0	0
9/11/2009	0	0	0
16/11/2009	0	0	0
23/11/2009	0	0	0
30/11/2009	448	0	0
07/12/2009	488	0	0
14/12/2009	697	1	0,14
21/12/2009	1571	0	0
28/12/2009	1860	0	0
04/01/2010	557	5	0,89
11/01/2010	447	0	0
18/01/2010	693	2	0,29
25/01/2010	222	0	0
01/02/2010	364	0	0
08/02/2010	263	1	0,38
15/02/2010	119	0	0
22/02/2010	0	0	0
01/03/2010	0	0	0
08/03/2010	0	0	0
15/03/2010	0	0	0



**Figure 24 :** Taux de parasitisme par rapport à la densité du puceron *A. craccivora* sur *V. fabae*.

**Tableau 11** : Taux de parasitisme enregistré sur les 4 espèces aphidiennes trouvées sur blé dur à Sidi Okba durant la campagne 2009 / 2010 (total par 20 talles).

Pucerons		Dates		Janvier				Février				Mars	
		04	11	18	25	01	08	15	22	05	15		
<i>A.gossypii</i>	Nbre total de pucerons	0	0	0	0	0	0	0	14	23	0		
	Nbre de momies	0	0	0	0	0	0	0	01	0	0		
	Taux de parasitisme (%)	0	0	0	0	0	0	0	6,67	0	0		
<i>B.cardui</i>	Nbre total de pucerons	0	0	0	0	0	0	0	69	52	0		
	Nbre de momies	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
	Taux de parasitisme (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	1,89	0		
<i>R. maidis</i>	Nbre total de pucerons	0	0	0	87	0	0	0	0	0	0		
	Nbre de momies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Taux de parasitisme (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>R. padi</i>	Nbre total de pucerons	0	0	0	0	0	0	131	0	0	0		
	Nbre de momies	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0		
	Taux de parasitisme (%)	0	0	0	0	0	0	9,03	0	0	0		
<i>S. fragariae</i>	Nbre total de pucerons	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0		
	Nbre de momies	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0		
	Taux de parasitisme (%)	0	0	0	0	0	0	0	15,38	0	0		

#### 4.5.1.2 Discussion

Les variations des taux de parasitisme enregistrés à Sidi Okba dans les parcelles de fève et de blé dur peuvent être attribuées au puceron hôte, au support végétal, aux conditions climatiques et au parasitoïde lui-même.

Dans une étude Stary (1970) a remarqué que les taux de parasitisme les plus importants s'observent lorsque les populations aphidiennes sont peu denses. De sa part Lopes *et al.* (1990) cités par Costello et Altieri (1995) ont remarqué que le puceron du chou *Brevicoryne brassicae* est moins parasité par *D. rapae* lorsque ses colonies sont denses. Stadler *et al.* (1994) cités par Stadler (2002) ; Villagra *et al.* (2002) cités par Colinet *et al.* (2005), attribuent ce phénomène au comportement défensif de l'hôte. Ils ajoutent que dans l'interaction puceron – parasitoïde, il y a beaucoup de variations génétiques relatives aux capacités défensives de l'un ou de l'autre. Certains parasitoïdes établissent une symbiose avec des virus pour affaiblir le système immunitaire de l'hôte (Whitfield, 1992, Quicke, 1997 cités par Diego et Campos, 2001). De leur part, les pucerons s'opposent aux attaques des parasitoïdes par la libération d'une phéromone d'alarme pour inciter le reste des membres de la colonie à effectuer des mouvements brusques afin d'empêcher l'installation des parasitoïdes (Villagra *et al.*, 2002 cités par Colinet *et al.*, 2005 ; Martinou et Wright, 2007).

Sur fève et blé dur, apparemment, ce phénomène n'a pas été constaté, parce qu'il est remarqué que quelque soit la densité des colonies aphidiennes, le taux de parasitisme est resté très faible.

Par ailleurs, dans les interactions hôte-parasitoïde, le potentiel de ce dernier est déterminé par la qualité de l'hôte (Colinet *et al.*, 2005), en particulier sa taille (Kouame et Mackauer, 1991 cités par Stadler, 2002). Effectivement, Colinet *et al.* (2005), a remarqué que le temps de développement du parasitoïde étant plus long si son hôte se trouve au stade nymphale ou imaginal comparativement à l'état larvaire.

D'après Tahriri *et al.* (2007) ; Rakhshani *et al.* (2004), les jeunes des pucerons permettent d'une part au parasitoïde d'accomplir son développement et d'autre part, leur système immunitaire est peu performant. En plus, le parasitoïde qui s'installe sur un puceron adulte se trouve sensiblement concurrencer par les embryons (Colinet *et al.*, 2005).

D'après Talebi *et al.* (2006) cités par Tahriri *et al.* (2007), *A. matricariae* exprime une préférence au 3<sup>ème</sup> stade larvaire d'*Aphis gossypii*, alors que, *D. rapae* a l'aptitude de s'installer sur n'importe quel stade évolutif de son hôte (Hagvar et Hoffsvang, 1991 cités par Zhang et Hassan, 2003).

Beaucoup de travaux ont mis en évidence l'importance du système de culture dans l'équilibre herbivores- auxiliaires (Andow, 1991 ; Stelling *et al.*, 2003 cités par Lee *et al.*, 2006). Effectivement, Lee *et al.* (2006) ont remarqué que dans un système de polyculture, les auxiliaires trouvent tous leurs besoins en matière d'alimentation et d'habitat. Dans la localité de Sidi Okba, il est remarqué qu'au sein de la même exploitation, plusieurs spéculations sont pratiquées. En plus de ça, la conduite en irriguée des cultures, a favorisé une diversité des mauvaises herbes et des plantes des bordures.

Price *et al.* (1980), Vinson *et al.* (1987) cités par Bernasconi *et al.* (2001) dans plusieurs études ont démontré que les plantes peuvent activement attirer les parasitoïdes après leur infestation par les herbivores. De leur part, Bruin *et al.* (1992) et Bruin *et al.* (1995) cités par Du *et al.* (1998) ont confirmé que les volatiles émis par les plantes infestées attirent les parasitoïdes, ce qui a été, effectivement, confirmé par Merdzycki *et al.* (2002) lors de leur études sur *L. testaceipes*.

Dans les parcelles d'étude, l'installation des premières colonies et leur évolution dans le temps, notamment sur fève n'a pas stimulé l'activité des auxiliaires. Au contraire, le taux

de parasitisme est resté faible jusqu'à la fin de l'expérimentation. Il se peut que la présence de certains pucerons hôtes plus préférés sur d'autres cultures ou sur les mauvaises très proches est responsable de cette faible activité des parasitoïdes. Sur blé dur, l'infestation très tardive et la faible évolution des colonies aphidiennes dans le temps est responsable en grande partie des taux de parasitisme enregistrés.

En plus, de l'interaction plante-puceron hôte et parasitoïde, d'autres facteurs, liés à la conduite de la culture et aux conditions du milieu peuvent intervenir dans la détermination de l'activité des auxiliaires.

Les très faibles taux de parasitisme enregistrés au niveau des deux cultures, peuvent être attribués à l'application des insecticides. Dans la plupart des cas, l'agriculteur procède à ces interventions chimiques sans aucun renseignement sur l'agent causal, la dose préconisée et la période de traitement. Dans une étude, Langhof *et al.* (2003) et Wei *et al.* (2005), ont démontré que les insecticides polyvalents portent atteinte à l'équilibre biologique et tuent beaucoup d'auxiliaires. Langhof *et al.* (2005), ont remarqué de leur part que la recolonisation d'un champ par les parasitoïdes après un traitement d'insecticide, ne dépend pas seulement de la capacité de dispersion de l'auxiliaire mais également de la persistance de l'insecticide utilisé.

Sur les deux cultures, l'agriculteur a traité à plusieurs reprises avec un insecticide (Dursban) qui est très puissant et très polyvalent, qui est recommandé essentiellement pour le traitement des arbres fruitiers et le palmier dattier contre les cochenilles diaspines. Parallèlement à ça, il a intervenu avec Confidor pour détruire les colonies aphidiennes.

Les facteurs abiotiques, notamment la température, l'humidité relative de l'air et les vents peuvent avoir un effet sur la biologie des parasitoïdes et par conséquent sur le taux du parasitisme (Stary, 1970).

Au niveau du champ du blé, les premiers indices de parasitisme (momies) n'ont été observés que le 15 février 2010.

D'après Wei *et al.* (2005), l'optimum de développement chez la majorité des parasitoïdes s'observe à une température comprise entre 22 et 27°C et une humidité relative de 30 à 90. Si les températures sont trop élevées ou trop basses, la durée du développement embryonnaire et post-embryonnaire ainsi que la maturité sexuelle des adultes des parasitoïdes, vont être sensiblement allongées (Legrand *et al.*, 2004) ce qui peut expliquer en quelque sorte



leur faibles apparition, puisque les températures moyennes durant cette période sont comprises entre 12,7 C° et 18,2 C°. Dans les conditions optimales, cette durée n'est que 13 à 16 jours chez *L. testaceipes* (Matin *et al.*, 2009).

De sa part, Langer *et al.* (2004) ont montré que la majorité des parasitoïdes ne peuvent pas pondre à des températures inférieures à 10°C.

Abraham, (1975) cité par Langer *et al.* (2004) a étudié l'effet de la température sur l'activité du vol des Hyménoptères et il a fixé le seuil de 13°C pour la plupart des parasitoïdes. Il a étudié également l'influence de l'humidité relative de l'air sous des températures constantes et il a constaté une forte baisse de l'activité de ces auxiliaires en dehors de l'intervalle 25- 90 %.

Enfin, il est à signaler qu'aucune installation d'hyperparasitoïdes n'a été constatée sur fève et blé dur.

## 4.5.2 Taux d'émergence

### 4.5.2.1 Résultats

Les taux d'émergence représentés dans les tableaux 12 et 13 indiquent des pourcentages plus ou moins variables selon l'espèce Aphidienne.

Sur fève, la moitié des momies d'*Aphis craccivora* collectées durant tout le cycle de la plante a émergé et a donné naissance à 4 espèces de parasitoïdes (Tableau 12). Sur blé dur, malgré la présence de 4 espèces aphidiennes différentes, toutes les momies émergées ont donné naissance à *A. matricariae*. Le taux d'émergence était compris entre 38,46 et 100 % (tableau 13).

**Tableau 12:** Taux d'émergence des momies d'*Aphis craccivora* collectées sur fève à Sidi Okba durant la campagne 2009 / 2010 (durant tout le cycle de plante, total sur 20 tiges).

Puceron	Momies			Taux d'émergence (%)	Parasitoïde	Nombre	Taux d'émergence
	Nombre total	Non émergées	Emergées				
<i>Aphis craccivora</i>	9	4	5	55,55	<i>A. ervi</i>	2	22,22
					<i>A. matricariae</i>	1	11,11
					<i>A. transcaspicus</i>	1	11,11
					<i>P. volucre</i>	1	11,11

**Tableau 13:** Taux d'émergence des momies collectées sur blé dur à Sidi Okba durant la campagne 2009 / 1010 (durant tout le cycle de plante).

Puceron	Momies			Parasitoïde	Taux d'émergence (%)
	Nombre total	Non émergées	Emergées		
<i>A.gossypii</i>	1	0	1	<i>A.matricariae</i>	100
<i>B.cardui</i>	1	0	1	<i>A.matricariae</i>	100
<i>R. padi</i>	13	8	5	<i>A.matricariae</i>	38,46
<i>S. fragariae</i>	8	1	7	<i>A.matricariae</i>	87,50

#### 4.5.2.2 Discussion

Le taux d'émergence représente un facteur d'accroissement de la population des parasitoïdes. Toutefois, un taux d'émergence élevé reflète le niveau d'adaptation du parasitoïde dans l'aire de sa présence.

Ce taux d'émergence des parasitoïdes peut être affecté par le puceron hôte, le potentiel biotique du parasitoïde, la sex-ratio, l'hyperparasitisme (Makauer *et al.*, 1992 cités par Colinet *et al.*, 2005), la température, l'humidité relative de l'air et le couvert végétal (Stary, 1970).

Rabasse et Shalaby (1980) cités par Matin *et al.* (2009), ont constaté que le taux d'émergence d'*A. matricariae* sur *M. persicae* était très influencé par l'âge de l'hôte et par la température.

Par ailleurs, Polgar et Hardie (2000) ; Hance *et al.* (2007) ont enregistré de très faibles taux d'émergence à des températures élevées. Ils ont rendu compte que ces dernières, stimulent le système immunitaire des pucerons d'une part et d'autre part elles provoquent la quiescence d'un grand nombre de larves des parasitoïdes.

Il est remarqué que le nombre de momies collecté sur les deux cultures est très limité, c'est pour cette raison, il est difficile de porter des jugements sur les taux d'émergence obtenues.

Néanmoins, il est constaté que dans le cas des momies d'*A. craccivora* parasités par 4 hyménoptères différents, le taux d'émergence n'a pas dépassé 55,55 %. Il se peut qu'en plus de l'action des facteurs abiotiques, une sorte d'antagonisme a opposé ces 4 concurrents. Sur le

blé dur, le taux d'émergence du parasitoïde unique (*A. matricariae*) est plutôt déterminé par l'espèce aphidienne.

### 4.5.3 Sex-ratio

#### 4.5.3.1 Résultats

Sur le blé dur, le nombre de momies émergées est jugé plus ou moins suffisant pour porter un jugement sur la sex-ratio par rapport à ce qu'il a été obtenu sur la fève (Tableau 14 et 15). Sur blé dur, il est remarqué que la sex-ratio est à la faveur des femelles d'*A. matricariae* dans la plupart des cas.

**Tableau 14:** Sex-ratio des parasitoïdes émergés à partir des momies d'*A. craccivora* récoltés dans la parcelle de fève (durant tout le cycle de plante).

Parasitoïde	Puceron	Total	Mâle	Femelle	M/F
<i>A. ervi</i>	<i>A. craccivora</i>	2	1	1	1
<i>A. matricariae</i>		1	1	0	-
<i>A. transcaspicus</i>		1	0	1	0
<i>P. volucre</i>		1	0	1	0

**Tableau 15:** Sex-ratio des parasitoïdes émergés à partir des momies des 4 espèces aphidiennes installées sur blé dur (durant tout le cycle de plante).

Parasitoïde	Puceron	Nombre total	Mâle	Femelle	M/F
<i>A. matricariae</i>	<i>A. gossypii</i>	1	0	1	0
	<i>B. cardui</i>	1	0	1	0
	<i>R. padi</i>	5	1	4	0,25
	<i>S. fragariae</i>	7	4	3	1,33

#### 4.5.3.2 Discussion

Les résultats obtenus confirment que les femelles des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons sont parthénogénétiques arrhénotoques et peuvent déterminer le sexe de leur progéniture (Henkelman, 1974).

Le pouvoir des femelles de choisir de féconder ou non leurs œufs est certainement influencé par de nombreux facteurs. Parmi ces derniers, certains sont liés au parasitoïde lui-même (âge de la femelle, sa taille et la densité de la population) et d'autres au puceron hôte

(l'espèce, sa densité, sa taille et l'importance des réserves). Par ailleurs, d'autres facteurs d'ordre abiotiques peuvent intervenir dans la détermination du sexe du parasitoïde.

Concernant la densité des colonies aphidiennes, Ferriere (1965) ; Stary (1970), ont remarqué que lorsqu'elle est élevée, la femelle du parasitoïde accélère le rythme de ponte, en déposant un grand nombre d'œufs non fécondés et qui vont engendrer une descendance où les mâles sont majoritaires.

D'un autre côté, la taille de l'hôte peut affecter la sex-ratio du parasitoïde. *Matin et al.* (2009), a rendu compte que lorsque le puceron hôte est grand, la femelle pond généralement un œuf fécondé qui donnera une femelle, alors que si l'hôte est petit, l'œuf pondu ne sera pas fécondé et donnera en revanche un mâle.

En ce qui concerne les facteurs climatiques, apparemment, la température est très déterminante en matière de sex-ratio. D'après Tremblay (1964) cité par *Matin et al.* (2009), à une température élevée, la plupart des activités des parasitoïdes, comprenant l'accouplement, l'oviposition, ainsi que le vol, diminuent sensiblement. Comme conséquence à cet effet, la progéniture sera dominée par les mâles.

# *Conclusion*

## **Conclusion**

Les prospections hebdomadaires effectuées dans le milieu cultivé de Biskra, M'ziraa, Branis, Guerta, Sidi Okba, Ain Naga, Chetma, Lioua et Ouled Djellel, ont permis d'établir une liste de 14 espèces d'Hyménoptères parasitoïdes de pucerons, dont 9 sont primaires. Il s'agit d'*A. matricariae*, *A. colemani*, *A. ervi*, *A. transcaspicus*, *Aphidius* spp., *D. rapae*, *L. testaceipes*, *P. volucre* et *T. angelicae*.

Cette étude prospective a révélé également que le parasitoïde *A. matricariae* est le plus abondant et le plus dominant puisqu'il a été trouvé dans 5 localités et il a pu s'attaquer à 11 espèces aphidiennes formant ainsi 17 couples avec les pucerons inféodés aux différentes cultures de la région d'étude.

Par ailleurs, il est constaté qu'*A. matricariae* et *L. testaceipes* sont les plus touchés par l'hyperparasitisme. Chacune de ces deux espèces a établi 7 relations tétra-trophiques avec les hyperparasitoïdes rencontrés.

Les taux de parasitisme obtenus sur les pucerons installés sur fève et de blé sont qualifiés de très faibles. Cette présence limitée des parasitoïdes primaires peut être attribuée surtout à l'application des insecticides et aux facteurs abiotiques, notamment, aux conditions climatiques.

Cette étude a permis de mettre en relief la biodiversité des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons dans la région de Biskra, ainsi que leurs hôtes. Les parasitoïdes *A. matricariae* et *L. testaceipes*, par leur dominance et leur abondance, peuvent être, probablement, un moyen de lutte efficace contre les différentes espèces de pucerons et sur plusieurs cultures, à condition de renforcer leurs effectifs et leur potentiel d'action par la pratique des lâchers inondatifs.

Il est souhaitable d'encourager la polyculture dans les périmètres agricoles de la région de Biskra. Il est également intéressant d'aménager les bordures des cultures et de choisir comme brise-vents des espèces végétales nectarifères et attirantes, assurant à la fois l'alimentation et la multiplication de ces auxiliaires.

Enfin, il est souhaitable d'élargir ce travail, dans ce même contexte, sur d'autres cultures et au niveau d'autres localités ce qui permettra de s'approcher de la richesse réelle de la région de Biskra en Hyménoptères parasitoïdes de pucerons.

*Références  
bibliographiques*

1. **Abbes S. B., (2009).** *Contribution à l'étude de l'interaction tri-trophique : flore spontanée-pucerons-Hyménoptères parasitoïdes dans la région de Batna.* Mem., Ing., Agro., Batna, 37 p.
2. **Abdessemad D. F., (1998).** *Complément d'inventaire des Hyménoptères Aphidiides et contribution à l'étude biologique de Diaeretiella rapae M'int. (Hyménoptères; Aphidiidae) parasite du puceron cendre du chou Brevicoryne brassicae L. et du puceron vert du pêcher Myzus persicae Sulz. (Homoptera; Aphididae).* Mem., Ing., Inst., Agro., Blida, 109 p.
3. **Andorno A. V., Silvia N. L., and Eduara N. B., (2007).** Aphid-parasitoid association (Hemiptera: Aphididae; Hyménoptera: Braconidae: Aphidiinae) on organic vegetable crops in Los Cardales, Buenos Aires, Argentina. *Entomol., Argent.*, **66**(1-2): 171-175.
4. **Angland P., Chauveau J. F., et Maurin (1977).** Les pucerons des céréales, évolution des populations dans la région de Bordeaux 1976 : nuisibilité et sensibilité variétale. *Extrait des journées d'étude de ITCF lutte contre les maladies et les ravageurs des céréales*, 227-236.
5. **Antolin M. F., Bjorksten T. A., and Vaughn T. T., (2006).** Host-related fitness trade-offs in a presumed generalist parasitoid, *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiinae). *Ecological Entomology*, **31**: 242–254.
6. **Araj S. E., Wratten S., Lister A., and Buckley H., (2008).** Floral diversity, parasitoids and hyperparasitoids- A laboratory approach. *Basic and Applied Ecology*, **9**: 588–597.
7. **Aslan M. M., Uygun N., and Sary P., (2004).** A survey of aphid parasitoids in Kahramanmaras, Turkey (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae; and Hymenoptera: Aphelinidae). *Phytoparasitica*, **32**(3): 255-263.
8. **Atanassova P. V., (1997).** Checklist of the subfamily Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae) from Bulgaria. *Zool., Med., Leiden*, **71**(24): 287-290.
9. **Autrique A., et Ntahimpera L., (1989).** *Atlas des principales espèces de pucerons rencontrées en Afrique Sub-saharienne*, Ed. AGCD, Bruxelles, 78 p.
10. **Balthazar C. R., (1962).** The genera of parasitic hymenoptera in the Philippines. Part I. *Pacific Insects*, **4**(4): 737-771.



11. **Barahoei H., Madjdzadeh S.M., Mehrparvar M., and Stary P., (2010).** Study of *Praon* Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in south-east Iran with two new records. *Acta entomologica serbica*, **15**(1): 107-120.
12. **Benferhat S., (2010).** *Inventaire des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons dans le milieu naturel et cultivé de la région de Batna*. Mem., Ing., Inst., Agro., Batna. 42 p.
13. **Ben Halima K. M., et Ben Hammouda M. H., (2005).** A propos des pucerons des arbres fruitiers de Tunisie. *Notes fauniques de Gembloux*, **58** : 11-16.
14. **Bernal J., and Gonzalez D., (1997).** Reproduction of *Diaeretiella rapae* on Russian wheat aphid hosts at different temperatures. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **82**: 159–166.
15. **Bernasconi Ockroy M. L., Turlings T. C. J., Edwards P. J., Fritzsche-Hoballah M. E., Ambrosetti L., Bassetti P., and Dorn S., (2001).** Response of natural populations of predators and parasitoids to artificially induced volatile emissions in maize plants (*Zea mays* L.). *Agricultural and Forest Entomology*, **3**: 201-209.
16. **Blackman R.L., and Eastop V.F., (1993a).** *Aphids on the World's Trees: An Identification and Information Guide*, Ed. Wiley, London, UK. 416 p.
17. **Blackman R.L., and Eastop V.F., (1993b).** *Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide*. The Natural History Museum, London, UK. 987 p.
18. **Botto E. N., Monetti N. C., and de Saluso A. R., (1991).** Introduction, colonization and establishment of *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiinae), in Argentina. *Entomophaga*, **36**(2): 323-324.
19. **Bouchery Y., et Jacky F., (1982).** *Atlas des formes ailées des espèces courantes des pucerons*, Ed. INRA, Paris, 47 p.
20. **Brodeur J., and Rosenheim J. A., (2000).** Intraguild interactions in aphid parasitoids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **97**: 93–108.
21. **Bueno V. H. P., Carnevale A. B., and Sampaio M. V., (2002).** Host preference of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiinae) for *Myzus persicae* (Sulzer) and *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae). Proceedings of the 8th International Symposium on Ecology of Aphidophaga: *Biology, Ecology and Behaviour of Aphidophagous Insects*: 17-20.
22. **Buitenhuis R., (2004).** A comparative study of the life history and foraging behavior of aphid parasitoids. <http://archimed.bibl.ulaval.ca>.

23. **Buitenhuis R., Boivin G., Vet E. M., and Brodeur J., (2004).** 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.
24. **Carver M., (1984).** The potential host ranges in Australia of some imported aphid parasites (Hym: Ichneumonoidea: Aphidiidae). *Entomophaga*, **29**(4): 351-359.
25. **Carver M., and Franzmann B., (2001).** *Lysiphlebus Forester* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Australia. *Australian Journal of Entomology*, **40**: 198-201.
26. **Carver M., and Stary P., (1974).** A preliminary review of the Aphidiidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) of Australia and New Zealand. *Australian Journal of Entomology*, **13**: 235-240.
27. **Cassier P., Brugerolle G., Combes C., et Raibaut A., (1998).** *Le parasitisme équilibre dynamique*. Ed. Masson, Paris, 89-97.
28. **Chayappe-Buchmann S., (2006).** *Comportement d'exploitation de colonies de pucerons par un insecte parasitoïde. Estimation bayésienne de l'environnement basée sur le temps de trajet entre les colonies*. Rapport de stage, Inst., Agro., Nice, 30 p.
29. **Chou L. Y., (1981).** The genera of Aphidiidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) in Taiwan. *Jour., Agric., Res., China*, **30**(3): 308-323.
30. **Cohen J. E., Tomas Jonsson., Müller C. B., Godfray H. C. J., and Savage V.M., (2004).** Body size of hosts and parasitoids in individual feeding relationships. *PNAS*. **102**(3): 684-689.
31. **Colinet H., Salin C., Boivin G., and Hance T.H., (2005).** Host age and fitness-related traits in koinobiont aphid parasitoid. *Ecological Entomology*, **30**: 473–479.
32. **Costa A., and Stary P., (1988).** *Lysiphlebus testaceipes*, an introduced aphid parasitoid in Portugal (Hymenoptera: Aphidiinae). *Entomophaga*, **33**(4): 403-412.
33. **Costello M.J., and Altieri M. A., (1995).** Abundance, growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on broccoli grown in living mulches. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **52**: 187-196.
34. **Devi P. B., and Singh T. K., (2007).** Studies on the morphometry of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Entomological Research*, **37**: 81-85.

35. **Diego F., and Campos M., (2001).** Lista de los Géneros de Avispas Parasitoides Braconidae (Hymenoptera : Ichneumonoidea) de la Región Neotropical. *Biota colombiana*, **2** (3): 193 - 232.
36. **DSA (2010).** Bilan de la campagne agricole 2009-2010, wilaya de Biskra.
37. **Du Y., Poppy G. M., Powell W., Picket J. A., Wadhams L. J., and Woodcock C. M., (1998).** Identification of semio-chemicals released during aphid feeding that attracts parasitoid *Aphidius ervi*. *Journal of chemical ecology*, **24**(8): 1355-1368.
38. **Dubuffet A., (2006).** *Variation intra-spécifique de résistance et de virulence dans un système hôte-parasitoïde : Approche intégrative de la spécificité des interactions.* Thèse Doc., Univ., François Rabelais. Tours, 263 p.
39. **Erdogan O. C., Tomanovic Z., and Beyarslan A., (2008).** New aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in the region of Marmara, Turkey. *Acta entomologica serbica*, **13**(1/2): 85-88.
40. **Fallahzadeh M., and Saghaei N., (2010).** Checklist of Braconidae (Insecta: Hymenoptera) from Iran. *Munis Entomology and Zoology*, **5**(1):170-186.
41. **Feraru E., Mustata G., and Barnea O., (2005).** The diversity of parasitoids in some colonies of aphid (Homoptera: Aphididae) installed on grassy plants. *Universitatea Al. I. Cuza* 68-71.
42. **Ferriere C., (1965).** *Hymenoptera, Aphelinidae d'Europe et du bassin méditerranéen.* Ed. Masson et C<sup>ie</sup>, Paris, 199 p.
43. **Ghodbane S., (2009).** *Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons des arbres fruitiers dans la région d'El Madher (Batna).* Mem., Ing., Inst., Agro., Batna, 37 p.
44. **Godfray H. C. J., (1994).** *Parasitoids behavioral and evolutionary ecology.* Ed. Princeton university press, New Jersey, 473p.
45. **Gouinguéné S., Picket J. A., Wadhams L. J., Birkett M. A., and Turlings T. C. J., (2005).** Antennal electrophysiological responses of three parasitic wasps to caterpillar- induced volatiles from maize (*Zea mays mays*), cotton (*Gossypium herbaceum*), and cowpea (*Vigna unguiculata*). *Journal of Chemical Ecology*, **31**(5): 1023-1038.
46. **Grandgirard J., (2008).** *Localisation et exploitation des patches d'hôtes chez le parasitoïde Trybliographa rapae W (Hymenoptera: Figitidae): approche théorique et*

*application à la lutte biologique contre la mouche du chou Delia radicum L (Diptera: Anthomyiidae)*. Thèse Doc., Bio., Univ., Rennes, 191 p.

47. **Guerrieri E., Pennacchio F., and Tremblay E., (1997)**. Effect of adult experience on in-flight orientation to plant and plant-host complex volatiles in *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera, Braconidae). *Biological Control*, **10**: 159–165.
48. **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). *Bio., Sci., Agr., Ent., Cairo University .T.Pl-ziekten* **67**: 445-548.
49. **Hamadache A., et Oufroukh A., (1994)**. *Rapport de mission effectuée du 10 au 13 avril 1994 à Biskra*. Ed. ITGC et INPV, Ministère de l'Agriculture, Alger, 12 p.
50. **Hance T., Baaren J.V., Vernon P., and Boivin G., (2007)**. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. *Annu., Rev., Entomol.*, **52**: 107-126.
51. **Harvey J. A., (2005)**. Factors affecting the evolution of development strategies in parasitoid wasps: the importance of functional constraints and incorporating complexity. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **117**: 1-13.
52. **He X. Z., and Wang Q., (2006)**. Asymmetric size effect of sexes on reproductive fitness in aphid parasitoid *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Biological Control*, **36**: 293–298.
53. **He X. Z., and Wang Q., (2008)**. Reproductive strategies of *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiinae). *Biological Control*, **45**: 281–287.
54. **He X.Z., Wang Q., and Teulon D. A. J., (2004)**. Emergence, sexual maturation and oviposition of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Horticultural & Arable Entomology*, 214-220.
55. **Henkelmen D. H., (1974)**. *A study of weight variation in Aphidius smithi (Hymenoptera: Aphidiidae) a parasite of the pea aphid, Acyrthosiphon pisum (Homoptera: Aphididae)*. Mem., Mast., Scie., Bio., B. Sc., Simon Fraser University. 130 p.
56. **Hogervorst P. A. M., Wäckers F. L., and Romeis. J., (2006)**. Effects of honeydew sugar composition on the longevity of *Aphidius ervi*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **122**: 223-232.

57. **Hougardy E., and Mills N. J., (2008).** Comparative life history and parasitism of new color morph of the walnut aphid in California. *Agricultural and Forest Entomology*, **10**: 137–146.
58. **Hufbauer. R. A., (2001).** Pea aphid-parasitoid interactions: have parasitoids adapted to differential resistance? *Ecology*, **82**(3): 717–725.
59. **Hulle M., Turpeau E., Leclant F., et Rahn M., (1998).** *Les pucerons des arbres fruitiers : cycle biologique et activités de vol*, Ed. ACTA et INRA, Paris, 80 p.
60. **Hulle M., Turpeau, E., et Robert, Y., (1999).** *Les pucerons des plantes maraîchères: cycles biologiques et activités de vol. coéditions: INRA – ACTA*, 128 p.
61. **Jones D. B., (2005).** *Winter ecology of the parasitoid Lysiphlebus testaceipes (Cresson)*. Thèse Doc., Philo., Univ., Oklahoma, 145 p.
62. **Kambhampati S., Volkl W., and Mackauer M., (2000).** Phylogenetic relationships among genera of Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae) based on DNA sequence of the mitochondrial 16S rRNA gene. *Systematic Entomology*, **25**: 437-445.
63. **Karlsson D., (2003).** *Skeletal Morphology of Opius dissitus Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae)*. Examensarbete i Biologi 20p Vt-2003. Uppsala universitet (EBC), 33p.
64. **Kavallieratos N. G., Lykouressis D. P., Sarlis G. P., Stathas G. J., Sanchis Segovia A., and Athanassion C.G., (2001).** The Aphidiinae (Hymenoptera: Ichnomonoidea: Braconidae) of Greece. *Phytoparasitica*, **29**(4): 306-340.
65. **Kavallieratos N. G., Stathas G. J., and Tomanovic Z., (2004a).** Seasonal abundance of parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and predators (Coleoptera: Coccinellidae) of aphids infesting citrus in Greece. *Biologia, Bratislava*, **59**(2): 191-196.
66. **Kavallieratos N.G., Tomanovic Z., Sarlis G. P., Fasseas C., and Emmanouel E.N., (2006).** A review of the genus *Aphidius* Nees in Greece (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) with the description of a new species. *Journal of Natural History*, **40** (17–18): 1179–1197.
67. **Kavallieratos N. G., Tomanovic Z., Stary P., Athanassiou C. G., Fasseas C., Petrovic O., Stanisavljevic L. Z., and Veroniki M. A., (2005).** *Praon* Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Southeastern Europe: key, host range and phylogenetic relationships. *Zoologischer Anzeiger*, **243**: 181–209.

68. Kavallieratos N. G., Tomanovic Z., Stary P., Athanassiou C. G., Sarlis G. P., Petrovic O., Niketic M., and Veroniki M. A., (2004b). A survey of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Southeastern Europe and their aphid-plant associations. *Appl., Entomol., Zool.*, **39** (3): 527–563.
69. Kavallieratos N. G., Tomanovic Z., Stary P., and Emmanouel E. N., (2008). *Vitex Agnus Castus* and *Euphorbia characias* ssp. *Wulfenii* as reservoirs of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Florida Entomologist*, **91**(2).
70. Kazemzadeh S., Rakhshani E., Tomanovic Z., Stary P., and Petrovic A., (2009). *Areopraon lepellei* (Waterston) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae), a parasitoid of *Eriosomatinae* (Homoptera: Aphidoidea: Pemphigidae) new to Iran. *Acta entomologica serbica*, **14**(1): 55-63.
71. Khenissa N., (2009). *Contribution à l'étude des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons dans la région de Batna, de Biskra et d'El Oued*. Mem., Ing., Inst., Agro., Batna, 37 p.
72. Kos K., Tomanovic Z., Rojht H., and Trdan S., (2009). The first record of *Aphidius ervi* Haliday in Slovenia. *Acta agriculturae Slovenica*, **93**: 163 – 168.
73. Langer A., Boivin G., and Hance T., (2004). Oviposition, flight and walking capacity at low temperature of four aphid parasitoid species (Hymenoptera: Aphidiinae). *Eur., J., Entomol.*, **101**: 473–479.
74. Langhof M., Gathmann A., Poehling H. M., and Meyhöfer R., (2003). Impact of insecticide drift on aphids and their parasitoids: residual toxicity, persistence and recolonisation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **94**: 265–274.
75. Langhof M., Meyhöfer R., Poehling H. M., and Gathmann A., (2005). Measuring the field dispersal of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **107**: 137–143.
76. Larocca A., Fanti P., Romano V. A., Marsicovetere E., Isidor N., Romani R., Ruschioni S., Pennacchio F., and Battaglia D., (2007). Functional bases of host-acceptance behaviour in the aphid parasitoid *Aphidius ervi*. *Physiological Entomology*, **32**: 305–312.
77. Leclant F., (1970). Les aphides et la lutte intégrée en vergers. *Bull., Tech., Inf.*, **249** : 259-274.
78. Leclant F., (1978a). *Etude bio-écologique des aphides de la région méditerranéenne, implication agronomique*. Thèse Doc., Univ., Sci., et Tech., Longeudoc Roussillon. 318 p.

79. **Lectant F., (1978b).** *Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification, tome I, grandes cultures*, Ed. ACTA, Paris, 63 p.
80. **Leclant F., (1999).** *Les pucerons des plantes cultivées: clefs d'identification II: cultures maraîchères*. ACTA et INRA, Paris, 98 p.
81. **Lee J. C., Andow D. A., and Heimpel G., (2006).** Influence of floral resources on sugar feeding and nutrient dynamics of a parasitoid in the field. *Ecological Entomology*, **31**: 470–480.
82. **Legrand M. A., Colinet. H., Vernon P., and Gance T., (2004).** Autumn, winter and spring dynamics of Aphid *Sitobion avenae* and parasitoid *Aphidius rhopalosiphii* interactions. *Ann., Appl., Biol.*, **145**: 139-144.
83. **Liepert C., and Dettner K., (1993).** Recognition of aphid parasitoids by honeydew-collecting ants: the role of cuticular lipids in a chemical mimicry system. *Journal of Chemical Ecology*, **19** (10).
84. **Lin L. Q., and Ives A. R., (2003).** The effect of parasitoid host-size preference on host population growth rates: an example of *Aphidius colemani* and *Aphis glycines*. *Ecological Entomology*, **28**: 542–550.
85. **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 Doc., Inst., Scie., et Indus., du Viv., Envir., Paris, 311 p.
86. **Lo Pinto M., Wajnberg E., Colazza S., Curty C., and Fauvergue X., (2004).** Olfactory response of two aphid parasitoids, *Lysiphlebus testaceipes* and *Aphidius colemani*, to aphid-infested plants from a distance. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **110**: 159-164.
87. **Macgillivray M E., (1979).** *Les pucerons nuisibles de la pomme de terre au Canada: cycle vital et clé d'identification*, Ministère des Approvisionnements et Services, Ottawa, 14 p.
88. **Marko M. D., Newmann R. M., and Gleason F. K., (2005).** Chemically mediated host-plant selection by the milfoil weevil: a freshwater insect-plant interaction. *Journal of Chemical Ecology*, **31**(12): 2857-2876.
89. **Marouani H., (2009).** *Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons des céréales dans la région de Ain Kercha (W.Oum El Bouaghi)*. Mem., Ing., Inst., Agro., Batna. 38 p.

90. **Martinou A. F., and Wright D. J., (2007).** Host instar and host plant effects on *Aphidius colemani*. *J., Appl., Entomol.*, **131**(9–10): 621–624.
91. **Matin S. B., Sahragard A., and Rasoolian G., (2009).** Some biological parameters of *Lysiphlebus fabarum* (Hymenoptera: Aphidiinae) a parasitoid of *Aphis fabae* (Homoptera: Aphidiidae) under laboratory conditions. *Munis Entomology and Zoology*, **4**(1):193-200.
92. **Medrzycki P., Cesari M., and Maini S., (2002).** *Lysiphlebus testaceipes* on *Aphis gossypii*: studies on remote host discrimination. *Bulletin of Insectology*, **55** (1-2): 29-33.
93. **Messing R. H., and Rabasse J. M., (1995).** Oviposition behavior of the polyphagous aphid parasitoid *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). *Agriculture, Ecosystems and Environnement*, **52**: 13- 17.
94. **Miller R. H., Pike K.S. and Stary P., (2002).** Aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae) on Guam. *Micronesica*, **34**(2): 87-370.
95. **Müller C. B., Völkl W., and Godfray H. C. J., (1997).** Are behavioral changes in parasitized aphids a protection against hyperparasitism? *Eur., J., Entomol.*, **94**: 221-234.
96. **Nicol C. M. Y., and Mackauer M., (1999).** The scaling of body size and mass in host-parasitoid association: influence of host species and stage. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **90**: 83–92.
97. **Ode P., Hopper K. R., and Coll M., (2004).** Oviposition and offspring fitness in *Aphidius colemani* parasitizing different aphid species. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **115**: 303–310.
98. **Peigler R. S., (1994).** Catalogue of parasitoids of Saturniidae of the world. *Journal of Research on the Lepidoptera*, **33**: 1-121.
99. **Perera M. R., Flores Vargas R. D., and Jones M. G. K., (2005).** Identification of aphid species using protein profiling and matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-light mass spectrometry. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **117**: 243–247.
100. **Polgar L. A., and Hardie J., (2000).** Diapause induction in aphid parasitoids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **97** : 21–27.



101. **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: étude de terrain à Madagascar et de laboratoire en France (2003).* Thèse doc., Inst., Nat., Agro., Grignon, Paris, 311 p.
102. **Rakhshani E., Talebi A. A., Kavallieratos N., and Fathipour Y., (2004).** Host stage preference, juvenile mortality and functional response of *Trioxys pallidus* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiina). *Biologia, Bratislava*, **59**(2): 197-203.
103. **Rakhshani E., Talebi A. A., Kavallieratos N. G., Rezwani A., Manzari S., and Tomanovic E., (2005).** Parasitoid complex (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) of *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera, Aphidoidea) in Iran. *J. Pest., Sci.*, **78**: 193–198.
104. **Rakhshani E., Talebi A. A., Sary P., Tomanovic Z., and Manzari S., (2007).** Aphid-parasitoid (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) associations on willows and poplars in Iran. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, **53** (3): 281–292.
105. **Rakhshani E., Tomanovic Z., Sary P., Talebi A. A., Kavallieratos N. G., Zamani A. A., and Sramenkovic S., (2008).** Distribution and diversity of wheat aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) in Iran. *Eur., J., Entomol.*, **105**: 863–870.
106. **Rao A., Vinson S. B., Gilstrap F. E., and Michels G. J., (1999).** Response of an aphid parasitoid, *Aphelinus asychis*, to its host, plant, host-plant complex and to malathion. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **91**: 449–456.
107. **Remaudiere G., Autrique A., Aymonin G., Eastop V.F., Kafurera J., Sary P., and Dedonder R., (1985).** *Contribution à l'écologie des aphides africains*, FAO, Rome, 214 p.
108. **Remaudiere G., et Secofernandez V., (1990).** *Clef pour aider à la reconnaissance des ailés de pucerons piégés en régions méditerranéennes (Homoptera, Aphidoidea)*. Vol. 1, Ed., Inst., Pasteur, Paris et Universidad de Leon, Espana, 205 p.
109. **Remini L., (2007)** *Etude faunistique, en particulier l'entomofaune du parc zoologique de Ben Aknoun.* Mem., Mag., INA., El Harrach Alger, 200 p.
110. **Riihimaki J., Vehvilainen H., Kaintaniemi P., and Koricheva J., (2006).** Host tree architecture mediates the effect of predators on herbivore survival. *Ecological Entomology*, **31** : 227–235.

111. **Robert Y., (1982).** *Place de la lutte contre les pucerons de la pomme de terre dans la lutte intégrée. IV<sup>e</sup> colloque Franco-Bulgare sur la lutte biologique et intégrée contre les ravageurs des grandes cultures, Kratmorie, Brgas, du 27 au 30 Septembre Bulgarie, 85-100.*
112. **Ronzon B., (2006).** *Biodiversité et lutte biologique: Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade.* CES Agriculture Biologique, ENITA C.
113. **Rouabah A., (2008).** *Comportement du parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera : Aphidiidae) vis-à-vis de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Homoptera : Aphididae) sur cinq variétés de pomme de terre *Solanum tuberosum* L. Mem., Mag., Entomo., App., INA. El Harrach, Alger, 111 p.*
114. **Shingleton A. W., Sisk G. C., and Stern D. L., (2003).** Diapauses in the pea aphid (*Acyrtosiphon pisum*) is a slowing but not a cessation of development. *BMC Developmental Biology* 3.
115. **Stadler B., (2002).** Determinants of the size of aphid-parasitoid assemblages. *J., Appl., Ent.,* 126: 258–264.
116. **Sтары P., (1970).** Biology of aphid parasites with respect to integrated control. *Series Entomologica. Vol 6. Dr. W. Junk B. V., publ: the Hague, the Netherlands,* 643p.
117. **Sтары P., (1979).** *Aphid parasites (Hymenoptera, Aphidiidae) of the central Asian area.* Ed, London, 113 p.
118. **Sтары P., Leclant F., et Lyon J. P., (1975).** Aphidiides (Hym) et Aphides (Hom) de Corse ; I.les Aphidiides. *Ann., Soc., Ent., Fr. (N.S.),* 11(4): 765-762.
119. **Sтары P., Lumbierres B., and Pons X., (2004).** Opportunistic changes in the host range of *Lysiphlebus testaceipes* (Cr.), an exotic aphid parasitoid expanding in the Iberian Peninsula. *J., Pest., Sci.,* 77: 139–144.
120. **Sтары P., and Remaudière G., (1973).** Some parasitoids (Hymenoptera, Aphidiidae) from Spain. *Entomophaga,* 18(3): 287-290.
121. **Sтары P., Remaudière G., et Etienne J., (1985).** Aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae) from Guadeloupe, West Indies. *Florida Entomologist,* 70(1): 178.
122. **Sтары P., Remaudière G., and Leclant F., (1971).** *Les Aphidiidae (Hym) de France et leurs hôtes (Hom, Aphididae).* Serie 5. Ed. Paris. 76 p.

123. **Stary P., Remaudière G., and Leclant F., (1973).** Nouvelles données sur les Aphidiides de France (Hym). *Ann., Soc., Ent., Fr. (N. S)*, **9(2)**: 309- 329.
124. **Stary P., Sampaio M. V., and Paes Bueno V. H., (2007).** Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, **51(1)**: 107-118.
125. **Stary P., and Sekkat A., (1987).** Parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae of pests in Morocco) *Annl., Soc., Ent., Fr., (N.S)*, **23 (2)**: 145-149.
126. **Tahriri S., Talebi A. A., Fathipour Y., and Zamani A. A., (2007).** Host stage preference, functional response and mutual interference of *Aphidius matricariae*. (Hym. Braconidae: Aphidiinae) on *Aphis fabae* (Hom. Aphididae). *Entomological Science*, **10**: 323–331.
127. **Takada H., (1968).** Aphidiidae of Japan. *Bulletin Insecta Matsumurana*, **30(2)**: 67-124.
128. **Talebi A. A., Rakhshani E., Fathipour Y., Stray P., Tomanovic Z., and Mazhar N. R., (2009).** Aphids and their parasitoids (Hym., Braconidae: Aphidiinae) associated with medicinal plants in Iran. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, **3(2)**: 205-219.
129. **Tarai N., (1995).** *Régime alimentaire de Aiolopus thalassinus (Fabricius, 1781) et Acrotylus patruelis (Herrich, Schaeffer, 1838) (Orthoptera – Acrididae) dans la région de Biskra.* Thèse Magister, Inst., Nat., Agro., EL Harrach, 90 p.
130. **Tentelier C., (2002).** *Exploitation de patchs et acquisition d'information chez un parasitoïde: le rôle de la durée de trajet entre patchs.* Mem., Stge., Inst., Nat., Rech., Agro., Univ., Nice Sophia Antipolis, 38 p.
131. **Tomanovic Z., Kavallieratos N. G., Stary P., Athanassiou C. G., Zikic V., Petrovic-Obradovic O., and Sarlis G. P., (2003).** *Aphidius* Nees Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Serbia and Montenegro: Tritrophic associations and key. *Acta entomologica serbica*, **8(1/2)**: 15-39.
132. **Tomanovic Z., Kavallieratos N. G., Stary P., Stanisavljevi L. Z., Petrovic-Obradovic O., Tomanovic S., and Milutinovic M., (2006).** Phylogenetic relationships among Praini (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) aphid parasitoids, with redescription of two species. *Insect Systematics and Evolution*, **37(2)**: 213-226.
133. **TuTiempo (2010).** <http://www.tutiempo.net/en/Weather/Biskra>.

134. **Uçkan F., and Gülel A., (2001).** The effects of cold storage on the adult longevity, fecundity and sex ratio of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym: Braconidae). *Turk., J., Zool.*, **25**: 187-191.
135. **Van Harten A., Albano Ilharco F., and Prinsen J. D., (1994).** A general guide to the aphids (Homoptera, Aphidoidea) of Yemen. *Eschborn: (GTZ) GmbH*, 73p.
136. **VanVeen F. J. F., Rajkumar A., Müller C. B., and Godfray H. C. J., (2001).** Increased reproduction by pea aphids in the presence of secondary parasitoids. *Ecological Entomology*, **26**: 425-429.
137. **Vorburger C., Gegenschatz S. E., Ranieri G., and Rodriguez P., (2008).** Limited scope for maternal effects in aphid defense against parasitoids. *Ecological Entomology*, **33**: 189–196.
138. **Wajnberg E., et Ris N., (2006).** *Parasitisme et lutte biologique*. Ed. INRA, France, 289 p.
139. **Wei J. N., Bai B. B., Yin T. S., Wang Y., Yang Y., Zhao L. H., Kuang R. P., and Xiang R. J., (2005).** Development and use of parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae and Aphelinidae) for biological control of aphids in China. *Biocontrol Science and Technology*, **15**(6): 533-551.
140. **Wu Z., and Heimpel G., (2007).** Dynamic egg maturation strategies in an aphid parasitoid. *Physiological Entomology*, **32**: 143–149.
141. **Zhang W. Q., and Hassan S. A., (2003).** Use of the parasitoid *Diaeretiella rapae* (McIntoch) to control the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L.). *J., Appl., Ent.*, **127**: 522–526.

## Résumé

Les prospections effectuées dans le milieu cultivé des localités de Biskra, M'ziraa, Branis, Guerta, Sidi Okba, Ain Naga, Chetma, Lioua et Ouled Djellel, ont permis d'établir une liste de 14 espèces de parasitoïdes des pucerons (Hymenoptera : Braconidae : Aphidiinae), dont 9 espèces sont primaires. Ces derniers sont : *Aphidius matricariae*, *A. colemani*, *A. ervi*, *A. transcaspicus*, *Aphidius* spp, *Diaeretiella rapae*, *Lysiphlebus testaceipes*, *Praon volucre* et *Trioxys angelicae*.

Cette étude prospective a révélé également que le parasitoïde *A. matricariae* est le plus abondant et le plus dominant puisqu'il a formé 17 couples avec les pucerons inféodés aux différentes cultures de la région de Biskra.

Les taux de parasitisme des pucerons dans une parcelle de fève et une autre de blé dur sont très faibles. Apparemment, les traitements chimiques, l'importance des colonies aphidiennes et les conditions climatiques sont responsables de cette présence très limitée des parasitoïdes.

**Mots-clés :** Hymenoptera, Braconidae, parasitoïdes, pucerons, milieu cultivé, Biskra

## Summary

The prospections carried out in the cultivated areas of several localities of Biskra Town, M'ziraa, Branis, Guerta, Sidi Okba, Ain naga, Chetma, Lioua and Ouled Djellel allowed the confection of a list of 14 species of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) 9 of which are primary. The latter are: *Aphidius matricariae*, *A. colemani*, *A. ervi*, *A. transcaspicus*, *Aphidius* spp, *Diaeretiella rapae*, *Lysiphlebus testaceipes*, *Praon volucre* and *Trioxys angelicae*.

This prospective study revealed that the parasitoid *A. matricariae* is the most abundant and more dominating since it formed 17 couples with aphids affecting the various cultures of the area of Biskra.

The rates of parasitism of aphids in the fields of broad bean and another of durum wheat are very weak. Apparently, the chemical treatments, the importance of the aphidiens colonies and the conditions climatic are responsible for this very limited presence of the parasitoids.

**Key words:** Hymenoptera, Braconidae, parasitoids, aphids, cultivated area, Biskra

## ملخص

الدراسة الاستطلاعية التي استهدفت الوسط الفلاحي لمختلف المناطق: بسكرة؛ المزيرة؛ برانيس؛ سيدي عقبة، عين ناقية؛ شتمة؛ ليوه و أولاد جلال سمحت بسرد قائمة متكونة من 14 نوع من طفيليات المن من بينها 9 انواع ابتدائية. هذه الأخيرة تمثلت في *A. transcaspicus*, *A. ervi*, *A. colemani*, *Aphidius matricariae*, *Trioxys angelicae* و *Praon volucre*, *Lysiphlebus testaceipes*, *Diaeretiella rapae*, *Aphidius* spp.

كشفت هذه الدراسة أيضا أن الطفيل *A. matricariae* هو الأكثر انتشارا و هيمنة؛ حيث سجل 17 زوجا مع المن المتواجد على مختلف المزروعات لولاية بسكرة.

معدلات التطفل على المن في حقل الفول و كذلك حقل القمح الصلب منخفضة جدا. يبدو أن العلاجات الكيميائية، أهمية مستعمرات حشرات المن و كذلك الظروف المناخية هي المسؤولة على هذا الوجود المحدود جدا من الطفيليات.

**كلمات المفتاح:** غشائي الأجنحة، الطفيليات، المن، الوسط الفلاحي، بسكرة.