

**AFPP – NEUVIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE  
SUR LES RAVAGEURS EN AGRICULTURE  
MONTPELLIER – 26 ET 27 OCTOBRE 2011**

**LA COCCINELLE ASIATIQUE EST-ELLE L'APHIDIPHAGE DOMINANT DANS LES  
AGRO-ECOSYSTEMES?**

A. VANDEREYCKEN, D. DURIEUX, E. JOIE, E. HAUBRUGE, F. J. VERHEGGEN

Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Entomologie fonctionnelle et évolutive,  
Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux (Belgium)  
a.vandereycken@ulg.ac.be, d.durieux@ulg.ac.be, ejoie@ulg.ac.be, e.haubruge@ulg.ac.be,  
fverheggen@ulg.ac.be

**RÉSUMÉ**

La coccinelle asiatique, *Harmonia axyridis* Pallas, importée en Europe de l'Ouest afin de lutter contre les pucerons et les cochenilles, s'y est rapidement acclimatée. Cette espèce exotique est devenue invasive et exerce un impact négatif sur la biodiversité en entrant en prédation intraguilde avec les espèces natives. Afin d'évaluer l'importance de l'invasion de cette espèce exotique, un inventaire des prédateurs de pucerons a été réalisé en 2009 et 2010 au sein de quatre cultures : maïs, froment, pomme de terre et fève des marais, situées dans le Sud de la Belgique. Cinq espèces aphidiphages majoritaires ont été observées; par ordre décroissant d'importance: *Episyrphus balteatus* (De Geer), *Chrysoperla carnea sensus lato* (Stephens), *Coccinella septempunctata* (Linné), *Harmonia axyridis* Pallas et *Propylea quatuordecimpunctata* (Linné). La coccinelle asiatique ne représente que 8,7 % de tous les prédateurs de pucerons observés et 23,9% de toutes les coccinelles. De plus, elle est deux fois moins abondante que la coccinelle à sept points. Cette espèce invasive n'est donc actuellement pas l'aphidiphage le plus abondant dans les agro-écosystèmes wallons.

Mots-clés : Espèce invasive, aphidiphage, puceron, coccinelle, culture.

**SUMMARY**

**IS THE MULTICOLORED ASIAN LADYBIRD THE MOST ABUNDANT APHIDOPHAGOUS SPECIES IN AGRO-ECOSYSTEMS?**

The Asian ladybird, *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae), has been introduced in Western Europe to control aphid and coccid populations in greenhouses. This exotic species rapidly adapted to temperate climatic conditions and invaded all Europe in few years. Now, *H. axyridis* is causing damages to the ecosystems through e.g. intraguild predation (IGP) with native species. We evaluated, in 2009 and 2010, the occurrence of aphid natural enemies (hoverflies, coccinellids and lacewings) in several agro-ecosystems (corn, wheat, potato, broad bean) in northern Wallonia (Belgium). Five dominating aphidophagous species were observed, in decreasing order of importance: *Episyrphus balteatus* (De Geer), *Chrysoperla carnea sensus lato* (Stephens), *Coccinella septempunctata* (Linné), *Harmonia axyridis* and *Propylea quatuordecimpunctata* (Linné). The Multicolored Asian ladybird represents 8,7% of all observed aphidophagous species and 23,9% of coccinellids. Moreover, *H. axyridis* occurrence is two-times less important than *C. 7-punctata*. These results highlight that this invasive species is currently not the most abundant in southern Belgium agro-ecosystems and would not influence other aphid predators in those particular ecosystems.

Key words: Invasive, aphidophagous, aphid, ladybird, culture.

## INTRODUCTION

La coccinelle asiatique, *Harmonia axyridis* Pallas, est originaire du sud-est de l'Asie d'une région située entre la Sibérie, les montagnes de l'Altaï, l'océan Pacifique et le sud de la Chine (Koch 2003). Elle a été introduite fin du 19<sup>ème</sup> siècle dans toute l'Europe de l'Ouest pour lutter contre les pucerons. Son utilisation comme auxiliaire hors de son aire d'origine n'est pas un fait nouveau. La coccinelle asiatique avait déjà été utilisée comme agent de lutte biologique en 1916 aux Etats-Unis (Gordon 1985). C'est en 1997 que cette coccinelle exotique a été importée en Belgique (Gand, Bruxelles) dans le cadre de programmes de lutte biologique (Adriaens *et al.* 2003). La Belgique n'est pas le seul pays à avoir importé cette espèce exotique. Commercialisée pour la première fois en Europe occidentale en 1964, elle a été introduite dans au moins 12 pays européens. *H. axyridis* s'est rapidement dispersée, particulièrement depuis 2002. En 2007, elle était considérée comme établie dans treize pays d'Europe, occupant un territoire limité au Nord par le Danemark, au Sud par la France, à l'Est par la République Tchèque et à l'Ouest par la Grande Bretagne (Brown *et al.* 2008).

De nombreux auteurs rapportent la variabilité des habitats dans lesquels *H. axyridis* peut vivre, parmi lesquels les forêts, les marais, les zones urbaines, les cultures pérennes (pomme, vigne) et les grandes cultures (maïs, soja) (Lamana et Miller 1996; Colunga-Garcia et Gage, 1998; Michaud 2002; Brown 2003; Koch 2003; Majerus *et al.* 2006; Pervez *et al.* 2006; Pervez et Omkar, 2006; Labrie 2007). Sa capacité à s'adapter à toutes sortes de milieux est l'un des facteurs qui facilite son expansion à travers l'Europe. Adriaens *et al.* (2008) ont démontré dans une étude menée en Belgique, qu'*H. axyridis* était une espèce très cosmopolite car elle avait été observée sur 159 espèces végétales. La plante sur laquelle cette coccinelle était la plus présente était l'ortie, les suivantes étant des espèces ligneuses. Cette étude précisait qu'elle était présente à 52% dans les écosystèmes boisés, 34% dans les écosystèmes herbeux et 14% dans les buissons.

*H. axyridis* ne se reproduit pas dans tous les habitats qu'elle colonise. En effet, Nault et Kennedy (2003) ont remarqué qu'*H. axyridis*, au stade adulte, colonisait le froment, les pommes de terre et le maïs mais qu'elle ne se reproduisait que dans le froment et les pommes de terre.

La coccinelle asiatique a été choisie comme auxiliaire pour ses qualités de prédateur de pucerons (Osawa 2000; With *et al.* 2002), sa grande voracité (Lanzoni *et al.* 2004; Labrie *et al.* 2006; Soares *et al.* 2008), sa polyphagie et sa fécondité élevée (Ferran et Dixon, 1993). De plus, contrairement à la coccinelle à deux points (*Adalia bipunctata*), son élevage est peu coûteux et plus facile à gérer (nourriture sous forme d'œufs de papillon et non de pucerons frais) (Koch 2003). Son efficacité dans la lutte contre les pucerons est incontestable, mais le développement d'espèces invasives comporte toute une série de risques (Branquart 2009). En effet, de par sa grande voracité au stade larvaire, la coccinelle asiatique entre en compétition directe et indirecte avec les autres prédateurs de pucerons, en particulier les coccinelles indigènes (Hautier *et al.* 2008). En période de carence alimentaire, outre la prédation sur les autres aphidiphages, elle pratique également le cannibalisme (Osawa 1993). Elle diminue les ressources alimentaires des autres aphidiphages (coccinelles, syrphes, chrysopes,...) et agit comme un super-prédateur en se nourrissant des larves des coccinelles (prédateur intragilde) (Polis *et al.* 1989).

Le but de cette étude est de quantifier l'importance de l'invasion de la coccinelle asiatique au sein d'agro-écosystèmes par l'intermédiaire d'inventaires d'aphidiphages réalisés en 2009 et 2010 au sein de la région agricole de la Belgique.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### SITE D'ÉTUDE

Les inventaires d'aphidiphages se sont déroulés au sein de quatre cultures: maïs, froment, pomme de terre et fève des marais. Chacune des quatre cultures était composée de neuf champs (neuf répétitions). Ces 36 champs inventoriés étaient répartis au sein de dix sites agricoles localisés en région Limoneuse. Cette région est caractérisée par une activité agricole importante. Les dix sites agricoles ont été localisés au sein des communes de Perwez, Eben-Emael, Richelle, Ramillies, Walhain, Rhisnes, Ligny, Gembloux, Plancenoit et Isnes.

## ECHANTILLONNAGE

L'inventaire visant à quantifier le nombre d'aphidiphages et de pucerons en cultures agricoles s'est basé sur trois modes d'échantillonnage à savoir (1) l'utilisation de pièges collants (sticky trap), (2) de bacs à eau et (3) d'observations visuelles via des quadrats d'un m<sup>2</sup>. Un piège collant et un bac à eau ont été disposés au centre de chaque champ afin d'éviter les effets de bords. La hauteur des pièges dépendait de la hauteur de la culture concernée et évoluait avec elle. Ils étaient disposés au sommet des plantes. Les données issues de ces pièges représentent un nombre moyen d'individus adultes capturés sur une période donnée (deux semaines). Les observations visuelles se sont déroulées au sein de 48 quadrats d'un mètre carré de surface par culture, disposés le long de transects à travers chaque champ. Les transects ont été localisés en fonction des traces du charroi agricole afin de limiter les dégâts aux cultures et de minimiser les perturbations sur les communautés d'insectes étudiées. Le nombre de quadrats par champ dépendait de la superficie de ce dernier. Dans chaque quadrat, les aphidiphages (œufs, larves, pupes, adultes) et les pucerons ont été comptabilisés et identifiés en laboratoire (T = 24±1 °C; HR = 75±5%). Les données issues des deux techniques de piégeages ont fourni une notion de la densité d'insectes adultes transitant par la culture concernée tandis que les données obtenues à l'aide des observations visuelles correspondent aux densités de tous les stades de développement des aphidiphages. Les données ont été récoltées sur 36 champs (neuf champs, quatre cultures), une fois par semaine à partir de la mi-mai jusqu'à la mi-septembre. Cette période correspond à la période de végétation des différentes cultures inventoriées.

## ANALYSES DES DONNÉES

Les données des comptages suivent une distribution asymétrique, elles ont donc dû subir une transformation de variable ( $\log_{10}(x+1)$ ) avant de pouvoir être traitées statistiquement. Le nombre moyen d'aphidiphages par culture et par période a été déterminé et comparé via une analyse de la variance (ANOVA) selon un Modèle Linéaire Généralisé (GLM, Minitab<sup>®</sup> 15.1.30.0) à deux facteurs fixes: culture (q = 4) et année (n = 2) ( $\alpha = 0.05$ ). Une structuration des moyennes de densités d'aphidiphages par stade de développement et par culture a été réalisée via la méthode de "la plus petite différence significative (PPDS)". Par souci de compréhension, les données présentant les densités d'aphidiphages, présentes dans cet article, correspondent aux données non transformées.

## RÉSULTATS

L'inventaire par observations visuelles des aphidiphages a permis de quantifier la présence des différents stades de développement d'*H. axyridis* et des autres prédateurs de pucerons. Cette distinction permet d'évaluer l'importance de la prédation sur les pucerons car le stade adulte des espèces prédatrices de pucerons n'est pas toujours aphidiphage (syrphe, chrysope).

En 2009 et 2010, nous avons observé respectivement 11 taxa aphidiphages (*H. axyridis*, *P. 14-punctata*, *C. 7-punctata*, *C. quinquepunctata* (Linné) (Coleoptera: Coccinellidae), *A. bipunctata*, *Chilocorus renipustulatus* (Scriba) (Coleoptera: Coccinellidae), *Calvia quatuordecimguttata* (Linné) (Coleoptera: Coccinellidae), *Exochomus quadripustulatus* (Linné) (Coleoptera: Coccinellidae), *E. balteatus*, *C. carnea s.l.*, hémérobiidae) et 10 taxa (*A. 10-punctata*, *A. bipunctata*, *C. renipustulatus*, *C. 5-punctata*, *C. 7-punctata*, *H. axyridis*, *P. 14-punctata*, *E. balteatus*, *C. carnea s.l.* et hémérobiidae).

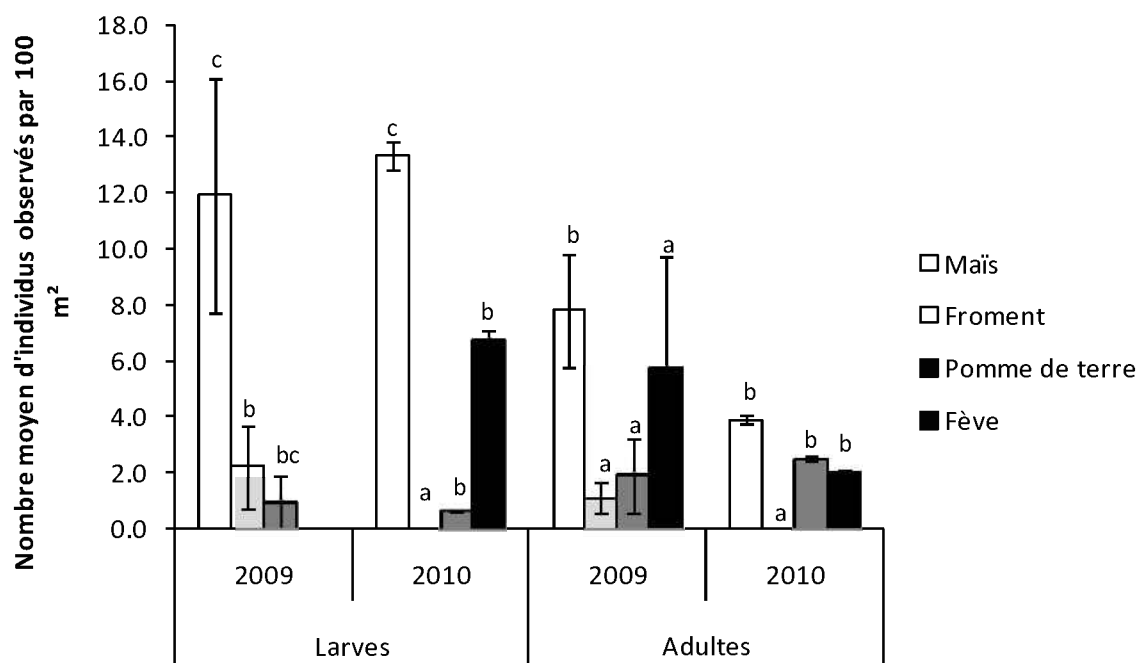
Pour les années 2009 et 2010, cinq aphidiphages dominaient l'ensemble de la guilda: *E. balteatus* (52,3%), *C. 7-punctata* (18,6%), *C. carnea s.l.* (9,4%), *P. 14-punctata* (9,0%) et *H. axyridis* (8,7%). Ces cinq aphidiphages représentaient 95% et 99% de tous les aphidiphages observés respectivement en 2009 et 2010.

## 1. OCCURRENCE D'*H. AXYRIDIS* ET D'AUTRES APHIDIAPHAGES

La coccinelle asiatique a été observée au stade adulte dans les quatre cultures inventoriées et plus abondamment en culture de maïs (Figure 1) où sa densité de population a évolué de 7,8 individus par 100 m<sup>2</sup> en 2009 à 3,9 en 2010 ( $P=0,067$ ). Dans cette même culture, les proportions d'aphidiphages les plus dominants diffèrent entre 2009 et 2010. En 2009, *C. carnea* s.l. était l'aphidiphage le plus abondant, tandis qu'en 2010, *C. 7-punctata* dominait les autres espèces d'aphidiphages (Figure 2). Les cultures de pomme de terre et de fève font également partie des niches écologiques d'*H. axyridis*. Son abondance dans ces cultures semble être dictée par la quantité de proies. En culture de fève, la quantité de pucerons était plus élevée en 2009 qu'en 2010 tout comme la quantité d'*H. axyridis* observée (Tableau I, Figure 1). En culture de pomme de terre, les mêmes constatations peuvent être tirées: la quantité de pucerons et d'*H. axyridis* était plus élevée en 2010 qu'en 2009. Néanmoins, ces constatations sont différentes en froment car la quantité de pucerons observée y est élevée (2942 pucerons/100m<sup>2</sup> en 2009) et la quantité d'*H. axyridis* y est faible (1,12 individu/100m<sup>2</sup>).

Sur l'ensemble des deux années d'inventaire et des quatre cultures étudiées, *H. axyridis* représente 8,7% de tous les aphidiphages (12 espèces) observés et 23,9% de toutes les coccinelles aphidiphages, tous stades de développement confondus. La coccinelle la plus abondante dans les cultures wallonnes est *C. 7-punctata*. Elle représente 18,6% de tous les aphidiphages et 50,9% de toutes les coccinelles.

**Figure 1: Occurrence (moyenne et erreur standard) de la coccinelle asiatique en cultures de froment, maïs, pomme de terre et fève en 2009 et 2010. (Les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes  $P>0,005$ ). (Multicolored Asian ladybird occurrence (mean and SE) in wheat, corn, potato and broad bean in 2009 and 2010). (Means follow by the same letter are not significantly different  $P>0,005$ )**



## 2. SITES D'OVIPOSITION

Les inventaires ont démontré que la coccinelle asiatique pond en plus grande quantité dans la culture de maïs avec respectivement 11,9 et 13,3 larves pour 100 m<sup>2</sup> en 2009 et 2010 (Figure 1.). 79% (2009) et 64% (2010) des larves d'*H. axyridis* ont été observés en culture de maïs. Dans les autres cultures, les densités larvaires d'*H. axyridis* sont plus faibles, voire nulles selon les années (fève 2009, froment 2010). Le maïs est également considéré comme un site d'oviposition important pour les deux autres principales espèces de coccinelles en 2009 (70% des larves observées pour *C. 7-punctata* et 64% des larves observées pour *P. 14-punctata*) (Figure 2). Le maïs est donc un site d'oviposition préférentiel pour trois des cinq aphidiphages les plus courants. Outre la culture de maïs, *H. axyridis*, ainsi que *C. 7-punctata*, ont déposé en 2010 plus d'œufs en culture de fève que dans les autres cultures car 53% et 76% (respectivement pour chaque espèce) des larves y ont été observés.

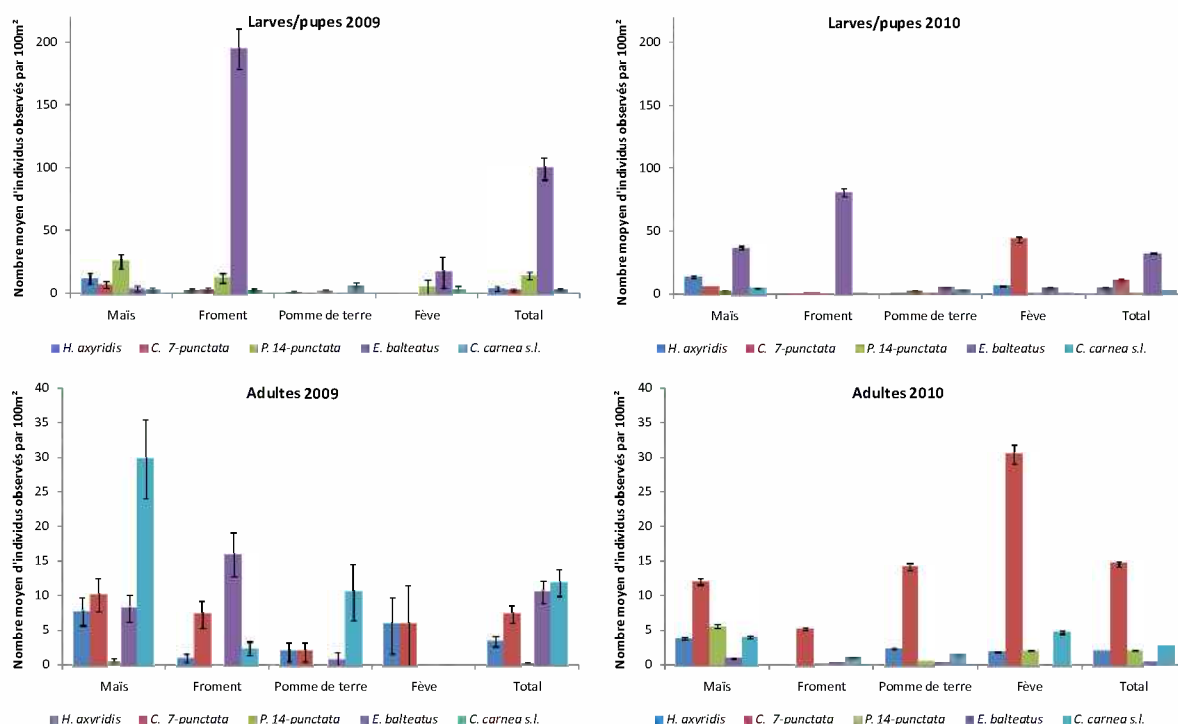
Les autres aphidiphages ont également des cultures préférentielles de ponte. *E. balteatus* a pondu plus abondamment en froment (90% des larves en 2009 et 63% des larves en 2010) et *C. carnea s.l.* a pondu plus abondamment en pomme de terre en 2009 (40%) et en maïs (57%) en 2010 (Figure 2).

**Tableau I: Occurrence (moyenne et erreur standard) des pucerons en maïs, froment, pomme de terre et fève en 2009 et 2010. (Aphid occurrence (mean and SE) in corn, wheat, potato and broad bean)**

Culture	Nombre moyen de pucerons/100m <sup>2</sup>		P Valeur
	2009	2010	
Maïs	802,8 ± 192,9	2464,1 ± 254,9	<0.001
Froment	2942,1 ± 272,1	255,5 ± 38,9	<0.001
Pomme de terre	9,5 ± 3,2	255,6 ± 66,4	n.c.
Fève	1194,3 ± 381,2	500,6 ± 83,5	0.00

Sur l'ensemble des quatre cultures, les larves d'*H. axyridis* n'ont pas été les larves d'aphidiphage les plus observées. En 2009, *H. axyridis* et *C. 7-punctata* au stade larvaire étaient présents dans les agro-écosystèmes de manière égale tandis qu'en 2010 une diminution des populations larvaires d'*H. axyridis* et une augmentation des populations larvaires de *C. 7-punctata* ont été observées, rendant les larves de *C. 7-punctata* plus abondantes que celles d'*H. axyridis*.

**Figure 2: Occurrence (moyenne et erreur standard) des stades larvaires et pupal, d'une part, et du stade adulte, d'autre part, d'*H. axyridis*, *E. balteatus*, *C. carnea s.l.* et *C. 7-punctata* en cultures de maïs, froment, pomme de terre et fève en 2009 et 2010. (Larvae and adults occurrence (means and SE) for *H. axyridis*, *E. balteatus*, *C. carnea s.l.* and *C. 7-punctata* in corn, wheat, potato and broad bean)**



## DISCUSSION

L'étude de l'occurrence des aphidiphages en agro-écosystèmes wallons et plus spécialement en cultures de froment, maïs, pomme de terre et fève durant la saison de végétation de 2009 et 2010 a révélé la présence de 12 espèces d'aphidiphages. Parmi ces prédateurs de pucerons, cinq espèces dont trois espèces de coccinelles, dominaient l'ensemble de la guildes des prédateurs de pucerons. Hodek et Honěk (1996) avaient déjà souligné que les communautés de coccinelles présentes dans les cultures n'étaient que rarement dominées par plus de trois espèces: par exemple, en République Tchèque, la communauté de coccinelles associées aux cultures est composée de trois espèces majoritaires: *C. 7-punctata*, *P. 14-punctata* et *C. 5-punctata* (Honěk 1979); en Allemagne (Bode 1980) et en Angleterre (Chambers *et al.* 1982), seules deux espèces dominent la communauté de coccinelles (*C. 7-punctata* et *P. 14-punctata*). *C. 7-punctata* est eurytopique comme *H. axyridis* et affectionne aussi bien les habitats arborés que les habitats herbeux. Selon nos résultats, son abondante présence dans les cultures (Figure 2) serait justifiée par les conditions microclimatiques (plantes, température du sol et de l'air, et l'humidité) adéquates à son développement (Evans et Dixon, 1986). D'autres études ont fait le même constat, en l'observant en cultures de froment, maïs, pomme de terre, betterave,... et en vergers (Angalet *et al.* 1979; lablokoff-Khznorian 1982; Maredia *et al.* 1992). L'abondance de *P. 14-punctata* dans les cultures inventoriées est également justifiée par son comportement généraliste puisque cette espèce a été recensée sur plus de 200 plantes et plus particulièrement en cultures de fève et froment (Majerus 1994). Son comportement ubiquiste provient en partie de son polymorphisme (jaune/noir) lui conférant une grande plasticité envers les conditions abiotiques (température, humidité) (Honěk 1985; Yurtsever *et al.* 2005).

La faible diversité d'espèces que l'on retrouve dans la communauté de coccinelles peut-être expliquée entre autre par des interactions interspécifiques telles que des comportements de prédation entre espèces partageant les mêmes proies. Les quantités de pucerons pouvant

parfois être faibles en fonction de la période de l'année, les individus aphidiphages doivent rechercher d'autres proies. Les autres aphidiphages deviennent ainsi des proies intraguïdes (Nault et Kennedy, 2003). Le comportement agressif d'*H. axyridis* vis-à-vis des autres consommateurs de pucerons a ainsi été mis en évidence. L'ensemble des espèces observées dans les écosystèmes agricoles sont pour *H. axyridis* des proies intraguïdes: *E. balteatus* (Almohamad *et al.* 2010), *C. 7-punctata* (Yasuda *et al.* 2001; Adriaens *et al.* 2008), *P. 14-punctata* (Wajnberg *et al.* 1999; Adriaens *et al.* 2008) et *C. carnea* (Phoofolo et Obrycki, 1998). Ce comportement de prédation intraguïde et de compétition pour la nourriture est probablement l'une des causes de la décroissance des populations d'espèces natives (Obrycki *et al.* 2000; Brown *et al.* 2011). *A. 2-punctata* est l'une des espèces les plus touchées par le comportement prédateur d'*H. axyridis*; son déclin en est probablement une des conséquences majeures (Ottart 2005). En cas de raréfaction de proies intraguïdes, des comportements de prédation sur doryphores *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) et sur grains de maïs ont été observés mais pas quantifiés (moins de cinq en deux ans).

Le puceron est la source de nourriture principale d'*H. axyridis*. En période de stress, l'émission d'E-(β)-farnésène, principale composante de la phéromone d'alarme des pucerons, a pour conséquence d'attirer les aphidiphages, et en particulier, la coccinelle asiatique (Verheggen *et al.* 2007). L'abondance de pucerons est donc souvent corrélée avec la quantité d'œufs déposés au sein des cultures. L'observation de pupes et de larves dans les habitats agricoles signifie que ces habitats regroupent les conditions favorables (nourriture en suffisance, conditions abiotiques optimales) au développement des différents stades larvaires et qu'ils permettent l'accomplissement de l'entièreté du cycle de développement. Ces habitats représentent donc des sites potentiels d'oviposition pour les aphidiphages. Cependant, la quantité de pucerons n'est pas le seul facteur permettant d'expliquer la présence de la coccinelle asiatique dans une culture donnée car, dans notre étude, la culture de froment contient un grand nombre de pucerons mais très peu d'*H. axyridis*. Cela peut être expliqué par le rôle joué par d'autres facteurs tels que les caractéristiques abiotiques liées à la culture: densité de semis, taux de couverture, hauteur de culture, cultures adjacentes,... (Ipert 1965; Hodek 1973; Honěk 1979; Radwan et Lovei, 1983; Thalji 2006). Ces caractéristiques influencent à leur tour la température et l'humidité pouvant jouer sur les déplacements des aphidiphages. En effet, Honěk (1983) a démontré que les larves d'*E. balteatus* préfèrent des conditions d'humidité élevée et donc des densités de céréales plus denses, contrairement aux larves de *C. 7-punctata*. La culture de froment étant à la fois dense et riche en pucerons, elle réunit les deux facteurs favorables pour *E. balteatus*. 90% des larves d'*E. balteatus* ont en effet été observées en froment. A l'opposé, en absence de pucerons, peu d'aphidiphages ont été observés. La culture de pomme de terre est le meilleur exemple, la quantité de pucerons y étant 300 fois plus faible qu'en froment, 125 fois plus faible qu'en fève et 85 fois plus faible qu'en maïs, l'occurrence des aphidiphages n'a pas dépassé six larves/100 m<sup>2</sup>.

En conclusion, cette étude a permis de démontrer qu'en Belgique, la coccinelle invasive, *H. axyridis* est présente au sein de l'agro-écosystème et majoritairement en maïs. Elle est la deuxième coccinelle la plus abondante après *C. 7-punctata* et le quatrième aphidiphage le plus abondant. Elle ne domine donc pas la guilde des prédateurs de pucerons.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions V. Sibret et A.M. Buset pour leur aide technique, Dr Y. Brostaux pour ses conseils en analyses statistiques et Ir C. De Clerck pour ses remarques pertinentes sur la rédaction de cet article. Les auteurs remercient Pr B. Bodson de l'Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées (ULg, GxABT) pour la mise à disposition de cultures.

Cette recherche a été financée par le Service Public de Wallonie (SPW – DGO3, projet n°D31-1197).

## BIBLIOGRAPHIE

- Adriaens T., Branquart E., Maes D. (2003) The Multicoloured Asian Ladybird *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera : Coccinellidae), a threat for native aphid predators in Belgium? Belg J Zool 133 (2):195-196.
- Adriaens T., Gomez G. M. Y., Maes D. (2008) Invasion history, habitat preferences and phenology of the invasive ladybird *Harmonia axyridis* in Belgium. BioControl 53 (1):69-88.
- Almohamad R., Verheggen F. J., Francis F., Haubruge E. (2010) Intraguild interactions between the predatory hoverfly *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) and the Asian ladybird, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae): Effect of larval tracks. Eur J Entomol 107 (1):41-45.
- Angalet G. W., Tropp J. M., Eggert A. N. (1979) *Coccinella septempunctata* in the United States. Environ Entomol 8(5):896-901.
- Bode E. (1980) Aphids in winter wheat: abundance and limiting factors from 1976 to 1979. Bulletin SROP 3 (4):49-57.
- Branquart E. (2009) Harmonia, an information system dedicated to non-native invasive species in Belgium. Paper presented at the Belgian Forum on Invasive Species, Bruxelles,
- Brown M. W. (2003) Intraguild responses of aphid predators on apple to the invasion of an exotic species, *Harmonia axyridis*. BioControl 48 (2):141-153.
- Brown P. M. J., Adriaens T., Bathon H., Cuppen J., Goldarazena A., Hagg T., Kenis M., Klausnitzer B. E. M., Kovar I., Loomans A. J. M., Majerus M. E. N., Nedved O., Pedersen J., Rabitsch W., Roy H. E., Ternois V., Zakharov I. A., Roy D. B. (2008) *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid. BioControl 53 (1):5-21.
- Brown P. M. J., Frost R., Doberski J., Sparks T., Harrington R., Roy H. E. (2011) Decline in native ladybirds in response to the arrival of *Harmonia axyridis*: early evidence from England. Ecological Entomology 36 (2):231-240.
- Chambers R. J., Sunderland K. D., Stacey D. L., Wyatt I. J. (1982) A survey of cereal aphids and their natural enemies in winter-wheat in 1980. Annals of Applied Biology 101 (1):175-178.
- Colunga-Garcia M., Gage S. H. (1998) Arrival, establishment, and habitat use of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera : Coccinellidae) in a Michigan landscape. Environ Entomol 27 (6):1574-1580.
- Evans E. W., Dixon. A. F. G. (1986) Cues for oviposition by ladybird beetles (Coccinellidae): response to aphids. J Anim Ecol 55:1027-1034.
- Ferran A., Dixon A. F. G. (1993) Foraging behavior of ladybird larvae (Coleoptera, Coccinellidae). Eur J Entomol 90 (4):383-402.
- Gordon R. D. (1985) The Coccinellidae (Coleoptera) of America north of Mexico, vol 93. Journal of the New York Entomological Society, vol 1.
- Hautier L., Gregoire J. C., de Schauwers J., Martin G. S., Callier P., Jansen J. P., de Biseau J. C. (2008) Intraguild predation by *Harmonia axyridis* on coccinellids revealed by exogenous alkaloid sequestration. Chemoecology 18 (3):191-196.
- Hodek I. (1973) Biology of the Coccinellidae. Academia, Prague, Czech Republic



- Hodek I., Honěk A. (1996) Ecology of Coccinellidae, vol 54. vol Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands
- Honěk A. (1979) Plant -density and occurrence of *Coccinella septempunctata* and *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera, Coccinellidae) in cereals. Acta Entomologica Bohemoslovaca 76 (5):308-312.
- Honěk A. (1983) Factors affecting the distribution of larvae of aphid predators (Col, Coccinellidae and Dipt, Syrphidae) in cereal stands. Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie-Journal of Applied Entomology 95 (4):336-345.
- Honěk A. (1985) Habitat preferences of aphidophagous coccinellids (Coleoptera). Entomophaga 30 (3):253-264.
- lablokoff-Khnzorian (1982) Les Coccinelles: Coleoptères - Coccinellidae: Tribu Coccinellini des Regions Palearctic et Oriental Paris
- Iperti G. (1965) Contribution to the study of host-specificity among the main Coccinellids attacking aphids in the Alpes-Mari-times and the Basses-Alpes. Entomophaga 10 (2):159-178 pp.
- Koch R. (2003) The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. Journal of Insect Science.
- Labrie G. (2007) Les mécanismes d'invasion de la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* Pallas au Québec. Thèse de doctorat, Université du Québec, Montréal, 272
- Labrie G., Lucas E., Coderre D. (2006) Can developmental and behavioral characteristics of the multicolored Asian lady beetle *Harmonia axyridis* explain its invasive success? Biol Invasions 8 (4):743-754.
- LaMana M. L., Miller J. C. (1996) Field observations on *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) in Oregon. Biol Control 6 (2):232-237.
- Lanzoni A., Accinelli G., Bazzocchi G. G., Burgio G. (2004) Biological traits and life table of the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hippodamia variegata*, and *Adalia bipunctata* (Col., Coccinellidae). Journal of Applied Entomology 128 (4):298-306.
- Majerus M. (1994) Ladybirds. Harper Collins Publishers edn., London, U.K.
- Majerus M., Strawson V., Roy H. (2006) The potential impacts of the arrival of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera : Coccinellidae), in Britain. Ecological Entomology 31 (3):207-215.
- Maredia K. M., Gage S. H., Landis D. A., Scriber J. M. (1992) Habitat Use Patterns by the Seven-Spotted Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) in a Diverse Agricultural Landscape. Biol Control 2 (2):159-165.
- Michaud J. P. (2002) Invasion of the Florida citrus ecosystem by *Harmonia axyridis* (Coleoptera : Coccinellidae) and asymmetric competition with a native species, *Cycloneda sanguinea*. Environ Entomol 31 (5):827-835.
- Nault B. A., Kennedy G. G. (2003) Establishment of multicolored Asian lady beetle in Eastern North Carolina: Seasonal abundance and crop exploitation within an agricultural landscape. BioControl 48 (4):363-378.
- Obyrcki J. J., Elliott N. C., Giles K. L. (2000) Coccinellid introductions: Potential for and evaluation of nontarget effects. Nontarget Effects of Biological Control:127-145.
- Osawa N. (1993) Population-field studies of the aphidophagous ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae) - Life-table and key factor- Analysis. Res Popul Ecol 35 (2):335-348.

- Osawa N. (2000) Population field studies on the aphidophagous ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera : Coccinellidae): resource tracking and population characteristics. *Popul Ecol* 42 (2):115-127.
- Ottart N. (2005) L'impact de la coccinelle invasive *Harmonia axyridis* sur les populations de coccinelles indigènes à Bruxelles. Travail de fin d'études, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, 84 p
- Pervez A., Gupta A. K., Omkar (2006) Larval cannibalism in aphidophagous ladybirds: Influencing factors, benefits and costs. *Biol Control* 38 (3):307-313.
- Pervez A., Omkar (2006) Ecology and biological control application of multicoloured Asian ladybird, *Harmonia axyridis*: A review. *Biocontrol Science and Technology* 16 (2):111-128.
- Phoofolo M. W., Obrycki J. J. (1998) Potential for intraguild predation and competition among predatory Coccinellidae and Chrysopidae. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 89 (1):47-55.
- Polis G. A., Myers C. A., Holt R. D. (1989) The ecology and evolution of intraguild predation - Potential competitors that eat each other. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20:297-330.
- Radwan Z., Lovei G. L. (1983) Structure and seasonal dynamics of larval, pupal, and adult coccinellid (Col, Coccinellidae) assemblages in 2 types of maize fields in Hungary. *Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie-Journal of Applied Entomology* 96 (4):396-408.
- Soares A. O., Borges I., Borges P. A. V., Labrie G., Lucas E. (2008) *Harmonia axyridis*: What will stop the invader? *BioControl* 53 (1):127-145.
- Thalji R. (2006) Composition of coccinellid communities in sugar beet fields in Vojvodina. Paper presented at the IV International Symposium on sugar beet, Novi Sad,
- Verheggen F. J., Fagel Q., Heuskin S., Lognay G., Francis F., Haubruge E. (2007) Electrophysiological and behavioral responses of the multicolored asian lady beetle, *Harmonia axyridis* pallas, to sesquiterpene semiochemicals. *J Chem Ecol* 33 (11):2148-2155.
- Wajnberg E., Scott J. K., Quimby P. C. Evaluating indirect ecological effects of biological control. In: *Indirect ecological effects in biological control*, Montpellier, France, 17-20 October 1999. p xvii + 261 pp.
- With K. A., Pavuk D. M., Worchuck J. L., Oates R. K., Fisher J. L. (2002) Threshold effects of landscape structure on biological control in agroecosystems. *Ecological Applications* 12 (1):52-65.
- Yasuda H., Kikuchi T., Kindlmann P., Sato S. (2001) Relationships between attack and escape rates, cannibalism, and intraguild predation in larvae of two predatory ladybirds. *Journal of Insect Behavior* 14 (3):373-384.
- Yurtsever S., Korkmaz S., Ardali H. (2005) Pigmentation variation in the 14-spot ladybird *Propylea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758) in the Edirne populations, Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 29 (1):107-110.