

Chapitre IV : Résultats et Discussions

4.1. Inventaire

4.1.1. Résultats

Dans cette étude, 18 espèces d'Hyménoptères parasitoïdes sont recueillies et identifiées à partir des momies de 10 espèces. Ces espèces sont présentées dans le **tableau 5** selon la classification de **Sary (1970)** ; **Baltazar (1962)** ; **Ashmead (1904)** et **Buitenhuis et al. (2004a)**.

Les parasitoïdes primaires appartenant à la famille des Aphidiidae sont représentés par 11 espèces (*Aphidius matricariae*, *A. colemani*, *A. ervi*, *A. transcaspicus*, *Aphidius* spp., *Trioxys angelicae*, *T. acalephae*, *Diaeretiella rapae*, *Ephedrus persicae*, *Praon volucre* et *Lysiphlebus testaceipes*).

Les hyperparasitoïdes sont représentés par 7 espèces appartenant à 4 familles. Il s'agit d'*Alloxysta vitrix* (Alloxystidae), *Dendrocerus* spp. (Megaspilidae), *Syrphophagus aphidivorus* (Encyrtidae), *Asaphes* spp., *Coruna clavata*, une espèce non identifiée de la famille des Pteromalidae et finalement une espèce non identifiée de la super famille des Chalcidoidea.

Tableau 5 : Liste des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons trouvés sur les plantes ornementales plantées dans les jardins publics de la ville de Biskra en 2011.

Parasitoïdes primaires				
Super famille	Famille	Sous famille	Genre	Espèce
Ichneumonidea	Aphidiidae	Aphidiinae	<i>Aphidius</i> Nees, 1819	<i>A. matricariae</i> Haliday, 1834 <i>A. colemani</i> Viereck, 1912 <i>A. ervi</i> Haliday, 1834 <i>A. transcaspicus</i> Telenga, 1958 <i>Aphidius</i> spp.
			<i>Diaeretiella</i> Sary, 1960	<i>D. rapae</i> M'Intosh, 1855
			<i>Lysiphlebus</i> Forester, 1862	<i>L. testaceipes</i> Cresson, 1880
		Trioxynae	<i>Trioxys</i> Haliday, 1960	<i>T. angelicae</i> Haliday, 1833 <i>T. acalephae</i> Marshall, 1896
		Ephedrinae	<i>Ephedrus</i> Haliday, 1833	<i>E. persicae</i> Froggatt, 1904
		Praina	<i>Praon</i> Haliday, 1833	<i>P. volucre</i> Haliday, 1966

Hyperparasitoïdes (Suite de tableau 5)				
Super famille	Famille	Sous famille	Genre	Espèce
Chalcidoidea	Pteromalidae	/	<i>Asaphes</i> <i>Coruna</i>	<i>Asaphes</i> spp. <i>Coruna clavata</i> Boucek et Raspius, 1993 Espèce non identifiée
		Encyrtidae	/	<i>Syrphophagus</i>
	/	/	/	Espèce non identifiée
Cynipoidea	Alloxystidae	/	<i>Alloxysta</i>	<i>Alloxysta vitrix</i> Westwood
Ceraphronoidea	Megaspilidae	/	<i>Dendrocerus</i>	<i>Dendrocerus</i> spp.

4.1.2. Discussion

D'après les résultats obtenus, la famille des Aphidiidae est la plus représentée. D'après **Darsouei et al. (2011)**, cette famille est considérée comme étant la plus riche en espèces parasitoïdes des pucerons. Toutes les espèces appartenant à cette famille sont des endoparasitoïdes, solitaires et koinobiontes des pucerons (**Boivin et al., 2012** ; Kavallieratos et al., 2001 et Aslan et al., 2004 cités par **Andorno et al., 2007**). Ils sont connus dans tous les principaux habitats du monde (**Akhtar et al., 2011**), spécialement dans les zones tempérées et subtropicales de l'hémisphère Nord (**Boivin et al., 2012**).

Les Aphidiidae compte environ 50 genres et 400 espèces à travers le monde (Makauer et Stry, 1967 et Stry, 1988 cités par **Darsouei et al., 2011** ; Smith et Kambhampati, 2000 cités par **Boivin et al., 2012**).

Cette famille est représentée dans la ville de Biskra par 11 espèces appartenant à 04 sous familles et 06 genres. La sous famille des Aphidiinae est représentée par les genres *Aphidius*, *Diaeretiella* et *Lysiphlebus*. Les sous familles des Prainae (*Praon*), des Trioxynaes (*Trioxys*) et des Ephedrinae (*Ephedrus*), ne sont représentées que par un genre pour chacune d'elle.

Toutes les espèces identifiées, à l'exception de l'*Aphidius* spp. sont déjà signalées en Algérie (**Laamari et al., 2011 et 2012**), en Tunisie (**Ben Hamouda et Ben Halima, 2005**; **Boukhris-Bouhachem , 2011**) et au Maroc (**Stry et Sekkat, 1987**). Ces espèces sont également trouvées en milieu naturel (**Tahar chaouche, 2010**) et cultivé (**Halimi, 2010**) de la région de Biskra.

Le genre *Aphidius* est la plus diversifiée. Il compte dans la région d'étude 5 espèces. Il s'agit d'*Aphidius matricariae*, *A. colemani*, *A. ervi*, *A. transcaspicus* (**Figure 12**) et *Aphidius* spp. D'après Mescheloff et Rosen (1990) cités par **Kavallieratos et al. (2006)**, ce genre est le plus diversifié parmi les Aphidiinae, avec plus 70 espèces dans le monde entier.

Ce genre est suivi par *Trioxys*, avec 02 espèces (*T. angelicae* et *T. acalephae*) (**Figure 13**). Le genre *Trioxys* regroupe environ 50 espèces dans la région holarctique (**Takada, 1966**).

Le genre *Diaeretiella* est représenté par l'espèce *Diaeretiella rapae* (**Figure 13**). C'est une espèce qui a une distribution mondiale, et elle est considérée comme un parasitoïde polyphage (**Bernal et Gonzalez, 1997; Antolin et al., 2006**).

Le genre *Ephedrus* est représenté par *Ephedrus persicae* (**Figure 14**). Plusieurs espèces de ce genre sont des parasitoïdes des pucerons dans les agro-systèmes (**Tomic et al., 2005**). *Ephedrus persicae* est une espèce cosmopolite, originaire du Sud de l'Europe, et maintenant elle est distribuée dans le monde entier. Elle est commune dans la plupart des habitats et des écosystèmes dans le Sud de l'Europe, y compris les agro-systèmes des zones continentales et côtières (**Kavallieratos et al., 2008**).

Le genre *Praon* est représenté par l'espèce *Praon volucre* (**Figure 14**). Ce genre est le plus riche parmi la tribu des Praini et est l'un des plus grands genres de la sous famille des Aphidiinae (Mackauer et Sary, 1967 et Kavallieratos et al., 2005 cités par **Tomanovic et al., 2006**). *Praon volucre* est une espèce paléarctique et est il connu du Moyen-Orient, de l'Afrique du Nord, de l'Inde et de l'Asie Centrale (**Waterhouse, 1998**).

Le genre *Lysiphlebus* est représenté par *L. testaciepes* (**Figure 14**). Cette espèce est originaire des Etats-Unis (**Shufron et al., 2004**), elle a une aire de répartition qui s'étend du Nord de l'Amérique passant par l'Amérique centrale aux régions septentrionales de l'Amérique du Sud (Mackauer et Sary, 1967 et Sary, 1995 cités par **Miller, 2002**). Actuellement, elle est signalée aussi en Australie, Hawaï, en Europe et en Afrique de l'Est (**Waterhouse, 1998**).

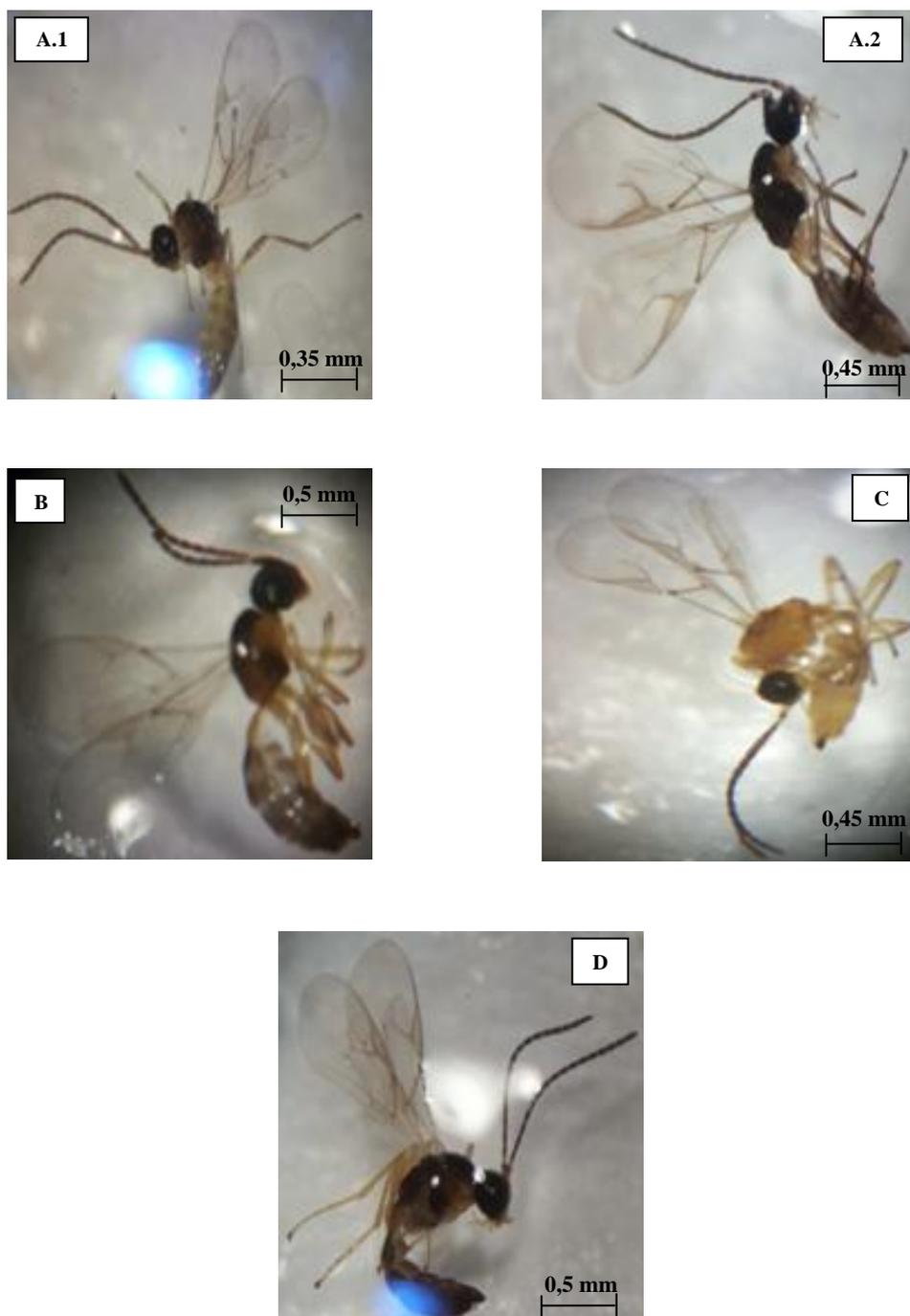


Figure 12 : Quelques espèces de parasitoïdes primaires des aphides rencontrés dans la ville de Biskra : **A.1 :** *A. colemani* (mâle), **A.2 :** *A. colemani* (femelle), **B :** *A. matricariae* (femelle), **C :** *A. transcaspicus* (femelle), **D :** *A. ervi* (femelle), (Photos personnelles).

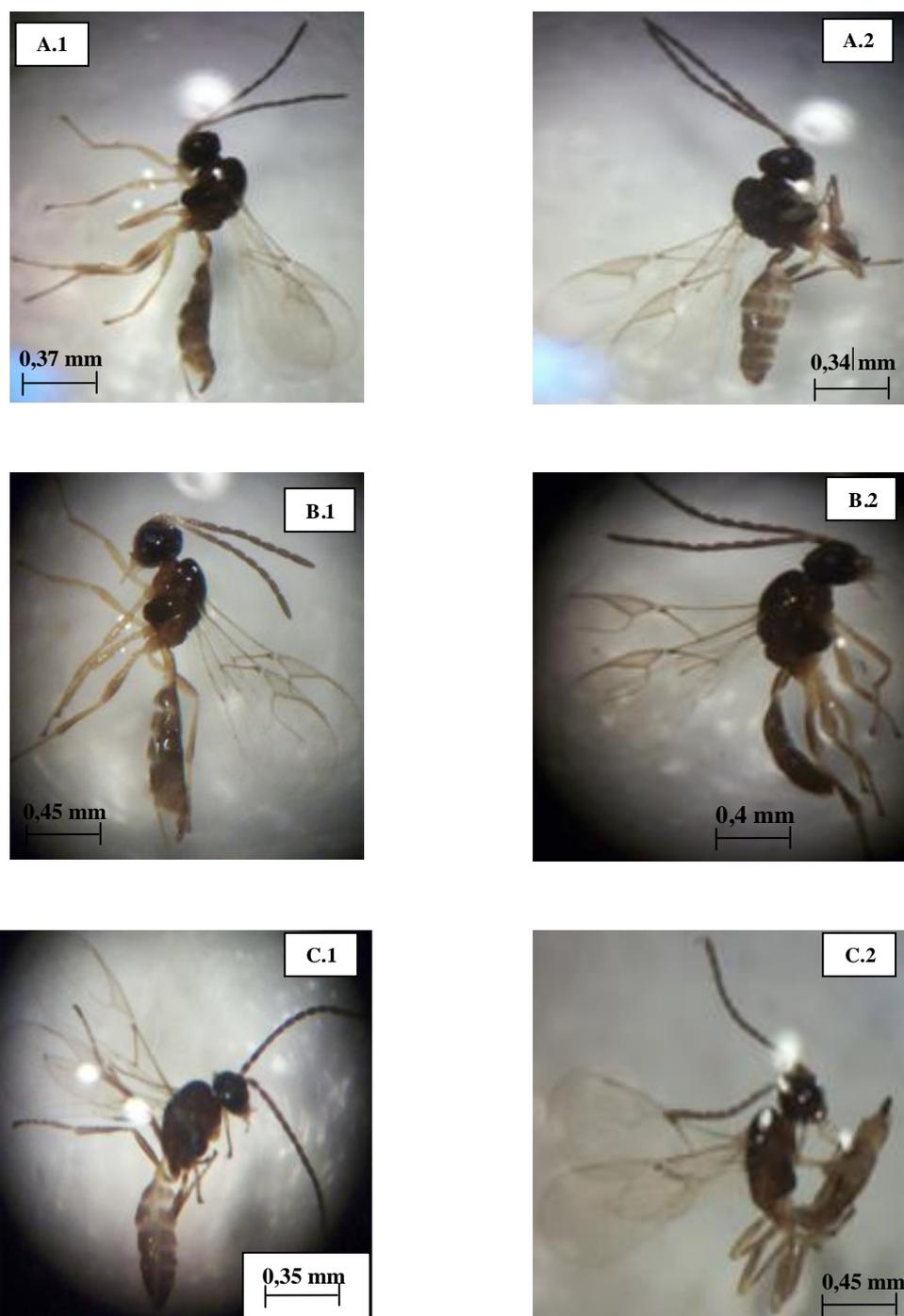


Figure 13 : Quelques espèces de parasitoïdes primaires des aphides rencontrés dans la ville de Biskra : **A.1** : *T. angelicae* (femelle), **A.2** : *T. angelicae* (mâle), **B.1** : *T. aculephae* (femelle), **B.2** : *T. aculephae* (mâle), **C.1** : *Diaeretiella rapae* (mâle), **C.2** : *Diaeretiella rapae* (femelle) (Photos personnelles).

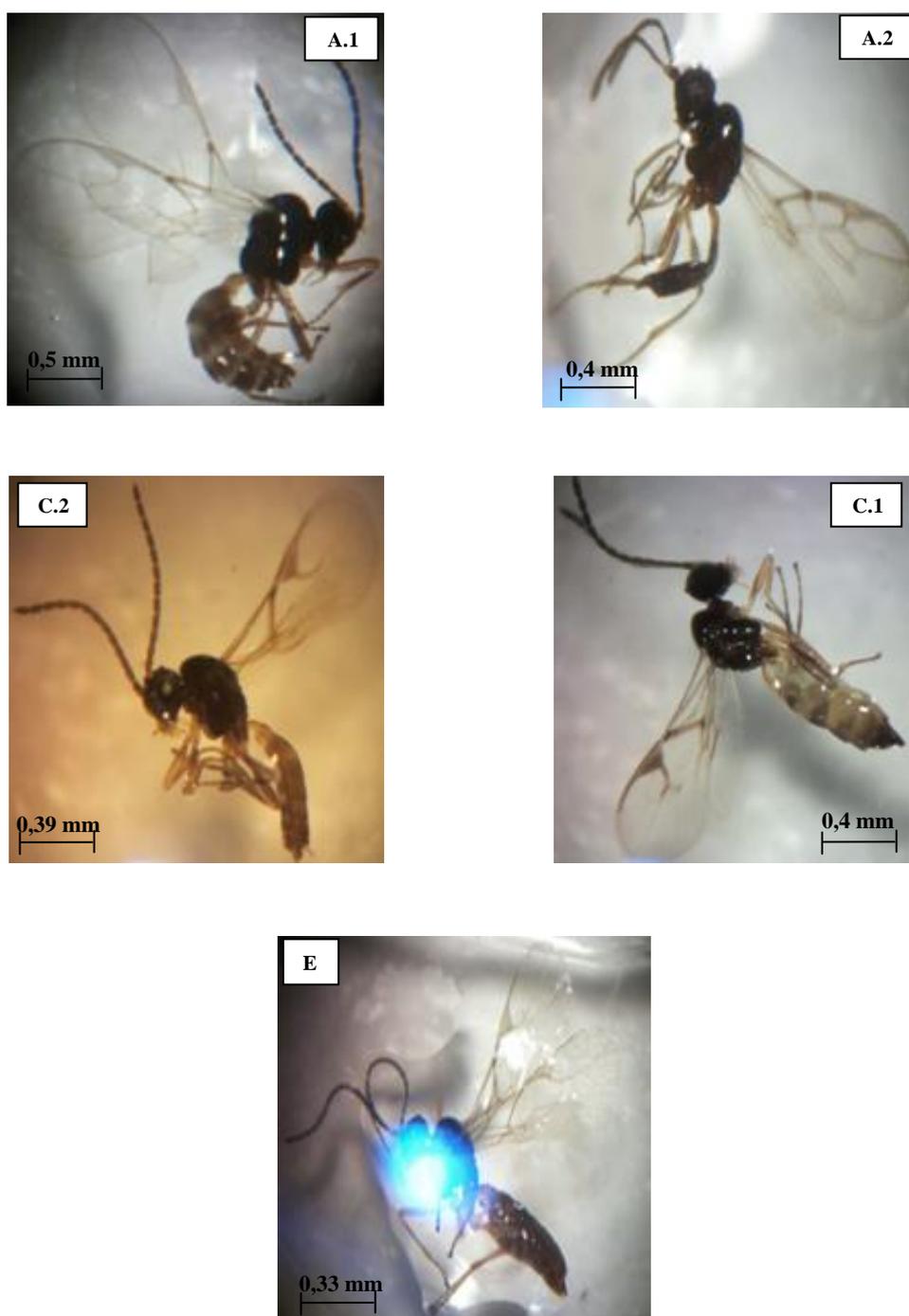


Figure 14 : Quelques espèces de parasitoïdes primaires des aphides rencontrés dans la ville de Biskra : **A.1 :** *Ephedrus persicae* (mâle), **A.2 :** *Ephedrus persicae* (femelle), (Photos personnelles). **E :** *Praon volucre* (femelle), **C.1 :** *L. testaciepes* (femelle), **C.2 :** *L. testaciepes* (mâle) (Photos personnelles).

Les autres espèces d'Hyménoptères sont des hyperparasitoïdes (**Figure 15**); parasitant les larves des Aphidiidae et des Aphelinidae (**Rafalimanana, 2003**). Ce sont des Hyménoptères de petite taille (1 à 2 mm), robustes, généralement de couleur métallique et possèdent de 8 à 13 segments antennaires (**Rafalimanana, 2003**).

Les immatures des Megaspilidae et des Pteromalidae se développent en tant qu'ectoparasitoïdes (Chow et Mackauer 1999 cités par **Boivin et al., 2012**). Les femelles des hyperparasitoïdes appartenant aux genres *Asaphes* (**Figure 15 : E**) et *Dendrocerus* (**Figure 15 : C**) déposent leurs œufs à la surface des larves des parasitoïdes primaires, seulement après la momification des pucerons. Leurs larves se nourrissent donc à l'extérieur de l'hôte primaire mais à l'intérieur de la momie (**Sullivan, 2003; Rafalimanana, 2003**).

Les Alloxystidae sont des endoparasitoïdes. L'hyperparasitoïde *Alloxysta vitrix* (**Figure 15 : B**) dépose son œuf à l'intérieur de la larve du parasitoïde primaire avant que le puceron devienne une momie (Matejko et Sullivan 1980 cités par **Boivin et al., 2012 ; Sullivan, 2003**).

Les Encyrtidae ont un comportement de développement très complexe (**Boivin et al., 2012**). Les femelles de *Syrphophagus aphidivorus* (**Figure 15 : A**) ont un double comportement de ponte, en attaquant les larves des parasitoïdes primaires dans les deux cas où le puceron soit encore en vie ou en phase de momification (**Sullivan, 2003**).

L'hyperparasitoïde immature peut à son tour être attaqué par la même espèce ou par une autre espèce d'hyperparasitoïde. Ce phénomène est désigné par le parasitisme tertiaire, ou quaternaire quand ce parasitoïde tertiaire devient également un hôte (**Buitenhuis, 2004**).

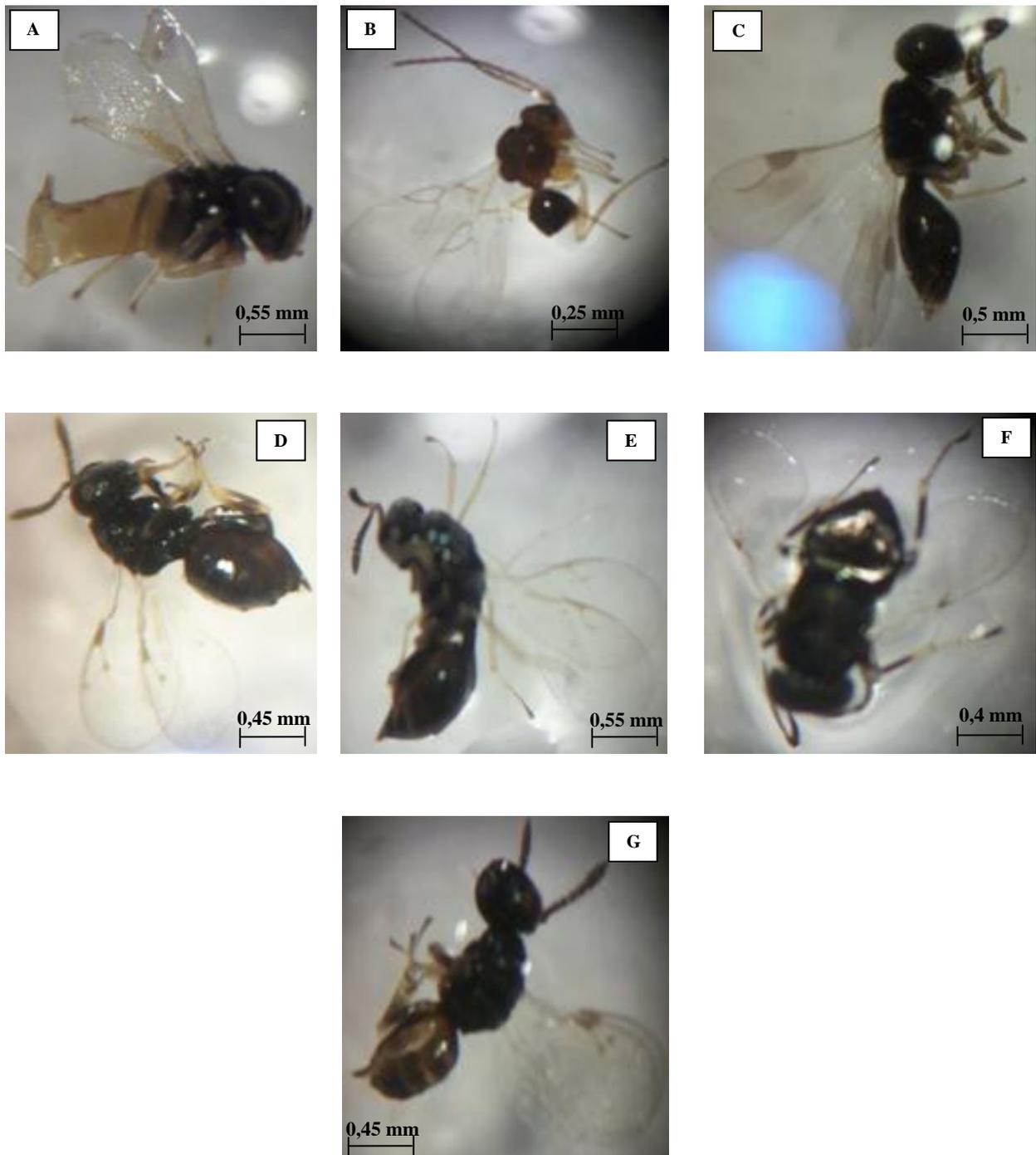


Figure 15 : Quelques espèces des hyperparasitoïdes des parasitoïdes primaires des aphides rencontrés dans la ville de Biskra : **A :** *Syrphophagus aphidivorus*, **B :** *Alloxysta vitrix*, **C :** *Dendrocerus spp.*, **D :** *Coruna clavata*, **E :** *Asaphes spp.*, **F :** Espèce non identifiée (Chalcidoidea), **G :** Espèce non identifiée (Pteromalidae) (Photos personnelles).

4.2. Relations trophiques « plante hôte-puceron »

4.2.1. Résultats

Au cours de ce travail, les prospections effectuées dans les principaux jardins publics de la ville de Biskra ont permis de dresser dans un premier temps l'ensemble des relations trophiques « plante hôte-puceron » (**Tableau 6 et la figure 16**).

Tableau 6: Les relations trophiques entre les pucerons et les plantes ornementales trouvées dans les jardins publics (milieu urbain) de la région de Biskra en 2011.

Plante hôte	Famille	Origine	Catégorie	Puceron	Date
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Nyctaginaceae	Exotique	Arbuste	<i>Aphis craccivora</i>	27 février
				<i>Myzus persicae</i>	26 février
<i>Duranta plumieri</i>	Verbenaceae	Exotique	Arbuste	<i>Aphis gossypii</i>	01 février
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae	Exotique	Arbre	<i>Aphis gossypii</i>	09 mars
<i>Gossypium herbaceum</i>	Malvaceae	Indigène	Arbuste	<i>Aphis gossypii</i>	27 mars
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Malvaceae	Exotique	Arbuste	<i>Aphis gossypii</i>	18 janvier
				<i>Myzus persicae</i>	26 février
				<i>Aphis craccivora</i>	28 avril
<i>Lavandula arboria</i>	Lamiaceae	Indigène	Arbre	<i>Aphis gossypii</i>	19 avril
<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae	Indigène	Arbuste	<i>Myzus persicae</i>	12 mars
				<i>Acyrtosiphon pisum</i>	30 avril
<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae	Exotique	Arbuste	<i>Aphis gossypii</i>	29 Déc 2010
				<i>Acyrtosiphon gossypii</i>	17 mars
				<i>Brachycaudus helichrysi</i>	08 février
<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae	Indigène	Arbuste	<i>Aphis nerii</i>	27 mars
<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacardiaceae	Indigène	Arbre	<i>Aphis gossypii</i>	09 février
<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae	Exotique	Arbuste	<i>Aphis spiraeicola</i>	05 avril
				<i>Aphis gossypii</i>	
				<i>Aphis craccivora</i>	
<i>Prunus armeniaca</i>	Rosaceae	Exotique	Arbre	<i>Hyalopterus pruni</i>	02 juin
<i>Punica granatum</i>	Punicaceae	Indigène	Arbuste	<i>Aphis punicae</i>	27 mars
<i>Rosa damascena</i>	Rosaceae	Exotique	Arbuste	<i>Macrosiphum impatientis</i>	11 mai
<i>Ulmus minor</i>	Ulmaceae	Exotique	Arbre	<i>Tinocallis takachihoensis</i>	07 mai
				<i>Indochaitophorus furcatus</i>	29 Déc 2010
<i>Tipuana tipu</i>	Fabaceae	Exotique	Arbre	<i>Aphis craccivora</i>	11 mai

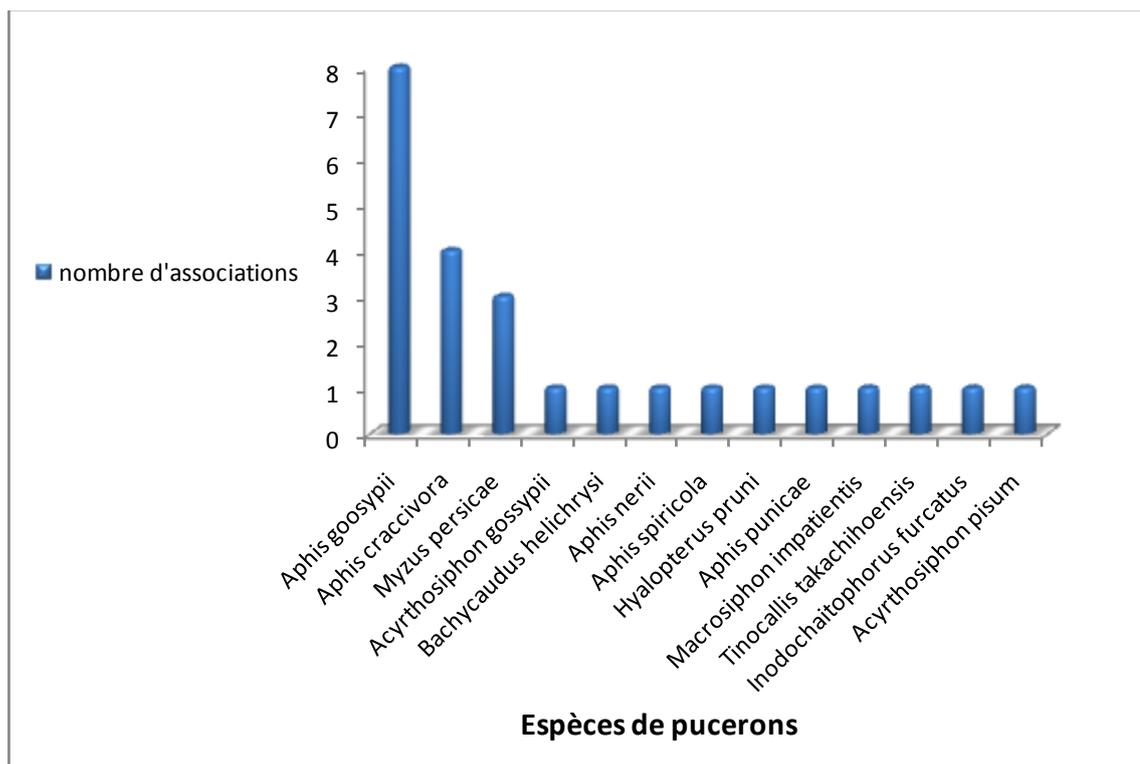


Figure 16 : Les différentes associations : plantes hôtes – pucerons, formées en 2011 dans le milieu urbain de la ville de Biskra.

L'analyse de l'aphidofaune identifiée montre la présence de 13 espèces appartenant à deux sous familles (Aphidinae et Drepanosiphinae). La sous famille des Aphidinae est la mieux représentée (11 espèces). Tandis qu'une seule espèce (*Tinocallis takachihoensis*) fait partie des Drepanosiphinae.

L'étude a montré également que parmi les 53 espèces de plantes recensées dans le milieu urbain de la ville de Biskra, 16 espèces ont servi de plantes hôtes aux pucerons. Parmi ces plantes hôtes, 06 espèces sont locales, alors que 10 sont d'origine exotique. Plus de 60 % des plantes qui ont hébergé des pucerons sont des arbustes.

Un total de 25 relations plantes - pucerons est noté dans la région d'étude. Il est à signaler que chacune des plantes suivantes, à savoir *Myoporum laetum*, *Hibiscus rosa-sinensis* et *Pittosporum tobira* a hébergé 3 espèces aphidiennes (**Tableau 6 et la figure 16**).

L'espèce aphidienne, *Aphis goosypii* est la plus dominante. Elle a été signalée sur 8 plantes hôtes différentes, à savoir, *Pistacia lentiscus*, *Myoporum laetum*, *Lavandula arboria*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Gossypium herbaceum*, *Duranta plumieri*, *Eucalyptus camaldulensis* et *Pittosporum tobira*.

Aphis craccivora occupe le deuxième rang. Il a été trouvé sur 4 plantes hôtes (*Tipuana tipu*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Bougainvillea spectabilis* et *Pittosporum tobira*). *Myzus persicae* a été signalé sur *Hibiscus rosa-sinensis*, *Bougainvillea spectabilis* et *Lycium shawii*.

4.2.2. Discussion

Dans cette étude, 13 espèces aphidiennes ont été recensées dans le milieu urbain de la région de Biskra. Parmi celles-ci, 10 espèces sont déjà signalées par **Laamari et al. (2010)**, alors que 03 espèces sont nouvelles pour l'Algérie. Il s'agit de *Tinocallis takachihoensis*, *Indochaitophorus furcatus* et *Macrosiphum impatientis*.

D'après les résultats obtenus, les Aphidinae sont les plus représentés. D'après Blackman et Eastop (2006) cités par **Blackman et Eastop (2007)**, plus de 70 % des espèces recensées possèdent un intérêt agronomique. Parmi celles-ci, il y a *Acyrtosiphon pisum*, *Acyrtosiphon gossypii*, *Aphis craccivora*, *A. gossypii*, *A. spiraeicola*, *A. nerii*, *A. punicae*, *Myzus persicae*, *Hyalopterus pruni* et *Brachycaudus helichrysi*. Ces espèces sont considérées comme des ravageurs des cultures.

Cette étude a montré également qu'*Aphis gossypii* est le puceron le plus polyphage, il a pu s'installer sur 8 plantes hôtes. Cette espèce a été déjà mentionnée dans la région de Biskra par **Tahar Chaouche (2010)** sur *Myoporum laetum* et *Hibiscus rosa-sinensis* et par **Halimi (2010)** sur 11 plantes cultivées (*Citrullus Vulgaris*, *Citrus limonum*, *C. reticulata*, *C. sinensis*, *Curcubita pepo*, *Cucumis melo*, *C. sativus*, *Cynara scolymus*, *Eriobotria japonica*, *Phaseolus vulgaris*, *Solanum lycopersicum* et *Triticum durum*).

D'après **Remaudière et Etienne (1988)**, *Aphis gossypii* est une espèce à distribution mondiale et connue par sa polyphagie. Elle est signalée sur plus de 89 familles botaniques en Afrique continentale. Elle peut vivre sur des plantes cultivées et des plantes ornementales. Elle a été signalée par **Quirós et al. (2009)** au Panama sur *Bougainvillea glabra*, *Hibiscus rosa sinensis* et *Hibiscus* spp. Cette espèce peut hiverner sous forme d'œufs sur l'*Hibiscus syriacus* et sur d'autres espèces (Inaizumi, 1980 et Zhang Zhong, 1990 cités par **Blackman et Eastop, 2007**). Elle est considérée parmi les espèces les plus redoutables pour les cultures, elle peut transmettre plus de que 50 maladies virales (**Blackman et Eastop, 2007**). Sa population peut doubler en moins de 3 jours et un individu pond dès l'âge de 5 jours à 25°C (Leclant, 1981 cité par **Cheyppe-Bouchmann, 2006**).

Aphis craccivora occupe la deuxième position en nombre d'associations. Il est signalé sur 4 espèces ornementales. Toujours dans la région de Biskra, **Tahar chaouche (2010)**, l'a signalé sur 3 plantes hôtes naturelles, et sur *Myoporum laetum*.

Dans la ville de Biskra *Myzus persicae* est signalé sur 3 espèces ornementales, tandis qu'en milieu naturel, **Tahar chaouche (2010)** l'a noté seulement sur une seule espèce spontanée.

La présence de *Brachycaudus helichrysi*, *Acyrtosiphon gossypii*, *Acyrtosiphon pisum*, *Aphis spiraeicola* est rare en milieu urbain, contrairement à *Hyalopterus pruni*, *Aphis nerii* et *Aphis punicae* qui ont présenté un niveau d'infestation élevé. Cette différence est attribuée par **Helms Spires (2005)**, à la variation de la qualité de la plante hôte, qui agit directement ou indirectement sur la fécondité et la survie de ces insectes.

L'espèce *Macrosiphon impatientis* est signalée pour la première fois en Algérie. Cette espèce a été trouvée uniquement sur une Rosacée exotique (*Rosa damascena*). Ce puceron a été décrit pour la première fois par Williams (1911) à partir d'un matériel collecté dans le Nebraska (USA) sur *Impatiens pallida* (**Jensen, 1998**). D'après cet auteur ce puceron est signalé au cours de l'été 1996 dans le Maryland sur *Impatiens capensis* et au printemps de 1997 sur *Rosa multiflora* et *Rosa caroline*. Il est signalé aussi en Turquie sur *Crepis foetra* (Asteraceae); *Rosa canina* (Rosaceae); *Sonchus oleraceus* (Asteraceae) et *Scorzonera cana* (Asteraceae) (**Akyürek et al., 2010**).

L'orme souffre des attaques de deux espèces aphidiennes (*Tinocallis takachihoensis* et *Indochaitophorus furcatus*). Le genre Asiatique *Tinocallis* regroupe environ 25 espèces à travers le monde (**Cœur d'acier, 2010**). *Tinocallis takachihoensis* est connu aussi sous le nom *Tinocallis ussuriensis* et *T. nevskyi lianchengensis* (**Quednau, 2001**).

Tinocallis takachihoensis est déjà signalé au Japon sur *Ulmus* spp. (**Higuchi, 1972**), en Chine et en Sibérie orientale (**Mifsud et al., 2009**). En Europe, il a été trouvé sur l'*Ulmus* spp. dans le Sud de la France (Quednau et Chapochnikov, 1988 cités par **Mifsud et al., 2009**) et à partir de là, il a gagné tout le bassin Méditerranéen (Döring, 2007 cité par **Mifsud et al., 2009**).

Les quantités importantes de miellat produites par les colonies très denses de *Tinocallis takachihoensis* ont rendu l'orme inesthétique. Les mêmes remarques ont été faites par **Peronti et Sousa-Silva (2002)** et **Yovkova et Petrovic-Obradovic (2011)**.

Tinocallis takachihoensis est considéré comme un organisme nuisible au Royaume-Uni où il est introduit sur *Ulmus* à partir de la Chine et des Pays-Bas (**Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP), 2004**).

L'espace vert de la ville de Biskra est dominé par des espèces ornementales d'origine exotique. Apparemment, ces plantes sont peu appréciées par les pucerons comparativement aux plantes les plus repondues. C'est le cas de *Punica granatum* (grenadier), *Prunus armeniaca* (abricotier) et *Nerium oleander* (Laurier rose) qui sont très infestés respectivement par *Hyalopterus pruni*, *Aphis punicae* et *A. nerii*. De leur part, Brändle *et al.* (2008); Keane et Crawley (2002) ; Tallamy (2004) cités par **Raupp *et al.* (2010)** ; Keane et Crawley (2002) cités par **Vodroska (2008)** ont remarqué que les plantes exotiques utilisées dans programmes d'embellissement de certains endroits publics peuvent contenir moins d'herbivores par rapport aux plantes locales. Pour cette raison, la plupart des insectes qui s'installent sur les plantes exotiques sont des généralistes (**Brändle *et al.*, 2008**).

D'après **Brändle *et al.* (2008)**, les insectes ont généralement besoin d'un certain temps pour évoluer les adaptations nécessaires pour coloniser de nouvelles plantes hôtes. Tandis que, Ehrlich et Raven (1964) et Schoonhoven *et al.* (2005) cités par **Brändle *et al.* (2008)**, ont noté que cette adaptation est un processus qui ne dépend pas seulement du temps, mais qui nécessite également un développement dans les mécanismes chimiques, physiques et mécaniques.

La forte présence des espèces de pucerons dites généralistes par rapport à celles dites spécialistes peut être également attribuée à la diversité de la flore ornementale de la ville de Biskra et la dominance des espèces végétales « non hôte ». D'après **Webster *et al.* (2010)**, les insectes phytophages sont capables d'exploiter les composés volatiles émis par ces plantes pour localiser leurs hôtes. Cependant, la présence des plantes non hôtes dans la communauté peut réduire ce pouvoir (**Raupp *et al.*, 2010**).

4.3. Relations tri-trophiques (hyménoptères parasitoïde- pucerons- plantes)

4.3.1. Résultat

A partir des résultats obtenus (**Tableau 7 et figure 17**), il est remarqué que le milieu urbain de la ville de Biskra abrite 11 espèces de parasitoïdes primaires des pucerons. Ces auxiliaires sont collectés à partir des momies de 10 espèces de pucerons installées sur 15

plantes ornementales. Ces trois niveaux trophiques ont pu former 53 associations (plante-puceron-parasitoïde).

D'après les données du **tableau 7** et la **figure 17**, l'espèce *Aphidius matricariae* s'est montrée la plus présente avec 12 associations tri-trophiques. De ça part, *Aphidius colemani* a pu former 10 associations.

Tableau 7 : Les différentes relations tri-trophiques (plante-puceron- parasitoïde) rencontrées dans les jardins publiques de la ville de Biskra.

Parasitoïde	Pucerons	Plante	Famille
<i>Trioxys angelicae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
		<i>Duranta plumieri</i>	Verbenaceae
<i>Pistacia lentiscus</i>		Anacardiaceae	
<i>Gossypium herbaceum</i>		Malvaceae	
<i>Lavandula arboria</i>		Lamiaceae	
	<i>Aphis punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
	<i>Aphis spiraeicola</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae
<i>Trioxys acalephae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
<i>Duranta plumieri</i>		Verbenaceae	
<i>Lavandula arboria</i>		Lamiaceae	
	<i>Myzus persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
		<i>Duranta plumieri</i>	Verbenaceae
		<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacardiaceae
		<i>Gossypium herbaceum</i>	Malvaceae
<i>Lavandula arboria</i>		Lamiaceae	
	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
	<i>Myzus persicae</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
		<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Nyctaginaceae
		<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
	<i>Aphis punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
<i>Aphidius colemani</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
		<i>Duranta plumieri</i>	Verbenaceae
		<i>Gossypium herbaceum</i>	Malvaceae
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		Myrtaceae	
	<i>Myzus persicae</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
		<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Nyctaginaceae
		<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
	<i>Aphis punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
	<i>Aphis nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
<i>Aphidius ervi</i>	<i>Myzus persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
<i>Aphidius transcaspicus</i>	<i>Hyalopterus pruni</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	Rosaceae

Suite Tableau 7			
<i>Aphidius spp.</i>	<i>Tinocallis takachihoensis</i>	<i>Ulmus minor</i>	Ulmaceae
<i>Ephedrus persicae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Nyctaginaceae
<i>Diaeretiella rapae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
		<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacardiaceae
<i>Praon volucre</i>	<i>Myzus persicae</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae
	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Lavandula arboria</i>	Lamiaceae
	<i>Macrosyphon impatientis</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Myzus persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Rosa damascena</i>	Rosaceae
	<i>Aphis spiraeicola</i>	<i>Gossypium herbaceum</i>	Malvaceae
<i>Aphidius spp.</i>	<i>Aphis nerii</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae
		<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae

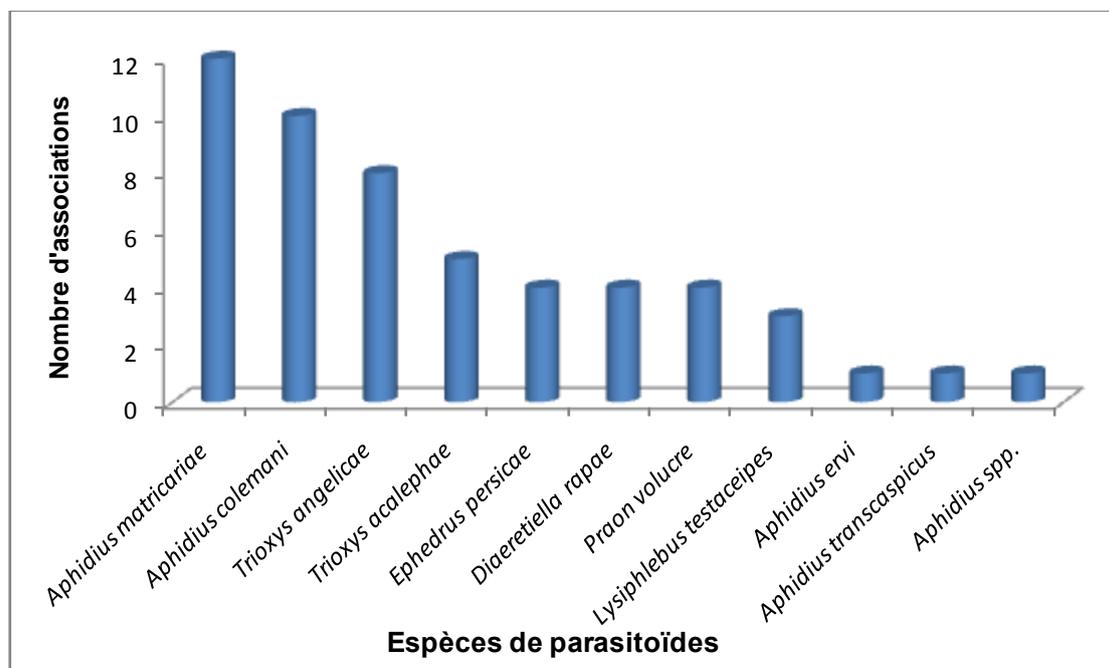


Figure 17 : Les différentes associations formées par chaque parasitoïde primaire rencontré dans la région d'étude.

4.3.2. Discussion

Les relations entre les insectes phytophages d'une part, entre les insectes phytophages et leurs prédateurs et parasitoïdes d'autre part, peuvent être déterminées par le végétal (**Dajoz, 1998**). Ce type d'interactions est connu sous le nom de « interactions tri-trophiques ».

D'après **Miller et al. (2002)**, la distribution d'un puceron suit généralement la distribution de ses plantes hôtes, tandis que, la distribution du parasitoïde incorpore souvent plusieurs espèces de pucerons et de multiples combinaisons de plantes.

Ce type d'associations tri-trophiques (plante-puceron- Hyménoptère parasitoïde) a fait l'objet de nombreuses études dans les différents pays (**Talebi et al., 2009 ; Miller et al., 2002 ; Stary et Havelka, 2008 ; Kavallieratos et al., 2008 ; Andorno et al., 2007 ; Akhtar et al., 2011 ; Stary et Sekkat, 1987**).

En Algérie, un nombre de 248 associations tri-trophiques (plante-puceron- parasitoïde) a été notées dans les milieux naturels et cultivés de plusieurs régions de l'Est algérien par **Laamari et al. (2011 et 2012)**. Les informations sur le milieu urbain sont inexistantes.

Dans cette étude, 53 associations tri-trophiques sont enregistrées. Les genres *Aphidius* et *Trioxys* ont présentés le plus grand nombre d'associations (**Figure 17**), les mêmes constatations sont faites par **Tahar Chaouche (2010)** dans le milieu naturel de la même région, mais en milieu cultivé, ces relations sont dominés par les genres *Aphidius* et *Lysiphlebus* (**Halimi, 2010**).

Dans la ville de Biskra l'espèce *Aphidius matricariae* a formé 12 associations avec les plantes ornementales et leurs pucerons. Il a été trouvé sur *Aphis gossypii*, *A. craccivora*, *A. punicae*, *Myzus persicae* et *Acyrtosiphon pisum*. Ce Parasitoïde est originaire des zones tempérées de la région paléarctique et il a été déjà signalé en Europe, au Nord de l'Afrique, au Moyen-Orient, en Mongolie et en Amérique (**Waterhouse, 1998**).

Il a été également mentionné en Tunisie par **Ben Halima et Ben Hamouda (2005)** et **Boukhris-Bouhachem (2011)**, sur des arbres fruitiers, en Iran sur les pucerons des plantes médicinales et des cultures céréalières (**Talebi et al., 2009 ; Rakhshani et al., 2008**), en Argentine par **Andorno et al. (2007)** et en Inde par **Akhtar et al. (2011)**.

En Algérie, *Aphidius matricariae* est l'espèce la plus dominante sur les pucerons inféodés aux plantes spontanées et cultivées, il a été signalé sur 23 espèces de pucerons installés sur 38 espèces végétales (**Laamari et al., 2011 et 2012**).

L'espèce *Aphidius colemani*, avec les 10 associations formées, occupe le deuxième rang. Il a été signalé sur 04 espèces de pucerons inféodés à 09 plantes ornementales. D'après Elliott et al. (1994) et Stary (1975) cités par **Waterhouse (1998)**, ce parasitoïde préfère s'installer sur des aphides appartenant à la famille des Aphididae.

Dans le bassin méditerranéen, *A. colemani* a été isolé à partir des momies de *Melanaphis donacis* et d'*Hyalopterus pruni* au Maroc, en Italie et en France (**Stary et Sekkat, 1987 ; Waterhouse, 1998**). Il a été signalé aussi en Tunisie sur *Hyalopterus pruni* (**Ben Halima et Ben Hamouda, 2005**) et sur *Aphis gossypii* (**Boukhris-Bouhachem, 2011**). En France, il a parasité *Aphis nerii* sur laurier rose (Tardieux et Rabasse 1986 et 1988 cités par **Waterhouse, 1998**).

Aphidius matricariae et *A. colemani* sont commercialisés dans de nombreux pays comme des agents de contrôle biologique des pucerons (**Andorno et al., 2007**).

La troisième place est occupée par *Trioxys angelicae* (8 associations). Cette espèce est largement distribuée en Europe, en Asie Mineur et en Afrique du Nord (Rosen, 1967 a et b cités par **Waterhouse, 1998**).

Ce parasitoïde a émergé à partir des momies d'*Aphis gossypii* (**Figure 18**), *A. punicae* et *A. spiraecola*. En milieu cultivé, il a été signalé sur *Aphis punicae* et *A. spiraecola* inféodés aux arbres fruitiers. En milieu naturel, il est associé à des arbustes. Ces résultats démontrent les préférences exprimées par ce parasitoïde vis-à-vis des pucerons des arbres et des arbustes. D'après **Talebi et al. (2009)**, les espèces du genre *Trioxys* sont surtout inféodés aux pucerons des arbres et des arbustes. La majorité des espèces du genre *Trioxys* trouvées en Serbie et au Monténégro sont associées aux habitats forestiers (**Tomanovic et Kavallieratos, 2002**).

En Tunisie, cet auxiliaire est trouvé sur 3 aphides des agrumes (*Aphis spiraecola*, *Myzus persicae* et *Toxoptera aurantii*) (**Boukhris-Bouhachem, 2011**).

Les 03 parasitoïdes : *Praon volucre*, *Ephedrus persicae*, *Diaeretiella rapae* ont formé le même nombre d'associations, soit 04 pour chacun d'eux. *Praon volucre* est collecté à partir des momies d'*Aphis gossypii*, *A. craccivora*, *Myzus persicae* et *Macrosyphon impatientis*

(**Figure 18**). Cette espèce a une gamme d'hôte étendue et diversifiée, elle est enregistrée sur 90 espèces d'aphides appartenant à 35 genres (**Carver, 1984**). D'après le même auteur, cet insecte utile peut vivre avec succès sur *Macrosiphum euphorbiae*, *M. rosae*, *Acyrtosiphon pisum*, *A. kondoi*, *Aulacorthum solani*, *Myzus persicae*, *Aphis craccivora* et *Hyperomyzus lactucae*.

En ce qui concerne *Ephedrus persicae*, les études faites à Biskra par **Khenissa (2009)**, **Tahar chaouche (2010)** et **Halimi (2010)**, ont montré que ce parasitoïde est très exigeant du point de vue écologique. D'après **Stary et al. (1971)**, cet ennemi naturel est associé aux pucerons inféodés aux essences forestières.

Malgré qu'il a été trouvé sur 4 aphides dans la ville de Biskra, mais d'après **Antolin et al. (2006)** ; **Kant et al. (2008)**, *Diaeretiella rapae* préfère vivre sur le puceron cendré du chou (*Brevicoryne brassicae*). Malgré cette forte attirance pour les sémiochimiques des Crucifères (Vaughn et al., 1996 cités par **Antolin et al., 2006**), *D. rapae* peut également parasité *Myzus persicae* et *Diurpahis noxia* (**Kant et al., 2008**).

Dans cette étude, *Lysiphlebus testaceipes* est trouvé sur des pucerons du genre *Aphis* : *A. gossypii*, *A. spiraecola* (**Figure 19**) et *A. nerii*. Cependant **Carver (1984)**, a noté que cet auxiliaire peut s'attaquer à plus de 79 aphides appartenant à 32 genres, mais 42 % de ces espèces font partie du genre *Aphis*. À l'Est de l'Algérie, cette espèce a été collectée à partir de 20 espèces de pucerons inféodés surtout aux plantes cultivées (*A. fabae*, *A. craccivora*, *A. gossypii*, *A. pomi*, *Myzus persicae* et *Hyalopterus pruni*) (**Laamari et al., 2011 et 2012**).

Lysiphlebus testaceipes est considéré comme un parasitoïde majeur d'*Aphis nerii* (Stary, 1976 cité par **Helms et al., 2004**). Cette espèce a été importée en Amérique du Nord et en Méditerranée comme un agent de lutte biologique (Stary, 1970 cité par **Helms et al., 2004**). Au Cuba, *Aphis spiraecola* est considérée comme le principal hôte de *L. testaceipes* (Costa et Stary, 1988 cités par **Shufron et al., 2004**).

Les 03 parasitoïdes : *Aphidius ervi*, *A. transcaspicus* et *Aphidius* spp., sont peu présentes dans le milieu urbain de la ville de Biskra. La première espèce est considérée comme très oligophage, dans cette étude, elle n'a été trouvée que sur *Myzus persicae* associé à *Lycium shawii*. Il est largement introduit dans certains pays pour la lutte biologique contre *Acyrtosiphon pisum* et les pucerons des céréales (Stary, 1978, 1981 ; Powell, 1982 et Pennacchio, 1990 cités par **Guerrieri et al., 1997**).

Aphidius transcaspicus est collecté à partir des momies d'*Hyalopterus pruni* sur *Prunus armenica* (**Figure 19**). Ce parasitoïde est largement distribué dans toute la Méditerranée, l'Asie Mineure, la Transcaucasie et l'Asie centrale (Stary, 1964 cité par **Garantonakis et al., 2009**). En Irak, il a été également isolé à partir des momies d'*Hyalopterus pruni* et de *Melanaphis donacis* (Al-Rawy et al., 1969 cités par **Jafari Ahmadabadi et al., 2011**).

L'espèce non identifiée *Aphidius* spp. a été trouvé sur *Tinocallis takachihoensis* (**Figure 19**). Les informations sur les Hyménoptères parasitoïdes de cette espèce aphidienne et même sur le genre *Tinocallis* sont rares.

A partir de cette étude et les travaux de **Tahar chaouche (2010) et Halimi (2010)** effectués dans la région de Biskra, il ressort que la polyphagie et la prédominance de certains parasitoïdes est liée à leur capacité de dispersion et d'adaptation. Ces espèces ont été trouvées à la fois dans les milieux naturel, cultivé et urbain. Plusieurs chercheurs ont parlé des transitions et des échanges des populations des parasitoïdes entre les agro-systèmes, la flore spontanée, les milieux sub-urbains et urbains (**Kavallieratos et al., 2008 ; Stary et Havelka, 2008**).

Pour sa dispersion, le parasitoïde exploite plusieurs sources d'informations sur la richesse environnementale (**Tentelier, 2002**). Ces renseignements peuvent être des substances chimiques libérées dans l'environnement (sémiochimiques). Ces dernières sont des molécules naturellement impliquées dans la communication entre les individus, émanant de 3 niveaux trophiques (**Leroy et al., 2009**). Parmi les sémiochimiques, il y a les phéromones et les substances allélochimiques (Nordlund et al., 1976 cités par **Leroy et al., 2009**). Les allélochimiques peuvent être des kairomones, des allommones et des synomones (Arnaud et al., 2003 cités par **Leroy et al., 2009**). D'après **Rafalimanana (2003)**, les informations émanant de la plante sont plus facilement perçues que celles produites par le puceron hôte, car elles sont plus abondantes et plus volatiles et permettent un repérage à distance.

Dans ce travail, il est remarqué à titre d'exemple, que *Lysiphlebus testaceipes* est attiré seulement par *Aphis spiraecola* associé à *Pittosporum tobira*, alors que, deux autres espèces (*A. gossypii* et *A. craccivora*) sont également présentes sur cette plante. Apparemment, le spectre de substances émises par cette plante lorsqu'elle se trouve attaquée par *A. spiraecola* est différent de celui des autres espèces de pucerons.

Dans d'autres travaux, notamment, l'étude effectuée par Tallamy (2004) cité par **Vodroska (2008)** a mis évidence que lorsque des plantes exotiques sont utilisées dans l'embellissement des milieux urbains, la diversité des insectes herbivores et de leur cortège de ennemis naturels est généralement faible. Dans le cas présent, il est remarqué que la richesse du milieu urbain de la ville urbain en Hyménoptères parasitoïdes des pucerons et très proche de celle du milieu naturel (**Tahar Chaouche, 2011**), alors que le milieu cultivé est plus pauvre (**Halimi, 2010**).

Apparemment, la diversité floristique au niveau des espaces verts de la ville de Biskra, notamment, la présence de certaines plantes locales (laurier rose) et des plantes cultivées (abricotier et grenadier) est responsable de cette richesse importante comparativement au milieu cultivé. Par ailleurs, les cultures pratiquées dans la région de Biskra, en particulier, les cultures sous serre, sont soumises à des programmes de traitements chimiques intensifs. **Bianchi et al. (2006)**, ont signalé que généralement les habitats non cultivés fournissent des fonctions importantes pour la vie des ennemis naturels.

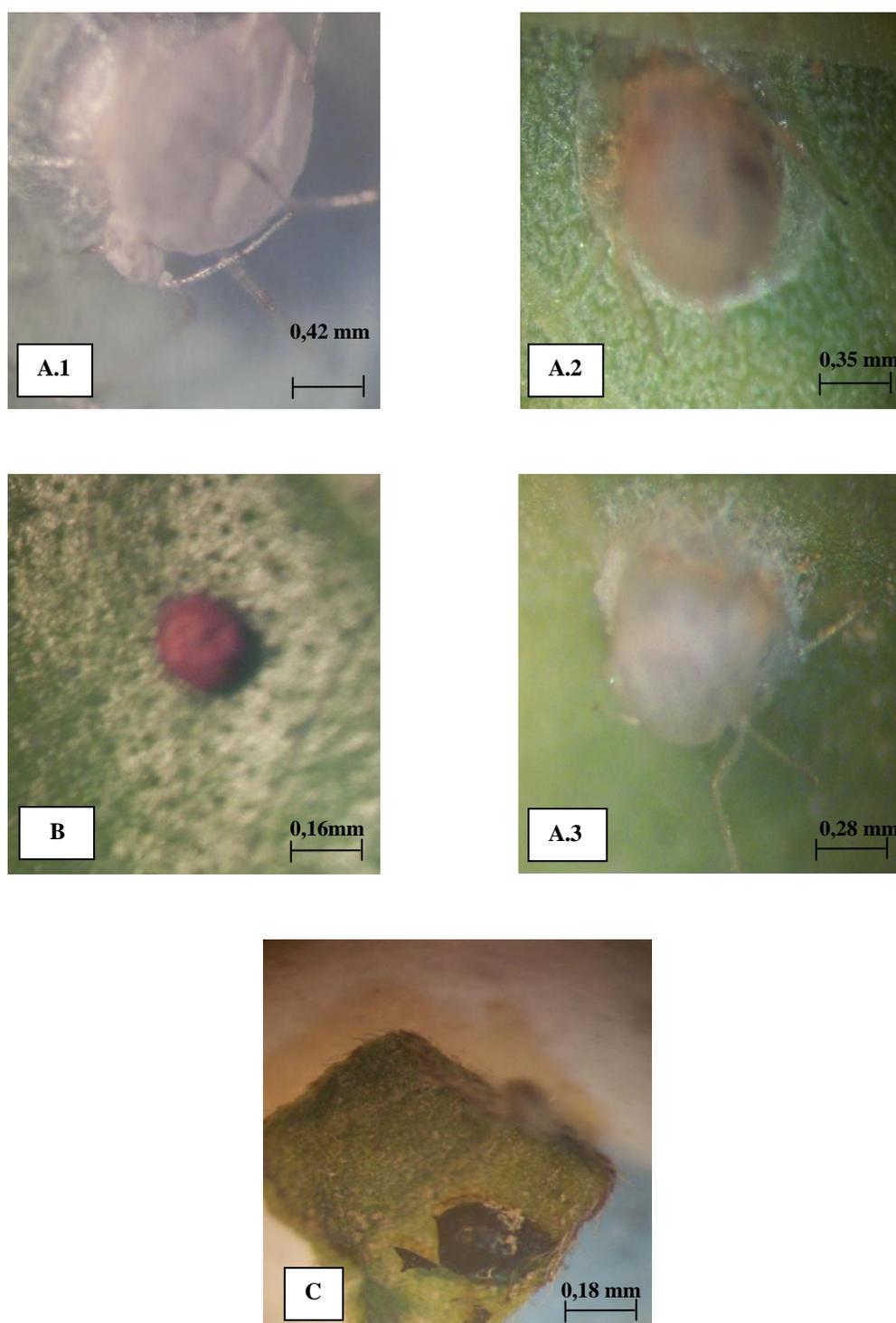


Figure 18 : Quelques momies des pucerons rencontrés sur les plantes ornementales dans la ville de Biskra : **A.1 :** Momie de *P. volucre* sur *Macrosiphon impatientis* inféodé à *Rosa damascena*, **A.2 :** Momie de *P. volucre* sur *Aphis gossypii* inféodé à *Lavandula arboria*, **A.3 :** Momie de *P. volucre* sur *Myzus persicae* inféodé à *Lycium shawii*. **B :** Momie du genre *Trioxys* sur *Aphis gossypii* inféodé à *Hibiscus rosa sinensis*, **C :** Momie d'*E. persicae* sur *Aphis craccivora* inféodé à *Bougainvillea spectabilis* (Photos personnelles).

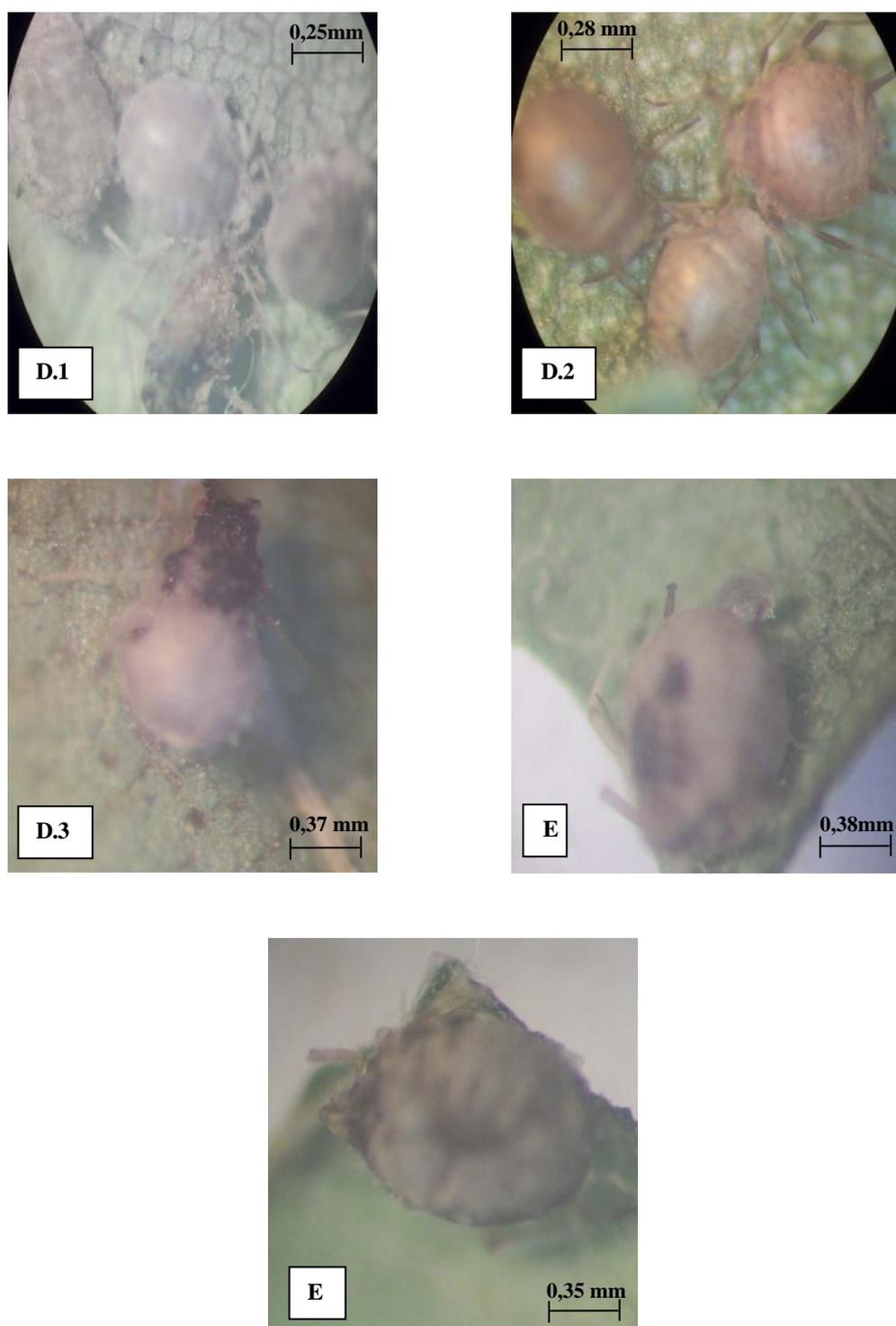


Figure 19 : Quelques momies des pucerons rencontrés sur les plantes ornementales dans la ville de Biskra : **D.1** : Momie d'*A. transcaspicus* sur *Hyalopterus pruni* inféodé à *Prunus armeniaca*, **D.2** : Momie d'*A. colemani* sur *Aphis nerii* inféodé à *Nerium oleander*, **D.3** : Momie d'*Aphidius* spp. sur *Tinocallis takachihoensis* inféodé à *Ulmus minor*. **E** : Momie de *L. testaceipes* sur *Aphis spiraecola* inféodé à *Pittosporum tobira*. (Photos personnelles).

4.4. Associations tri-trophiques en fonction des sites de prélèvement

Dans cette partie, il est présenté la répartition des associations tritrophiques en fonction des différents sites de prélèvements, à s'avoir le Jardin Zidane Brahim, le jardin 5 juillet, le jardin Landon et finalement l'espace vert de l'université de Biskra.

4.4.1. Résultats

Il est remarqué que la diversité dans les associations tritrophiques diffère d'un site à un autre (**Tableaux 8, 9, 10 et 11**).

D'après les résultats obtenus, le maximum d'associations d'ordre tri-trophiques est obtenu dans le jardin Zidane Brahim (21 associations), suivi par le jardin 5 juillet (17 associations), ensuite le jardin Landon (16 associations) et finalement l'espace vert de l'université de Biskra (15 associations).

Tableau 8 : Richesse en associations tri-trophiques au niveau de l'espace vert de l'université de Biskra

Parasitoïde	Pucerons	Plante	Famille
<i>Trioxys angelicae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
<i>Trioxys aculephae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
	<i>Myzus persicae</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
<i>Aphidius colemani</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
		<i>Myzus persicae</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>
<i>Aphidius transcaspicus</i>	<i>Hyalopterus pruni</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	Rosaceae
<i>Ephedrus persicae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Nyctaginaceae
<i>Diaeretiella rapae</i>	<i>Myzus persicae</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
<i>Praon volucre</i>	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae

Tableau 9 : Richesse en associations tri-trophiques au niveau de du jardin Zidane Brahim

Parasitoïde	Pucerons	Plante	Famille
<i>Trioxys angelicae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
		<i>Lavandula arboria</i>	Lamiaceae
	<i>Aphis punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
	<i>Aphis spiraecola</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae
<i>Trioxys acalephae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i> <i>Lavandula arboria</i>	Malvaceae Lamiaceae
<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
		<i>Lavandula arboria</i>	Lamiaceae
	<i>Myzus persicae</i>	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Nyctaginaceae
	<i>Aphis punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
<i>Aphidius colemani</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
	<i>Myzus persicae</i>	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Nyctaginaceae
	<i>Aphis punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
	<i>Aphis nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
<i>Ephedrus persicae</i>	<i>Aphis punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
<i>Diaeretiella rapae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
<i>Praon volucre</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Lavandula arboria</i>	Lamiaceae
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphis nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
	<i>Aphis spiraecola</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae

Tableau 10: Richesse en associations tri-trophiques au niveau du jardin Landon

Parasitoïde	Pucerons	Plante	Famille
<i>Trioxys angelicae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
		<i>Duranta plumieri</i>	Verbenaceae
		<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacardiaceae
		<i>Lavandula arboria</i>	Lamiaceae
<i>Trioxys acalephae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i> <i>Duranta plumieri</i>	Malvaceae Verbenaceae
<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Duranta plumieri</i>	Verbenaceae
		<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacardiaceae
		<i>Lavandula arboria</i>	Lamiaceae
<i>Aphidius colemani</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i> <i>Duranta plumieri</i>	Malvaceae Verbenaceae
	<i>Aphis punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae
<i>Diaeretiella rapae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacardiaceae
	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae
<i>Praon volucre</i>	<i>Macrosiphon impatientis</i>	<i>Rosa damascena</i>	Rosaceae

Tableau 11 : Richesse en associations tri-trophiques au niveau de du jardin 5 juillet

Parasitoïde	Pucerons	Plante	Famille
<i>Trioxys angelicae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Duranta plumieri</i>	Verbenaceae
		<i>Gossypium herbaceum</i>	Malvaceae
<i>Trioxys acalephae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Duranta plumieri</i>	Verbenaceae
	<i>Myzus persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Duranta plumieri</i>	Verbenaceae
		<i>Gossypium herbaceum</i>	Malvaceae
	<i>Myzus persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
<i>Aphidius colemani</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Duranta plumieri</i>	Verbenaceae
		<i>Gossypium herbaceum</i>	Malvaceae
<i>Aphidius ervi</i>	<i>Myzus persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
	<i>Aphis nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
<i>Aphidius spp.</i>	<i>Tinocallis takachihoensis</i>	<i>Ulmus minor</i>	Ulmaceae
<i>Praon volucre</i>	<i>Myzus persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Gossypium herbaceum</i>	Malvaceae
	<i>Aphis nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae

4.4.2. Discussion

Apparemment, la richesse de chaque site en association tri-trophique est liée à plusieurs facteurs. La texture, la densité, la diversité, et la complexité structurelle du tapis végétal sont parmi les paramètres qui déterminent ces associations trophiques. A titre d'exemple, le Jardin Zidane Brahim, qui est à l'origine une palmeraie, est le plus favorable à l'installation des ennemis naturels, malgré que les jardins de 05 juillet et de Landon, sont plus riches en espèces ornementales. Effectivement, **Debras (2007)**, a mentionné que la diversité d'un milieu donné ne dépend pas seulement de sa richesse floristique, mais il y a aussi de nombreuses interactions entre les différents éléments structuraux qui entrent en jeu. Pour cela, **Ronzon (2006)**, propose lors de la création d'un espace vert de se baser en premier lieu sur la diversité optimale et non pas sur une diversité maximale.

Par ailleurs, le jardin Zidane Brahim (21 associations) qui est considéré comme le plus favorable aux ennemis naturels, se caractérise également par sa flore pluri-stratifiée. D'après Lawton (1983) cité par **Debras (2007)**, il existe une relation entre la complexité structurelle

d'un écosystème et la richesse de son entomofaune. Donc la structure, la hauteur, la largeur, et l'importance de chaque strate végétale, sont d'autres paramètres qui peuvent intervenir dans la richesse faunistique d'un écosystème (Debras, 2007).

4.5. Interactions tétra-trophiques

4.5.1. Résultats

Le **tableau 12** présente les différentes relations tétra-trophiques (Plante-Pucerons-Parasitoïde-hyperparasitoïde) notées lors de cette étude effectuée dans la ville de Biskra en 2011.

Tableau 12 : Les différentes associations tétra-trophiques enregistrées dans la région d'étude en 2011.

Plante	Puceron	Parasitoïde primaire	Parasitoïde secondaire
<i>Myoporum laetum</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Trioxys angelicae</i>	<i>Alloxysta vitrix</i>
<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphidius matricariae</i>	
<i>Myoporum laetum</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Trioxys angelicae</i>	<i>Dendrocerus spp</i>
<i>Duranta plumieri</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Trioxys acalephae</i>	
		<i>Trioxys angelicae</i>	
<i>Lycium shawii</i>	<i>Myzus persicae</i>	<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Asaphes spp.</i>
	<i>Acyrtosiphon pisum</i>		
<i>Duranta plumieri</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Trioxys angelicae</i>	
<i>Ulmus minor</i>	<i>Tinocallis takachihoensis</i>	<i>Aphidius spp.</i>	
<i>Nerium oleander</i>	<i>Aphis nerii</i>	<i>Aphidius colemani</i>	
<i>Punica granatum</i>	<i>Aphis punicae</i>	<i>Aphidius colemani</i>	<i>Coruna clavata</i>
<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Trioxys acalephae</i>	
<i>Duranta plumieri</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Trioxys angelicae</i>	
<i>Nerium oleander</i>	<i>Aphis nerii</i>	<i>Aphidius colemani</i>	
<i>Rosa damascena</i>	<i>Macrosiphon impatientis</i>	<i>Praon volucre</i>	
<i>Ulmus minor</i>	<i>Tinocallis takachihoensis</i>	<i>Aphidius spp.</i>	
<i>Prunus armeniaca</i>	<i>Hyalopterus pruni</i>	<i>Aphidius transcaspicus</i>	
<i>Duranta plumieri</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Trioxys acalephae</i>	Espèce non identifiée (Chalcidoidea)
<i>Gossypium herbaceum</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphidius colemani</i>	Espèce non identifiée (Pteromalidae)
		<i>Aphidius matricariae</i>	
<i>Nerium oleander</i>	<i>Aphis nerii</i>	<i>Aphidius colemani</i>	
<i>Duranta plumieri</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Trioxys angelicae</i>	
		<i>Trioxys acalephae</i>	
<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	<i>Aphis gossypii</i>	/	<i>Syrphophagus aphidivorus</i>

Parmi les 11 espèces de parasitoïdes primaires rencontrées dans la région d'étude, 7 ont fait l'objet d'un hyperparasitisme. Il s'agit de *Trioxys angelicae*, *T. acalephae*, *Aphidius matricariae*, *A. colemani*, *Aphidius* spp., *A. transcaspicus* et *Praon volucre*.

Les genres *Aphidius* et *Trioxys* sont les plus touchés par l'hyperparasitisme. Les espèces *Trioxys angelicae* et *T. acalephae* ont été attaquées par 4 espèces d'hyperparasitoïdes différents, alors que, *Aphidius matricariae* et *A. colemani* sont parasités par 3 hyperparasitoïdes différents. Les autres espèces de parasitoïdes primaires sont moins attaquées.

Les hyperparasitoïdes les mieux représentés dans cette études sont *Coruna clavata*, *Asaphes* spp. et une espèce non identifiée appartenant à la famille de Pteromalidae.

4.5.2. Discussion

Au sein d'un écosystème, les hyperparasitoïdes sont des insectes qui vivent aux dépens des parasitoïdes primaires, de cette façon ils occupent le 4^{ème} niveau trophique (**Buitenhuis, 2004**). Cependant, les études sur les interactions multi-trophiques négligent la présence de ce 4^{ème} niveau (Brodeur, 2000 ; Harvey *et al.*, 2003 ; Soler *et al.*, 2005 cités par **Härri *et al.*, 2008**).

Dans cette étude, 7 espèces ont été identifiées et 24 associations tétra-trophiques sont obtenues. Les Hyperparasitoïdes les mieux représentés appartiennent à la famille des Pteromalidae. Il s'agit de *Coruna clavata*, *Asaphes* spp. et une espèce non identifiée.

D'après **Buitenhuis (2004)**, ces hyperparasitoïdes diffèrent dans leur phylogénie, leur mode de développement, les stades d'hôte attaqués et leur spécificité parasitaire. *Asaphes* spp. et *Dendrocercus* spp. sont des hyperparasitoïdes ectoparasitoïdes et idiobiontes (**Buitenhuis, 2004**). Ils sont également des généralistes, qui ne manifestent aucune spécificité particulière vis-à-vis du parasite primaire, du puceron et de la plante. Une même espèce peut parasiter aussi bien des espèces des familles aussi éloignées que les Aphidiides et les Aphélinides (**Remaudière *et al.*, 1976**).

Alloxysta vitrix est un endoparasitoïde, koinobionte mais sa gamme d'hôtes est plus restreinte et il exprime une préférence aux Aphidiinae (Höller *et al.*, 1993 cités par **Buitenhuis, 2004**). De ça part, *Syrphophagus aphidivorus* peut s'installer sur des parasitoïdes

primaires très différents (Hoffer et Stary, 1970; Sullivan et van den Bosch, 1971; Mertins, 1985; Völkl and Barczak, 1990 cités par **Buitenhuis, 2004**).

Parmi les 11 espèces de parasitoïdes primaires rencontrés lors de cette étude, 4 n'ont pas été touchées par l'hyperparasitisme. Il s'agit d'*Aphidius ervi*, *Ephedrus persicae*, *Diaeretiella rapae* et *Lysiphlebus testaceipes*. Comparativement aux parasitoïdes primaires, les hyperparasitoïdes sont plus généralistes et apparemment moins attirés à distance par des stimuli chimiques volatils. Toutefois, ils utilisent des stimuli de contact trouvés sur la plante pour localiser leur hôte (**Buitenhuis, 2004**). L'un des principaux stimuli utilisés est le miellat des pucerons (**Buitenhuis, 2004 ; Buitenhuis et al., 2004b**).

4.6. Spécificité parasitaire

4.6.1. Résultats

Dans le **tableau 13**, les Hyménoptères parasitoïdes primaires sont répertoriés en fonction de leur spécificité parasitaire.

D'après les résultats mentionnés sur le **tableau 13**, il apparaît que certains parasitoïdes possèdent un spectre d'hôtes assez large. C'est le cas d'*Aphidius matricariae*, *A. colemani*, *Trioxys angelicae*, *Ephedrus persicae*, *Praon volucre* et *Lysiphlebus testaceipes*. Les autres espèces ont montré une nette préférence pour quelques pucerons hôtes. C'est le cas d'*Aphidius ervi*, *Aphidius transcaspicus*, *Aphidius* spp., *Diaeretiella rapae* et *Trioxys acalephae*.

Tableau 13: Répartition des Hyménoptères en fonction de leur spécificité parasitaire.

Parasitoïdes	Pucerons
<i>Trioxys angelicae</i>	<i>Aphis gossypii</i> <i>Aphis punicae</i> <i>Aphis spiraeicola</i>
<i>Trioxys acalephae</i>	<i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i>
<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Aphis gossypii</i> <i>Aphis craccivora</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Aphis punicae</i> <i>Acyrtosiphon pisum</i>
<i>Aphidius colemani</i>	<i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Aphis punicae</i> <i>Aphis nerii</i>

Suite tableau 13	
<i>Aphidius ervi</i>	<i>Myzus persicae</i>
<i>Aphidius transcaspicus</i>	<i>Hyalopterus pruni</i>
<i>Aphidius spp.</i>	<i>Tinocallis takachihoensis</i>
<i>Ephedrus persicae</i>	<i>Aphis gossypii</i>
	<i>Aphis craccivora</i>
	<i>Aphis punicae</i>
<i>Diaeretiella rapae</i>	<i>Aphis gossypii</i>
	<i>Myzus persicae</i>
<i>Praon volucre</i>	<i>Aphis gossypii</i>
	<i>Aphis craccivora</i>
	<i>Myzus persicae</i>
	<i>Macrosiphon impatientis</i>
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphis gossypii</i>
	<i>Aphis spiraeicola</i>
	<i>Aphis nerii</i>

4.6.2. Discussion

Parmi les 11 espèces de parasitoïdes primaires identifiées dans la ville de Biskra, *Aphidius ervi*, *Aphidius transcaspicus*, *Aphidius spp.*, ce sont montrées très spécifiques.

Davidian (2009) a classé les parasitoïdes primaires en deux catégories. D'après cet auteur, il y a des espèces oligophages; qui peuvent vivre sur hôtes de genres différents mais de même tribus ou de mêmes sous familles. Alors que, les parasitoïdes polyphages, sont ceux qui parasitent des hôtes de différentes sous-familles mais de la même famille ou des espèces de différentes familles mais de la même super famille.

D'après cette classification trophique, la majorité des espèces collectées sont considérées comme des oligophages. Mais cette classification ne peut pas être généralisée à tous les habitats.

D'après **Moreno-Mari et al. (1999)** et **Stilmant et al. (2008)** cités par **Boivin et al. (2012)**, certains parasitoïdes sont très exigeants en matière de pucerons hôtes, tandis que, d'autres sont spécifiques vis-à-vis de l'habitat mais au sein de cet habitat ils sont généralistes.

Par exemple, dans le cas des pucerons hétérocycliques, les parasitoïdes qui s'attaquent aux populations qui évoluent sur l'hôte primaire ne sont pas toujours ceux qui parasitent le puceron sur l'hôte secondaire. Cette spécificité ne peut pas être attribuée à la plante mais aux exigences écologiques des parasitoïdes. D'après **Remaudierre et al. (1976)**, certains parasitoïdes sont actifs au sein des milieux forestiers qui englobent des hôtes primaires, alors

que, d'autres ne sont dynamiques que dans des habitats steppiques ou cultivés qui hébergent plantes herbacées (hôtes secondaires des pucerons).

4.7. Taux de parasitisme

4.7.1. Résultats

Les résultats concernant le taux de parasitisme de différentes espèces aphidiennes rencontrées dans la ville de Biskra sont présentés sur le **tableau 14**.

Tableau 14: Taux de parasitisme (%) des pucerons notés dans la région d'étude en 2011

Pucerons	Plante	Nbre de pucerons vivants	Nbre de momies	Taux de parasitisme (%)
<i>A. gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	529	29	5,20
	<i>Duranta plumieri</i>	35	13	27,08
	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	79	28	26,17
	<i>Pistacia lentiscus</i>	7	14	66,66
	<i>Gossypium herbaceum</i>	7	10	58,82
	<i>Lavandula arboria</i>	174	21	10,77
	Total		831	115
<i>M. persicae</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	15	14	48,28
	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	4	5	55,55
	<i>Lycium shawii</i>	0	21	100
	Total	19	40	67,79
<i>A. craccivora</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	37	8	17,77
	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	0	3	100
	Total	37	11	22,91
<i>A. pisum</i>	<i>Lycium shawii</i>	1	5	83,33
<i>A. punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	94	12	11,32
<i>A. spiraecola</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	1	4	80
<i>T. takachihoensis</i>	<i>Ulmus minor</i>	28	3	9,68
<i>M. impatientis</i>	<i>Rosa damascena</i>	3	11	78,57
<i>H. pruni</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	450	45	9,09
<i>A. nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>	340	139	29,02

A la lumière de ces résultats, il est déduit que ce taux varie en fonction des espèces aphidiennes, et des plantes.

Le taux de parasitisme le plus élevé est enregistré chez *Myzus persicae* installé sur *Lycium shawii* et chez *Aphis craccivora* récolté sur *Bougainvillea spectabilis* (100%). Un minimum de parasitisme est enregistré chez *Aphis gossypii* associé au *Myoporum laetum* (5,20 %).

D'après les résultats obtenus, il est remarqué que les premières colonies aphidiennes qui s'observent au cours de l'automne, s'échappent au parasitisme, comparativement à celles qui se forment vers la fin de l'hiver ou au cours du printemps.

4.7.2. Discussion

Les résultats obtenus montrent que le taux de parasitisme est déterminé par l'espèce aphidienne, le comportement du parasitoïde et les caractéristiques écologiques de l'habitat (la végétation, les conditions climatiques).

Afin d'évaluer l'impact parasitaire sur la dynamique des populations des pucerons, il faut analyser le comportement des deux partenaires (parasitoïde et puceron hôte), ainsi que, les caractéristiques écologiques des niches occupées. Ces paramètres ont une influence soit directe ou indirecte sur le succès du parasitisme.

Pour localiser son hôte, une série de stimuli sont exploités par le parasitoïde (**Wajnberg et Ris, 2006**). Une fois qu'une colonie d'hôte a été localisée, la femelle ajuste son niveau d'exploitation, en se basant sur plusieurs indices; la taille et la qualité de la colonie, la distance entre les colonies et la présence des concurrents (**Boivin et al., 2012**).

Dans cette étude, il est constaté que le taux de parasitisme le plus élevé est obtenu chez les populations aphidiennes les plus denses. Beaucoup d'auteurs, notamment, **Duchovskienė et Raudonis (2008)**, **Mahmoudi et al. (2010)**, **Thies et al. (2005)**, **Vásquez et al. (2006)** sont arrivés aux mêmes résultats.

Le temps de séjour de la femelle du parasitoïde au niveau de la colonie de l'hôte est un autre paramètre non négligeable (**Amat, 2004**). Cette décision est conditionnée par la taille, la qualité de la colonie, la distance entre les colonies, la durée de la vie de femelle, ainsi que, par la présence des concurrents. D'après **Godfray (1994) cité par Amat (2004)**, il est fréquent de trouver dans la nature des colonies d'hôtes infestées par plusieurs espèces de parasitoïdes.

Dans cette étude, il est fréquent de trouver au sein de la même colonie aphidienne plusieurs parasitoïdes. C'est le cas d'*Aphis gossypii* sur *Myoporum laetum*, qui est parasité par 5 espèces d'Hyménoptères. Ces derniers entrent en compétition, notamment, dans le cas où les ressources alimentaires disponibles sont inférieures à leurs besoins (**Bonsall et Hassell, 2000**). Plusieurs chercheurs (**Kavallieratos et al., 2005**, **Mahmoudi et al., 2010**),

étaient d'accord sur le fait que la compétition interspécifique diminue le taux de parasitisme et l'efficacité de recherche chez les femelles des auxiliaires.

Par ailleurs, les aphides ont développé des stratégies afin de résister à leurs ennemis naturels. Parmi celles-ci, il y a lieu de citer la sécrétion des phéromones d'alarme (Bowers *et al.*, 1972 ; Nault *et al.*, 1976 cités par **Villagra *et al.*, 2002**), le camouflage (Dill *et al.*, 1990 cités par **Villagra *et al.*, 2002**), la production des ailés (Weisser *et al.*, 1999 cités par **Villagra *et al.*, 2002**) et la production de soldats (Aoki *et al.*, 1998 et Foster et Rhoden, 1998 cités par **Villagra *et al.*, 2002**). Lors de ce travail, il est remarqué que dans la plupart des cas les pucerons parasités se trouvent en dehors de la colonie aphidienne. Ce comportement a été mentionné aussi par **Chow et Mackauer (1999)**. Il se peut que par ce comportement, le reste de la colonie et le site d'alimentation, restent à l'abri des auxiliaires. Il est constaté également, que dans certains cas les colonies se trouvent entourer de fourmis très agressives, ce qui assurent également leur protection contre les agressions externes, notamment, de la part des auxiliaires.

Les caractéristiques écologiques de l'habitat peuvent également affecter le succès parasitaire. Ces facteurs peuvent être d'ordre abiotique ou biotique. Plusieurs auteurs (**Hercus et Hoffmann, 2000 ; Pelletier, 2003; Jervis *et al.*, 2005; Suderland *et al.*, 2005, Berger *et al.*, 2008 ; Dieckhoff et Heimpel, 2010**) ont insisté sur l'importance du climat dans la régulation de la taille des population d'insectes, en affectant la fécondité, le comportement de recherche, le taux de mortalité, la disponibilité en nourriture, ainsi que la survie et le succès de la progéniture.

Dans cette étude, il est à signaler que l'activité de recherche des parasitoïdes se trouvent très réduites au cours des journées ventées et les journées à fortes précipitations. D'autre part, il est remarqué que cette activité dépend également de la température. Plusieurs études ont montré que ce facteur climatique est déterminant pour le taux de développement, l'entrée en diapause, la fécondité, la dispersion et la longévité (Mousseau et Dingle, 1991 cités par **Pelletier, 2003 ; Henter, 2002 cités par Opit et Throne, 2007**).

Comparativement aux autres études effectuées dans la région de Biskra, il est constaté que le taux de parasitisme en milieu urbain et naturel sont plus important par rapport au milieu cultivé (**Tahar chouché, 2010 ; Halimi, 2010**). Apparemment, les plantes spontanées et ornementales constituent un habitat plus stable et plus équilibré que les plantes cultivées.

Ce qui explique peut être la présence continue des parasitoïdes dans le milieu urbain de la ville de Biskra (de janvier à Juin).

4.8. Taux d'émergence

4.8.1. Résultats

Les valeurs concernant le taux d'émergence des parasitoïdes rencontrés dans la ville de Biskra sont représentées sur le **tableau 15**.

A partir d'une moyenne maximale de 385 momies rencontrées, 147 ont pu émerger (38,18 %). Ce taux d'émergence était compris entre 21,42 % et 100 % (**Tableau 15**).

Tableau 15: Taux d'émergence (%) des parasitoïdes rencontrés dans le milieu urbain de la ville de Biskra en 2011.

Puceron	Plante	Nbr de Momies		Taux d'émergence (%)	Parasitoïde	Nombre	Taux d'émergence (%)
		Total	Emergées				
<i>A. gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	29	17	58,62	<i>T. angelicae</i>	15	51,72
					Hyperparasitoïdes	2	6,9
	<i>Duranta plumieri</i>	13	13	100	<i>T. angelicae</i>	12	92,30
					Hyperparasitoïdes	1	7,70
	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	28	12	42,86	<i>T. angelicae</i>	3	10,71
					<i>T. acalephae</i>	1	3,57
					<i>A. matricariae</i>	4	14,28
					<i>D. rapae</i>	1	3,57
					Hyperparasitoïdes	3	10,71
	<i>Pistacia lentiscus</i>	14	5	35,71	<i>D. rapae</i>	3	21,43
					<i>A. matricariae</i>	2	14,28
	<i>Gossypium herbaceum</i>	10	4	40	<i>L. testaceipes</i>	1	10
					<i>A. colemani</i>	2	20
					Hyperparasitoïdes	1	10
<i>Lavandula arboria</i>	21	10	47,62	<i>T. angelicae</i>	2	9,53	
				<i>T. acalephae</i>	1	4,76	
				<i>A. matricariae</i>	5	23,81	
				<i>P. volucre</i>	1	4,76	
				Hyperparasitoïdes	1	4,76	
<i>M. persicae</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	14	3	21,42	<i>D. rapae</i>	1	7,14
					<i>A. colemani</i>	1	7,14
					Hyperparasitoïdes	1	7,14
	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	5	4	80	<i>A. matricariae</i>	1	20
					<i>A. colemani</i>	1	20
					Hyperparasitoïdes	2	40
	<i>Lycium shawii</i>	21	10	47,62	<i>A. ervi</i>	1	4,76
					<i>P. volucre</i>	2	9,53
<i>A. matricariae</i>					3	14,28	
<i>T. acalephae</i>					1	4,76	
					Hyperparasitoïdes	3	14,28

Suite tableau 15							
<i>A. craccivora</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	8	4	50	<i>P. volucre</i>	1	12,5
					<i>A. matricariae</i>	3	37,5
	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	3	2	66,66	<i>E. persicae</i>	2	66,666
<i>A. pisum</i>	<i>Lycium shawii</i>	5	2	40	<i>A. matricariae</i>	1	20
					Hyperparasitoïdes	1	20
<i>A. punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	12	3	25	<i>T. angelicae</i>	1	8,33
					<i>A. matricariae</i>	2	16,67
<i>A. spiraecola</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	4	3	75	<i>L. testaceipes</i>	3	75
<i>T. takachihoensis</i>	<i>Ulmus minor</i>	3	1	33,33	<i>Aphidius spp.</i>	1	33,33
<i>M. impatientis</i>	<i>Rosa damascena</i>	11	7	63,63	<i>P. volucre</i>	7	63,63
<i>H. pruni</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	45	16	35,55	<i>A. transcaspicus</i>	6	13,33
					Hyperparasitoïdes	10	12,22
<i>A. nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>	139	31	22,30	<i>A. colemani</i>	22	15,82
					Hyperparasitoïdes	9	6,48
Total		385	147	38,18	Total	147	

4.8.2. Discussion

Le taux d'émergence des parasitoïdes reflète leur succès reproductif et leur niveau d'adaptation aux conditions environnantes. Ce paramètre va dépendre de plusieurs facteurs, entre autre, la qualité de l'hôte, la pathogénicité des parasitoïdes, l'hyperparasitisme, la compétition entre les larves dans le cas de superparasitisme, la prédation des stades parasités et les facteurs abiotiques.

Lebreton (2009), a constaté que la qualité de l'hôte influence directement le succès de développement de la larve du parasitoïde. Généralement les parasitoïdes préfèrent les hôtes qui garantissent les conditions optimales pour le développement de leur stades immatures (Godfray, 1994 cité par **Bueno et al., 2002**).

Généralement, dans cette étude, il est remarqué que tous les stades évolutifs des pucerons, entre autre, les adultes, sont parasités. D'après Stary (1988) cité par **Matin et al. (2009)**, les Aphidiides présentent des préférences à l'égard des stades de leurs hôtes. En cas d'obligation ils s'attaquent à tous les stades, mais ils expriment une préférence au 2^{ème} et 3^{ème} stade. Donc les femelles sélectionnent les hôtes les plus appropriés pour le développement de leur progéniture.

Durant cette étude, l'hyperparasitisme a affecté sensiblement le taux d'émergence dans certains cas. Plusieurs auteurs, entre autre, **Mackauer et Völkel (2005)**; Walker et al.

(1984) cités par Helms *et al.* (2004), on insisté sur l'importance de l'hyperparasitisme sur l'activité des parasitoïdes primaires.

Les facteurs abiotiques ont une nette influence sur le taux d'émergence des parasitoïdes, notamment, la température. Des taux d'émergence très faible sont obtenus chez les momies collectées durant la période chaude de l'année (juin). D'après Jervis *et al.* (2005), les parasitoïdes ne peuvent pas tolérer les températures extrêmes, et meurent généralement avant leur émergence.

4.9. Sex-ratio

4.9.1. Résultats

A la lumière des résultats présentés sur le **tableau 16**, il ressort que la sex-ratio est généralement à la faveur des femelles.

Tableau 16 : La sex-ratio des parasitoïdes primaires rencontrés dans la ville de Biskra en 2011.

Parasitoïde	Pucerons	Plante	Total	Mâle	Femelle	Sex-ratio
<i>T. angelicae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	71	33	38	0,86
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	20	11	9	1,22
		<i>Duranta plumieri</i>	47	24	23	1,04
		<i>Pistacia lentiscus</i>	1	0	1	0
		<i>Gossypium herbaceum</i>	2	0	2	0
		<i>Lavandula arboria</i>	4	2	2	1
	<i>A. punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	2	1	1	1
	<i>A. spiraecola</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	1	1	0	-
Total			148	72	76	0,95
<i>T. acalephae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	4	3	1	3
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	1	1	0	-
		<i>Duranta plumieri</i>	8	5	3	1,66
		<i>Lavandula arboria</i>	3	2	1	2
	<i>M. persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	1	0	1	0
Total			17	11	6	1,83
<i>A. matricariae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	8	1	7	0,14
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	12	1	11	0,09
		<i>Duranta plumieri</i>	5	1	4	0,25
		<i>Pistacia lentiscus</i>	2	1	1	1
		<i>Gossypium herbaceum</i>	4	3	1	3
		<i>Lavandula arboria</i>	5	1	4	0,25
	<i>A. craccivora</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	3	1	2	0,5
	<i>M. persicae</i>	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	3	1	2	0,5
		<i>Lycium shawii</i>	8	6	2	3
	<i>A. punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	2	0	2	0
	<i>A. pisum</i>	<i>Lycium shawii</i>	1	0	1	0
Total			53	16	37	0,43

Suite tableau 16						
<i>A. colemani</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	3	1	2	0,5
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	5	2	3	0,66
		<i>Gossypium herbaceum</i>	3	3	0	-
		<i>Duranta plumieri</i>	3	1	2	0,5
		<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	7	1	6	0,16
	<i>M. persicae</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	1	0	1	0
		<i>Bougainvillea spectabilis</i>	1	1	0	-
		<i>Lycium shawii</i>	1	1	0	-
	<i>A. punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	3	3	0	-
	<i>A. nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>	85	16	69	0,23
Total			112	29	83	0,35
<i>A. ervi</i>	<i>M. persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	1	0	1	0
<i>A. transcaspicus</i>	<i>H. pruni</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	6	0	6	0
<i>Aphidius spp.</i>	<i>T. takachihoensis</i>	<i>Ulmus minor</i>	1	1	0	-
<i>E. persicae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	1	1	0	-
	<i>A. craccivora</i>	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	3	3	0	-
	<i>A. punicae</i>	<i>Punica granatum</i>	1	0	1	0
	Total			5	4	1
<i>D. rapae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Hibiscus rosa sinensi</i>	1	1	0	-
		<i>Pistacia lentiscus</i>	3	0	3	0
		<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	3	0	3	0
	<i>M. persicae</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	1	1	0	-
	Total			8	2	6
<i>P. volucre</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Lavandula arboria</i>	1	0	1	0
	<i>A. craccivora</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	1	0	1	0
	<i>M. persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	2	2	0	-
	<i>M. impatientis</i>	<i>Rosa damascena</i>	6	1	5	0,2
	Total			10	3	7
<i>L. testaceipes</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>Gossypium herbaceum</i>	1	1	0	-
	<i>A. spiraeicola</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	3	2	1	2
	<i>A. nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>	1	0	1	0
	Total			5	3	2

4.9.2. Discussion

D'après les résultats (**Tableau 16**), les populations des parasitoïdes obtenus sont mixtes, mais dans la plupart des cas le rapport est à la faveur des femelles. La dominance des femelles est nettement visible chez *A. colemani* et *A. matricariae*.

Les femelles des Hyménoptères sont parmi les insectes qui peuvent modifier le sexe de leur progéniture en fonction des conditions du milieu. Par exemple, le potentiel de la femelle, la densité de l'hôte, la température, la phytopériode et l'humidité sont les facteurs qui peuvent affecter la sex-ratio (King, 1987 et Godfry, 1994 cités par **Mahmoudi et al., 2010**).

L'un des facteurs intrinsèques qui interviennent dans la détermination du sexe de la descendance est l'âge de la femelle au moment de la ponte (Stary, 1970 cité par **Tahar chaouche, 2010**). Si la femelle est très âgée, elle pond généralement des œufs non fécondés et

par conséquence la progéniture sera à la faveur des mâles (Hofsvang et Hagvar, 1975b; Hagvar et Hofsvang, 1990 cités par **Matin et al., 2009**).

La taille du puceron hôte est un autre facteur qui peut intervenir également dans la détermination du sexe de la descendance. D'après King (1993) et Godfray (1994) cités par **Makauer et Völkl (2005)**, les femelles des parasitoïdes déposent les œufs fécondés dans les hôtes les plus convenables.

La température est considérée parmi les facteurs abiotiques les plus importants dans la régulation du sexe. **Davidian (2009)**, a constaté que la variation saisonnière dans le rapport entre les mâles et les femelles est en relation directe avec la température. **Matin et al. (2009)**, ont mentionné que la sex-ratio peut être à la faveur des mâles si les températures sont excessives.

La disponibilité de la nourriture peut également affecter la sex-ratio. D'après **Berndt et al. (2005)**, Ce facteur agit sur l'attractivité, la capacité de recherche et la réceptivité des femelles pour les mâles, et par conséquence sur le succès de l'accouplement.

Par ailleurs, l'hyperparasitisme peut agir sur la sex ratio. Dans la plupart des cas les individus les plus touchés par le l'hyperparasitisme sont des femelles (**Makauer et Völkl, 2005**).

4.10. Taux d'hyperparasitisme

4.10.1. Résultats

Le taux d'hyperparasitisme enregistré dans les différents jardins publics de la ville de Biskra est compris entre 7,69 % et 62,5 % (**Tableau 17**). Le parasitoïde primaire le plus touché par l'hyperparasitisme est *A. transcaspicus* (62,5 %). Il est surtout hyperparasité par *Coruna clavata* et *Asaphes spp.* D'une façon générale, l'hyperparasitisme est très accentué en périodes de fortes chaleurs.

Tableau 17: Taux d'hyperparasitisme enregistrés dans la région d'étude en 2011.

Pucerons	Plante	Hyménoptères émergés	Parasitoïdes primaires émergés		Hyperparasitoïdes émergés		Taux d'hyperparasitisme (%)
			espèce	Nbr	Espèce	Nbr	
<i>A. gossypii</i>	<i>Myoporum laetum</i>	17	<i>T. angelicae</i>	15	<i>Alloxysta vitrix</i>	2	11,76
	<i>Duranta plumieri</i>	13	<i>T. angelicae</i>	12	<i>Asaphes</i> spp.	1	7,69
	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	12	<i>T. angelicae</i> <i>T. acalephae</i> <i>A. matricariae</i> <i>D. rapae</i>	9	<i>Coruna clavata</i> <i>Alloxysta vitrix</i>	3	25
	<i>Gossypium herbaceum</i>	4	<i>L. testaceipes</i> <i>A. colemani</i>	3	<i>Pteromalidae</i> spp.	1	25
	<i>Lavandula arboria</i>	10	<i>T. angelicae</i> <i>T. acalephae</i> <i>A. matricariae</i> <i>P. volucre</i>	9	<i>Coruna clavata</i>	1	10
<i>M. persicae</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	3	<i>D. rapae</i> <i>A. colemani</i>	2	<i>Dendrocerus</i> spp.	1	33,33
	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	4	<i>A. matricariae</i> <i>A. colemani</i>	2	<i>Coruna clavata</i>	2	50
	<i>Lycium shawii</i>	10	<i>P. volucre</i> <i>A. matricariae</i> <i>T. acalephae</i> <i>A. ervi</i>	7	<i>Coruna clavata</i> <i>Asaphes</i> spp.	3	30
<i>A. pisum</i>	<i>Lycium shawii</i>	2	<i>A. matricariae</i>	1	<i>Asaphes</i> spp.	1	50
<i>H. pruni</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	16	<i>A. transcaspicus</i>	6	<i>Coruna clavata</i>	10	62,5
<i>A. nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>	31	<i>A. colemani</i>	22	<i>Coruna clavata</i>	9	29,03

4.10.2. Discussion

L'hyperparasitisme est l'un des paramètres les plus importants dans l'évaluation de l'efficacité des parasitoïdes primaires. Plusieurs auteurs, entre autre, **Buitenhuis (2004)** ; **Härri et al. (2008)** ; **Davidian (2009)** ; **Talebi et al. (2009)** ont étudié l'effet des hyperparasitoïdes sur l'activité des parasitoïdes primaires.

Les résultats obtenus lors de cette étude ont confirmé que l'hyperparasitisme peut constituer un problème majeur pour les parasitoïdes primaires. Dans certains cas, c'est toute la colonie de pucerons momifiés qui est détruite par les hyperparasitoïdes.

Ben Ferhat (2010), a enregistré dans la région de Batna des taux d'hyperparasitisme supérieures à 70%. Cependant, dans d'autres cas, l'hyperparasitisme a un effet très limité sur

l'activité des parasitoïdes primaires. Par exemple, dans la région de Biskra, **Tahar chaouche (2010)**, a constaté qu'en milieu naturel, l'hyperparasitisme en 2009 n'a pas dépassé 36,28 %. Cette différence, peut être attribuée à plusieurs facteurs, en particulier, l'habitat, les conditions climatiques de l'année, la plante, le puceron hôte et le parasitoïde primaire. **Makauer et Völkl (2005) et Davidian (2009)**, ont déjà trouvé que l'activité la plus importante des hyperparasitoïdes s'observent surtout durant les périodes de fortes chaleurs (juillet et août).