

Effets de deux associations culturales à base de blé sur les populations de pucerons (Homoptera: Aphididae) et d'auxiliaires aphidiphages: étude préliminaire menée en Chine

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

⁽¹⁾ Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive, 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. jlchen@ippcaas.cn

⁽³⁾ College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Taian, Shandong 271018, P.R. China. liuyong@sdau.edu.cn

*Tél: +32 81 622551, Fax: +32 81 622312, E-mail: tlopes@doct.ulg.ac.be; entomologie.gembloux@ulg.ac.be

Article reçu le 22 août 2014, accepté le 10 octobre 2014.

Les associations culturales présentent plusieurs avantages lorsque le choix des espèces végétales et les modes de culture, y compris les récoltes, sont réfléchis. Cette étude préliminaire a été menée dans la province du Shandong (Chine) pour mieux caractériser l'effet de deux associations, celles de blé (*Triticum aestivum* L.)/colza (*Brassica napus* L.) et de blé/pois (*Pisum sativum* L.) sur les populations de pucerons et d'auxiliaires aphidiphages. Les pucerons observés sur les talles de blé ont été significativement plus abondants dans la culture pure de blé durant les deux semaines qui ont précédé leur pic de population, en comparaison aux associations. Quant aux auxiliaires aphidiphages, significativement plus de coccinelles ont été observées dans les associations en comparaison à la culture pure, durant leur pic d'abondance. Des pièges jaunes à eau ont également été utilisés pour évaluer la diversité et l'abondance des espèces d'auxiliaires adultes. L'espèce parasitoïde *Aphidius gifuensis* (Ashmead) a été majoritaire. Parmi les prédateurs, *Propylea japonica* (Thunberg) et *Harmonia axyridis* (Pallas) ont été les espèces les plus abondantes. Cette étude contribue à mieux connaître le potentiel des associations culturales avec du blé en tant que méthode de contrôle durable des populations de pucerons dans cette région de Chine.

Mots-clés: associations culturales, blé, pucerons, Chine.

Crop associations have several advantages when plant species and crop production methods, including harvesting, are well selected. This preliminary study was conducted in the Shandong province (China) to better characterize the effect of wheat (*Triticum aestivum* L.)/oilseed rape (*Brassica napus* L.) and wheat/pea (*Pisum sativum* L.) associations on the aphid and aphidophagous beneficial populations. Aphids observed on wheat tillers were significantly more abundant in the pure stand of wheat during the two weeks prior to their population peak, compared with crop associations. Considering the aphidophagous beneficials, significantly more ladybirds were observed in the associations, compared with the pure stand during their abundance peak. Yellow pan traps were also used to assess the diversity and abundance of adult beneficial species. The parasitoid species *Aphidius gifuensis* (Ashmead) was prevalent. Among predators, *Propylea japonica* (Thunberg) and *Harmonia axyridis* (Pallas) were the most abundant species. This study contributes to better understand the potential of crop associations with wheat as a sustainable method to control aphid populations in this region of China.

Keywords: intercropping, wheat, aphids, China.

1 INTRODUCTION

L'association culturale, qui consiste à établir deux ou plusieurs cultures dans une même parcelle (Smith & McSorley, 2000), est une pratique millénaire toujours répandue dans l'agriculture chinoise (Knörzer *et al.*, 2009). Parmi d'autres avantages, l'augmentation de la diversité végétale peut être bénéfique à la gestion des insectes ravageurs. D'une part, l'hypothèse de la concentration des ressources de 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, selon l'hypothèse des ennemis de Root (1973), les prédateurs et parasitoïdes sont plus abondants dans des environnements complexes. En effet, ces derniers peuvent bénéficier de sources de proies alternatives, ainsi que de nectar et de pollen (revu par Landis *et al.*, 2000; Wratten *et al.*, 2007; Rodriguez-Saona *et al.*, 2012).

Malgré les avantages que peuvent procurer les associations culturales, les surfaces cultivées selon cette méthode ont fortement diminué ces vingt dernières années. En effet, les agriculteurs ont investi dans la mécanisation et ont adopté des méthodes de production plus exigeantes en intrants, notamment en insecticides (Feike *et al.*, 2012). Afin de mieux caractériser l'effet des associations culturales sur l'entomofaune, cette étude préliminaire a pour objectif d'évaluer la diversité et l'abondance d'espèces de pucerons et d'auxiliaires aphidiphages dans des associations de blé (*Triticum aestivum* Linnaeus 1753)/colza (*Brassica napus* Linnaeus 1753) et de blé/pois (*Pisum sativum* Linnaeus 1753), et de la comparer à une culture pure de blé, dans un cadre de proposition de contrôle durable des ravageurs aphidiens.

2 MATERIEL ET METHODES

Cette étude a été réalisée en 2013, dans les parcelles expérimentales de la Shandong Agricultural University (36°09'N ; 117°09'E), situées dans la ville de Tai'an, province du Shandong, République Populaire de Chine. Trois traitements ont été testés sur une surface de 2000 m², correspondant à la taille d'une exploitation

familiale moyenne dans le Shandong: (1) association de blé et de pois (ABP), (2) association de blé et de colza (ABC), (3) culture pure de blé (CPB).

Des bandes de deux mètres de large par espèce végétale ont été semées. Pour l'ABP, deux bandes de pois ont été alternées avec quatre bandes de blé selon le schéma suivant: blé – pois – blé – blé – pois – blé. La même méthodologie a été utilisée pour l'ABC. Six bandes de blé ont été semées pour la CPB. Le blé (variété "Shandong 21") et le colza (variété "Qinghua") ont été semés le 16 octobre 2012, tandis que le pois (variété "China Pea six") a été semé le 9 mars 2013. Aucun traitement insecticide n'a été appliqué sur les cultures étudiées.

Des observations hebdomadaires ont été réalisées sur les talles de blé entre le 13 avril et le 1^{er} juin 2013 (huit semaines d'observations au total), afin d'identifier et de dénombrer les pucerons (aptères et ailés). Dix talles ont été sélectionnées aléatoirement dans les deux bandes intérieures de chaque parcelle. Les insectes collectés ont été identifiés au laboratoire à l'aide des clefs de détermination de Leclant (1999), Jacky & Bouchery (1982) et Taylor (1981). Les momies de parasitoïdes et les auxiliaires aphidiphages (larves et adultes de coccinelles, larves de syrphes et larves de chrysopes) ont également été dénombrées.

Afin d'évaluer la diversité et l'abondance des auxiliaires adultes, trois pièges jaunes de von Moericke (diam: 27 cm, h: 10 cm) ont été disposés en triangle équilatéral (écartés les uns des autres de deux mètres) au centre de chaque parcelle le 7 avril 2013. La hauteur des pièges a systématiquement été ajustée au niveau de la hauteur de la culture, en les faisant coulisser sur une tige en fibre de verre. Le contenu des pièges a été prélevé une fois par semaine jusqu'au 25 mai 2013 (sept semaines de collectes au total). 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 Starý (1981) et Powell (1982) pour les Braconidae; Majerus (1994) et Bagnée & Branquart (2000) pour les Coccinellidae; Verlinden (1994) pour les Syrphidae; San Martin (2004) pour les Chrysopidae, ont été utilisées.

L'effet des traitements sur les populations de pucerons et de leurs ennemis naturels a d'abord 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 plusieurs ANOVA à un critère de classification. Celles-ci ont été réalisées pour chaque semaine d'échantillonnage, en utilisant les traitements comme facteur à effet fixe. 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, momies et auxiliaires aphidiphages observés sur les talles de blé

Parmi les 2306 pucerons observés sur les talles de blé (571, 691 et 1044 respectivement dans l'ABP, l'ABC et la CPB), la majorité appartient à l'espèce *Sitobion avenae* (Fabricius 1775) (85,0%). Deux autres espèces minoritaires ont été identifiées: *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus 1758) (12,0%) et *Metopolophium dirhodum* (Walker 1849) (3,0%).

Peu de pucerons ont été observés durant les trois premières semaines (**Figure 1A**). Les populations aphidiennes ont augmenté à partir de la quatrième semaine, où significativement plus d'individus ont été observés dans la CPB et dans l'ABC, en comparaison à l'ABP ($F_{2,216} = 6,43$; $P < 0,01$). Une semaine plus tard, la CPB était significativement plus infestée que les deux associations ($F_{2,216} = 9,01$; $P < 0,001$). Un pic d'abondance de pucerons a été observé durant la sixième semaine, pour rapidement décliner la semaine suivante. Aucun individu n'a été observé durant la dernière semaine.

Concernant les parasitoïdes, 361 momies ont été observées au total. Le taux de parasitisme le plus élevé a été atteint une semaine après le pic d'abondance des pucerons. Globalement, le nombre de momies observées durant la saison a été similaire entre les traitements.

Quant aux prédateurs aphidiphages, la majorité des individus observés appartient à la famille des Coccinellidae (28 sur un total de 31). Les

populations ont atteint un pic d'abondance le 19 mai, en même temps que celui des pucerons (**Figure 1B**). A cette date, significativement plus de coccinelles ont été observées dans les deux associations, en comparaison à la CPB ($F_{2,216} = 8,41$; $P < 0,001$). Le restant des prédateurs appartient à la famille des Syrphidae (3 individus). Aucune chrysope n'a été observée.

3.2 Auxiliaires adultes piégés

Parmi les 704 auxiliaires adultes piégés, les micro-hyménoptères parasitoïdes (Braconidae et Aphelinidae) sont majoritaires (66,1%), suivis par les coccinelles (32,1%). Peu de syrphes et de chrysopes ont été piégés (**Tableau 1**). L'espèce *A. gifuensis* représente 95,0% des Braconidae piégés. Peu d'individus de cette famille ont été collectés avant la cinquième semaine (**Figure 2A**). Les populations de Braconidae ont rapidement augmenté durant la sixième semaine, qui correspond au pic d'abondance dans la CPB et l'ABC. À ce moment, significativement plus d'individus ont été piégés dans ces deux traitements en comparaison à l'ABP ($F_{2,42} = 26,92$; $P < 0,001$). Une semaine plus tard, le pic de densité a été atteint dans l'ABP. Significativement plus d'individus ont été piégés dans la CPB en comparaison aux autres traitements ($F_{2,42} = 7,95$; $P < 0,001$). Les Aphelinidae qui ont été identifiés appartiennent au genre *Aphelinus*. Ces derniers ont été plus abondants durant les quatre premières semaines. Le nombre d'individus piégés a été similaire entre les traitements pendant la saison. Les coccinelles sont essentiellement représentées par *P. japonica* (59,3%) et *H. axyridis* (37,6%). Peu de *C. septempunctata* (1,3%) ont été piégées. Significativement moins de coccinelles ont été collectées dans l'ABC en comparaison à la CPB durant la première semaine ($F_{2,42} = 3,47$; $P < 0,05$), et à l'ABP durant la deuxième semaine ($F_{2,42} = 4,74$; $P < 0,05$) (**Figure 2B**).

Tableau 1: Abondance et diversité d'auxiliaires adultes collectés dans les pièges jaunes en fonction des différents traitements. ABC (association de blé et de colza) ; ABP (association de blé et de pois) ; CPB (culture pure de blé).

Espèces	Traitements			% ^b
	ABC	ABP	CPB	
Coccinelles (Coccinellidae)		32,1%^a		
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus 1758	2	1	0	1,3
<i>Exochomus nigromaculatus</i> (Goeze 1777)	2	0	1	1,3
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas 1773)	24	41	20	37,6
<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze 1777)	1	0	0	0,4
<i>Propylea japonica</i> (Thunberg 1780) ^c	27	33	74	59,3
Syrphes (Syrphidae)		1,0%^a		
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer 1776)	1	4	0	71,4
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus 1758)	1	0	0	14,3
<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus 1758)	0	0	1	14,3
Chrysopes (Chrysopidae)		0,7%^a		
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens 1836)	2	3	0	100
Micro-hyménoptères (Braconidae)		42,0%^a		
<i>Aphidius gifuensis</i> Ashmead 1906	80	27	176	95,6
<i>Diaeretiella rapae</i> (M'Intosh 1855)	1	1	0	0,7
<i>Ephedrus persicae</i> Froggatt 1904	0	1	0	0,3
<i>Ephedrus plagiator</i> (Nees von Esenbeck 1812)	1	1	0	0,7
<i>Toxares deltiger</i> (Haliday 1833)	2	6	0	2,7
Micro-hyménoptères (Aphelinidae)		24,1%^a		
<i>Aphelinus</i> sp.	56	61	53	100
Nombre total d'auxiliaires	200	179	325	
Proportion du nombre total d'auxiliaires (%)	28,4	25,4	46,2	

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

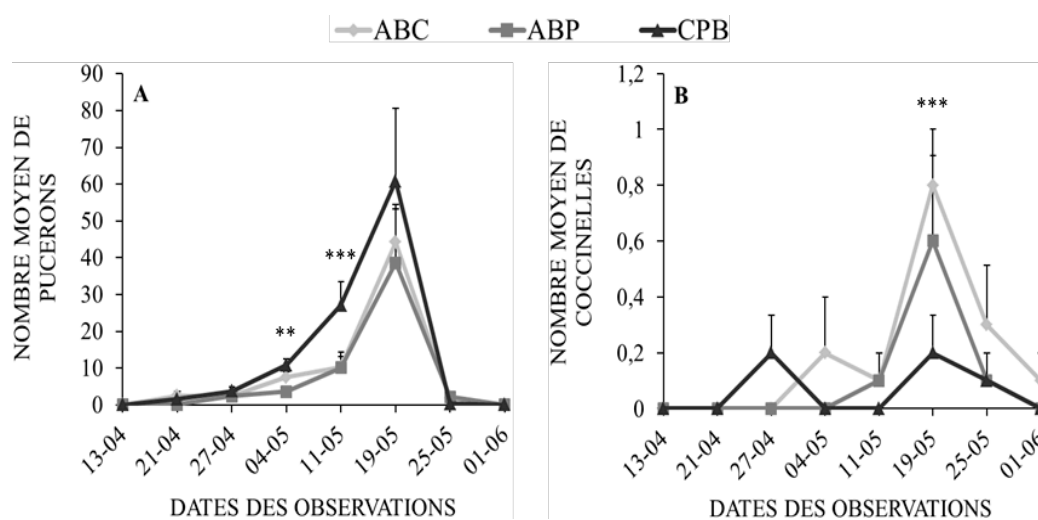


Figure 1: Évolution de l'abondance (nombre moyen) de pucerons (A) et de coccinelles (B) observés sur les talles de blé dans les différents traitements. Les barres d'erreurs représentent l'erreur standard de la moyenne. ABC (association de blé et de colza) ; ABP (association de blé et de pois) ; CPB (culture pure de blé). **P<0,01; ***P<0,001.

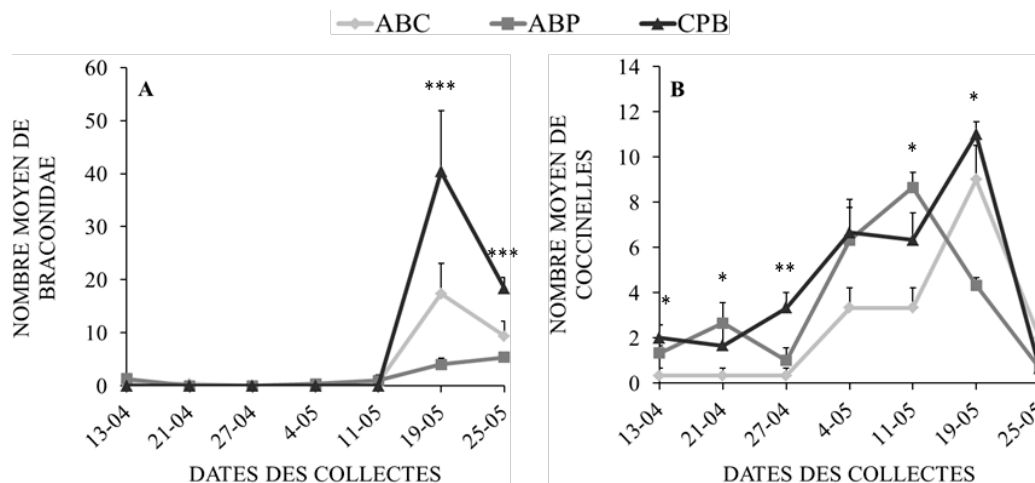


Figure 2: Évolution de l'abondance (nombre moyen) de Braconidae (A) et de coccinelles (B) collectés par piège dans les différents traitements. Les barres d'erreurs représentent l'erreur standard de la moyenne. ABC (association de blé et de colza) ; ABP (association de blé et de pois) ; CPB (culture pure de blé). * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Une semaine plus tard, significativement plus d'individus ont été piégés dans la CPB en comparaison aux deux autres traitements ($F_{2,42} = 7,29$; $P < 0,01$). Le pic d'abondance des coccinelles dans l'ABP a été atteint le 11 mai. A cette date, significativement plus d'individus ont été piégés dans ce traitement et dans la CPB, en comparaison à l'ABC ($F_{2,42} = 3,43$; $P < 0,05$). Une semaine plus tard, le pic a été atteint dans la CPB et l'ABC. Significativement plus d'individus ont alors été collectés dans la CPB en comparaison à l'ABP ($F_{2,42} = 3,39$; $P < 0,05$). Peu de coccinelles ont été piégées durant la dernière semaine.

Quant aux syrphes, l'espèce *E. balteatus* est largement majoritaire (71,4%), tandis que *C. carnea* est l'unique espèce de chrysope identifiée. Vu le faible nombre d'individus piégés durant la saison, aucune analyse statistique n'a été réalisée pour ces deux familles.

4 DISCUSSION

Les résultats des observations sur les talles de blé semblent confirmer l'hypothèse de la concentration des ressources de Root (1973). En effet, la culture pure de blé a été plus infestée que les associations culturales durant les deux semaines qui ont précédé le pic des populations de pucerons. Ceci pourrait s'expliquer par un camouflage du blé (Smith 1969, 1976), ainsi que par un masquage de ses composés volatils (Tahvanainen & Root, 1972). Ces facteurs ont probablement rendu sa localisation plus complexe

dans les associations, en comparaison à la CPB.

Concernant les auxiliaires aphidiphages, les parasitoïdes ont particulièrement contribué au contrôle des populations de pucerons. En effet, celles-ci ont décliné drastiquement la semaine durant laquelle le taux de parasitisme le plus élevé a été observé. Si le nombre de momies observées pendant la saison a été similaire entre les traitements, les résultats obtenus pour les coccinelles semblent confirmer l'hypothèse des ennemis de Root (1973). Malgré le faible nombre d'individus observés, celles-ci ont été plus abondantes dans les associations durant leur pic de population, en comparaison à la CPB. Parmi d'autres facteurs, il est possible que les adultes aient bénéficié de la présence d'autres espèces de pucerons sur le colza et sur le pois. Au Pakistan et en Chine, le contrôle des populations de pucerons par leurs ennemis naturels a été favorisé lorsque le blé a été associé à des bandes de colza, en comparaison à des cultures pures de blé (Wanlei *et al.*, 2009; Sherawat *et al.*, 2012). Dans le même ordre d'idées, les œufs et les larves de syrphes ont été plus abondants lorsque le pois a été associé à du blé et à de l'orge (*Hordeum vulgare* Linnaeus 1753), entraînant un déclin plus rapide des populations de pucerons verts du pois (*Acyrtosiphon pisum* Harris 1776), par rapport à une culture pure de pois (Seidenglanz *et al.*, 2011). Dans notre étude, il aurait été intéressant d'identifier les prédateurs et parasitoïdes jusqu'à l'espèce (suite à l'émergence des adultes en laboratoire) en vue d'établir des "food webs" (Van

Veen *et al.*, 2008; Alhmedi *et al.*, 2011). Cette représentation graphique est utile pour mieux caractériser les relations tritrophiques entre les plantes, les pucerons et leurs ennemis naturels.

Si les observations sur les plantes donnent une idée plus réaliste de l'évolution des populations dans les cultures, les pièges jaunes permettent d'avoir un regard plus global sur la diversité entomologique (Francis *et al.*, 2003; Yattara & Francis, 2013). Les résultats obtenus pour les auxiliaires adultes sont similaires à ceux de Lopes *et al.* (2012), dont l'étude a été menée dans des cultures de pommes de terre et de courgettes situées dans la même région expérimentale. Dans les deux cas, les parasitoïdes ont été plus abondants que les prédateurs. *A. gifuensis* reste majoritaire et joue de ce fait un rôle important dans le contrôle des populations aphidiennes. En ce qui concerne les prédateurs, moins de *C. septempunctata* et de chrysopes ont été piégés, en comparaison avec l'étude de Lopes *et al.* (2012). Il en va de même avec les syrphes. Leur impact sur le contrôle des pucerons serait moins important que dans certaines régions d'Europe, où ils sont plus abondants dans la guildes des aphidiphages (Tenhumberg & Poehling, 1995; Francis *et al.*, 2003; Alhmedi *et al.*, 2011).

En conclusion, cette étude préliminaire met en évidence divers effets bénéfiques des associations de blé/colza et blé/pois sur le contrôle des populations de pucerons. Néanmoins, ce premier jeu de données doit être analysé avec prudence, puisque les traitements statistiques ont permis de comparer les traitements en termes d'associations culturales dans le cadre d'un dispositif expérimental, mais n'intègrent pas l'hétérogénéité potentielle liée à une diversité de champs investigués. Par conséquent, il serait intéressant de développer une expérimentation supplémentaire sur un nombre plus important de parcelles. Celle-ci permettrait de mieux évaluer les potentialités des associations culturales dans le contrôle durable des pucerons dans la province du Shandong.

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

interuniversitaire de la Communauté française de Belgique (CIUF) et la Coopération Universitaire au Développement (CUD) pour le soutien financier de ce projet. Thomas Lopes est financé par une bourse FRIA (Fonds pour la Recherche en Industrie et Agronomie, F.R.S.-FNRS, Belgique).

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.
- Baugnée J.-Y. & Branquart E. (2000). *Clé de terrain pour la reconnaissance des principales Coccinelles de Wallonie (Chilocorinae, Coccinellinae, et Epilachninae)*. Jeunes et Nature asbl et Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Wavre, 43 p.
- 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.
- Jacky F. & Bouchery Y. (1982). *Atlas des formes ailées des espèces courantes de pucerons*. INRA, Colmar, 48 p.
- Knörzer H., Graeff-Hönninger S., Guo B., Wang P. & Claupein W. (2009). The Rediscovery of Intercropping in China: A Traditional Cropping System for Future Chinese Agriculture – A Review. In Lichtfouse E. (éd.), *Climate Change, Intercropping, Pest Control and Beneficial Microorganisms*, p. 13-44. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York.
- 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.
- Leclant F. (1999). *Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification II: Cultures maraîchères*. ACTA et INRA, Paris, 98 p.
- Lopes T., Bosquée E., Polo Lozano D., Chen J.L., DengFa C., Yong L., Fang-Qiang Z., Haubruge E., Bragard C. & Francis F. (2012). 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.
- 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.
- 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 et Nature asbl, Wavre, 43 p.
- Seidenglanz M., Huňady I., Poslušna J. & Loes A.-K. (2011). Influence of intercropping with spring cereals on the occurrence of pea aphids (*Acyrtosiphon pisum* Harris, 1776) and their natural enemies in field pea (*Pisum sativum* L.). *Plant Protection Science* **47**, p. 25-36.
- Sherawat S.M., Butt A. & Tahir H.M. (2012). Effect of brassica strips on the population of aphids and arthropod predators in wheat ecosystem. *Pakistan journal of zoology* **44**(1), p. 173-179.
- 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.
- Taylor L.R. (1981). *Euraphid – Rothamsted 1980*. Rothamsted Experimental Station, Harpenden, 171 p.
- 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 & 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.
- Wanlei W., Yong L., Chen J., Xianglong J., Haibo Z. & Guang W. (2009). Impact of intercropping aphid-resistant wheat cultivars with oilseed rape on wheat aphid (*Sitobion avenae*) and its natural enemies. *Acta Ecologica Sinica* **29**, p. 186-191.
- 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.

(28 réf)