

Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'est de la Chine

Thomas Lopes⁽¹⁾, Emilie Bosquée⁽¹⁾, Damien Polo Lozano⁽¹⁾, Ju Lian Chen⁽²⁾, Cheng DengFa⁽²⁾, Liu Yong⁽³⁾, Zheng Fang-Qiang⁽³⁾, Eric Haubruge⁽¹⁾, Claude Bragard⁽⁴⁾ & Frédéric Francis⁽¹⁾

⁽¹⁾ Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive (Prof. Eric Haubruge), Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgique. E-mail: entomologie.gembloux@ulg.ac.be

⁽²⁾ State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2 West Yuanmingyuan Road, Beijing 100193, P.R. China.

⁽³⁾ College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Taian, Shandong 271018, P.R. China.

⁽⁴⁾ Earth & Life Institute, Unité de Phytopathologie, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique.

Reçu le 1^{er} septembre 2011, accepté le 12 septembre 2011

L'objet de cette étude, menée dans des champs de la province du Shandong, Chine, consistait à déterminer la diversité et l'abondance de pucerons et d'insectes auxiliaires aphidiphages en courgettes et en pommes de terre. L'inventaire des populations de pucerons et d'auxiliaires aphidiphages a été réalisé entre le 9 mai et le 13 juin 2011, à l'aide de pièges jaunes et d'observations sur plante. Au total, 53.206 individus ont été piégés et 35.144 observés. Les pucerons sont largement majoritaires et ils exercent une forte pression sur ces deux cultures en début de saison. Seules, deux espèces ont été identifiées sur plante, à savoir *Aphis gossypii* essentiellement sur courgette et *Myzus persicae* sur pomme de terre. Les coccinelles sont les prédateurs aphidiphages les plus abondants, notamment l'espèce *Coccinella septempunctata* pour les courgettes et *Propylea japonica* pour les pommes de terre, la première étant plus précoce que la deuxième. Peu de syrphes et de chrysopes ont été capturés. Les micro-hyménoptères apparaissent plus tard dans la saison. L'espèce *Aphidius gifuensis* représente la majorité des Braconidae capturés, tandis que la famille des Aphelinidae est majoritaire au sein des aphidiphages.

Mots-clés: diversité, abondance, pucerons, aphidiphages, courgettes, pommes de terre.

The aim of this study was to evaluate the diversity and abundance of aphids and aphidophagous beneficials in courgettes and potato fields in the Shandong province, East of China. The assessment of aphid and related beneficial populations was conducted between May 9th and June 13th, 2011, using yellow traps and *in situ* observations on plants. A total of 53,206 insects were trapped and 35,144 observed on the plants. Aphids widely predominated in the traps and exerted a strong pressure on both crops early in the season. Two main species were identified on the plants, namely *Aphis gossypii* on the courgettes and *Myzus persicae* on the potatoes. Ladybirds were the most abundant aphidophagous predators, especially *Coccinella septempunctata* on the courgettes and *Propylea japonica* on the potato fields, the first one being earlier than the second. Only few hoverflies and lacewings were captured. Microhymenoptera appeared later in the season. The *Aphidius gifuensis* species represented the majority of trapped Braconidae, while the family Aphelinidae contained the largest number of individuals in the aphidiphagous.

Keywords: diversity, abundance, aphids, aphidophagous, courgettes, potatoes.

1. INTRODUCTION

Les cultures maraîchères occupent une place importante dans l'agriculture chinoise. En effet, en 2009, ce pays était le premier producteur

mondial de légumes frais au monde (Faostat, 2009). Ces cultures sont attaquées par une large gamme d'insectes ravageurs, parmi lesquels les pucerons. Ces derniers appartiennent à la famille des Aphididae et constituent un groupe d'insectes

extrêmement répandu: près de 4700 espèces ont été recensées dans le monde (Remaudière & Remaudière, 1997), dont environ 450 ont été identifiées sur des plantes cultivées (Blackman & Eastop, 2000). Parmi elles, une centaine s'est adaptée aux agro-écosystèmes et présente, de ce fait, une importance économique notable (Blackman & Eastop, 2007). Les pucerons se multiplient extrêmement rapidement, se dispersent facilement sur de longues distances et transmettent un grand nombre de virus aux plantes, ce qui explique les dégâts importants qu'ils peuvent causer aux plantes maraîchères (Hullé *et al.*, 1999). Afin de minimiser ces dégâts, les agriculteurs chinois appliquent une grande quantité d'insecticides conventionnels (Widawsky *et al.*, 1998), toxiques pour les agro-écosystèmes et pour l'environnement au sens large. Ces pratiques sont également la cause directe de la présence de résidus dans les denrées récoltées, ceci étant particulièrement vrai pour les productions maraîchères consommées crues. A l'heure où la Chine parle d'une seconde révolution verte, axée sur la mise en place d'une agriculture plus durable, la conservation des ressources naturelles et le respect de l'environnement représentent des objectifs à atteindre. L'intérêt croissant pour des mesures de lutte biologique par conservation souligne le besoin d'étudier la diversité et la phénologie des populations d'insectes auxiliaires aphidiphages. A ce titre, plusieurs familles d'insectes prédateurs et parasitoïdes peuvent contrôler les populations de pucerons, principalement les coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae), les syrphes (Diptera: Syrphidae), les chrysopes (Neuroptera: Chrysopidae) et les micro-hyménoptères appartenant à la famille des Braconidae et des Aphelinidae.

Chez les coccinelles, les larves et les adultes sont aphidiphages, et peuvent s'alimenter de plusieurs espèces de pucerons (Majerus, 1994; Hodek & Honek, 1996; Dixon, 2000). Ces insectes contribuent donc au contrôle des populations aphidiennes dans une multitude de cultures (Frazier & Gilbert, 1976; Tamaki & Long, 1978; Lee *et al.*, 2005; Michels & Burd, 2007) et ont de ce fait une importance économique non négligeable pour les agriculteurs. L'efficacité des coccinelles dans le contrôle des populations de pucerons est difficile à déterminer étant donné leur mobilité et leur comportement polyphage (Frazer, 1988). Plusieurs espèces ont des

caractéristiques typiques des grands prédateurs, ce qui les rend potentiellement très efficaces dans le contrôle des populations denses de pucerons (Hodek & Honek, 1996). Cependant, les coccinelles se limitent à une ou deux générations par an, et leur pic de population ne coïncide souvent pas avec celui des pucerons, ce qui limite leur efficacité dans la lutte biologique (Hemptinne & Dixon, 1991; Kindlmann & Dixon, 1993; Dixon, 1997; Kindlmann *et al.*, 2007). Ceci est aggravé par le fait que, dans la plupart des conditions environnementales, les populations de coccinelles ont des taux de croissance plus bas que ceux des pucerons (Dixon, 2000; Mills, 1982a, b; Hemptinne & Dixon, 1997; Kindlmann & Dixon, 2001). L'action des coccinelles aphidiphages sur la dynamique des populations de pucerons peut donc être considérée comme limitée sur le long terme (Kindlmann *et al.*, 2007; Obrycki *et al.*, 2009). Cependant, ces prédateurs peuvent réduire la densité des populations de pucerons ou ralentir leur croissance durant une partie de la saison culturale et contribuer ainsi au contrôle de ces ravageurs (Kindlmann *et al.*, 2007; Powell & Pell, 2007; Obrycki *et al.*, 2009).

Les syrphes font partie d'une des plus grandes familles d'insectes appartenant à l'ordre des Diptères, avec plus de 5000 espèces dénombrées (Thompson & Rotheray, 1998). Les larves des principales espèces de syrphes sont polyphages et font preuve d'une grande voracité (Chambers, 1988). Les adultes sont floricoles et s'alimentent de nectar et de pollen (Gilbert, 1993), jouant ainsi un rôle important dans la pollinisation des plantes cultivées. Les larves des espèces généralistes *Episyrphus balteatus* (DeGeer 1776) et *Syrphus ribesii* (Linnaeus 1758) peuvent s'alimenter d'une large gamme d'espèces de pucerons (Sadeghi & Gilbert, 2000) et une seule larve d'*E. balteatus* peut consommer jusqu'à 400 pucerons durant son développement (Tenhumberg & Poehling, 1995). L'impact des syrphes sur les populations de pucerons est d'autant plus élevé que l'oviposition a lieu précocement dans la saison, et qu'un grand nombre de larves éclosent avant le pic des populations aphidiennes (Tenhumberg & Poehling, 1995).

Quant aux chrysopes, ces derniers sont des prédateurs polyphages extrêmement efficaces (New, 1975). En effet, cette famille d'insectes s'alimente d'une large gamme de proies, telles que des Homoptères (Psyllidae, Aleyrodidae, Coccidae), des Hyménoptères (Tenthredinidae), des Coléoptères (Chrysomelidae), des Diptères,

des Thysanoptères, des œufs et des jeunes larves de Lépidoptères (Noctuidae, Tortricidae), des acariens et des pucerons (Paulian, 1999). De ce fait, les chrysopes ont un potentiel considérable en tant qu'agents de lutte biologique contre une grande diversité d'insectes ravageurs, y compris les pucerons (Senior & McEwen, 2001). La voracité des larves est directement liée à la durée de leur développement qui varie à son tour en fonction de la taille des proies consommées (Michaud, 2001), de l'espèce de proies consommées (Liu & Chen, 2001), et de la température (Scopes, 1969). Les adultes de certaines espèces, telles que *Chrysoperla carnea* (Stephens 1836), se nourrissent de miellat, de nectar et de pollen collectés sur diverses plantes, tandis que d'autres espèces appartenant au genre *Chrysopa* sont prédatrices de pucerons et d'autres insectes à corps mou (San Martin, 2004). Peu d'études ont été réalisées sur l'efficacité des chrysopes dans la régulation des populations de pucerons (Völkl *et al.*, 2007). Celles-ci se focalisent surtout sur l'utilisation de l'espèce *C. carnea* dans la lutte biologique par inondation, et démontrent une efficacité variable selon le ratio prédateur-proies (Powell & Pell, 2007).

Les insectes parasitoïdes des pucerons sont principalement des micro-hyménoptères appartenant à la famille des Braconidae et des Aphelinidae. La sous-famille des Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae) contient le plus grand nombre d'espèces parasitoïdes des pucerons, avec plus de 600 espèces décrites (Mackauer & Starý, 1967). Au sein de cette sous-famille, toutes les espèces se développent en tant que parasitoïdes des pucerons, tandis que dans la sous-famille des Aphelininae (Hymenoptera: Aphelinidae) seuls les genres *Aphelinus*, *Mesidia* et *Mesidiopsis* contiennent des espèces parasitoïdes des pucerons (Hagen & van den Bosch, 1968). Du fait de leur petite taille, les insectes parasitoïdes des pucerons sont difficilement observables dans les cultures. Cependant, ces derniers jouent un rôle important dans le contrôle biologique des populations aphidiennes, et ont été utilisés dans des programmes de lutte biologique plus fréquemment que d'autres ennemis naturels des pucerons (Powell & Pell, 2007). Leur action sur les populations de pucerons se fait sentir plus tardivement, puisque le métabolisme de ces auxiliaires exige des températures plus élevées que celui de leurs hôtes (Campbell *et al.*, 1974). Les caractéristiques intrinsèques de ces insectes,

telles qu'un taux de fécondité élevé et une durée de développement très courte, font de ces auxiliaires des agents de lutte biologique potentiellement efficaces. Cependant, de nombreux facteurs, tels que l'hyperparasitisme (Mackauer & Völkl, 1993), la prédation, et des conditions environnementales néfastes (Völkl *et al.*, 2007), font que ces derniers n'exploitent en général qu'un petit pourcentage des populations de pucerons, ce qui est parfois insuffisant pour exercer un contrôle biologique efficace de ces phytophages (Hagen & van den Bosch, 1968; Völkl *et al.*, 2007). Il est dès lors essentiel de ne pas se focaliser sur un groupe d'auxiliaires aphidiphages mais plutôt de considérer la guildes entière et les différentes familles d'agents de contrôle des pucerons.

Cette étude a eu pour objectif de déterminer la diversité et la phénologie des populations d'insectes auxiliaires aphidiphages et de pucerons, dans des cultures de pommes de terre (*Solanum tuberosum* L.) et de courgettes (*Cucurbita pepo* L.) dans la province du Shandong, en Chine.

2. MATERIEL ET METHODES

L'étude a été menée dans les champs d'essais appartenant à la SAU (Shandong Agricultural University), situés dans la ville de Taian (36°09'N; 117°09'E), dans la province du Shandong, en Chine. Les essais ont été réalisés sur deux cultures. Les pommes de terre ont été plantées le 17 mars 2011 et les courgettes transplantées en plein champ le 20 avril 2011. Au total, 15 parcelles de pommes de terre et 15 parcelles de courgettes ont été installées, chacune ayant une superficie de 64 m². Les populations d'auxiliaires aphidiphages et de pucerons ont été déterminées par des observations directes sur plante, et par piégeage de masse, à l'aide de pièges jaunes de von Moericke (Ø: 27 cm, h: 10 cm). Ce type de piège est un des modèles les plus fréquemment utilisés en entomologie faunistique des milieux agricoles car ils sont efficaces et se prêtent à des échantillonnages de grande envergure (Mignon *et al.*, 2003). Les pièges, qui contenaient du détergent dissout dans une solution aqueuse, visant à réduire la tension superficielle de l'eau, et ainsi augmenter l'efficacité du piégeage, ont été placés dans les champs d'essais le 9 mai 2011 à une distance minimale de trois mètres des bords des parcelles, afin de limiter

l'effet de bordure. Chaque piège coulissait sur une tige métallique verticale afin de suivre la croissance des plantes. Quinze pièges (1 piège par parcelle) ont été installés pour chacune des cultures étudiées. Les insectes piégés ont été récoltés hebdomadairement et conservés dans une solution à 75 % d'éthanol. Au total, 5 collectes ont été effectuées, entre le 16 mai et le 13 juin 2011. En ce qui concerne les insectes auxiliaires aphidiphages, cinq familles ont été prises en compte lors de l'identification, à savoir les Coccinellidae, les Syrphidae, les Chrysopidae, les Braconidae et les Aphelinidae. Ces derniers ont été identifiés jusqu'à l'espèce. Dans certains cas, l'identification s'est limitée jusqu'au genre, étant donné l'état de dégradation de certains insectes. Quant aux pucerons, ces derniers ont été uniquement dénombrés, en raison de leur abondance dans les pièges. Les observations directes sur plante ont également été réalisées hebdomadairement. L'ensemble des plantes situées dans un rayon de 1 mètre autour des pièges a été observé. Les insectes prédateurs ont été identifiés jusqu'à l'espèce, directement sur plante. Certaines larves de chrysopes et de syrphes n'ont pu être identifiées à l'espèce en raison de caractères morphologiques peu marqués. Les parasitoïdes ont été récoltés à l'aide d'un aspirateur et identifiés postérieurement en laboratoire. Dans ce même rayon d'un mètre, les pucerons aptères retrouvés sur 10 tiges ont été dénombrés. Étant donné leur nombre élevé, l'utilisation d'indice a été favorisée (0: aucun/1: 1-20/2: 21-50/3: 51-200/4: >200). Les pucerons ailés ont été collectés et identifiés postérieurement en laboratoire, jusqu'au niveau taxonomique de l'espèce.

3. RESULTATS

Pendant les 5 semaines de piégeage, 53.206 insectes ont été collectés à l'aide des pièges jaunes dans les cultures de courgettes et de pommes de terre. Avec 52.318 individus (26.392 en courgettes et 25.926 en pommes de terre), les pucerons sont largement majoritaires (approximativement 98 %

des insectes collectés). Les insectes auxiliaires représentent en effet une faible partie des insectes collectés (approximativement 2 %), puisque 888 individus ont été piégés dans les deux cultures (Tableau 1). En termes d'abondance, les Coccinellidae, les Braconidae et les Aphelinidae sont les trois familles majoritairement représentées.

Pour les courgettes, ces familles ont une importance très similaire et représentent approximativement 95 % des insectes auxiliaires piégés. La famille des Coccinellidae est essentiellement représentée par l'espèce *Coccinella septempunctata* (Linnaeus 1758) (70 % des coccinelles collectées), tandis que dans la famille des Braconidae, c'est l'espèce *Aphidius gifuensis* (Ashmead 1906) qui est prédominante (50 % des braconidés collectés). Les micro-hyménoptères appartenant au genre *Aphelinus* sont les insectes auxiliaires les plus représentés, avec un total de 170 individus (33 % des insectes auxiliaires collectés). Peu d'individus de la famille des Syrphidae et des Chrysopidae ont été collectés. En effet, ces deux familles d'insectes prédateurs ne représentent que 5 % de la totalité des insectes auxiliaires collectés.

Des résultats similaires ont été obtenus pour les pommes de terre, cependant moins de coccinelles ont été piégées (75 individus contre 158 pour les courgettes). La majorité des coccinelles appartiennent à l'espèce *Propylea japonica* (Thunberg 1781) (53 % des coccinelles collectées). La proportion relative de chrysopes est plus élevée que dans les courgettes (7 % des insectes collectés), cette famille étant exclusivement représentée par l'espèce *C. carnea*. Quant aux Braconidae, l'espèce *A. gifuensis* est encore une fois majoritaire (80 % des collectes de cette famille) et représente, à elle seule, 31 % des insectes auxiliaires piégés en pommes de terre. La proportion relative d'Aphelinidae reste la même que pour les courgettes (33 % des insectes auxiliaires collectés), cependant moins d'individus ont été piégés (125 individus contre 170 pour courgettes). Enfin, la diversité d'espèces est pratiquement la même dans les deux cultures.

Tableau 1: Abondance, diversité et proportions relatives des auxiliaires aphidiphages récoltés dans les pièges jaunes, en courgettes et en pommes de terre.

Espèces d'auxiliaires aphidiphages piégées			Courgettes		Pommes de terre	
			Nombre d'individus	Proportion relative (%)	Nombre d'individus	Proportion relative (%)
Prédateurs	Coccinellidae	<i>C. septempunctata</i> (adulte)	111	21,7	11	2,9
		<i>C. septempunctata</i> (larve)	1	0,2	1	0,3
		<i>H. convergens</i> (adulte)	12	2,3	3	0,8
		<i>Platynaspis</i> sp. (adulte)	18	3,5	10	2,7
		<i>P. japonica</i> (adulte)	13	2,5	40	10,6
		<i>P. japonica</i> (larve)	2	0,4	0	0,0
		<i>H. axyridis</i> (adulte)	1	0,2	10	2,7
	Syrphidae	<i>E. corollae</i> (adulte)	15	2,9	2	0,5
		<i>S. macrogaster</i> (adulte)	0	0,0	3	0,8
	Chrysopidae	<i>C. carnea</i> (adulte)	4	0,8	25	6,6
		<i>C. carnea</i> (larve)	2	0,4	2	0,5
		<i>C. pallens</i> (adulte)	1	0,2	0	0,0
		Larve de Chrysopidae	1	0,2	1	0,3
Parasitoïdes	Braconidae	<i>Lysiphlebus</i> sp.	38	7,4	10	2,7
		<i>A. avenae</i>	3	0,6	9	2,4
		<i>D. rapae</i>	3	0,6	3	0,8
		<i>A. gifuensis</i>	80	15,7	115	30,5
		<i>L. gracilis</i>	36	7,0	7	1,9
		<i>Aphelinus</i> sp.	170	33,3	125	33,2
	Aphelinidae					
Total			511	100%	377	100%

Tableau 2: Abondance, diversité et proportions relatives des auxiliaires aphidiphages observés sur plante, en courgettes et en pommes de terre.

Espèces d'auxiliaires aphidiphages observées sur plante			Courgettes		Pommes de terre	
			Nombre d'individus	Proportion relative (%)	Nombre d'individus	Proportion relative (%)
Prédateurs	Coccinellidae	<i>C. septempunctata</i> (adulte)	17	12,6	2	1,9
		<i>C. septempunctata</i> (larve)	19	14,1	12	11,3
		<i>P. japonica</i> (adulte)	16	11,9	5	4,7
		<i>P. japonica</i> (larve)	1	0,7	4	3,8
		<i>H. axyridis</i> (adulte)	0	0,0	1	0,9
		<i>H. axyridis</i> (larve)	0	0,0	1	0,9
	Syrphidae	<i>E. corollae</i> (adulte)	19	14,1	17	16,0
		<i>S. scripta</i> (adulte)	2	1,5	4	3,8
		Larve de Syrphidae	4	3,0	1	0,9
	Chrysopidae	<i>C. carnea</i> (adulte)	0	0,0	1	0,9
		<i>C. carnea</i> (larve)	5	3,7	1	0,9
		Larve de Chrysopidae	2	1,5	3	2,8
Parasitoïdes	Braconidae	<i>Lysiphlebus sp.</i>	0	0,0	2	1,9
		<i>A. avenae</i>	1	0,7	1	0,9
		<i>A. gifuensis</i>	48	35,6	50	47,2
		<i>L. gracilis</i>	1	0,7	1	0,9
Total			135	100	106	100

Quant aux observations sur plante, 32.966 pucerons ont été dénombrés sur courgettes et 1937 sur pommes de terre. Au niveau de la diversité, deux espèces de pucerons ailés ont été identifiées, à savoir *Aphis gossypii* (Glover 1877) et *Myzus persicae* (Sulzer 1776). La première est largement majoritaire dans les cultures de courgettes (99 % des pucerons identifiés sur cette culture), tandis que la deuxième est davantage présente dans les cultures de pommes de terre (70 % des pucerons identifiés sur cette culture). Une plus faible quantité d'insectes auxiliaires aphidiphages ont été identifiés en comparaison avec les piègeages

(241 individus pour les deux cultures) (Tableau 2). Dans les deux cultures, les coccinelles sont les prédateurs les plus abondants, l'espèce *C. septempunctata* étant la plus représentative de cette famille. En ce qui concerne les micro-hyménoptères, c'est l'espèce *A. gifuensis* qui a été identifiée le plus fréquemment. Aucun insecte appartenant au genre *Aphelinus* n'a été identifié, leur capture étant extrêmement difficile. De manière globale, l'abondance d'individus par espèce observée sur plante est considérablement plus faible que pour les collectes en piège.

Le profil d'évolution des captures de pucerons a été très similaire pour les courgettes et les pommes de terre (Figures 1 et 2). En effet, pour ces deux cultures, le pic des populations de ces ravageurs est apparu durant la première semaine de collectes (du 9 au 16 mai). Leur présence décroît rapidement lors de la deuxième semaine et se stabilise au cours de la troisième semaine. C'est durant la quatrième semaine qu'est observée une augmentation du nombre de pucerons. En effet, cette semaine correspond à un deuxième pic de populations pour les courgettes, cependant beaucoup plus faible que le premier. Pour les pommes de terre, ce deuxième pic a lieu plus tard.

De la même façon que pour les pucerons, l'évolution des prédateurs aphidiphages dans les courgettes montre un pic de présence lors de la première semaine (Figure 1). Dans ce cas, nous observons une synchronisation entre ces deux pics de populations. L'abondance de ces auxiliaires

tend ensuite à décroître, avec un léger pic lors de la troisième semaine. La dynamique des populations de prédateurs aphidiphages est très différente en pommes de terre. En effet, durant les trois premières semaines, l'abondance de ces insectes était très faible (Figure 2). Peu de prédateurs ont été piégés lors de la première semaine de collectes qui correspond au pic des populations aphidiennes. C'est durant les deux dernières semaines que la présence de ces auxiliaires est plus marquée, ce qui correspond également à une augmentation du nombre de pucerons collectés.

En revanche, le profil d'évolution des populations de micro-hyménoptères est identique pour les courgettes et les pommes de terre (Figures 1 et 2). En effet, pour ces deux cultures, on observe un pic de populations très marqué lors de la troisième semaine de collectes (du 23 mai au 30 mai). La présence de ces parasitoïdes est très instable

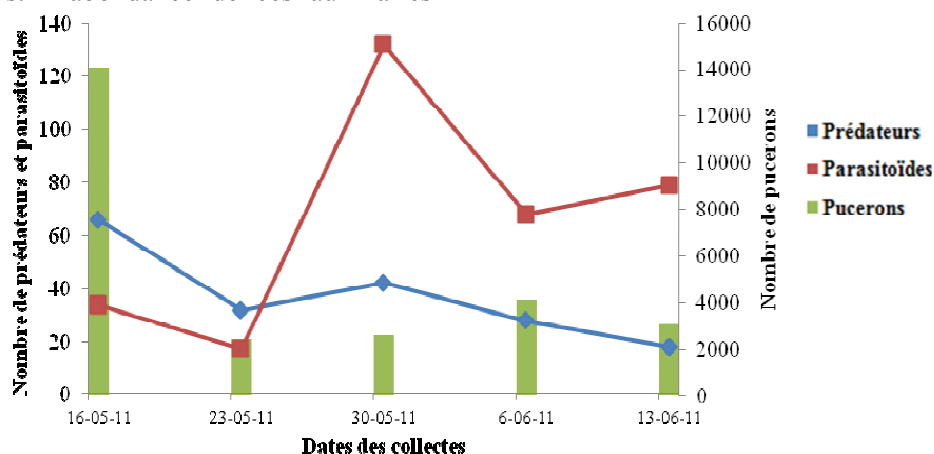


Figure 1: Phénologie des populations de pucerons, de prédateurs et de parasitoïdes aphidiphages collectés dans les pièges jaunes, en courgettes.

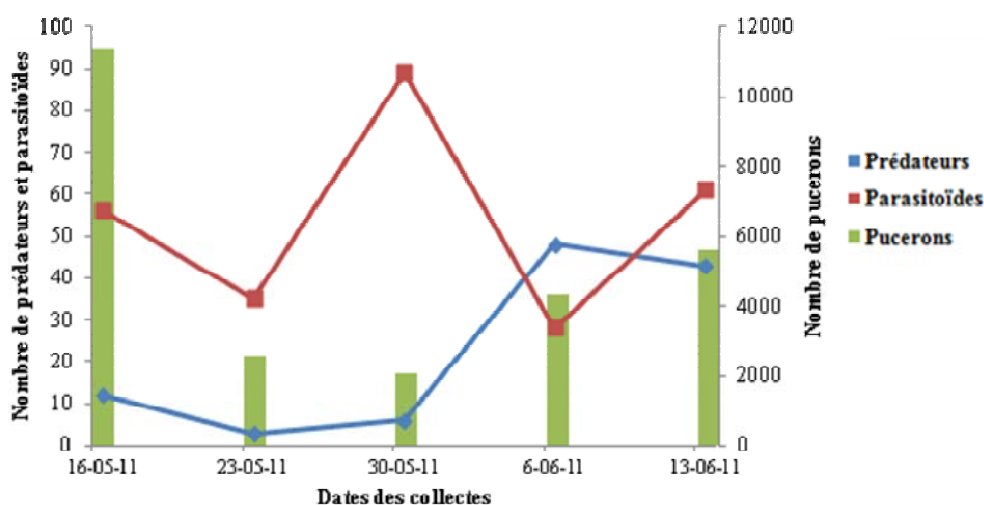


Figure 2: Phénologie des populations de pucerons, de prédateurs et parasitoïdes aphidiphages collectés dans les pièges jaunes, en pommes de terre.

durant la campagne de piégeage, puisque l'on observe des augmentations et diminutions successives du nombre d'individus collectés.

4. DISCUSSION

Le nombre élevé de pucerons capturés dans les pièges confirme que ces ravageurs sont problématiques dans les cultures de courgettes et de pommes de terre. Quand aux espèces identifiées sur plante, il n'est guère surprenant de constater qu'on ne retrouve que les espèces *A. gossypii* et *M. persicae* en courgettes et en pommes de terre puisqu'elles sont caractéristiques de ces deux cultures (Hullé *et al.*, 1999).

En ce qui concerne les insectes prédateurs aphidiphages, les coccinelles sont largement majoritaires. L'espèce *C. septempunctata* est la plus abondante suivie de *P. japonica*. Ces résultats sont en accord avec une étude menée en Belgique par Francis *et al.* en 2001 dans des cultures de fève, qui a mis en évidence le caractère dominant de *C. septempunctata* au sein des Coccinellidae. Par ailleurs, l'abondance et la diversité de Chrysopidae est particulièrement faible. En effet, peu d'individus ont été piégés, et l'espèce *C. carnea* représente la quasi-totalité des captures. Une étude menée en Belgique par Mignon *et al.* en 2003 dans des champs de carottes (*Daucus carota* L.) et de fèves (*Vicia faba* L.) a également démontré que cette espèce est la plus abondante dans ces cultures maraîchères. Quant aux syrphes, une autre étude menée en Belgique par Francis *et al.* en 2003 sur ces mêmes cultures a démontré que l'espèce *E. balteatus* est la plus abondante. Or, aucun individu de cette espèce n'a été identifié en Chine. C'est l'espèce aphidiphage *Eupeodes corollae* (Fabricius 1794) qui est la plus abondante. De plus, selon Niehoff & Poehling (1995), les syrphes sont majoritaires dans la guilde des prédateurs aphidiphages, ce qui n'a pas été vérifié dans nos expérimentations.

Quant aux parasitoïdes, l'espèce *A. gifuensis* est la plus conséquente dans la famille des Braconidae. Etant donné que celle-ci parasite principalement *M. persicae*, et en moindre mesure *A. gossypii* (Takada, 2002), il est normal qu'un plus grand nombre d'individus ait été capturé dans la culture de pommes de terre. Yang *et al.* (2009) ont démontré le potentiel de cet endoparasitoïde dans la lutte biologique contre le puceron vert du

pêcher. En effet, des lâchers d'*A. gifuensis* dans des champs de tabac ont permis de réduire considérablement les populations de *M. persicae*. Quant à la famille des Aphelinidae, ces micro-hyménoptères sont difficilement observables dans les cultures et difficiles à identifier jusqu'à l'espèce. Néanmoins, ces insectes étant les plus abondants dans les pièges, nous pouvons supposer qu'ils jouent un rôle important dans la régulation des populations de pucerons.

L'impact des pucerons sur ces deux cultures maraîchères est précoce dans la saison. En effet, comme l'ont aussi démontré Francis *et al.* en 2001, le pic des populations aphidiennes se donne dès la première semaine de collectes, c'est à dire vers la première moitié du mois de mai. C'est donc à cette période que ces ravageurs sont le plus nuisibles aux cultures. Dans les courgettes, le pic des populations de pucerons a coïncidé avec celui des prédateurs aphidiphages, ce qui est bénéfique au contrôle biologique exercé par ces derniers. La présence des parasitoïdes est plus tardive dans la saison. En effet, le pic le plus marqué des populations de micro-hyménoptères se donne 2 semaines après le premier pic des populations de pucerons. Ceci s'explique par le fait que les températures moyennes ont augmenté à partir de la troisième semaine. Comme le démontre Campbell *et al.* (1974), l'action de ces insectes sur les populations de pucerons se fait sentir plus tardivement dans le printemps, puisque leur métabolisme exige des températures plus élevées que celui de leurs hôtes.

Le piégeage donne une idée très générale de l'abondance et de la diversité d'insectes que l'on peut retrouver dans les cultures. Etant donné que les parcelles étaient entourées par plusieurs cultures, notamment par du blé (*Triticum aestivum* L.), certaines espèces, telles qu'*Aphidius avenae* (Haliday 1843), qui parasitent l'espèce de puceron *Sitobion avenae* (Fabricius 1775) un ravageur des céréales, ont été récoltées dans les parcelles qui se trouvaient à proximité du blé. Les observations sur plante permettent d'avoir une approche plus spécifique et par conséquent de déterminer les insectes qui sont réellement inféodés à la culture. Il n'est donc pas surprenant de constater que l'abondance et la diversité d'espèces observées sur plante est plus réduite que dans les pièges.

En conclusion, sur base de cette première investigation concernant les pucerons et leurs

ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'Est de la Chine, les espèces sont identiques dans les deux cultures étudiées, tandis que leur abondance relative diffère. Dans l'élaboration de stratégies futures efficaces de lutte biologique contre les pucerons, il est important de prendre en compte l'ensemble de la guildes des aphidiphages.

Remerciements

Les activités menées en Chine ont été réalisées dans le cadre d'un projet interuniversitaire ciblé (PIC) intitulé "Développement et valorisation de nouvelles stratégies de lutte contre les ravageurs, vecteurs de maladies virales, en milieu rural dans la Province de Shandong (P.R. Chine)". Les auteurs souhaitent remercier la Coopération Universitaire au Développement (CUD-CIUF) pour le soutien financier de ce projet.

Bibliographie

- Blackman R.L. & Eastop V.F. (2000). *Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide*. 2 éd. Wiley, Chichester, 476 p.
- (2007). Taxonomic Issues. In van Emden H. F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*, p. 1-3. CAB International, Cambridge, Massachusetts.
- Campbell A., Frazer B.D., Gilbert N., Gutierrez A.P. & Mackauer M. (1974). Temperature requirements of some aphids and their parasites. *Journal of Applied Ecology* **11**, p. 431-438.
- Chambers R.J. (1988). Syrphidae. In Minks A.K. & Harrewijn P. (éd.), *Aphids. Their Biology, Natural Enemies and Control* 2B, p. 259-270, Elsevier, New York, Amsterdam.
- Dixon A.F.G. (1997). Patch quality and fitness in predatory ladybirds. *Ecological Studies* **130**, p. 205-223.
- (2000). *Insect Predator-Prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control*. Cambridge University Press, Cambridge, 268 p.
- Faostat. (2009). *Food and Agricultural commodities production*. (<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>; 02/12/2011).
- Francis F., Colignon P., Hastir P., Haubruge E. & Gaspar C. (2001). Evaluation of aphidophagous ladybird populations in a vegetable crop and implications as biological agents. *Medicine Faculty Landbouww Universiteit Gent* **66/2a**, p. 333-340.
- Francis F., Colignon P. & Haubruge E. (2003). Evaluation de la présence des Syrphidae (Diptera) en cultures maraîchères et relation avec les populations aphidiennes. *Parasitica* **59**(3-4), p. 129-139.
- Frazer B.D. (1988). Coccinellidae. In Minks A.K. & Harrewijn P. (éd.), *Aphids. Their Biology, Natural Enemies and Control* 2B, p. 364. Elsevier, New York, Amsterdam.
- Frazier B.D. & Gilbert N. (1976). Coccinellids and aphids: a quantitative study of the impact of adult ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) preying on field populations of pea aphids (Homoptera: Aphididae). *Journal of the Entomological Society of British Columbia* **73**, p. 33-56.
- Gilbert F.S. (1993). *Hoverflies. Naturalists' Handbooks* No. 5. 2 éd. Richmond Press, Slough, 72 p.
- Hagen K.S. & van den Bosch R. (1968). Impact of pathogens, parasites and predators of aphids. *Annual Review of Entomology* **13**, p. 325-384.
- Hemptinne J.L. & Dixon A.F.G. (1991). Why have ladybirds been generally so ineffective in biological control? In Polgár L.A., Chambers R., Dixon A.F.G. & Hodek I. (éd.), *Behaviour and Impact of Aphidophaga*, p. 149-157. SPB Academic Publishing, The Hague.
- (1997). Are aphidophagous ladybirds (Coccinellidae) prudent predators? *Biological Agriculture and Horticulture* **15**, p. 151-159.
- Hodek I. & Honek A. (1996). *Ecology of Coccinellidae*. Kluwer, Dordrecht, 480 p.
- Hullé M., Ighil E.T.-A., Robert Y. & Monnet Y. (1999). *Les pucerons des plantes maraîchères. Cycles biologiques et activités de vol*. Inra, Paris, 136 p.
- Kindlmann P. & Dixon A.F.G. (1993). Optimal foraging in ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) and its consequences for their use in biological control. *European Journal of Entomology* **90**, p. 443-450.
- Kindlmann P. & Dixon A.F.G. (2001). When and why top-down regulation fails in arthropod predator-prey systems. *Basic and Applied Ecology* **2**, p. 333-340.
- Kindlmann P., Jarosik V. & Dixon A.F.G. (2007). Population dynamics. In van Emden H.F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*, p. 311-329. CAB International, Cambridge, Massachusetts.
- Lee J.H., Elliot N.C., Kindler S.D., French B.W., Walker C.B. & Eikenbary R.D. (2005). Natural enemy impact on the Russian wheat aphid in southeastern Colorado. *Environmental Entomology* **34**, p. 115-123.
- Liu T.-X. & Chen T.-Y. (2001). Effects of three aphid species (Homoptera: Aphididae) on development,

- survival and predation of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Applied Entomology and Zoology* **36**, p. 361-366.
- Mackauer M. & Starý P. (1967). *World Aphidiidae*. Le François, Paris, 195 p.
- Mackauer M. & Völkl W. (1993). Regulation of aphid populations by aphidiid wasps: does parasitoid foraging behaviour or hyperparasitism limit impact? *Oecologia* **94**, p. 339-350.
- Majerus M.E.N. (1994). *Ladybirds*. Harper Collins, London, 367 p.
- Michaud J.P. (2001). Evaluation of green lacewings, *Chrysoperla plorabunda* (Fitch) (Neurop., Chrysopidae), for augmentative release against *Toxoptera citricida* (Hom., Aphididae) in citrus. *Journal of Applied Entomology* **125**, p. 383-388.
- Michels J.R. G.J. & Burd J.D. (2007). IPM case studies: sorghum. In van Emden H.F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*, p. 627-637. CAB International, Cambridge, Massachusetts.
- Mignon J., Colignon P., Haubruge E. & Francis F. (2003). Effet des bordures de champs sur les populations de chrysopes [Neuroptera: Chrysopidae] en cultures maraîchères. *Phytoprotection* **84**, p. 121-128.
- Mills N.J. (1982a). Voracity, cannibalism and coccinellid predation. *Annals of Applied Biology* **101**, p. 144-148.
- Mills N.J. (1982b). Satiation and the functional response: a test of a new model. *Ecological Entomology* **7**, p. 305-315.
- New T.R.R. (1975). The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera) with reference to their usage as biocontrol agents: a review. *Transactions of the Royal Entomological Society of London* **127**, p. 115-140.
- Niehoff B. & Poehling H.-M. (1995). Population dynamics of aphids and syrphid larvae in winter wheat treated with different rates of pirimicarb. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **52**, p. 51-55.
- Obrycki J.J., Harwood J.D., Kring T.J. & O'neil R.J. (2009). Aphidophagy by Coccinellidae: Application of biological control in agroecosystems. *Biological Control* **51**, p. 244-254.
- Paulian M. (1999). Les Chrysopes, auxiliaires contre des insectes divers. *Phytoma* **522**, p. 41-46.
- Powell W. & Pell J.K. (2007). Biological Control. In van Emden H.F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*, p. 469-499. CAB International, Cambridge, Massachusetts.
- Remaudière G. & Remaudière M. (1997). *Catalogue des Aphididae du Monde*. Inra, Paris, 473 p.
- Sadeghi H. & Gilbert F. (2000). Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. *Journal of Animal Ecology* **69**, p. 771-784.
- San Martin G. (2004). Clé de détermination des Chrysopidae de Belgique. *Jeunes & Nature*, Wavre, 42 p.
- Scopes N.E.A. (1969). The potential of *Chrysopa carnea* as a biological control agent of *Myzus persicae* on glasshouse chrysanthemums. *Annals of Applied Biology* **64**, p. 433-439.
- Senior L.J. & McEwen P.K. (2001). The use of lacewings in biological control. In McEwen P.K., New T. R. & Whittington A. E. (éd.), *Lacewings in the Crop Environment*, p. 296-302. Cambridge University Press, Cambridge.
- Takada H. (2002). Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae; Aphelinidae) of four principal pest aphids (Homoptera: Aphididae) on greenhouse vegetable crops in Japan. *Applied Entomology and Zoology* **37**(2), p. 237-249.
- Tamaki G. & Long G. E. (1978). Predator complex of the green peach aphid on sugarbeets: expansion of the predator power and efficacy model. *Environmental Entomology* **7**, p. 835-842.
- Tenhumberg B. & Poehling H.-M. (1995). Syrphids as natural enemies of cereal aphids in Germany: Aspects of their biology and efficacy in different years and regions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **52**, p. 39-43.
- Thompson F.C. & Rotheray G.E. (1998). Family Syrphidae. In Papp L. & Darvas B. (éd.), *Manual of Palaearctic Diptera* **3**, p. 880. Science Herald, Budapest.
- Völkl W., Mackauer M., Pell J.K. & Brodeur J. (2007). Predators, Parasitoids and Pathogens. In van Emden H.F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*, p. 187-215. CAB International, Cambridge, Massachusetts.
- Widawsky D., Rozelle S., Jin S. & Huang J. (1998). Pesticide productivity, hostplant resistance and productivity in China. *Agricultural Economics* **19**, p. 203-217.
- Yang S., Yang S.Y., Zhang C.P., Wei J.-N. & Kuang R.P. (2009). Population dynamics of *Myzus persicae* on tobacco in Yunnan Province, China, before and after augmentative releases of *Aphidius gifuensis*. *Biocontrol Science and Technology* **19**, p. 219-228.