

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA



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

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



**Mémoire**  
Pour l'obtention du diplôme de  
**Magister en Agronomie et environnement dans les régions arides**

Présenté par  
M<sup>elle</sup> **Hemidi Widad**

**Sujet**

Contribution à l'étude des hyménoptères  
parasitoïdes associés aux pucerons des  
plantes ornementales : cas de la ville de  
**Biskra**

**Membre du jury**

Mr BELHAMRA M.

Mr LAAMARI M.

Mr OULD EL HADJ M. D.

Mr OUDJEHIH B.

Prof. (Univ. Biskra)

Prof. (Univ. Batna)

Prof. (Univ. Ouargla)

Prof. (Univ. Batna)

Président

Promoteur

Examineur

Examineur

Année universitaire : 2012-2013

## Introduction

---

Les pucerons sont considérés actuellement parmi les ravageurs les plus redoutables aux plantes. Pourtant, ils sont souvent contrôlés par un cortège de prédateurs et de parasitoïdes (**Völkl *et al.*, 2007**).

Tous les parasitoïdes des aphides font partie des familles des Aphidiidae et des Aphelinidae (Braconidae, Hymenoptera) (**Völkl *et al.*, 2007** ; Sary, 2006 ; Hagvar et Hofsang, 1991 cités par **Talebi *et al.*, 2009**).

La préservation de ces ennemis naturels offre plusieurs avantages. D'après Cloutier et Cloutier (1992) cités par **Boivin (2001)**, ces auxiliaires se distinguent par leur capacité de dispersion et de découverte de l'hôte et leur capacité d'adaptation. Vu ces caractéristiques écologiques et démographiques, les parasitoïdes participent donc d'une manière active à l'équilibre biologique au niveau des écosystèmes naturels et anthropiques (**Cassier *et al.*, 1998**).

Cependant, l'intensification qui caractérise l'agriculture moderne, notamment, en matière d'utilisation des engrais et des pesticides, a conduit à la diminution de la richesse quantitative et qualitative de ces parasitoïdes (Townes, 1972 ; Landis et Menalled, 1998 cités par **Menalled *et al.*, 1999**). De leur part, Holland *et al.* (2000) cités par **Langhof *et al.* (2005)**, ont mentionné que les applications répétées d'insecticides dans une culture peuvent conduire à un appauvrissement des agro-systèmes en parasitoïdes des pucerons. De même, Waage (1989) cités par **Rafalimanana (2003)**, a noté que des recrudescences de pucerons surviennent fréquemment à la suite des traitements insecticides.

Face aux désordres écologiques constatés, une nouvelle stratégie phytosanitaire a été proposée dont la perspective d'une gestion durable des agro-systèmes. Une composante importante de cette stratégie est la conservation de ces insectes utiles et l'amplification de leur potentiel de régulation à des échelles spatiales et temporelles (**Kamenova, 2009**).

Par ailleurs, une bonne gestion des écosystèmes naturels peut contribuer d'une façon très efficace dans le maintien et l'enrichissement de cette faune auxiliaire (**Kamenova, 2009**). Il a été démontré également que l'aménagement des milieux urbains et suburbains ; par la création des espaces verts et le choix des plantes ornementales, peut avoir un effet positif sur ces ennemis naturels. Ces hôtes alternatifs, peuvent assurer à la fois la nourriture et l'habitat en cas d'absence des cultures et lors des périodes de traitements chimiques (Van Emden,

## Introduction

---

1965a, 1965b, 1990 ; Rabb *et al.*, 1976 ; Powell, 1986 ; DeBach et Rosen, 1991 ; Dyer et Landis, 1996, 1997 cités par **Menalled *et al.*, 1999**).

La gestion de l'habitat naturel peut constituer donc une méthode sûre et durable pour le contrôle des pucerons en agro-systèmes. Cette gestion comporte d'une part les pratiques de conduite des espaces interstitiels non cultivés (haies, bordures des champs, fossés...) et d'autre part, l'organisation et la gestion du territoire (**Daniel, 2009**).

Malgré son importance, les études réservées au recoupement entre la biodiversité dans les milieux agricoles et urbains restent peu nombreuses (**Daniel 2009**). Des auteurs, entre autres, Jongman (1995) cité par **Liénard et Clergeau (2011)** ; **Arrif *et al.* (2011)** ont mis en évidence qu'un milieu urbain non aménagé peut contribuer à la fragmentation des habitats et à leur isolement, ce que constitue une menace majeure pour la faune et la flore. Pour cette raison, Goddard *et al.* (2010) cités par **LeFur (2011)**, propose la création d'un réseau d'espaces verts interconnectés. Ainsi, Bryant (2006) cités par **Hubert (2008)**, a souligné le rôle essentiel des parcs récréatifs et des corridors dans la conservation des espèces végétales et animales. Et plus ces corridors sont larges et continus, plus ils sont connus pour être efficaces pour un maximum d'espèces (**Liénard et Clergeau, 2011**).

Des travaux ont montré que certaines zones urbaines peuvent être plus diversifiées du point de vue floristique que les habitats naturels et agricoles (Tonteri et Haila, 1990 ; Niemelä *et al.* (2002) cités par **Pinna, 2007** ; Wania *et al.* (2006) cités par **Daniel, 2009**). D'après Raupp *et al.* (1992) cités par **Tooker et Hanks (2000)**, les paysages ornementaux sont dans la plupart des cas des écosystèmes relativement stables pour les ennemis naturels et leurs perturbations écologiques sont minimales en comparaison avec les systèmes agricoles. Donc ces paysages structurellement complexes peuvent former des habitats idéals pour une très grande gamme d'ennemis naturels régulateurs d'insectes phytophages.

Les Hyménoptères parasitoïdes des pucerons comme les autres auxiliaires peuvent exploiter ce genre d'habitats pour renforcer leurs effectifs en cas d'absence des cultures ou lorsque ces cultures sont soumises à des traitements chimiques intensifs.

C'est dans ce contexte que plusieurs pays ont procédé à l'aménagement de leurs espaces verts ; par le choix d'essences ornementales qui assurent à la fois l'habitat et l'alimentation à ces auxiliaires.

## Introduction

---

En Algérie, ces pratiques sont totalement absentes. C'est pour cela que cette étude a été proposée et qui a comme objectif principal dans un premier temps de faire ressortir les interactions entre les espaces verts de la ville de Biskra et les Hyménoptères parasitoïdes des pucerons.

Cette étude va compléter les travaux effectués dans la région de Biskra, notamment, par **Tahar chaouche (2010)** en milieu naturel et **Halimi (2010)** en milieu cultivé.

Après l'introduction, ce travail s'articule autour de 4 chapitres. Dans le premier chapitre, une synthèse bibliographique sur le rôle des espaces urbains dans le maintien de la biodiversité. L'impact des espaces verts des milieux urbains sur l'activité des hyménoptères parasitoïdes des pucerons a été pris comme exemple. Le deuxième chapitre est consacré à la présentation du milieu d'étude. Le troisième chapitre est réservé au matériel et aux méthodes utilisées sur le terrain et au laboratoire pour bien mener cette étude. Les résultats obtenus et les discussions sont exposés au quatrième chapitre.

## Chapitre I : Aperçu bibliographique

### 1.1. Milieux urbains

#### 1.1.1. Caractéristiques

Le paysage urbain est une mosaïque hétérogène et complexe d'habitats. Il est composé de logements résidentiels, de propriétés commerciales, de parcs, de jardins, de rivières, de canaux, d'étangs, de forêts et de haies (McIntyre, 2000). A travers le temps, ces écosystèmes ont connu des perturbations assez particulières (Pinna, 2007). Parmi celles-ci, il y a lieu de citer la diminution de la taille, l'isolement, la diminution de la connectivité en raison de la fragmentation des habitats (Rösch, 2000). Les habitats urbains sont aussi envahis par des espèces ornementales exotiques, ce qui modifié et appauvrit considérablement les communautés locales (Pinna, 2007), en réduisant la biodiversité des espèces indigènes dans les taxons végétaux et animaux (Blair, 1996 ; Denys et Schmidt, 1998 ; Roy *et al.*, 1999 ; Germaine et Wakeling, 2001 cités par Smith *et al.*, 2006).

#### 1.1.2. Valeur écologique

L'extension et les modifications des milieux urbains constituent un défi pour l'écologie et une question de plus en plus importante dans la planification de la conservation de la biodiversité (Niemelä, 1999a, b ; Araujo, 2003 cités par Ulrich *et al.*, 2007). Dans de nombreux cas, l'urbanisation se traduit par une perte ou une fragmentation des habitats naturels et constitue donc une menace majeure pour la survie de nombreuses espèces (Niemelä, 1999b ; Paul et Meyer, 2001 cités par Moreira *et al.*, 2007). Ces cas peuvent se produire lorsque ces structures sont simples, moins diversifiées dans le type et le nombre de micro-habitats (Moreira *et al.*, 2007).

Toutefois, il est démontré que les habitats urbains ont une diversité parfois très grande, unique et souvent inattendue. La richesse de ce milieu s'explique notamment par la multitude d'habitats qu'il abrite, en particulier, les parcs, les jardins, les friches, les boisés, les haies etc. (Cornelis et Hermy, 2004 cités par Pinna, 2007 ; Lévêque et Mounolou, 2008). En plus de cette hétérogénéité spatiale, la structure verticale des boisés urbains est grandement hétérogène si les strates herbacées, arbustives et arborescentes sont prises en considération (Frankie et Ehler, 1978 ; Dreistadt *et al.*, 1990 cités par Pinna, 2007).

Plusieurs études ont démontré que les modifications environnementales associées à l'urbanisation représentent une menace pour de nombreuses espèces natives qui sont disparus et remplacés par des espèces exotiques (McKinney, 2002 cités par **Hubert, 2008 ; McKinney, 2006**). Ce processus est responsable donc de la biodiversité locale de l'écosystème (**Altherr, 2007**). Cependant, et pour d'autres chercheurs, la biodiversité globale peut être améliorée par la présence d'espèces exotiques. D'après Sax et Gaines (2003) cités par **Pinna (2007)**, les espèces exotiques qui ne deviennent pas envahissantes, participent à la biodiversité locale. Eversham *et al.* (1996) ; Niemelä (1999a) et Wilson Pickett *et al.* (2004) cités par **Ulrich *et al.* (2007)**, ont noté que de nombreuses espèces rares ou menacées se reproduisent principalement ou même exclusivement dans ces milieux.

Les paysages urbains sont également des habitats intrinsèquement artificiels et sont par conséquent un sujet pour l'attaque d'insectes herbivores (Dreistadt *et al.*, 1990 ; Frankie et Ehler, 1978 ; Frankie *et al.*, 1987 ; Raup *et al.*, 1992 cités par **Ellis *et al.*, 2005**). Il est notamment démontré que les écosystèmes urbains peuvent soutenir une diversité entomologique ayant un intérêt en terme de conservation (Eversham *et al.*, 1996; McGeoch et Chown, 1997; Eyre *et al.*, 2003; Small *et al.*, 2003; Watts et Larivière, 2004 cités par **Pinna, 2007**). Ces milieux pourraient encourager les ennemis naturels de réprimer les populations d'insectes phytophages (**Tooker et Hanks, 2000**), en fournissant des proies, des ressources florales et des microclimats adaptés. De leur part **Smith *et al.* (2006)**, ont mentionné que ces espaces verts peuvent atténuer les effets néfastes de l'urbanisation sur les espèces en préservant ou en créant la biodiversité. Donc ils sont peut être plus favorables aux insectes utiles que les agro-systèmes. Par leur composition, leur diversité et leur densité peuvent constituer un environnement favorable et relativement stable pour les ennemis naturels (Dreistadt *et al.*, 1990 ; Flandre, 1986 ; Frankie et Ehler, 1978 ; Raupp *et al.*, 1992 cités par **Ellis *et al.*, 2005**).

## 1.2. Modèle de relation «Ravageurs- auxiliaires» étudié

Les écosystèmes sont des milieux complexes régis par de très nombreuses interactions entre les différentes espèces. Ces relations sont notamment de type alimentaire (**Faurie *et al.*, 2003**).

En effet les relations trophiques entre les espèces comptent parmi les facteurs sélectifs les plus intenses (**Cheppe-Buchmann, 2006**) et leur compréhension peut fournir un

fondement essentiel pour améliorer l'efficacité et la compréhension de la suppression des populations d'herbivores par leurs ennemis naturels (**Buitenhuis, 2004**).

### 1.2.1. Pucerons

Les pucerons ont toujours été considérés comme l'un des groupes les plus nocifs aux plantes. Ils sont pris comme une source perpétuelle de frustration pour les agriculteurs et les jardiniers (**Powell et al., 2006**). Ce sont des ravageurs communs des cultures et des plantes ornementales (**Perera et al., 2005**).

Environ 4000 espèces de pucerons sont décrites (Dixon, 1978 cité par **Perera et al., 2005**). Parmi elles, environ 450 espèces sont inféodées aux plantes cultivées (Blackman et Eastop, 2000 cités par **Blackman et Eastop, 2007**), mais seulement environ 100 ont réussi à exploiter le milieu agricole dans la mesure où ils sont d'une importance économique significative (**Blackman et Eastop, 2007**).

En Algérie, 120 espèces ont été recensées, dont 68,3% sont considérées comme des ravageurs des cultures (**Laamari et al., 2010**).

Les pucerons occupent une place importante et sont souvent difficiles à combattre (**Trouve et al., 2001**). L'état phytosanitaire de ces insectes est liée à plusieurs caractéristiques biologiques (**Powell et al., 2006 ; Dajoz, 1998**), notamment, leur polymorphisme, leur aptitude à la viviparité, leur taux de reproduction élevé ainsi que leur forte mobilité (**Coll et Hopper, 2001 ; Debras, 2007**). La spécificité vis-à-vis de leurs plantes hôtes est souvent plus large. Ils sont très prolifiques (**Debras, 2007**) et ont une aptitude à localiser et à exploiter leurs plantes hôtes grâce à des mécanismes sensoriels et comportementales (**Powell et al., 2006**).

Ils ont une grande importance économique (**Dajoz, 1998**), ils causent des dommages de plusieurs façons (**Sorensen, 2003**). Ils peuvent endommager directement les plantes cultivées et les arbres à cause de leurs pullulations à forte densité (**Dajoz, 1998 ; Sorensen, 2003**). Les dégâts résultent aussi de la sécrétion de miellat (**Debras, 2007**) qui peut provoquer une chute des feuilles et induit également leur dessèchement (**Dajoz, 1998**).

Les pucerons peuvent aussi causer des dégâts par l'injection des sécrétions salivaires toxiques (**Rakhshani, 2008**), qui peuvent engendrer un retard de croissance, des déformations des feuilles, et une formation de galles (**Sorensen, 2003**).

Certaines espèces sont vectrices de maladies. Différentes estimations suggèrent que les pucerons transmettent entre 25% et 50% des virus des plantes disséminées par les insectes (Nault, 1997 ; NG et Perry, 2004 ; Hogenhout *et al.*, 2008 cités par **Hodge et Powell, 2010**).

## 1.2.2. Hyménoptères parasitoïdes

### 1.2.2.1. Importance et caractéristiques

Les pucerons sont attaqués par un grand nombre d'ennemis naturels, y compris les prédateurs, les parasitoïdes et les micro-organismes (bactéries, virus et champignons). Ces entomophages contribuent à la régulation des populations des pucerons. Ensemble, ils représentent une communauté d'espèces qui partagent les mêmes hôtes et les mêmes proies (Polis *et al.*, 1989 ; Rosenheim *et al.*, 1995 cités par **Pell et al., 2007**).

Les parasitoïdes sont des organismes chez lesquels les larves se développent aux dépens d'un seul hôte (Godfray, 1994 cité par **Wajnberg et Ris, 2006**), ils en tirent leurs substances et le tuent comme résultat direct ou indirecte de leur développement (Eggleton et Gaston, 1990 cités par **Goubault, 2003**), ce que leur permet d'atteindre le stade adulte (**Cheyppe-Buchmann, 2006**). Le parasitoïde adulte est généralement libre et mobile (**Mills, 2003 ; Wajnberg et Ris, 2006**).

D'après les estimations, les parasitoïdes représenteraient entre 8% et 20% des espèces d'insectes décrites à ce jour. Ils appartiennent essentiellement à l'ordre des Hyménoptères (75 %) (Boivin, 1996 cité par **Goubault, 2003**), suivi par l'ordre des Diptères (Feener et Brown, 1997 cités par **Wajnberg et Ris, 2006**).

Parmi les parasitoïdes, il existe des spécialistes et des généralistes, des endoparasitoïdes et des ectoparasitoïdes, des parasitoïdes solitaires et des parasitoïdes grégaires (**Goubault, 2003 ; Debras, 2007 ; Wajnberg et Ris, 2006**).

Presque tous les parasitoïdes sont des idiobiontes ou des koinobiontes. Les idiobiontes tuent dans un premier temps leur hôte et déposent leurs œufs sur ou dans le cadavre de celui-ci. Du fait de leur développement sur un hôte paralysé ou mort, leur spécificité est faible, ce sont donc des parasites polyphages. Les koinobiontes permettent à leur hôte de continuer plus

ou moins leur développement et ne le tuent que lors de leur nymphose. Ils sont généralement des endoparasitoïdes (**Debras, 2007**).

Il existe également des parasitoïdes synovogéniques ; chez lesquels les femelles ne possèdent à l'émergence qu'un nombre réduit d'œufs matures mais produisent de nouveaux œufs tout au long de leur vie. Il y a également des parasitoïdes proovogéniques, chez lesquels les femelles disposent de la totalité de leurs œufs matures dès leur émergence (**Wajnberg et Ris, 2006; Goubault, 2003**).

Les pucerons sont couramment attaqués par des parasitoïdes Hyménoptères appartenant principalement aux familles des Aphidiidae et des Aphelinidae (Stary, 1988, Hagvar et Hofsvang, 1991 cités par **Rafalimanana, 2003**).

Toutes les espèces appartenant à la famille des Aphidiidae sont des endoparasitoïdes solitaires (**Tomic et al., 2005 ; Tomanovic et al., 2008**). Les femelles sont proovogéniques, naissent avec une réserve d'œufs mûrs, elles pondent généralement un seul œuf par puceron. En cas de multi ou superparasitisme, un seul parasitoïde pourra finir son développement (**Rafalimanana, 2003**). Les larves surnuméraires sont éliminées par compétence dans le premier stade, ou par suppression physiologique dans les derniers stades (Chow et Mackauer, 1984, 1986 ; Mackauer, 1990 cités par **Völkl et al., 2007**).

#### **1.2.2.2. Déroulement du parasitisme**

Après l'éclosion de l'œuf, la larve se développe et passe généralement par 4 stades larvaires (**Rafalimanana, 2003**). Elle se nourrit d'abord sur l'hémolymphe du puceron (Couchman et King, 1977 cités par **Völkl et al., 2007**), et après elle se nourrit par destruction des autres tissus, après avoir tué l'hôte (Polaszek, 1986 cité par **Völkl et al., 2007**). La larve mature tisse un cocon à l'intérieur ou au dessous de la momie (**Völkl et al., 2007**). Les momies ont une texture de papier (**Araj et al., 2006**), et sont facilement détectables. Ils ont des couleurs variables ; brunâtre, noirâtre, blanchâtre et rougeâtre (Stary, 1970 et Godfry, 1994 cités par **Tahar chaouch, 2010**).

L'adulte émerge de la momie en découpant un trou circulaire, et la durée de développement est d'environ 2 semaines à une température comprise entre 20 et 25°C (**Rafalimanana, 2003**). Les adultes se nourrissent du miellat des pucerons et de nectar (**Völkl et al., 2007**).

### 1.2.2.3. Différents types de reproduction

Le mode de reproduction est principalement haplo-diploïdes comme chez de nombreux Hyménoptères. La forme la plus connue d'haplodiploïdie est l'arrhénotoquie (**Goubault, 2003** ; Heimpel et Boer, 2008 cités par **Rasplus *et al.*, 2010**). Dans ce cas, les œufs non fécondés donnent naissance à des mâles, alors que, les femelles proviennent d'œufs fécondés (**Goubault, 2003** ; **Rafalimanana, 2003** ; **Rasplus *et al.*, 2010** ; **Wajnberg et Ris, 2006**).

Une conséquence de ce mode de reproduction est la possibilité pour les femelles fécondées d'ajuster la sex-ratio de leur progéniture (**Rasplus *et al.*, 2010** ; **Wajnberg et Ris, 2006**) en fécondant ou non les œufs qu'elles pondent (**Wajnberg et Ris, 2006**) par le contrôle de l'ouverture du canal de leur spermathèque lors du passage d'un œuf dans l'oviducte (**Goubault, 2003**).

Deux autres types de parthénogenèses peuvent être observés. La parthénogenèse thélytoque, où les femelles ne produisent que des filles (**Goubault, 2003**). Ces femelles se reproduisent de manière asexuée (**Wajnberg et Ris, 2006**). Dans la parthénogenèse deutérotoque, les œufs pondus ne donnent que des mâles (Doutt, 1959 et Stary, 1970 cités par **Tahar chaouch, 2010**).

### 1.2.3. Relations tri-trophiques

Les relations tri-trophiques entre les plantes, les herbivores et les ennemis naturels sont parmi les interactions multi-trophiques les plus étudiées (Turlings *et al.*, 1990 ; Vet et Dicke, 1992 ; Vet *et al.*, 1995 ; Lewis *et al.*, 1997 cités par **Buitenhuis, 2004**). La recherche sur ces relations permet d'identifier les forces de régulation des populations (**Buitenhuis, 2004**).

En général, la régulation des populations est vue comme le résultat de deux force ; l'effet « Top Down » ou l'effet « Bottom Up » (**Buitenhuis, 2004** ; **Le Guigo, 2010**). L'effet « Top Down » suppose une régulation des populations des phytophages par les niveaux trophiques supérieurs (**Le Guigo, 2010**), c'est-à-dire que les ennemis naturels et par la pression de prédation ou de parasitisme qu'ils exercent peuvent réguler les phytophages (Halaj et Wise, 2001 cités par **Le Guigo, 2010**). L'effet « Top Down » a longtemps été supposé comme la force la plus importante en régulation des phytophages (**Le Guigo, 2010**) et les études des interactions trophiques ont été limités aux interactions proie-prédateur (**Buitenhuis, 2004**). Cependant, les plantes (premier niveau trophique) peuvent également

avoir un impact sur les populations des phytophages en influençant l'efficacité des ennemis naturels (troisième niveau trophique) (**Buitenhuis, 2004 ; Le Guigo, 2010**). La régulation des populations des phytophages par la plante est connue sous « l'effet de Bottom Up » (**Le Guigo, 2010**).

L'effet « Bottom Up » peut indirectement réduire l'effet « Top Down », ou le renforcer par attraction des ennemis naturels, par l'émission des composés volatiles (**Le Guigo, 2010**). La production de ces produits chimiques est classée comme une défense indirecte des plantes contre les insectes phytophages (**Hoballeh et al., 2004**; Dicke, 1999 cités par **Mattiacci et al., 2001**).

Ces produits jouent un rôle clé pour de nombreux ennemis naturels. Par exemple, la réussite du parasitisme chez les insectes est le résultat final d'une série d'interactions entre les parasitoïdes et leurs hôtes (**Guerrieri et al., 1997**). Les parasitoïdes exploitent les signaux chimiques pour localiser ces hôtes (**Hoballeh et al., 2004**), ainsi, ils peuvent estimer le nombre d'hôtes présents dans un patch. Les quantités de composés volatils émis par les plantes infestées est un bon indicateur de la densité des pucerons sur les plantes (**Tentelier et al., 2005**).

Ces composés qui sont constitués par un mélange de substances volatiles, se diffèrent non seulement dans la quantité libérée mais aussi dans la composition du mélange (**Dicke et Loon, 2000**).

Ces émissions sont spécifiques aux insectes phytophages qui se nourrissent, donc les plantes réagissent différemment aux différents herbivores (**Turlings et Wäckers, 2004**), et par conséquent, les ennemis naturels sont capables de reconnaître de manière spécifique les composés émis par les plantes attaquées par leurs phytophages hôtes (**Le Guigo, 2010**).

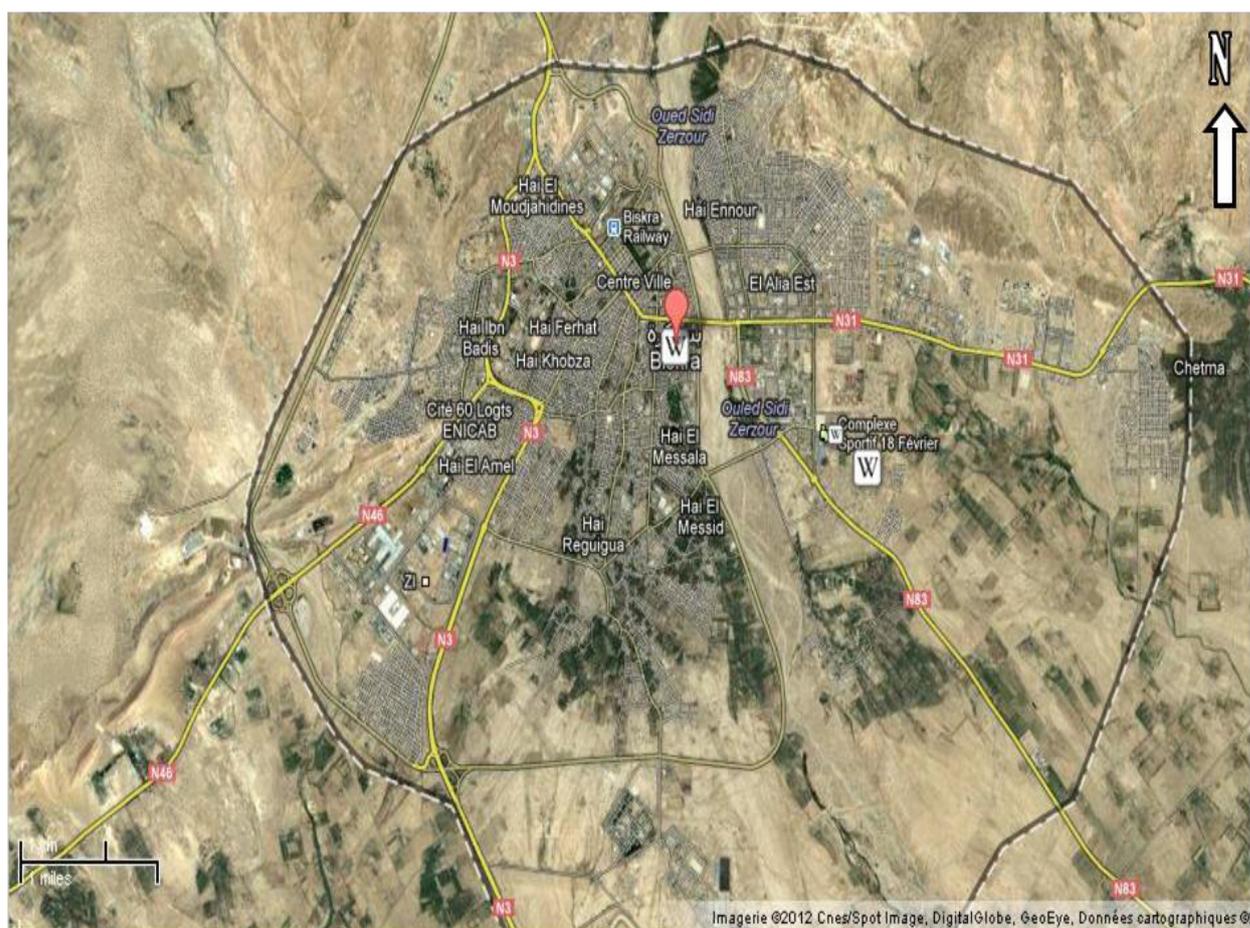
Finalement, ces odeurs jouent un rôle important dans les relations tri-trophiques, en induisant de différentes réponses chez les auxiliaires comme l'attraction, la répulsion, l'arrêt ou la stimulation de certains comportements (**Leroy et al., 2009**).

## Chapitre II : Présentation de la ville de Biskra

## 2.1. Situation géographique

La ville de Biskra est située à une altitude moyenne de 87 m par rapport au niveau de la mer, ce qui fait d'elle une des villes les plus basses d'Algérie. Elle s'étend sur une superficie de 127,55km<sup>2</sup> (HPE, 2005 cité par **Boumesseneh, 2006**).

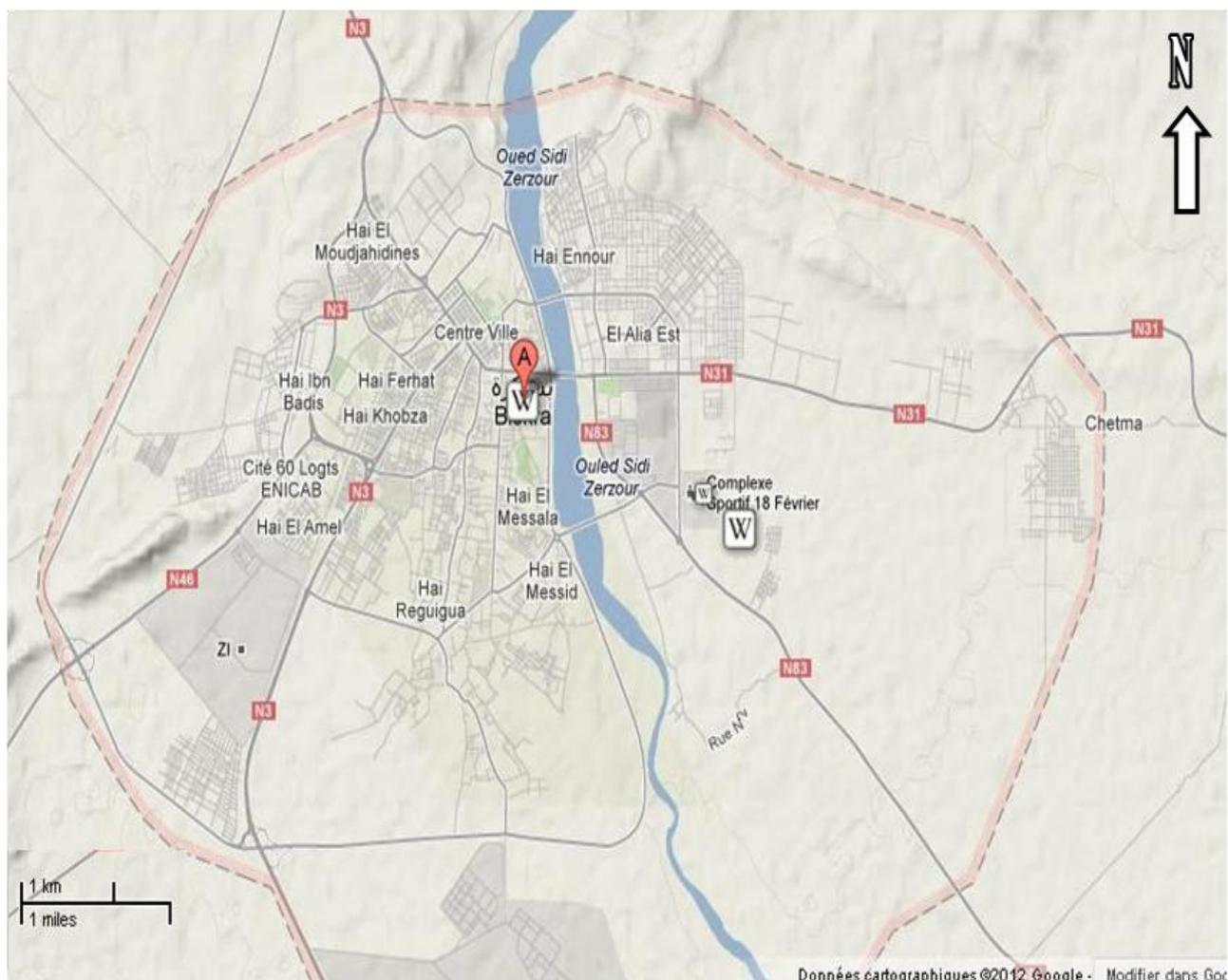
Elle est limitée au Nord par la commune de Branis, au Nord-Ouest par la commune d'El Outaya, à l'Est par la commune de Chetma, au Sud Est par la commune de Sidi Oukba, au Sud Ouest par la commune d'Oumache et à l'Ouest par la commune d'El Hadjeb (**Boumesseneh, 2006**) (**Figure 1a**).



**Figure 1 (a) :** Vues générales de la ville de Biskra (Google Earth)

Le bassin sur lequel se trouve la ville de Biskra est entouré au Nord par une chaîne de montagnes rocheuse (**Boumenkouche et Hamer Khadou**), qui fait partie de l'atlas saharien, tandis que, la partie Ouest est limitée par les roches des hauts plateaux. Les parties Est et Sud sont caractérisées par le développement de vastes plaines découpées par des lits d'oueds, qui s'écoulent des monts de l'atlas et disparaissent dans la grande dépression « Chott Melghir » (**Boumesseneh, 2006**).

La ville de Biskra est découpée par Oued Biskra et Oued Z'mor (**Boumesseneh, 2006**) (**Figure 1b**).



**Figure 1 (b) :** Vues générales de la ville de Biskra (Google Maps).

## 2.2. Réseau urbain

Le réseau urbain de la ville de Biskra est passé par plusieurs périodes et plusieurs plans d'aménagements. D'après Seroka (1856) cité par **Farhi (2002)**, la ville de Biskra à l'époque de l'occupation romaine était plantée sur la rive Est de Oued de Biskra. Cependant, la véritable urbanisation de la ville n'a débuté qu'avec l'arrivée des Arabes en 680. Avec l'arrivée des turcs, la ville de Biskra a connu une extension vers l'oasis (vieux Biskra) et à cette époque elle a été répartit en 7 quartiers conçus sous forme de groupements autour de 2 éléments générateurs (mosquée et seguia). Ces quartiers sont : M'cid, Bab Darb, Kora, Guedacha, Bab El Fath, Mejeniche et Ras El Gueriah. La vieille ville repose sur une coexistence entre l'habitat et la palmeraie et qui représente à cette époque 80 % de l'espace de l'espace bâti (**Boumesseneh, 2006**).

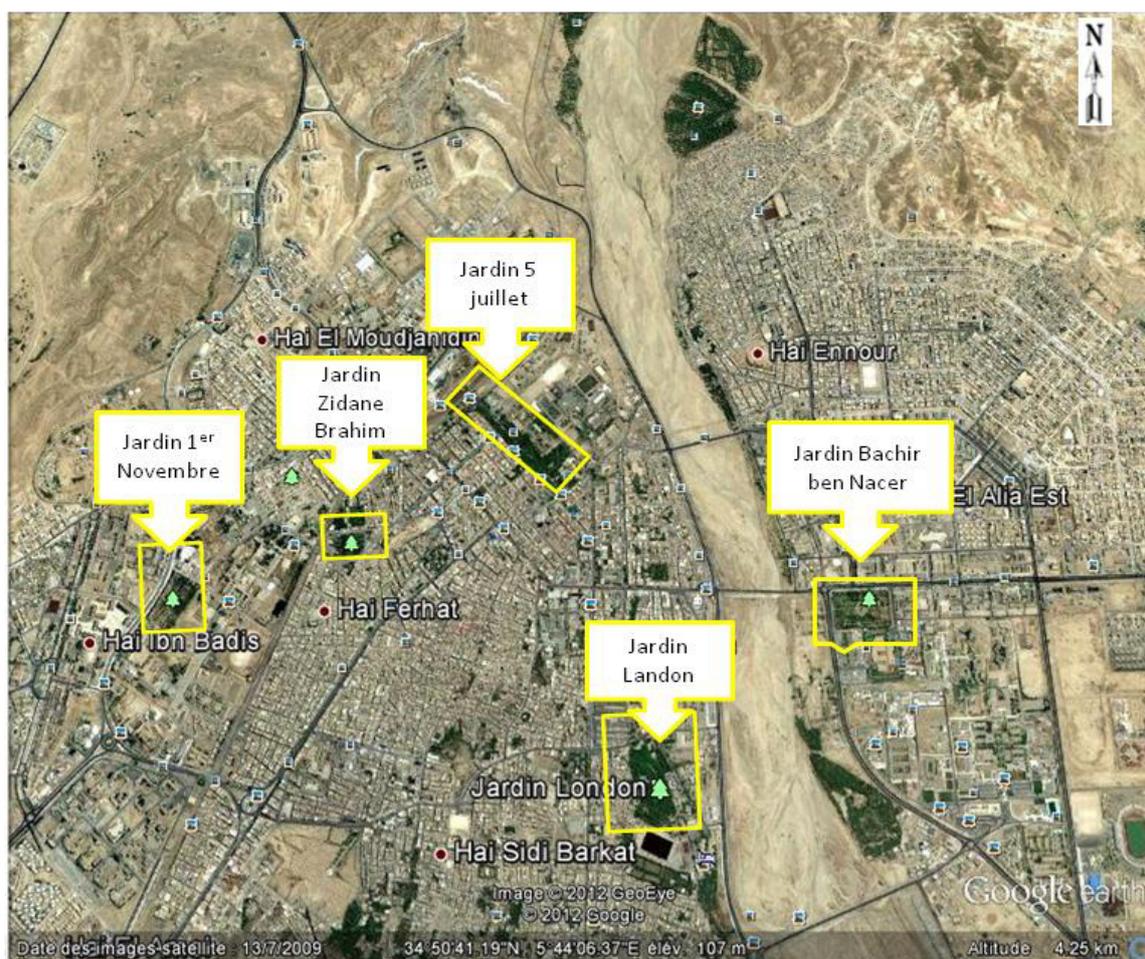
Avec l'arrivée des français, un nouveau tissu urbain a été crée. Cette ville coloniale est située au Nord de la palmeraie, basée sur un tracé parcellaire en damier (**Farhi, 2002**). A cette période, la palmeraie reste toujours la plus représentée (70 %) et cela malgré l'installation des premiers espaces verts (**Boumesseneh, 2006**).

Le réseau urbain de la ville de Biskra après l'indépendance est marqué par une urbanisation très rapide et son passage d'un centre agricole et touristique vers un centre industriel et de services (**Boumesseneh, 2006**).

Actuellement, la ville de Biskra est devenue une grande ville saharienne, composée de 135 districts regroupant 172 900 habitants (RGPH, 1998 cité par **Farhi, 2002**).

## 2.3. Couvert végétal

La ville de Biskra compte au total 6 jardins publics. Il s'agit des jardins de 1<sup>er</sup> Novembre, de 20 Août 1955, de 5 Juillet 1962, de Bachir Benesseur, de Landon et de Zidane- Brahim (**Figure 2**).



**Figure 2 :** Les jardins publics au niveau de la ville de Biskra (Google Earth, 2009).

Les espèces ornementales recensées au niveau de ces jardins sont présentées sur le **tableau 1**.

**Tableau 1 :** Liste de plantes ornementales recensées au niveau de la ville de Biskra

Espèce	Nom commun	Famille	Origine
<i>Acacia cyanophylla</i>	Acacia	Mimosaceae	Australie.
<i>Acacia caven</i>	Acacia	Mimosaceae	Argentine, Bolivie, Chili, Paraguay et Uruguay
<i>Agave americana</i>	Agave	Asparagaceae	Mexique
<i>Bambusa breviflora</i>	Bambou	Poaceae	Originaires de l'Asie tropicale
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Bougainvillier	Nyctaginaceae	Brésil
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Casuarinaceae	Australie
<i>Ceratonia siliqua</i>	Caroubier	Fabaceae	Pourtour méditerranéen et Sud-ouest de l'Asie.
<i>Citrus bigaradia</i>	Bigaradier	Rutaceae	Italie
<i>Chamaerops humilis</i>	Palmier nain	Arecaceae	Europe
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cyprés toujours vert	Cupressaceae	Asie
<i>Cyperus involucratus</i>	Cypérus	Cyperaceae	Afrique tropicale et Afrique du Sud
<i>Duranta plumieri</i>	Duranta	Verbenaceae	Zones tropicales et subtropicales d'Amérique
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalyptus	Myrtaceae	Australie
<i>Ficus carica</i>	Figuier	Moraceae	Turquie et Asie Mineure

Suite tableau 1			
<i>Ficus microcarpa</i>	Ficus	Moraceae	Australie
<i>Ficus religiosa</i>	Figuier de pagodes	Moraceae	Inde et Asie du Sud - Est
<i>Ficus glomerata</i> , <i>F. racemosa</i>	Ficus	Moraceae	Australasie, Asie du Sud- Est et du sous-continent indien.
<i>Fraxinus oxyphylla</i>	Frêne	Oleaceae	Syrie
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Févier d'Amérique	Fabaceae	Amérique du Nord
<i>Gossypium herbaceum</i>	Cotonnier	Malvaceae	Afrique et d'Arabie
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Rose de Chine	Malvaceae	Asie tropicale
<i>Jasminium grandiflorum</i>	Jasmin	Oleaceae	Himalaya, Cachemire et le Sud - Ouest de la Chine
<i>Justicia adhatoda</i>	Carmantine en arbre	Acanthaceae	Asie (Chine, Inde, Malaisie)
<i>Lantana camara L.</i>	Lantana	Verbenaceae	Amérique tropicale et Mexique
<i>Latania borbonica</i>	Latanier	Arecaceae	Zones tropicales et subtropicales
<i>Lavandula arboria</i>	Lavande	Lamiaceae	Ouest du bassin méditerranéen
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucéna, Leucène.	Mimosaceae	Amérique centrale
<i>Lycium shawii</i>	Lyciet	Solanaceae	Europe méditerranéenne
<i>Maclura pomifera</i>	Bois d'arc	Moraceae	Sud des Etats-Unis
<i>Melia azedarach</i>	Margousier, Lilas de l'Inde.	Meliaceae	Inde
<i>Morus alba</i>	Mûrier blanc	Moraceae	Chine
<i>Myoporum laetum</i>	Myoporum	Myoporaceae	Australie
<i>Nerium oleander</i>	Laurier rose	Apocynaceae	Rive Sud de la mer Méditerranée
<i>Olea europaea L.</i>	Olivier	Oleaceae	Syrie et Perse
<i>Parkinsonia aculeata L.</i>	Genêt épineux	Cesalpiniaceae	Mexique
<i>Phoenix canariensis</i>	Dattier de canaries	Arecaceae	Iles Canaries
<i>Phoenix dactylifera L.</i>	Palmier dattier	Arecaceae	Afrique du Nord et Espagne
<i>Pinus halepensis</i>	Pin d'Alep	Pinaceae	Forêts méditerranéennes
<i>Pistacia lentiscus</i>	Pistachier lentisque	Anacardiaceae	Pourtour méditerranéen et îles Canaries
<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporum	Pittosporaceae	Japon et Chine
<i>Platycladus orientalis</i> , ( <i>thuja orientalis</i> )	Thuya d'orient	Cupressaceae	Nord- Est de l'Asie et Amérique du Nord
<i>Prunus armeniaca</i>	Abricotier	Rosaceae	Asie, Nord de la Chine et Mongolie
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mesquite	Mimosaceae	Sud- Ouest des Etats-Unis et Mexique
<i>Punica granatum</i>	Grenadier	Punicaceae	Méditerranée
<i>Ricinus communis</i>	Ricin	Euphorbiaceae	Abyssinie
<i>Rosa damascena</i>	Rosier de Damas	Rosaceae	Asie mineur
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romarin	Lamiaceae	Bassin méditerranéen.
<i>Shinus molle</i>	Faux poivrier	Anacardiaceae	Amérique centrale et Amérique du Sud
<i>Ulmus minor</i>	Orme champêtre	Ulmaceae	Iles britanniques
<i>Tamarix africana</i>	Tamaris d'Afrique	Tamaricaceae	Zones sèches de l'Eurasie et de l'Afrique
<i>Tipuana tipu</i> , <i>T. speciosa</i>	Tipuana, palo rosa, tipa	Fabaceae	Argentine, Brésil, Paraguay et Uruguay
<i>Washingtonia filifera</i>	Washingtonia	Arecaceae	Zones arides de l'Ouest du Mexique
<i>Washingtonia robusta</i>	Washingtonia	Arecaceae	

## 2.4. Climat

D'après Bodenheimer (1982) ; Uvarov (1931) cités **Pelletier (2003)**, le climat a une grande importance dans la régulation de la taille des populations d'insectes. Il a une influence sur le taux de mortalité, le taux de ponte, le temps de développement de la progéniture, ainsi qu'un effet indirecte en affectant la disponibilité des ressources de nourriture.

Afin de caractériser la région d'étude du point de vue climatique, les données fournies par **TuTiempo** (<http://www.tutiempo.net>), pour la période allant de 2000 à 2011 sont exploitées.

### 2.4.1. Température

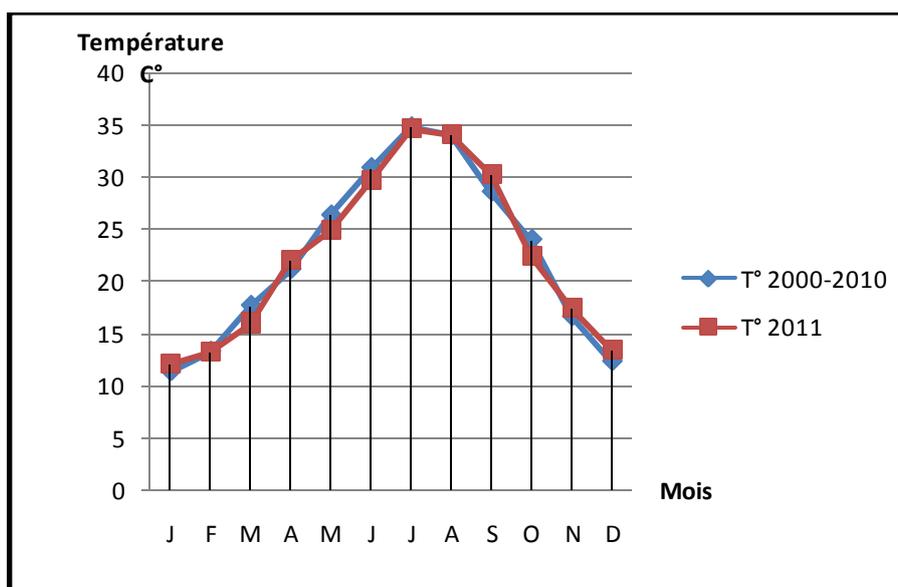
La température est un facteur très important qui conditionne la répartition des espèces et des communautés. D'après Hentz *et al.* (1998) ; Ivanovic et Nenadovic (1999) ; Sagarra *et al.* (2000a) cités par **Aung *et al.* (2010)**, la température affecte de nombreux aspects vitaux, notamment, le potentiel de reproduction et la fécondité.

Les valeurs moyennes mensuelles des températures enregistrées durant la période 2000-2010 et celles de l'année 2011 sont représentées sur le **tableau 2 et la figure 3**.

**Tableau 2** : Températures moyennes mensuelles (C°) de la région de Biskra enregistrées durant les périodes 2000 – 2010 et l'année 2011.

Période	Mois T	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
		2000-2010	TM	16,93	19,28	23,71	27,14	32,39	37,15	<b>41,28</b>	40,21	34,2	29,76
Tm	<b>5,81</b>		7,18	11,69	15,09	20,07	24,27	28,13	27,66	22,9	18,5	11,68	7,08
Tmoy	11,36		13,3	17,7	21,17	26,36	30,9	34,81	33,98	28,6	24,02	16,64	12,34
2011	TM	18,4	19	21,5	28,5	30,6	35,8	<b>41,1</b>	40,4	36,6	28,3	22,6	19,1
	Tm	<b>6,7</b>	7,7	10,4	15	18,7	23,4	27,9	27,5	24,4	16,5	12,7	8,7
	Tmoy	12,1	13,2	16	22,1	24,9	29,8	34,7	34,1	30,3	22,4	17,4	13,4

TM : température maximale, Tm : température minimale, Tmoy : température moyenne.



**Figure 3 :** Courbes des températures moyennes mensuelles enregistrées dans la région de Biskra en 2000-2010 et en 2011.

D’après le **tableau 2 et la figure 3**, la région de Biskra se caractérise par des écarts thermiques très importants. En 2011, la température maximale du mois le plus chaud a atteint 41,1°C, alors que, la température moyenne des minima du mois le plus frais (janvier) était de 6,7°C. Pour la même année, la moyenne annuelle était de 22, 59°C.

Les données de la période 2000 – 2010 sont très proches de l’année 2011.

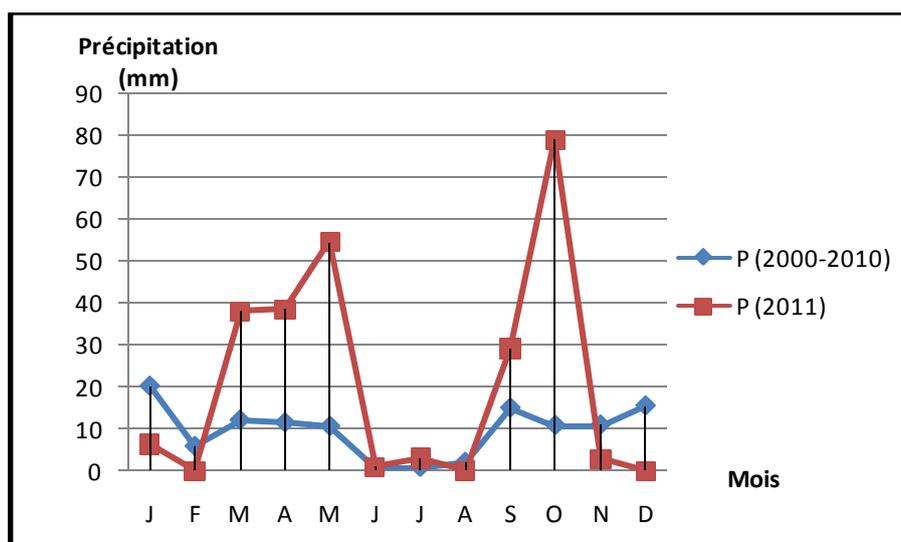
### 2.4.2. Pluviométrie

Les précipitations jouent un rôle primordial dans les interactions entre les pucerons et leurs ennemis naturels. Elles déterminent essentiellement la densité des colonies aphidiennes et par conséquent le taux de parasitisme (**Thies et al., 2005**).

Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la région d’étude sont regroupées dans le **tableau 3 et la figure 4**.

**Tableau 03 :** Précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra enregistrées durant la période 2000 – 2010 et l’année 2011.

Période / Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
2000-2010	20,33	5,87	12,16	11,55	10,68	0,84	0,8	2,04	15,1	10,91	11	15,61	105,37
2011	6,35	0	38,1	38,6	54,61	1,01	3,05	0	29,21	79	2,79	0	252,72



**Figure 4 :** Courbes des précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra enregistrées durant la période 2000 – 2010 et l’année 2011.

La moyenne annuelle des précipitations est de l’ordre de 105,37 mm pour la période 2000-2010, alors que, pour l’année 2011, elle était plus importante (252,72 mm).

D’après le **tableau 3 et la figure 4**, il est constaté une irrégularité dans la distribution des précipitations à l’échelle de l’année. Les mois les plus secs sont février, Juin, juillet, août, novembre et décembre, tandis que, mai (54,61 mm) et octobre (79mm) sont les plus arrosés durant l’année 2011.

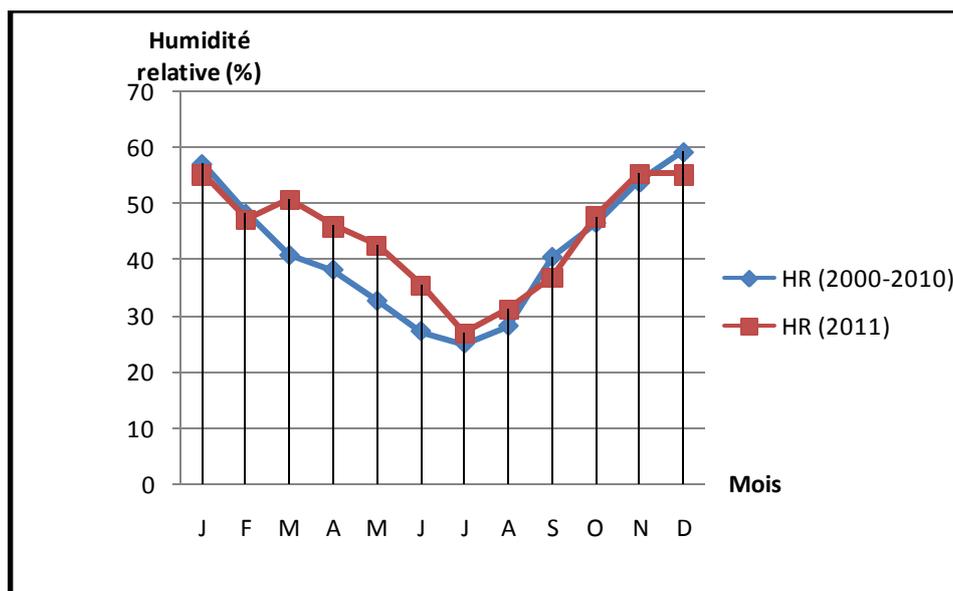
### 2.4.3. Humidité

D’après Chapman (1999) cité par **Pelletier (2003)**, l’humidité et la température sont connus comme étant les facteurs qui déterminent directement la mortalité, le taux de ponte et le temps de développement des insectes.

Dans le tableau 4 et la figure 5, il est présenté les taux d’humidité de l’air enregistrés dans la région de Biskra durant la période 2000-2010 et l’année 2011.

**Tableau 4 :** Humidité moyenne mensuelle (%) de la région de Biskra enregistrées durant les périodes la période 2000 – 2010 et l’année 2011.

Mois / Périodes	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
<b>2000-2010</b>	57,21	48,31	40,89	38,27	32,70	27,26	25,06	28,21	40,55	46,68	53,90	59,34
<b>2011</b>	55,3	47,3	50,9	46,1	42,6	35,5	27,1	31,2	37,1	47,8	55,4	55,3



**Figure 5 :** Courbes de l'humidité moyenne mensuelle (%) de la région de Biskra enregistrées durant la période 2000 – 2010 et l'année 2011.

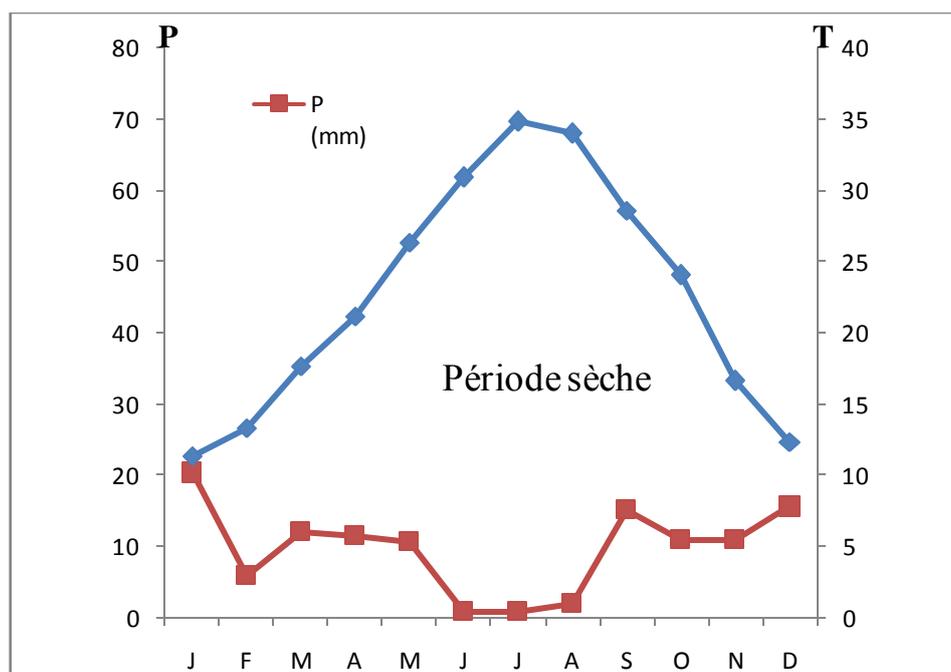
D'après le tableau 4 et la figure 5, il est constaté que la région de Biskra est caractérisée par une faible humidité, avec une moyenne annuelle de 44,3 % pour l'année 2011, et 41,53% pour la période 2000-2010.

Le taux le plus important est enregistré en décembre (59,34 %) pour la période 2000-2010 et en novembre (55,4%) pour l'année 2011.

#### 2.4.4. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Pour caractériser la région de Biskra, le diagramme ombrothermique de Gaussen a été établi sur la base des données climatiques de la période 2000-2010.

La **figure 6** montre que la période sèche s'étale sur toute l'année.



**Figure 6 :** Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Biskra établi sur la base des données de la période allant de 2000 à 2010.

### 2.4.5. Climagramme d’Emberger

L’emplacement de la région de Biskra dans le climagramme d’Emberger a été effectué sur base de la formule de **Stewart (1969)** adaptée pour l’Algérie, qui se présente comme suit:

$$Q = 3.43 P \text{ (mm)} / T_{\text{Max}} - T_{\text{min}}$$

**P:** pluviométrie moyenne annuelle (mm).

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

**T min:** moyenne des minima du mois le plus froid (°C).

D’après les données climatiques de la région de Biskra pour la période 2000-2010, l’indice (Q) =10,19.

Cette valeur place la région de Biskra dans l’étage bioclimatique Saharien à hivers tempéré (**Figure 7**).

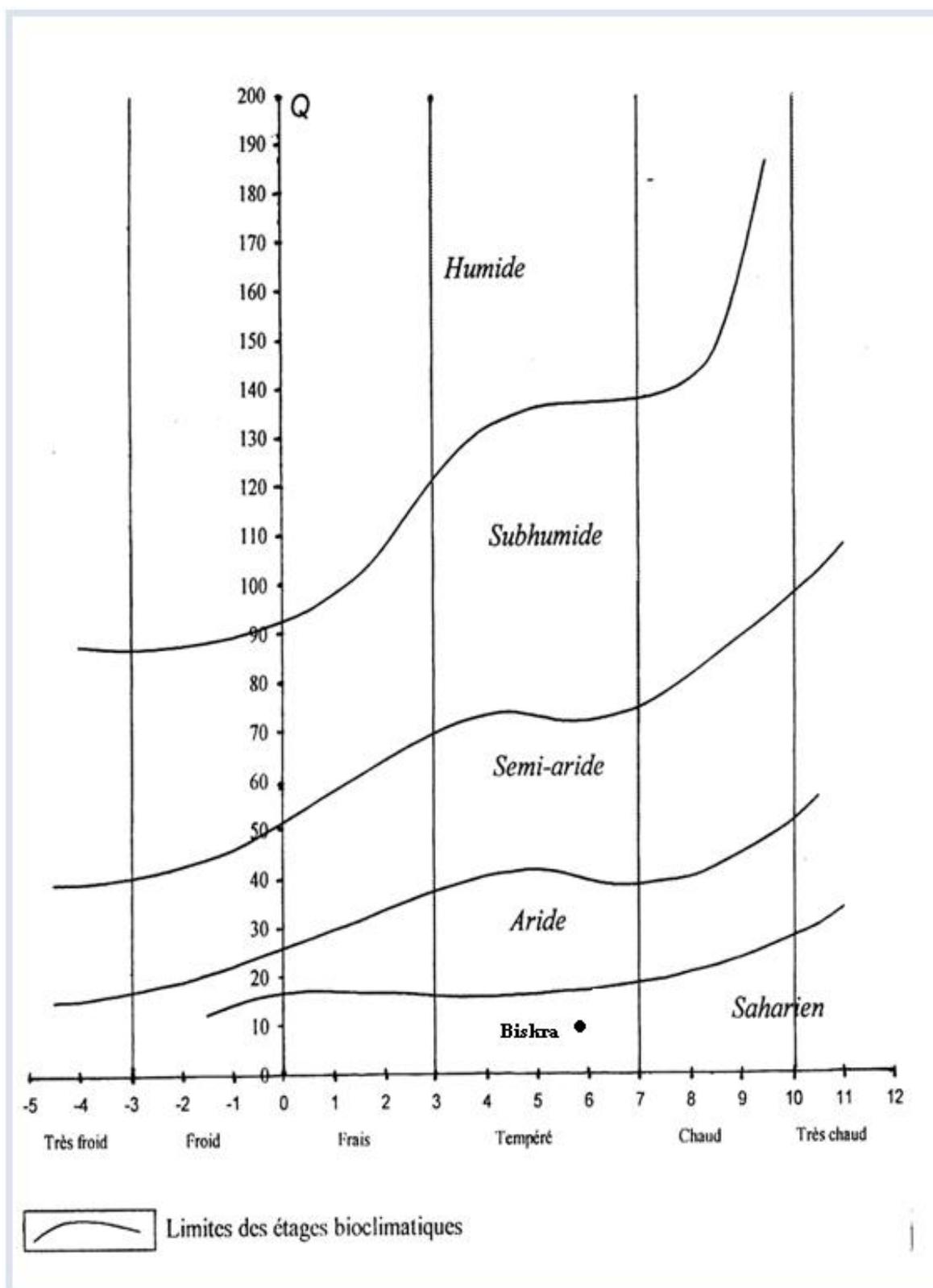


Figure 7 : Emplacement de la région de Biskra dans le climagramme d'Emberger

---

## Chapitre III : Matériels et méthodes

### 3.1. Matériel

#### 3.1.1. Matériel végétal

Des échantillons de plantes ornementales abritant à la fois des pucerons vivants et momifiés ont été recueillis à partir des localités retenues dans la ville de Biskra. Ces échantillons sont composés d'organes des plantes infestés « feuilles, inflorescences et jeunes pousses ».

#### 3.1.2. Matériel animal

Il est composé de colonies de pucerons vivants et momifiés collectés lors des prospections, ainsi d'hyménoptères récupérés après leurs émergences.

#### 3.1.3. Matériel de conservation, de montage et d'observation

Le matériel utilisé pour la conservation des échantillons prélevés est constitué de sachets en plastiques, de boîtes de Pétri et de tubes à essai.

Le montage, ainsi que, l'observation microscopique des pucerons et de leurs hyménoptères parasitoïdes ont nécessité l'utilisation des verres de montre, des lames et de lamelles, des épingles entomologiques, d'une plaque chauffante, d'une loupe binoculaire et d'un microscope optique.

### 3.2. Méthodes de travail

#### 3.2.1. Choix des stations d'études

##### 3.2.1.1. Jardin Landon

Le jardin Landon a été créé par le comte Albert Landon de Longueville en 1872 (<http://www.mate.gov.dz>). Il est situé au niveau du quartier des châtaigniers (Biskra Sud-Est), et s'étend sur une superficie de 04 ha et qui est entièrement clôturés (**Figure 8**).

Ce jardin est un véritable trésor écologique, qui regroupe un grand nombre d'essences, qui sont introduites d'un peu partout (Asie, Amérique, Afrique et Australie).

Environ 200 espèces floristiques ont été plantées au début de sa création mais actuellement, il ne reste que 54 espèces (<http://www.mate.gov.dz>).

Ce jardin a été classé par décision en 1992 par l'agence nationale pour la conservation de la nature (A.N.N), comme un site protégé désigné « jardin Botanique ». Le parc Landon est aujourd'hui classé au deuxième rang après le jardin d'essai d'El Hama à Alger (<http://www.mate.gov.dz>).

Les aménagements qui ont été apportés sur ce jardin comporte une clôture, un tracé des allées, un entretien des pelouses, la création d'un réseau d'irrigation et la construction de parcelles (Naceur, non daté).

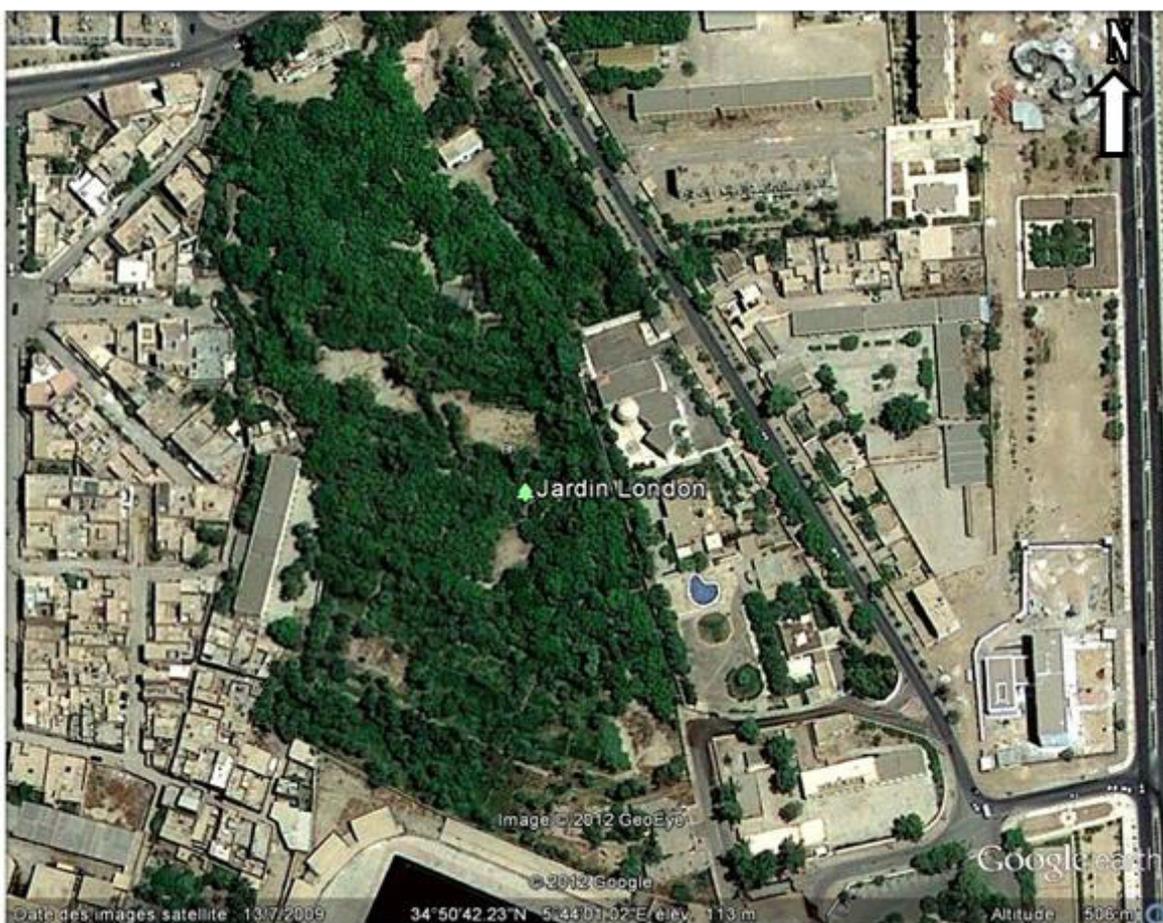


Figure 8 : Vue générale du jardin Landon (Google Earth, 2009).

### 3.2.1.2. Jardin 05 juillet

Il a été créé en 1849. Il est situé en plein centre de la ville de Biskra, dans le quartier du damier colonial (**Figure 9**). Il est limité au nord par une caserne qui demeure fonctionnelle jusqu'à ce jour. Il englobe l'ancienne église catholique, transformée aujourd'hui en centre culturel islamique (**Naceur, non datée**).

La flore du jardin a fait l'objet d'une étude par la Direction des forêts, qui a permis de recenser 30 espèces végétales (**Direction des Forêts, 2011**).



**Figure 9** : Vue générale du jardin de 05 juillet (Google Earth, 2009)

### 3.2.1.3. Jardin Zidane Brahim

Le jardin public Zidane Brahim est un parc zoologique d'une superficie de 1,5 ha environ (**Figure 10**). Il est situé au centre-ville de Biskra, dont l'origine était une ancienne palmeraie.

En 2001, il a fait l'objet d'une importante opération de réhabilitation. Cette opération a porté sur un profond toilettage des Bassins, la réfection du réseau d'irrigation, la requalification des allées, des cages d'animaux, de la clôture, des sièges et des aires de jeu, outre la régénération des espaces verts détériorés (Communication personnelle avec Mr. Merchi « Direction des forêts »).

Outre les palmiers, le parc est entièrement complanté d'essences diverses, essentiellement les Hibiscus, laurier, grenadier, Bougainvillier, Myoporum et d'autres espèces de différentes origines.



**Figure 10 :** Vue générale du jardin Zidane Brahim (Google Earth, 2009).

### 3.2.1.4. Espace vert de l'Université de Biskra

L'université de Biskra est située au niveau du quartier Al Alia (Sud-Ouest). Son couvert végétal comporte les espèces les plus trouvées dans la ville de Biskra, entre autres, les acacias, l'eucalyptus, laurier rose, bougainvillier, Ficus, tamarix, les palmiers.....etc (Figure 11).

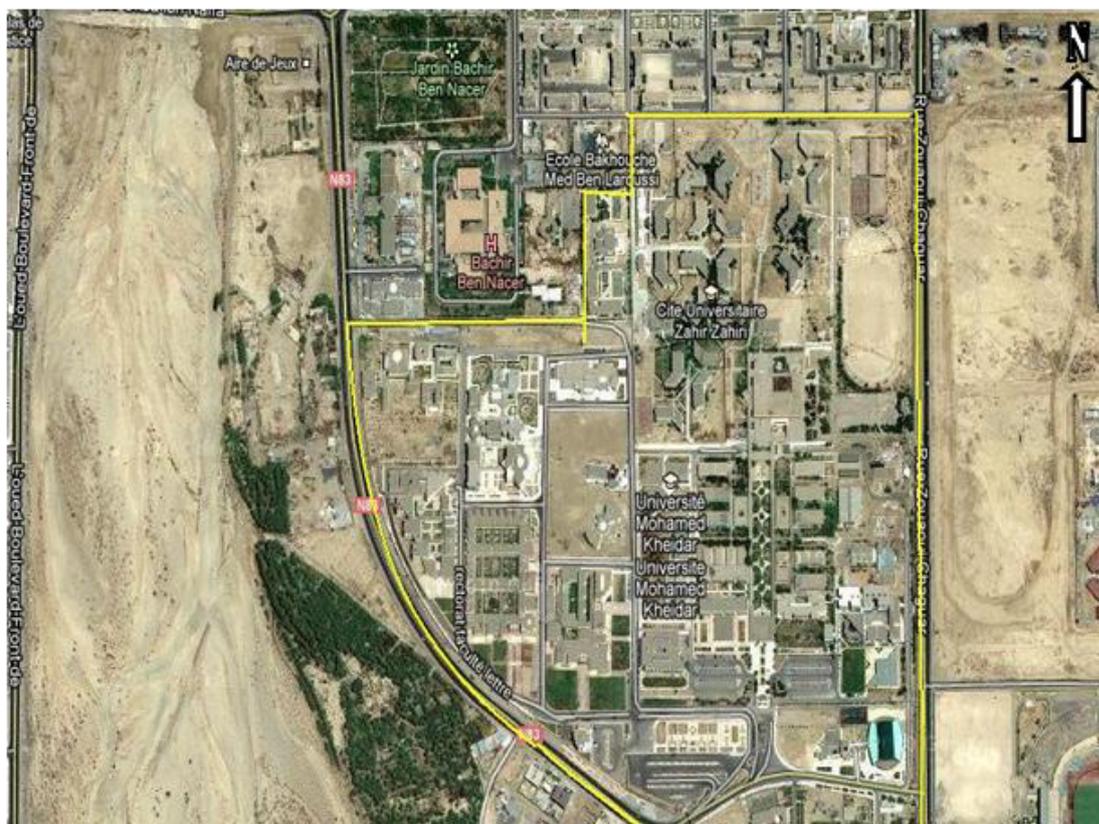


Figure 11 : Vue générale de l'Université de Biskra (Google Earth, 2009)

### 3.2.2. Echantillonnage

Les méthodes d'échantillonnages utilisées lors d'une étude entomologique doivent être sélectionnées en fonction des objectifs retenus. Dans ce travail, l'objectif était de mettre en évidence la richesse du milieu urbain de la ville de Biskra en Hyménoptères parasitoïdes des pucerons.

Pour atteindre cet objectif, des prospections et des contrôles minutieux sont effectués chaque semaine dans l'ensemble des sites retenus entre le 29 décembre 2010 et le 08 juin 2011.

A chaque sortie, le maximum de plantes ornementales est prospecté afin de déterminer celles qui présentent des colonies de pucerons et des traces de parasitisme. Tous les organes infestés sont collectés, et chaque échantillon a été séparément placé dans un sachet en plastique.

### **3.2.3. Conservation**

La méthode de conservation utiliser dépend de la morphologie de l'insecte.

#### **3.2.3.1. Pucerons et Hyménoptères**

Les pucerons vivants sont conservés dans de l'éthanol à 70%. Les pucerons momifiés de la même espèce et de la même plante hôte sont placés dans des boîtes de Pétri. Les colonies momifiées sont contrôlées chaque jour afin de récupérer les Hyménoptères adultes fraîchement émergés. Ces derniers sont placés ensuite dans des tubes contenant de l'éthanol à 70% dans l'attente de leur identification.

#### **3.2.3.2. Plantes**

Les plantes collectés ont été pressées et séchées afin de constituer un herbier.

### **3.2.4. Montage**

#### **3.2.4.1. Pucerons**

Avant d'identifier les pucerons, il faut d'abord les éclaircir et les monter sur des lames (**Martin, 1983**). La méthode de montage utilisée est celle proposée par **Leclant (1978a)**. Après avoir pratiqué une incision abdominale, les spécimens sont chauffés dans un verre de montre contenant une solution de potasse (KOH) pendant 3 à 10 minutes en fonction de la taille du puceron. Ensuite, il est procédé à un rinçage dans deux bains d'eau distillée pour se débarrasser de la potasse. Les échantillons sont transférés dans une solution de chloral phénol qui sert à les éclaircir pendant quelques jours. Finalement, le montage est réalisé dans une goutte d'Eukitt placée entre lame et lamelle.

### 3.2.4.2. Hyménoptères

Les Hyménoptères peuvent être identifiés grâce à une observation à la loupe binoculaire, mais pour plus de précision l'observation microscopique de certains détails est nécessaire. Pour cela, la dissection et le montage des différentes parties, comme, les ailes, les antennes, le premier tergite abdominal, entre lames et lamelles sont obligatoires.

### 3.2.5. Identification

#### 3.2.5.1. Pucerons

L'identification de l'espèce est généralement basée sur des caractères morphologiques comme, la couleur, la longueur et la forme du corps, la tête, les antennes, les pièces buccales, les ailes, les cornicules, la cauda, la plaque anale et la plaque génitale (**Perera *et al.*, 2005**). L'identification est faite par Mr Laamari M., enseignant au département d'agronomie de Batna, en se basant sur plusieurs clés, en particuliers celles de **Leclant (1978 et 1999)** ; **Macgillivray (1979)** ; **Bouchery et Jacky (1983)** ; **Remaudière *et al.* (1985)** ; **Remaudière et Seecoferandez (1990)** ; **Blackman et Eastop (1993a et 1993b)** ; **VanHarten *et al.* (1994)**.

#### 3.2.5.2. Hyménoptères

Plusieurs caractères ont été utilisés pour l'identification des Hyménoptères, en particulier, la couleur du corps, le nombre de segments antennaires, le nombre de placodes longitudinaux sur le flagellomère (F2), la longueur, la largeur et la couleur du premier flagellomère (F1), le nombre de palpes maxillaires et labiaux, la nervation des ailes ainsi que la forme du stigmate, la forme du propodium, la forme du pétiole et enfin la gaine d'ovipositeur.

La couleur du puceron momifié peut servir également dans l'identification du parasitoïde (**Tomanovic *et al.*, 2003a**).

L'identification des Hyménoptères parasitoïdes a été réalisée par l'assistance de M<sup>elle</sup> Tahar chaouch (Magister en agronomie), et en se basant sur plusieurs clés d'identifications, en particulier celles de **Baltazar (1962)**; **Stary (1970)** ; **Tomanovic *et al.* (2003 a,b,c)**; **Tomanovic *et al.* (2006)**; **Kavallieratos *et al.* (2004)**; **Kavallieratos *et al.* (2006)** ; **Kavallieratos *et al.* (2008)** ; **Talebi *et al.* (2009)** ; **Buitenhuis *et al.* (2004a)**

### 3.2.5.3. Plantes

La détermination des plantes ornementales est faite en se basant sur plusieurs références réalisées par **Mor et Wite (2005)** ; **Burnie *et al.* (2005)** ; **Arbonnier (2002)** ; **Guillonnet *et al.* (2011)** ; **C.R.S.T.R.A., (2003)** et avec l'assistance de Mr Merchi (Direction des forêts), Mr Hadid (Directeur du jardin 5 juillet).

### 3.2.6. Exploitation des résultats

Les résultats obtenus sont exploitées pour déterminer certains paramètres démographiques des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons.

Les valeurs exploitées concernant les effectifs des pucerons et des Hyménoptères par espèces végétales sont celles qui représentent la moyenne maximale obtenue par organe dans le temps et dans l'espace.

#### 3.2.6.1. Inventaire

L'inventaire consiste à dresser une liste des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés aux plantes ornementales dans un milieu urbain (ville de Biskra). Cette partie de l'étude a permis d'évaluer la richesse spécifique de ce milieu en Hyménoptères parasitoïdes des pucerons.

#### 3.2.6.2. Relations trophiques « plante hôte – puceron »

A travers ce paramètre, les différentes relations trophiques qui existent entre la plante hôte, et le puceron, sont identifiées.

#### 3.2.6.3. Relations tri-trophiques

A travers ce paramètre, les différentes relations tri-trophiques qui existent entre la plante hôte, le puceron, et l'hyménoptère parasitoïde sont arrêtées. A travers cette étude, les capacités d'adaptation et d'élasticité de chaque Hyménoptère parasitoïde sont évaluées.

#### 3.2.6.4. Taux de parasitisme (%)

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

### 3.2.6.5. Taux d'émergence (%)

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

### 3.2.6.6. Sex-ratio

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

### 3.2.6.7. Taux d'hyper-parasitisme (%)

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

## 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> Frogatt, 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 Praonae (*Praon*), des Trioxynae (*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.

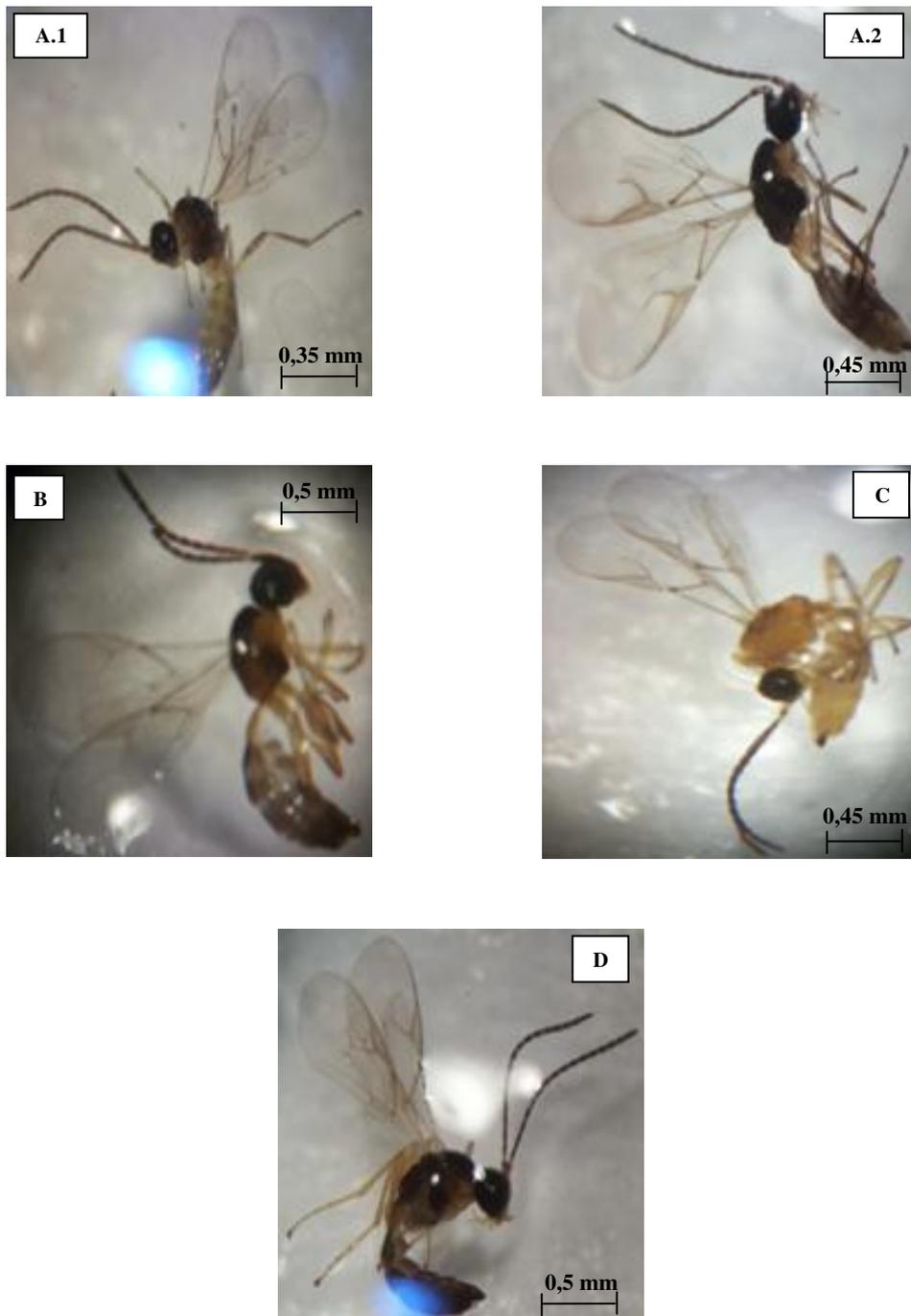
Ce genre est suivi par *Trioxys*, avec 02 espèces (*T. angelicae* et *T. acalephae*) (**Figure 13**). Le genre *Trioxys* regroupe environ 50 espèces dans la région holarctique (**Takada, 1966**).

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**).

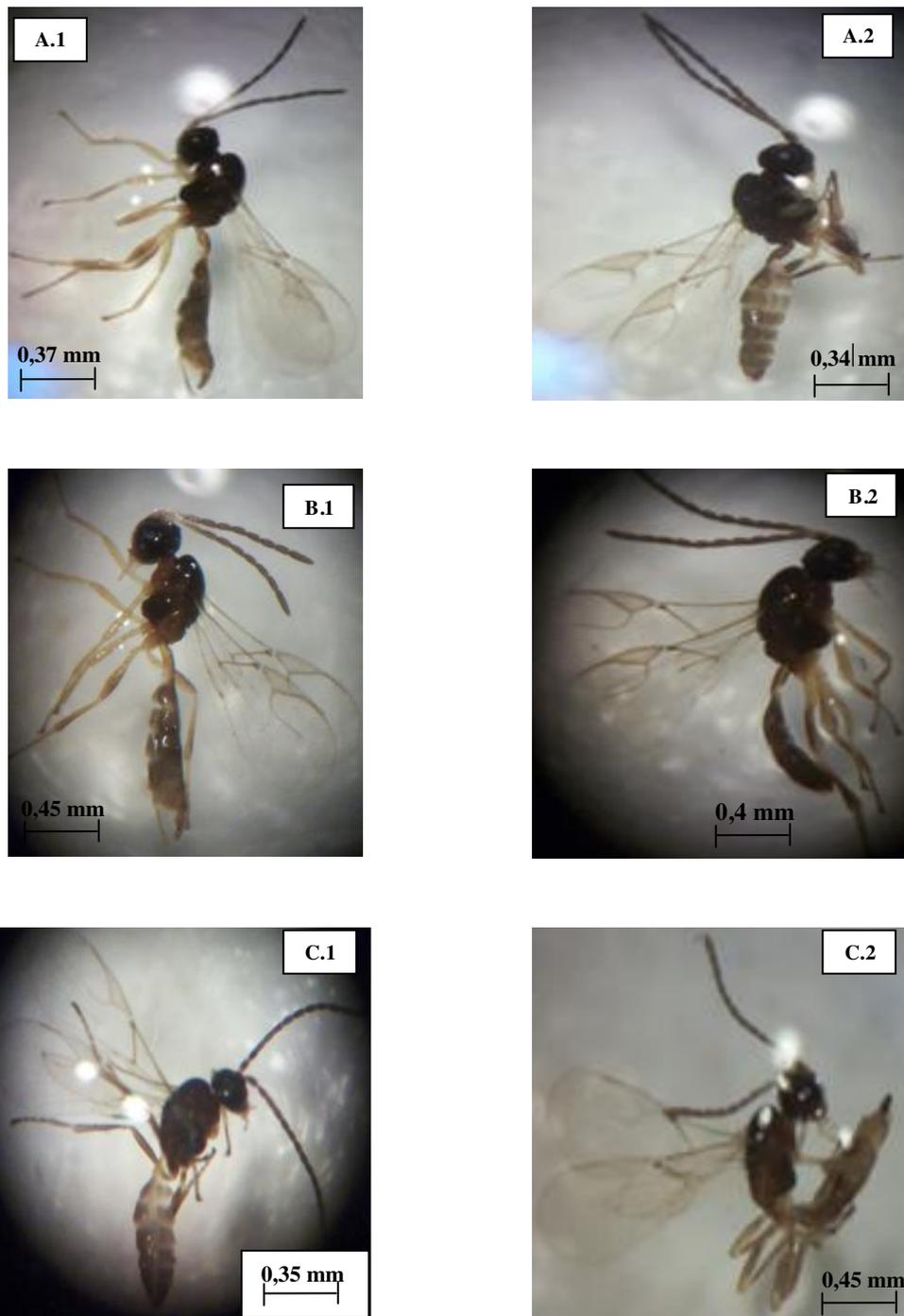
Le genre *Ephedrus* est représenté par *Ephedrus persicae* (**Figure 14**). Plusieurs espèces de ce genre sont des parasitoïdes des pucerons dans les agro-systèmes (**Tomic et al., 2005**). *Ephedrus persicae* est une espèce cosmopolite, originaire du Sud de l'Europe, et maintenant elle est distribuée 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**).

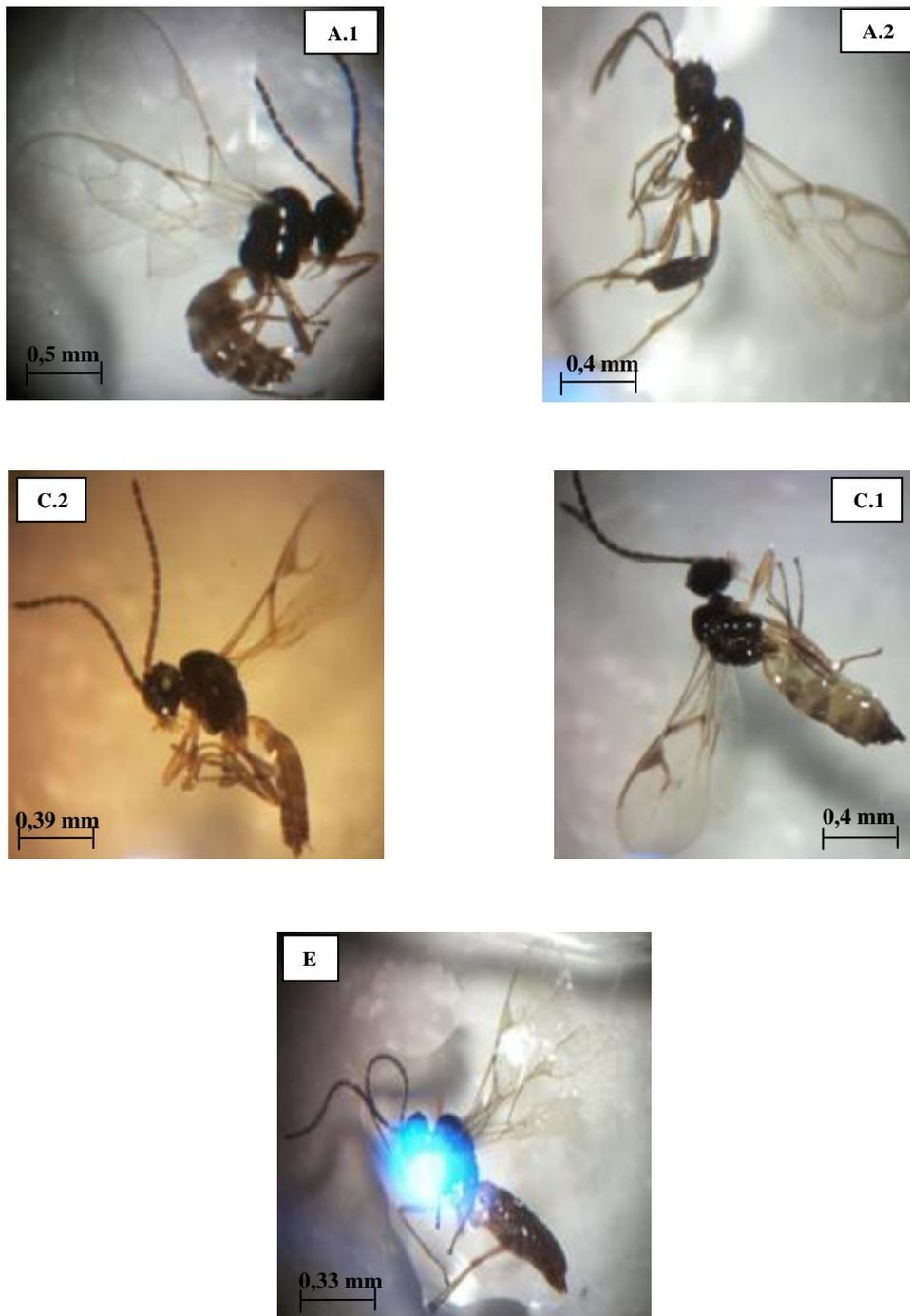
Le genre *Lysiphlebus* est représenté par *L. testaciepes* (**Figure 14**). Cette espèce est originaire des Etats-Unis (**Shufron et al., 2004**), elle a une aire de répartition qui s'étend du Nord de l'Amérique passant par l'Amérique centrale aux régions septentrionales de l'Amérique du Sud (Mackauer 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).

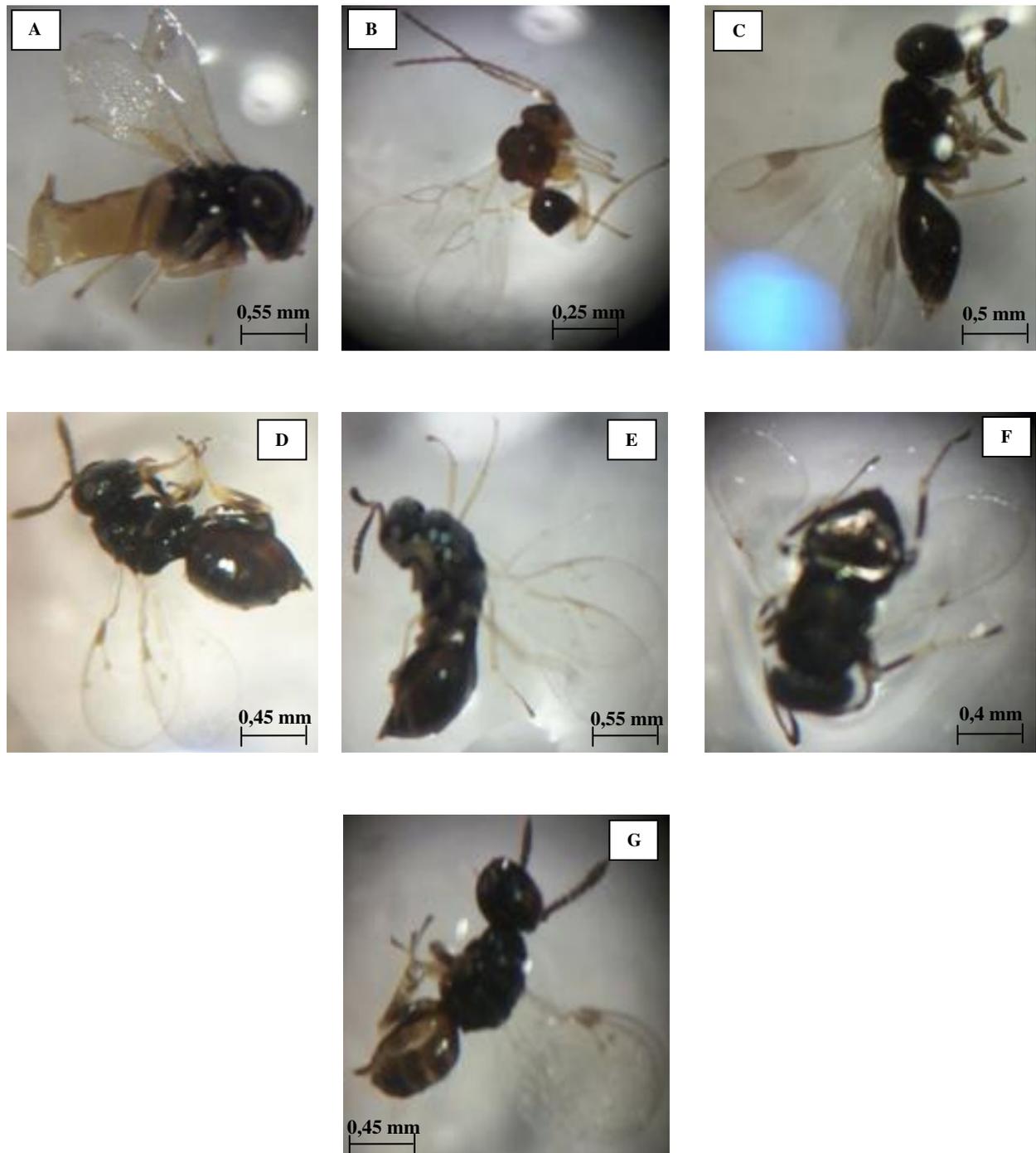
Les autres espèces d'Hyménoptères sont des hyperparasitoïdes (**Figure 15**); parasitant les larves des Aphidiidae et des Aphelinidae (**Rafalimanana, 2003**). Ce sont des Hyménoptères de petite taille (1 à 2 mm), robustes, généralement de couleur métallique et possèdent de 8 à 13 segments antennaires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

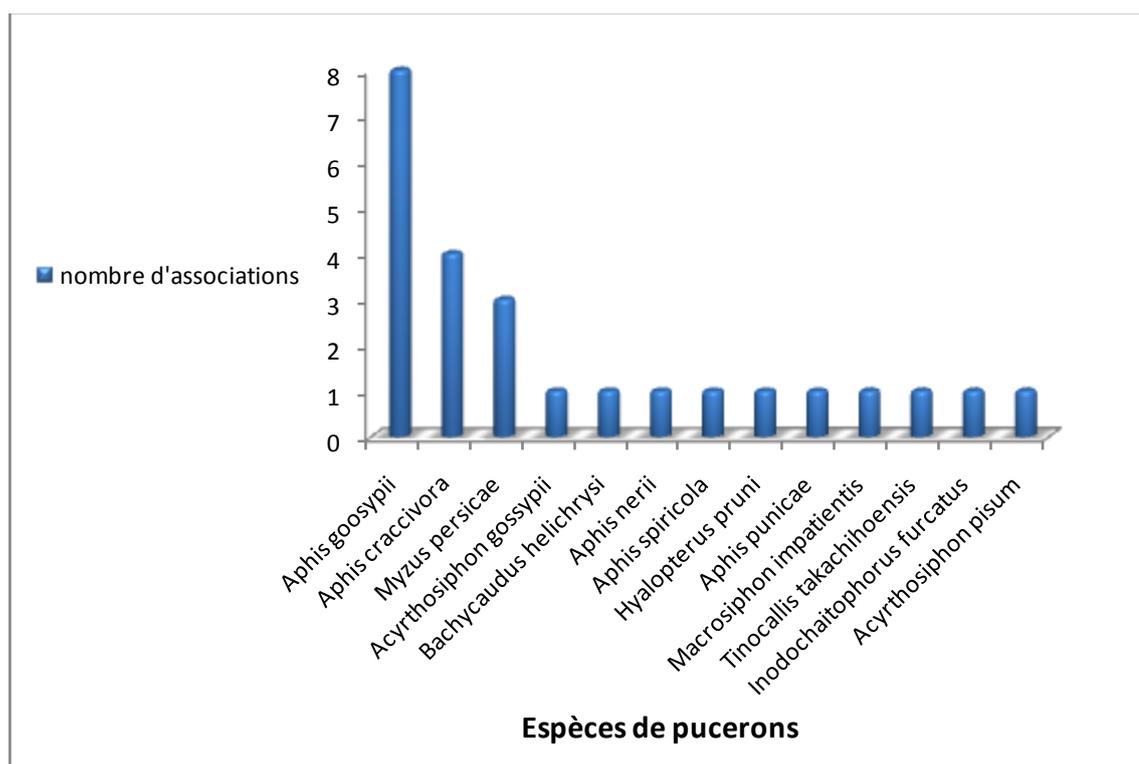
## 4.2. Relations trophiques « plante hôte-puceron »

### 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 takachihensis*, *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

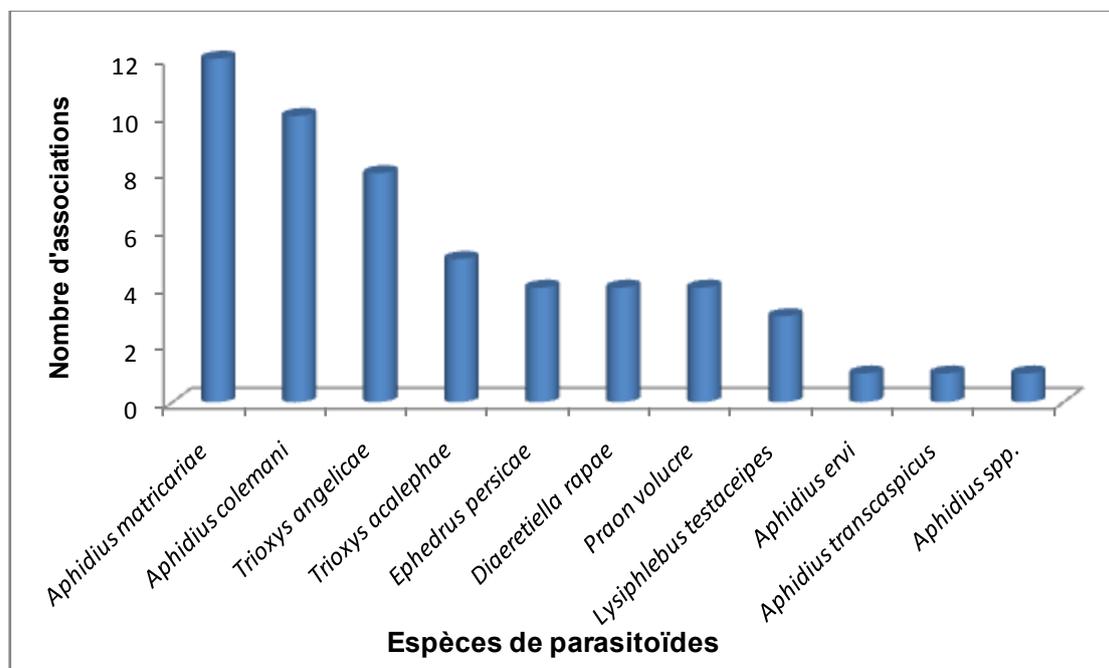
plantes ornementales. Ces trois niveaux trophiques ont pu former 53 associations (plante-puceron-parasitoïde).

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 Sary (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 Mineure 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 *Macrosiphon 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 trouvée 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 allomones 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.

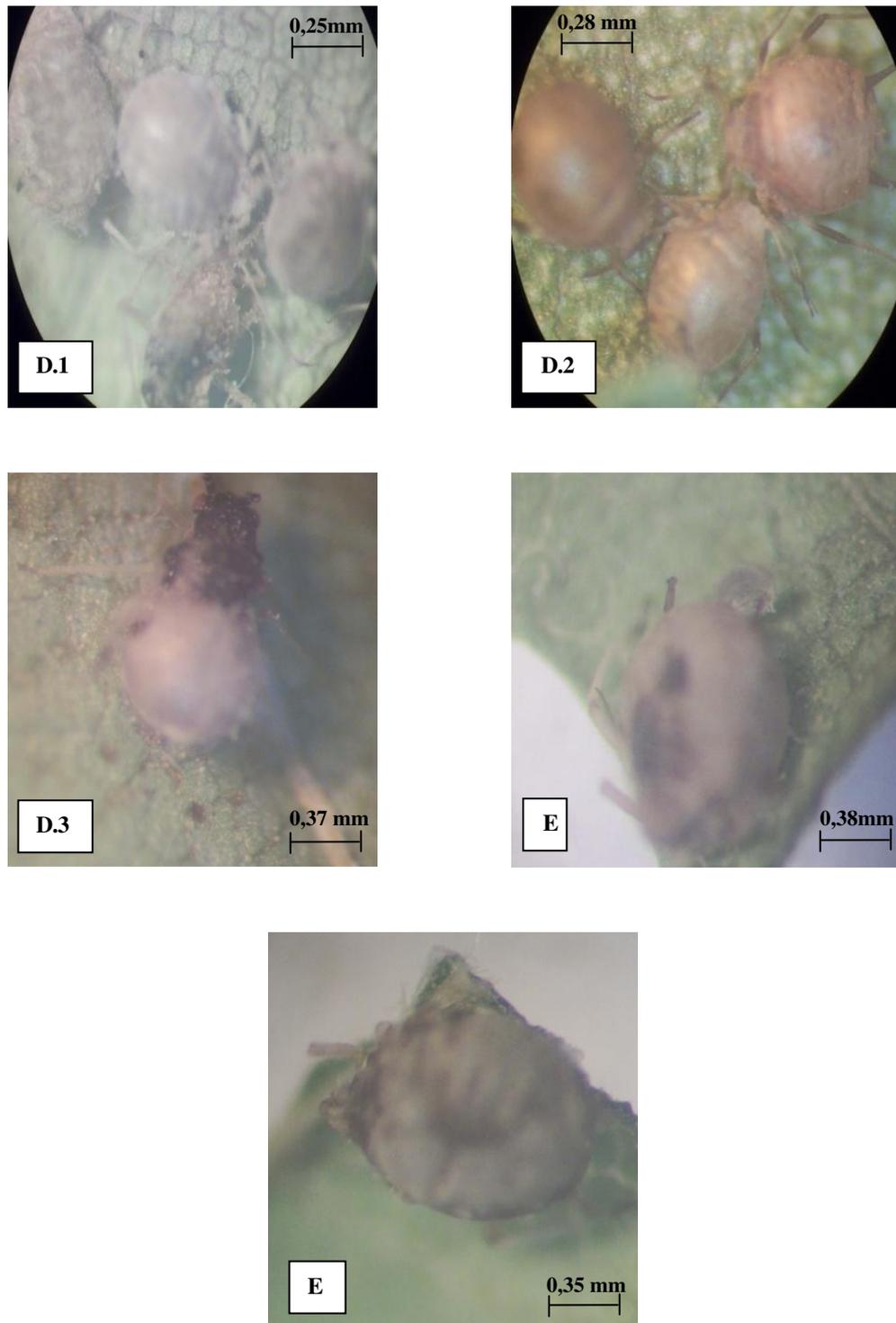
Dans ce travail, il est remarqué à titre d'exemple, que *Lysiphlebus testaceipes* est attiré seulement par *Aphis spiraecola* associé à *Pittosporum tobira*, alors que, deux autres espèces (*A. gossypii* et *A. craccivora*) sont également présentes sur cette plante. Apparemment, le spectre de substances 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>Aphidius colemani</i>	<i>Myzus persicae</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
		<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae
<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>Aphis craccivora</i>	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Nyctaginaceae
		<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Malvaceae
<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>Myzus persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
<i>Aphidius ervi</i>	<i>Myzus persicae</i>	<i>Lycium shawii</i>	Solanaceae
		<i>Aphis nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>
	<i>Aphidius spp.</i>	<i>Tinocallis takachihoensis</i>	<i>Ulmus minor</i>
<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<sup>ème</sup> niveau trophique (**Buitenhuis, 2004**). Cependant, les études sur les interactions multi-trophiques négligent la présence de ce 4<sup>ème</sup> 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 *Dendrocerus* 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 Aphidiidae et les Aphelinidae (**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 spiraecola</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	<b>5,20</b>
	<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
	<b>Total</b>	<b>831</b>	<b>115</b>	<b>12,15</b>
<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	<b>100</b>
	<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>40</b>	<b>67,79</b>
<i>A. craccivora</i>	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	37	8	17,77
	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	0	3	<b>100</b>
	<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>11</b>	<b>22,91</b>
<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 longivité (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 chouche, 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	
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
<b>Total</b>		<b>385</b>	<b>147</b>	<b>38,18</b>	<b>Total</b>	<b>147</b>	

#### 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<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> 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	-
	<b>Total</b>		<b>148</b>	<b>72</b>	<b>76</b>	<b>0,95</b>
<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
	<b>Total</b>		<b>17</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>1,83</b>
<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
	<b>Total</b>		<b>53</b>	<b>16</b>	<b>37</b>	<b>0,43</b>

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
<b>Total</b>		<b>112</b>	<b>29</b>	<b>83</b>	<b>0,35</b>	
<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
	<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<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	-
	<b>Total</b>		<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>0,33</b>
<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
	<b>Total</b>		<b>10</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>0,43</b>
<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
	<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1,5</b>

#### 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).

## Conclusion

---

Les différentes prospections effectuées dans les espaces verts de la ville de Biskra ont permis de ressortir leur richesse en Hyménoptères parasitoïdes des pucerons, ainsi que, les différentes relations trophiques formées par ces auxiliaires avec leurs pucerons hôtes et les plantes ornementales.

Dans cette étude, 13 espèces de pucerons sont trouvées sur 16 espèces de plantes. Un total de 25 relations plantes - pucerons ont été formées. La plupart de ces espèces sont classés comme des ravageurs des cultures.

Les momies trouvées parmi les colonies de 10 espèces aphidiennes ont permis d'identifier 11 espèces des parasitoïdes primaires. Il s'agit d'*Aphidius matricariae*, *A. colemani*, *A. ervi*, *A. transcaspicus*, *Aphidius* spp., *Trioxys angelicae*, *T. acalephae*, *Diaeretiella rapae*, *Ephedrus persicae*, *Praon volucre* et *Lysiphlebus testaceipes*.

L'étude des relations tri-trophiques, a fait ressortir 53 associations plante-puceron-parasitoïde. Avec 12 associations, l'espèce *Aphidius matricariae* est la plus présente.

Par ailleurs, 7 espèces d'hyperparasitoïdes sont également trouvées dans le milieu urbain de la ville de Biskra. Ces espèces sont *Alloxysta vitrix*, *Dendrocercus* spp., *Syrphophagus aphidivorus*, *Asaphes* spp., *Coruna clavata* et deux espèces non identifier. Au totale, 24 associations tétra-trophiques sont formées par ces d'hyperparasitoïdes.

Cette richesse en hyménoptères parasitoïdes de pucerons peut s'expliquer par la complexité et l'hétérogénéité du milieu urbain de la ville de Biskra. Apparemment, ces espaces verts constituent un bon refuge pour ces auxiliaires. Ils offrent un environnement favorable et relativement stable pour la conservation et la pullulation même de ces ennemis naturels. En d'autre terme, ces milieux urbains agissent comme un réservoir qui assure à chaque fois l'approvisionnement des agro-systèmes en insectes utiles.

L'étude des associations trophiques formées par les Hyménoptères parasitoïdes a permis de mettre en relief le pouvoir de dispersion de ces auxiliaires d'une espèce végétale à une autre et d'un endroit à l'autre. Vu le nombre d'associations formées durant cette étude, il est constaté que quelques parasitoïdes ont une capacité de dispersion très importante, notamment, les espèces appartenant aux genres *Aphidius* et *Trioxys*.

L'analyse de différents paramètres démo-écologiques (Taux de parasitisme, taux d'émergence, taux d'hyperparasitisme et la sex-ratio) a donné une idée préliminaire sur le

## Conclusion

---

succès reproductif de chaque parasitoïde, et par conséquent, son efficacité dans la régulation des populations des aphides. Ces informations ont permis de constater que *Trioxys angelicae*, *Aphidius colemani* et *A. matricariae*, sont parmi les parasitoïdes les plus efficaces dans le contrôle biologique de pucerons.

Pour maintenir cette biodiversité ou l'enrichir davantage, il faut intervenir à deux niveaux. En milieu urbain, il faut un bon aménagement et une bonne gestion des espaces verts, afin d'éviter l'effet de la fragmentation et de créer une sorte d'inter-connection, qui facilite la circulation de ces auxiliaires.

Par ailleurs, cette intervention peut se faire également en milieu agricole. A ce niveau il faut créer des ceintures de haies et de brise-vents au niveau des exploitations afin de faciliter la transition et la circulation de ces auxiliaires dans les deux sens.