

Impacts d'une association culturale de pois et de pommes de terre sur les pucerons et auxiliaires aphidiphages en Chine

Emilie Bosquée^{(1)*}, Thomas Lopes⁽¹⁾, Laurent Sertheyn⁽¹⁾, Ju Lian Chen⁽²⁾, Liu Yong⁽³⁾ & Frédéric Francis⁽¹⁾

⁽¹⁾ Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive (Prof. Frédéric Francis), Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgique.

⁽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.

* E-mail: entomologie.gembloux@ulg.ac.be

Article reçu le 15 juillet 2014, accepté le 7 août 2014.

Les associations culturales peuvent avoir des effets bénéfiques sur le contrôle des insectes ravageurs. Cette étude a été menée dans la province du Shandong (Chine) pour évaluer l'impact d'une association de pommes de terre et de pois sur les populations de pucerons et de leurs ennemis naturels. Des observations sur les plants de pommes de terre et des piégeages (pièges jaunes) ont été réalisés. Durant la saison, le degré d'infestation des plants n'a pas différé significativement entre l'association et la culture pure. Cependant, une semaine après le pic d'abondance des pucerons, les prédateurs et les momies de parasitoïdes ont été significativement plus abondants dans l'association en comparaison à la culture pure. Les piégeages donnent une idée plus globale de la richesse et de la diversité d'ennemis naturels adultes présents dans l'environnement. L'espèce parasitoïde *Aphidius gifuensis* (Ashmead) a été la plus abondante parmi les auxiliaires. *Propylea japonica* (Thunberg) et *Harmonia axyridis* (Pallas) ont été majoritaires chez les prédateurs. Peu de syrphes et de chrysopes ont été piégés. Cette étude contribue à mieux évaluer le potentiel des cultures en association en tant que méthode alternative aux insecticides pour contrôler les pucerons dans cette région.

Mots-clés: associations culturales, pommes de terre, pois, pucerons, auxiliaires aphidiphages.

Crop associations can have beneficial effects on the control of insect pests. This study was conducted in the Shandong province (China) to assess the impact of potatoes and peas association on the populations of aphids and their natural enemies. Observations on potato plants and trapping (yellow pan traps) were performed. During the season, the degree of infestation didn't differ significantly between the association and the pure stand. However, one week after the aphids abundance peak, predators and parasitoid mummies were significantly more abundant in the association compared with the pure stand. Trapping give a more general idea about the richness and diversity of adult natural enemies present in the environment. The parasitoid specie *Aphidius gifuensis* (Ashmead) was the most abundant among beneficials. *Propylea japonica* (Thunberg) and *Harmonia axyridis* (Pallas) were prevalent among predators. Few hoverflies and lacewings were trapped. This study contributes to better evaluate the potential of crop associations as an alternative method to control aphids without insecticides in this region.

Keywords: crop associations, potatoes, peas, aphids, aphidophagous beneficials.

1 INTRODUCTION

La croissance économique de la Chine a induit des changements dans le modèle agricole du pays (Carter *et al.*, 2012). En effet, avec la diminution de la main d'œuvre et l'augmentation du revenu des agriculteurs, ces derniers ont investi dans la mécanisation et ont abandonné certaines pratiques traditionnelles (Feike *et al.*, 2012). C'est notamment le cas des associations culturales, qui consistent à établir deux ou plusieurs cultures dans une même parcelle (Smith & McSorley, 2000). Les surfaces cultivées selon cette méthode ont fortement diminué ces 20 dernières années (Feike *et al.*, 2012).

Cependant, parmi d'autres avantages, les associations culturales maintiennent une biodiversité qui peut être bénéfique à la gestion des ravageurs. D'une part, l'hypothèse de la concentration des ressources (Root, 1973) stipule que les insectes phytophages sont plus susceptibles de trouver leurs plantes hôtes lorsque celles-ci sont cultivées en peuplements denses ou purs. En effet, leur localisation visuelle (Smith, 1969; 1976) et olfactive (Tahvanainen & Root, 1972) est plus complexe dans des environnements diversifiés. D'autre part, les associations culturales favorisent le contrôle biologique des ravageurs par leurs ennemis naturels. Selon

l'hypothèse des ennemis (Root, 1973), ces derniers ont tendance à être plus abondants dans des environnements diversifiés, notamment car ils peuvent bénéficier de sources de proies alternatives, de nectar et de pollen (revu par Landis *et al.*, 2000; Wratten *et al.*, 2007; Rodriguez-Saona *et al.*, 2012).

Afin de mieux caractériser l'effet des associations culturales sur l'entomofaune, cette étude préliminaire a eu pour objectif d'évaluer la diversité d'espèces de pucerons et de leurs ennemis naturels dans une association de pois et de pommes de terre, et de la comparer à une culture pure de pommes de terre.

2 MATERIEL ET METHODES

Cette étude a été réalisée en 2013 dans les parcelles expérimentales de la Shandong Agricultural University (36°10'N ; 117°09'E), situées dans la ville de Tai'an, province du Shandong, République Populaire de Chine. Deux traitements ont été testés: (1) association de pois et de pommes de terre, (2) culture pure de pommes de terre. Trois répétitions ont été effectuées par traitement. Les parcelles en association ont été alternées avec les cultures pures, chacune ayant une superficie de 100 m² (Figure 1).

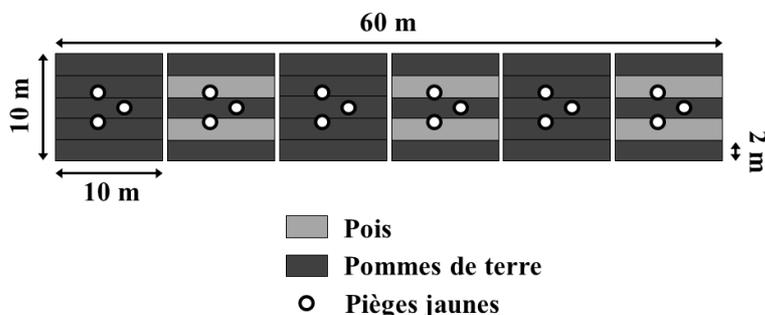


Figure 1: Disposition des parcelles expérimentales.

L'association consistait en deux bandes de pois alternées avec trois bandes de pommes de terre, chacune ayant 2 mètres de large. Les pommes de terre (variété "Netherlands 15") ont été semées le 15 mars, tandis que le pois (variété "Netherlands 604") a été semé le 16 mars. Aucun traitement insecticide n'a été appliqué sur les cultures étudiées.

Les pucerons ont été identifiés et quantifiés directement sur les plants de pommes de terre et de pois une fois par semaine, entre le 27 avril et le

1^{er} juin (six observations au total). Pour chaque culture, dix plants ont été sélectionnés au hasard à proximité des pièges (dix plants dans la bande centrale de pommes de terre et cinq plants dans chaque bande de pois). Les coccinelles (larves et adultes), les syrphes (larves), les chrysopes (larves) et les momies de parasitoïdes ont été quantifiés selon la même méthode.

Afin d'évaluer la diversité et l'abondance d'espèces d'auxiliaires adultes, des pièges jaunes de Moericke (ø: 27 cm, h: 10 cm) ont été installés

le 20 avril, suite à l'émergence des plantules de pomme de terre. Trois pièges (écartés les uns des autres d'environ 1 m) ont été disposés en triangle équilatéral au centre de chaque parcelle. La hauteur du récipient a systématiquement été ajustée au niveau de la hauteur de la culture. De l'eau contenant du détergent a été ajoutée deux ou trois fois par semaine, selon les conditions climatiques. Le contenu des pièges a été prélevé une fois par semaine suite aux observations sur les plants. Les insectes collectés ont été conservés dans une solution d'éthanol à 70% et identifiés jusqu'à l'espèce. A défaut de clefs de détermination chinoises traduites, les clefs de Majerus (1994) et Bagnée & Branquart (2000) pour les Coccinellidae, Verlinden (1994) pour les Syrphidae, San Martin (2004) pour les Chrysopidae, Starý (1981) et Powell (1982) pour les Braconidae, ont été utilisées.

L'effet des traitements sur les populations de pucerons et de leurs ennemis naturels a premièrement été déterminé par une analyse de la variance (ANOVA) à deux critères de classification (traitements et semaines d'échantillonnage). Etant donné que des interactions significatives ont systématiquement été observées entre ces deux facteurs, l'ANOVA initiale a été décomposée en six ANOVA à un critère de classification, en utilisant les traitements

comme facteurs à effet fixe. Ceci a permis de déterminer l'effet des traitements pour chaque semaine d'échantillonnage. Des tests de Tukey ($P < 0,05$) ont également été réalisés pour la comparaison des moyennes. Préalablement aux analyses, une transformation de type $\log_{10}(x+1)$ a été appliquée aux données pour garantir la normalité des distributions et l'égalité des variances. Les analyses ont été réalisées avec le logiciel MINITAB® 16.

3 RESULTATS

3.1 Pucerons et auxiliaires aphidiphages observés sur les plants de pomme de terre et de pois

Parmi les 976 pucerons observés sur les plants de pomme de terre, presque la totalité appartient à l'espèce *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (96,7%). Les populations aphidiennes ont atteint un pic d'abondance le 18 mai dans l'association et dans la culture pure (Figure 2). Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements à cette date ($F_{1,4} = 1,60$; $P = 0,217$). Concernant les prédateurs, 32 individus ont été observés au total. Parmi eux, 75% appartiennent à la famille des Coccinellidae. Ceux-ci ont principalement été observés au stade larvaire

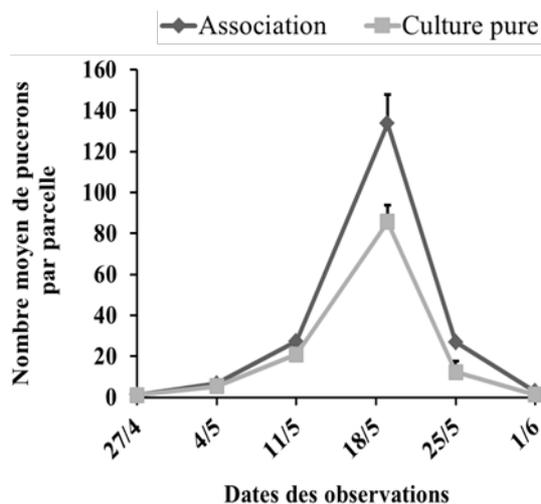


Figure 2: Évolution du nombre moyen de pucerons observés sur les plants de pommes de terre dans les différents traitements. Les barres d'erreurs représentent l'erreur standard de la moyenne.

(73,3%). Le restant des prédateurs fait partie de la famille des Chrysopidae (25%). Aucun Syrphidae n'a été observé.

Les populations de prédateurs sont restées stables dans la culture pure, tandis qu'un pic d'abondance a été observé le 25 mai dans l'association (Figure

3). Durant les deux dernières semaines, significativement plus d'individus ont été observés dans ce traitement, en comparaison avec

la culture pure (5^{ème} semaine: $F_{1,4} = 14,64$; $P < 0,01$; 6^{ème} semaine: $F_{1,4} = 4,57$; $P < 0,05$).

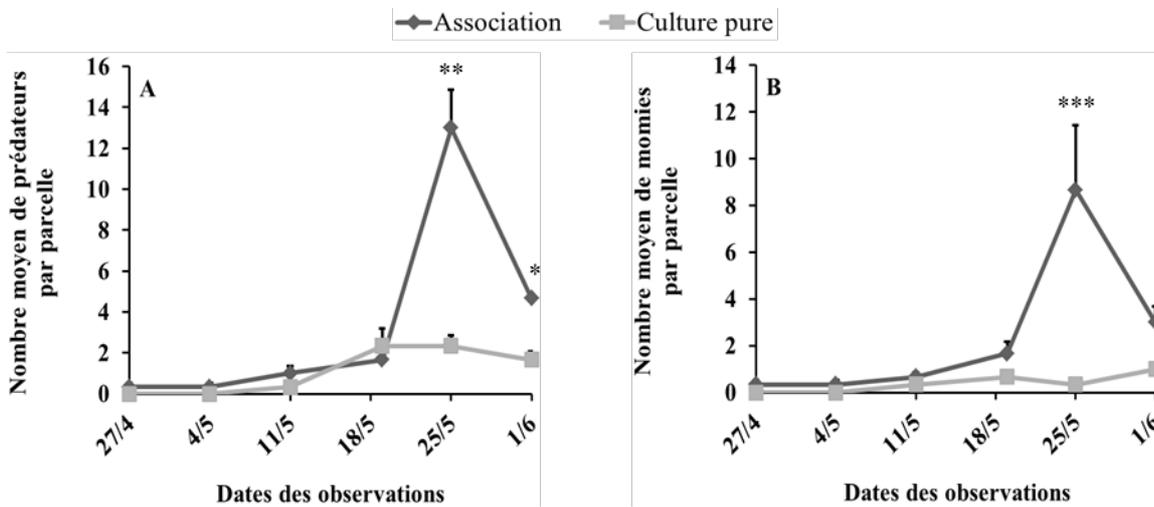


Figure 3: Évolution du nombre moyen de prédateurs aphidiphages (A) et de momies (B) observés sur les plants de pommes de terre dans les différents traitements. Les barres d'erreurs représentent l'erreur standard de la moyenne. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Quant aux parasitoïdes, 52 momies ont été quantifiées au total sur les plants de pomme de terre. Tel que pour les prédateurs, un pic d'abondance a été observé le 25 mai dans l'association. A cette date, significativement plus d'individus ont été observés dans ce traitement, en comparaison avec la culture pure ($F_{1,4} = 21,10$; $P < 0,001$). Aucune différence significative n'a été observée entre les traitements durant le reste de la saison, notamment dans la dernière semaine ($F_{1,4} = 2,41$; $P = 0,133$).

Concernant les plants de pois, 98 pucerons ont été observés au total. *M. persicae* est l'espèce majoritaire (57,1%), suivie d'*Aphis fabae* Scopoli,

1763 (26,5%). Uniquement quatre momies ont été observées pour les auxiliaires aphidiphages. En raison de leur faible nombre, aucun traitement statistique n'a été réalisé pour les pucerons et les auxiliaires aphidiphages.

3.2 Auxiliaires adultes piégés

Parmi les 1153 auxiliaires adultes piégés, 76,1% des individus sont des parasitoïdes de la famille des Braconidae (**Tableau 1**). Le restant appartient à la famille des Aphelinidae (12,1%), des Coccinellidae (11,5%) et des Syrphidae (0,3%). Aucun chrysope n'a été capturé.

Tableau 1: Abondance et diversité d'auxiliaires adultes récoltés dans les pièges jaunes en fonction des différents traitements.

Espèces	Traitements		
	Culture pure	Association	% ^a
Coccinelles (Coccinellidae)			11,5%^b
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	2	0	1,5
<i>Exochomus nigromaculatus</i> (Goeze, 1777)		1	0,8
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	47	21	51,1
<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	1	0	0,8
<i>Propylea japonica</i> (Thunberg, 1780) ^c	38	23	45,9

Syrphes (Syrphidae)		0,3%^b	
<i>Melanostoma scalare</i> (Fabricius, 1794)	1	0	33,3
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	2	0	66,7
Micro-hyménoptères (Braconidae)		76,1%^b	
<i>Aphidius avenae</i> Haliday, 1834	1	0	0,1
<i>Aphidius gifuensis</i> Ashmead, 1906	457	406	98,4
<i>Diaeretiella rapae</i> (M'Intosh, 1855)	0	1	0,1
<i>Ephedrus persicae</i> Froggatt, 1904	0	1	0,1
<i>Lipolexis gracilis</i> Förster, 1862	2	0	0,2
<i>Lysiphlebus fabarum</i> (Marshall, 1896)	0	1	0,1
<i>Praon gallicum</i> Stary, 1971	0	1	0,1
<i>Toxares deltiger</i> (Haliday, 1833)	2	4	0,7
<i>Trioxys auctus</i> (Haliday, 1833)	0	1	0,1
Micro-hyménoptères (Aphelinidae)		12,1%^b	
<i>Aphelinus abdominalis</i> Dalman, 1820	82	56	98,6
<i>Aphelinus mali</i> Haldeman, 1851	1	1	1,4
Nombre total d'auxiliaires	636	517	
Proportion du nombre total d'auxiliaires (%)	55,2	44,8	

^a Proportion de chaque espèce par famille; ^b Abondance relative de chaque famille dans la population totale d'auxiliaires; ^c Cette espèce a été identifiée avec l'aide de spécialistes locaux, puisqu'elle ne figure pas dans les clefs de Majerus (1994) et Bagnée & Branquart (2000).

Concernant les prédateurs, presque la totalité des individus appartient à la famille des Coccinellidae. Celle-ci est essentiellement représentée par les espèces *H. axyridis* et *P. japonica* (51,1% et 45,9% respectivement). Peu de Syrphidae ont été piégés.

Tel que pour les pucerons, un pic d'abondance des populations de prédateurs a été observé le 18 mai dans l'association et la culture pure (**Figure 4A**). Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements à cette date ($F_{1,4} = 2,99$; $P = 0,096$).

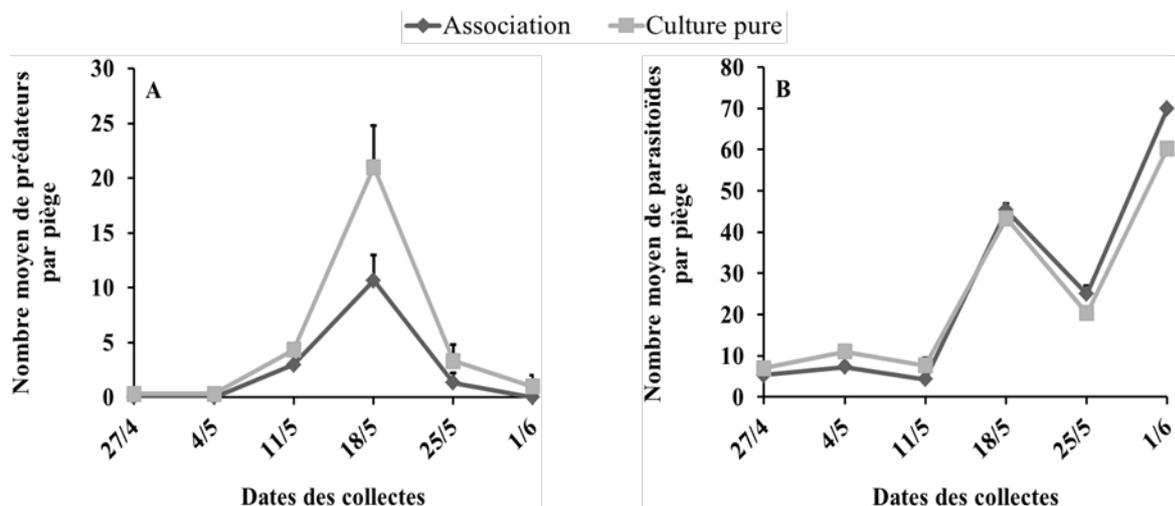


Figure 4: Evolution du nombre moyen de prédateurs (A) et de parasitoïdes (B) piégés par parcelle en fonction des différents traitements. Les barres d'erreurs représentent l'erreur standard de la moyenne.

Quant aux parasitoïdes, *A. gifuensis* représente presque la totalité des Braconidae piégés (98,4%). Il va de même avec *A. abdominalis* dans la famille des Aphelinidae (98,6%).

Les populations de parasitoïdes ont atteint un pic d'abondance le 18 mai et le 1 juin dans les deux traitements (**Figure 4B**). Tel que pour les prédateurs, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements durant la saison.

4 DISCUSSION

L'hypothèse de la concentration des ressources de Root (1973) ne s'est pas vérifiée pour l'observation des pucerons sur les plants de pommes de terre. En effet, contrairement à la plupart des études menées sur le sujet (revues par Andow, 1991), les parcelles en association ont été plus infestées que les parcelles en culture pure. Ces résultats pourraient s'expliquer par la faible vigueur des plants de pommes de terre dans une des parcelles en culture pure. Ce facteur les a probablement rendus moins attractifs pour les pucerons. De plus, une des parcelles en association était particulièrement proche d'autres espèces végétales, ce qui a pu favoriser sa colonisation (Colignon *et al.*, 2000). Quant aux plants de pois, ces derniers ont été considérablement moins infestés que les plants de pommes de terre. Ceci pourrait être dû à la présence généralisée d'une mouche mineuse (de la famille des Agromyzidae), limitant la présence des pucerons dans les bandes de Fabaceae.

Une semaine après le pic d'abondance des pucerons, l'hypothèse des ennemis de Root (1973) s'est vérifiée pour les auxiliaires aphidiphages observés sur les plants de pommes de terre. En effet, significativement plus de prédateurs et de momies de parasitoïdes ont été observés dans l'association, en comparaison à la culture pure. Cependant, il est peu probable que cet effet soit dû à la présence de proies alternatives dans l'association, puisque peu de pucerons ont été observés sur les plants de pois. Par conséquent, les auxiliaires aphidiphages ont certainement été attirés par la plus grande abondance de pucerons sur les plants de pommes de terre cultivés en association. Afin de mieux caractériser les relations tritrophiques entre les plantes, les pucerons et leurs ennemis naturels, il aurait été intéressant d'identifier les prédateurs et parasitoïdes (suite à l'émergence des adultes)

jusqu'à l'espèce en vue d'établir des "food webs" (Van Veen *et al.*, 2008; Alhmedi *et al.*, 2011).

Si les observations sur les plants donnent une idée plus réaliste de l'évolution des populations dans les cultures, les pièges jaunes sont efficaces pour évaluer la biodiversité d'un milieu (Francis *et al.*, 2003; Yattara & Francis, 2013). Tel qu'il a été observé par Lopes *et al.* (2012) dans une étude du même ordre, l'espèce parasitoïde *A. gifuensis* reste majoritaire parmi les auxiliaires retrouvés en pommes de terre. Le rôle de cette espèce dans le contrôle des populations de pucerons est donc prépondérant dans cette région. Des variations sont cependant à noter au niveau des prédateurs, puisque *H. axyridis* a été l'espèce la plus abondante, tandis qu'une majorité de *P. japonica* a été collectée en 2011 (Lopes *et al.*, 2012). Les chrysopes ont également été plus abondants en 2011. Quant aux syrphes, le nombre d'individus piégés reste très faible. Ces résultats sont contraires aux études menées en Europe, où les Syrphidae prennent une grande importance dans le contrôle des populations de pucerons (Tenhumberg & Poehling, 1995; Francis *et al.*, 2003; Alhmedi *et al.*, 2011). Globalement, l'évaluation de la diversité et de l'abondance des espèces d'auxiliaires met en évidence des variations selon la région de l'étude et l'année de collecte.

L'objectif de cette étude a été d'évaluer l'impact de l'association de pois et de pommes de terre sur les populations de pucerons et de leurs ennemis naturels. Les résultats ne confirment pas l'hypothèse de la concentration des ressources de Root (1973). Cependant, il serait intéressant de répéter cette étude sur des parcelles de plus grande taille, afin d'obtenir un environnement plus homogène. Si l'association semble attirer un plus grand nombre d'auxiliaires aphidiphages, il serait imprudent d'affirmer que cet effet est dû à l'augmentation de la diversité végétale. Une étude complémentaire est donc nécessaire pour vérifier ces résultats. Le piégeage des auxiliaires adultes contribue à mieux caractériser l'entomofaune utile au contrôle des pucerons dans cette région.

5 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 le Conseil Inter Universitaire de la Communauté Française-Belgique et la Coopération Universitaire au Développement (CIUF-CUD) pour le soutien financier de ce projet.

BIBLIOGRAPHIE

- Alhmedi A., Haubruge E., D'Hoedt S. & Francis F. (2011). Quantitative food webs of herbivore and related beneficial community in non-crop and crop habitats. *Biological Control* **58**, p. 103-112.
- Andow D.A. (1991). Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* **36**, p. 561-586.
- Bagnée J.-Y. & Branquart E. (2000). *Clé de terrain pour la reconnaissance des principales Coccinelles de Wallonie (Chilocorinae, Coccinellinae, et Epilachninae)*. Jeunes & Nature asbl et Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Wavre, 43 p.
- Carter C.A., Zhong F. & Zhu J. (2012). Advances in Chinese Agriculture and its Global Implications. *Applied Economic Perspectives and Policy* **34**, p. 1-36.
- Colignon P., Hastir P., Gaspar C. & Francis F. (2000). Effet de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique en cultures maraîchères de plein champ. *Parasitica* **56**(2-3), p. 59-70.
- Feike T., Doluschitz R., Chen Q., Graeff-Hönninger S. & Claupein W. (2012). How to Overcome the Slow Death of Intercropping in the North China Plain. *Sustainability* **4**, p. 2550-2565.
- Francis F., Colignon P. & Haubruge E. (2003). Evaluation de la présence de Syrphidae (Diptera) en cultures maraîchères et relation avec les populations aphidiennes. *Parasitica* **59**(3-4), p. 129-139.
- Landis D.A., Wratten S.D. & Gurr G.M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* **45**, p. 175-201.
- Lopes T., Bosquée E., Polo Lozano D., Chen J.L., Chen D.F., Liu Y., Zheng F.Q., Haubruge E., Bragard C. & Francis F. (2011). Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'est de la Chine. *Entomologie Faunistique* **64**(3), p. 63-71. <http://popups.ulg.ac.be/2030-6318/index.php?id=2202>
- Majerus M.E.N. (1994). *Ladybirds*. Harper Collins, London, 367 p.
- Powell W. (1982). The identification of hymenopterous parasitoids attacking cereal aphids in Britain. *Systematic Entomology* **7**, p. 465-473.
- Rodriguez-Saona C., Blaauw B.R. & Isaacs R. (2012). Manipulation of natural enemies in agroecosystems: habitat and semiochemicals for sustainable insect pest control. In Larramendy M.L. & Soloneski S. (éd.), *Integrated Pest Management and Pest Control – Current and Future Tactics*, p. 89-126. InTech, Rijeka, Croatia.
- Root R.B. (1973). Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* **43**, p. 95-124.
- San Martin G. (2004). *Clé de détermination des Chrysopidae de Belgique*. Jeune & Nature asbl, Wavre, 42 p.
- Smith H.A. & McSorley R. (2000). Intercropping and Pest management: A Review of Major Concepts. *American Entomologist* **46**, p. 154-161
- Smith J.G. (1969). Some effects of crop background on the populations of aphids and their natural enemies on Brussels sprouts. *Annals of Applied Biology* **63**, p. 326-330.
- Smith J.G. (1976). Influence of crop backgrounds on aphids and other phytophagous insects on Brussels sprouts. *Annals of Applied Biology* **83**, p. 1-13.
- Starý P. (1981). Biosystematic synopsis of parasitoids on cereal aphids in the western Palaearctic (Hymenoptera, aphidiidae, aphidoidea). *Acta entomologica Bohemoslovaca* **78**(6), p. 382-396.
- Tahvanainen J.O. & Root R.B. (1972). The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized

herbivore, *Phyllotreta crucifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Oecologia* **10**, p. 321-346.

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.

Van Veen F.J.F., Müller C.B., Pell J.K. & Godfray H.C.J. (2008). Food web structure of three guilds of natural enemies: predators, parasitoids and pathogens of aphids. *Journal of Animal Ecology* **77**, p. 191-200.

Verlinden L. (1994). *Faune de Belgique: Syrphidés (Syrphidae)*. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Bruxelles, 289 p.

Wratten S.D., Gurr G.M., Tylianakis J.M. & Robinson K.A. (2007). Cultural control. In van Emden H.F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*, p. 423-445. CAB International, Cambridge, Massachusetts.

Yattara A.A.A. & Francis F. (2013). Impact des méthodes de piégeage sur l'efficacité de surveillance des pucerons : illustration dans les champs de pommes de terre en Belgique. *Entomologie Faunistique* **66**, p. 89-95.

(24 réf.)