
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**).