

QUAND LE PAYSAGE INFLUENCE LES ENNEMIS NATURELS

par Julie-Éléonore Maisonhaut

Georges-Maheux 

Problématique

Pour lutter contre les ravageurs des cultures qui peuvent, dans certains cas, compromettre les récoltes, les producteurs agricoles font encore majoritairement appel à la lutte chimique, qui s'avère efficace mais également dommageable pour l'environnement. Pourtant, il est parfois possible de lutter naturellement contre les ravageurs grâce à la lutte biologique, qui peut s'effectuer sous plusieurs formes : la lutte biologique classique, impliquant des lâchers (inondatifs ou inoculatifs) d'ennemis naturels directement dans les champs ou encore la lutte conservatrice, basée sur la conservation des populations d'ennemis naturels dans l'écosystème agricole (Hodek et Honěk 1996). La lutte conservatrice repose sur le maintien des populations d'ennemis naturels au sein du milieu agricole, mais aussi de leur diversité car une diversité d'organismes assure la stabilité des écosystèmes (Duelli *et al.* 1999). En effet, une grande diversité d'ennemis naturels peut accroître leur activité en général et réduire, par là même, la pression des ravageurs (Altieri 1991). Dans cette optique, il est essentiel de préserver les habitats qui abritent les ennemis naturels des ravageurs à un moment ou un autre de leur cycle de vie (Landis et Wratten 2002). Ainsi, la préservation et l'aménagement d'habitats naturels ou semi-naturels en milieu agricole permettent de maintenir non seulement une abondance d'ennemis naturels, mais aussi une diversité biologique fonctionnelle (i.e., une diversité d'ennemis naturels en vue de réduire les populations de ravageurs) nécessaire à l'établissement d'une agriculture durable (Landis et Wratten 2002). Par ailleurs, cette conservation des populations d'ennemis naturels par la préservation des habitats naturels peut se faire à plusieurs échelles : celle du champ (localement), celle de la ferme ou encore celle du paysage agricole (Landis *et al.* 2000). Mais avant de pouvoir aménager des structures qui augmentent l'abondance et la diversité des ennemis naturels, il est nécessaire de déterminer quels sont les paramètres locaux de l'habitat ou du paysage les plus impliqués et à quelle échelle il est plus judicieux d'intervenir.

Contrôle naturel des ravageurs

Le contrôle naturel des ravageurs se fait entre autres par des insectes prédateurs, plus ou moins spécialisés en regard de leur proie. Parmi eux, on peut citer les prédateurs terricoles (i.e., que l'on observe à la surface du sol ou dans ce dernier), le plus souvent généralistes, dont les carabes (Coleoptera : Carabidae) et les staphylins (Coleoptera : Staphylinidae) sont les principaux représentants. Il existe également des prédateurs plus spécialistes, comme par exemple les prédateurs aphidiphages, principaux ennemis des pucerons, que l'on trouve plus fréquemment sur le feuillage. Ils incluent les coccinelles (larves et adultes) (Coleoptera : Coccinellidae), les larves de chrysopes (Neuroptera : Chrysopidae), d'hémérobes (Neuroptera : Hemerobiidae), de cécidomyies (Diptera : Cecidomyiidae) et de syrphes (Diptera : Syrphidae).

Des guêpes parasitoïdes (Hymenoptera) contribuent aussi à la réduction des populations de pucerons. Le contrôle naturel des ravageurs des cultures repose principalement sur la colonisation des champs par les ennemis naturels (Tscharntke *et al.* 2005) qui, en s'attaquant aux ravageurs, réduisent les dommages aux cultures et augmentent, par là même, les rendements (Cardinale *et al.* 2003; Östman *et al.* 2003). Un point intéressant est qu'il existe des mouvements cycliques des populations d'ennemis naturels entre les habitats cultivés et non cultivés (Tscharntke *et al.* 2005), preuve que les insectes prédateurs ne sont pas statiques et peuvent se déplacer au sein du paysage agricole. Sachant cela, il est alors important de préserver et d'aménager des habitats non cultivés au sein du paysage agricole et, en particulier, ceux qui interviennent dans le cycle de développement des ennemis naturels.

Rôle des habitats naturels et semi-naturels

Le contrôle naturel des ravageurs des cultures doit impliquer une gestion de l'environnement permettant d'augmenter la fertilité et la viabilité des ennemis naturels en mettant à leur disposition des refuges en cas de perturbations de leur habitat d'origine (Landis *et al.* 2000). Les habitats non cultivés tels que les zones boisées, les haies, les bordures de champs et les friches sont des habitats relativement permanents et non perturbés servant de ressources à plusieurs ennemis naturels (Tscharntke *et al.* 2005). En effet, beaucoup d'entre eux utilisent ces habitats pour rechercher des proies alternatives, des plantes comme autre source de nourriture, un microclimat plus favorable que le champ cultivé ou encore pour trouver un refuge ou un site d'hibernation et, pour certains, un site non perturbé pour le développement des larves (Landis *et al.* 2000). Il a été remarqué, par exemple, que presque toutes les espèces de carabes, de staphylins et d'araignées présentes dans un champ se trouvaient également dans les bordures (Sunderland et Samu 2000; Thomas *et al.* 2001). Or, ces arthropodes sont considérés comme des agents de lutte biologique importants (Östman *et al.* 2001). La préservation des bordures de champs s'avère alors essentielle pour conserver ces arthropodes prédateurs et donc lutter naturellement contre les ravageurs.

Les bordures de champs pérennes, en particulier, ont une fonction écologique importante car elles représentent des sites d'hibernation pour bon nombre d'insectes prédateurs (Dennis et Fry 1992; Lys et Nentwik 1992). Il a été remarqué, à ce sujet, que beaucoup d'espèces de carabes et de staphylins hibernent dans les habitats non cultivés adjacents aux champs et se dispersent dans les champs au printemps lorsqu'ils se sont reproduits (Andersen 1997). Les coccinelles, selon l'espèce, hibernent également dans plusieurs types de zones non cultivées que sont les zones boisées (Elliott *et al.* 2002; Hodek et Honěk 1996), les buissons (Hodek et Honěk



1996) ou encore les habitations, comme c'est le cas pour la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* Pallas au Québec (Labrie *et al.* 2007).

La préservation et l'aménagement d'habitats naturels ou semi-naturels s'avèrent essentiels pour mettre en place une agriculture durable car, en plus d'abriter des ennemis naturels à un moment de leur cycle de vie, ces structures permettent d'augmenter la diversité biologique fonctionnelle (Landis et Wratten 2002), ce qui est le cas pour les carabes (Duelli et Obrist 2003). Des études ont montré, par exemple, que les éléments permanents ou semi-permanents du paysage étaient essentiels au maintien d'une biodiversité dans beaucoup de paysages de l'ouest de la France (Burel 1996). En effet, les bordures boisées et les haies, très étudiées en Europe, contribuent à augmenter la diversité des ennemis naturels et des carabes en particulier (Varchola et Dunn 2001). Cependant, les bordures de champs herbacées peuvent jouer le même rôle que les bordures boisées ou les haies et augmenter la diversité des ennemis naturels, notamment pour les carabes (Dennis et Fry 1992; Woodcock *et al.* 2007). De plus, il est important de maintenir une certaine végétation au sein des bordures car des touffes d'herbes ayant une architecture plus complexe abritent une plus grande diversité de carabes et de staphylins (Dennis *et al.* 2002). D'une manière générale, les zones enherbées sont une source de diversité car elles offrent des refuges et des corridors pour la dispersion des carabes entre et parmi les champs (Purtauf *et al.* 2005).

Au niveau local (soit à l'échelle du champ), il est donc possible d'aménager ou de préserver des habitats naturels, comme des bordures de champs, pour maintenir une abondance et une diversité d'ennemis naturels (Thomas et Marshall 1999; Marshall et Moonen 2002), par exemple, en augmentant la survie à l'hivernation des coccinelles (Burgio *et al.* 2006). Il est possible, également, de mettre en place des talus herbacés pour coléoptères (*beetle bank*) pour maintenir des sites d'hivernation favorables pour les carabes (Landis et Wratten 2002). Récemment, Östman *et al.* (2001) ont montré qu'une grande superficie de bordures de champs se traduisait par un meilleur contrôle naturel des populations de pucerons. Cela suggère donc que la préservation des habitats naturels ou semi-naturels en milieu agricole favorise le maintien d'une grande abondance et de la diversité d'ennemis naturels, ce qui engendre un meilleur contrôle naturel des ravageurs dans les champs. Toutefois, il faut se demander si des aménagements locaux sont suffisants pour préserver les insectes prédateurs ou s'il faut agir à une échelle plus grande que celle du champ.

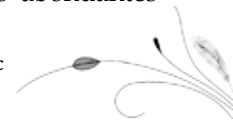
Rôle du paysage agricole

Bien que la notion d'habitat soit un paramètre important pour expliquer l'assemblage des insectes, de même que les paramètres locaux de l'habitat tels que la végétation ou le microclimat (Jeanneret *et al.* 2003; Weibull *et al.* 2003), ce ne sont pas les seules variables à prendre en considération. L'assemblage des insectes et, en particulier, des ennemis natu-

rels, peut être étudié à une échelle plus large qui est celle du paysage. Mais qu'entend-on exactement par paysage? Cette notion peut être parfois assez floue et varier d'une étude à l'autre. Dans les années 1980, Forman et Godran (1986) définissent la notion de paysage à partir du concept d'« îlot – matrice – corridor » alors que quelques années plus tard, ce concept est remplacé par celui de « mosaïque » paysagère (Wiens *et al.* 1993). Plus récemment, la notion de paysage agricole a été redéfinie par Blackshaw et Vernon (2006) qui le caractérisent par une mosaïque de taches correspondant à des zones cultivées de manière plus ou moins intensive séparées par des fragments d'habitats naturels ou non cultivés. Par ailleurs, il est important de noter que, lorsque l'on s'intéresse à la structure du paysage, deux aspects sont à considérer : la composition (nature et proportion des différents éléments du paysage) et la configuration (arrangement spatial des éléments). Aussi, la notion d'hétérogénéité intervient souvent pour caractériser la diversité des habitats ou des éléments du paysage et plusieurs études utilisent l'indice de Shannon pour calculer un indice d'hétérogénéité du paysage, comme on le fait pour la faune ou la flore (Weibull *et al.* 2003). Pourtant, encore peu d'études se sont concentrées sur la diversité des ennemis naturels à l'échelle du paysage (Duelli *et al.* 1999) et les résultats concernant les effets de la structure du paysage sur l'assemblage des insectes sont loin d'être unanimes. En effet, certains chercheurs se sont concentrés sur les paramètres locaux de l'habitat ou sur les pratiques agricoles pour expliquer l'assemblage des insectes, montrant que l'effet local avait une influence plus grande que l'effet du paysage (Booij et Noorlander 1992; ColungaGargia *et al.* 1997). D'autres études ont montré, au contraire, que les variables paysagères avaient plus d'importance que celles associées à l'habitat et aux pratiques agricoles (Aviron *et al.* 2005; Purtauf *et al.* 2005). En somme, les résultats des études concernant insectes et paysage dépendent à la fois des groupes d'insectes étudiés mais aussi de la méthodologie utilisée qui n'est pas standardisée et peut impliquer des échelles différentes.

Influence du paysage sur les prédateurs terricoles

Plusieurs études ont révélé que l'assemblage des carabes était plus influencé par les variables paysagères que par les pratiques agricoles (Weibull et Östman 2003; Purtauf *et al.* 2005). De plus, selon Aviron *et al.* (2005), l'unité paysagère est la variable qui explique le plus l'assemblage des carabes. En effet, la composition du paysage semble particulièrement importante puisque la richesse spécifique des carabes augmente avec le pourcentage de zones enherbées (Purtauf *et al.* 2005) et avec le pourcentage de bordures de champs (Weibull *et al.* 2003) dans le paysage environnant. D'une manière générale, la richesse spécifique diminue avec la simplification du paysage (associée à un déclin des zones non cultivées dans le paysage) et cela touche tous les groupes trophiques, carnivores, phytophages ou omnivores (Purtauf *et al.* 2005). Pourtant, les effets du paysage dépendent parfois des caractéristiques de chaque espèce. En effet, chez les carabes, les espèces forestières de grande taille sont plus abondantes





dans les paysages peu ouverts, ayant de denses réseaux de haies et un pourcentage élevé de zones enherbées permanentes alors que les espèces de petite taille, plus mobiles et ubiquistes, sont plus abondantes dans des paysages perturbés, à savoir des paysages ouverts associés à des pratiques agricoles intensives (Millàn de la Peña 2003; Burel *et al.* 2004). D'autres études ont souligné les effets d'un paysage diversifié, la richesse spécifique des carabes augmentant avec l'hétérogénéité (diversité) du paysage (Weibull et Ostman 2003; Weibull *et al.* 2003). Cela peut s'expliquer par le fait que le nombre d'habitats augmente lorsque le paysage est plus hétérogène (Rosenzweig 1995), ce qui accroît la probabilité pour les insectes de trouver un site optimal pour l'hibernation, pour l'oviposition ou pour le développement des larves (Weibull et Östman 2003). Enfin, la configuration spatiale des éléments du paysage (p. ex. taille et forme de ces éléments) peut également entrer en ligne de compte. Ainsi, la superficie des champs peut influencer l'assemblage des carabes, car ceux qui hibernent dans les bordures de champs trouvent moins de conditions favorables à mesure que la taille des champs augmente (Burel *et al.* 1998). En ce qui concerne les staphylins, très peu d'études sur l'impact du paysage existent. Toutefois, Clough *et al.* (2007) ont montré que leur richesse spécifique était affectée par le paysage environnant en plus d'être influencée par les pratiques agricoles à l'échelle du champ et par la proximité avec une frontière pérenne.

Influence du paysage sur les prédateurs aphidiphages

Si l'on considère les coccinelles, leur assemblage semble dépendre à la fois de la composition du paysage (Grez et Prado 2000; Elliott *et al.* 2002) et de l'arrangement spatial des éléments de ce dernier (Grez et Prado 2000; Stoner et Joern 2004). Ainsi, leur abondance, leur richesse spécifique et leur diversité (indice de Shannon) augmentent avec le pourcentage de zones non cultivées dans le paysage (Elliott *et al.* 1998). Plus précisément, leur richesse spécifique augmente avec la proportion d'habitats décidus (Colunga Garcia *et al.* 1997). De plus, Burgio *et al.* (2006) ont démontré que le pourcentage de zones boisées était positivement corrélé à l'abondance de la coccinelle maculée, *Coleomegilla maculata lengi* Timberlake, ce qui peut s'expliquer par le fait que ces zones représentent des sites d'hibernation pour cette dernière. Par ailleurs, l'abondance, la richesse spécifique et la diversité des coccinelles augmentent avec l'accroissement de la diversité des mauvaises herbes (dans les champs de blé) et avec la fragmentation du paysage, c'est-à-dire avec le nombre d'îlots (ou taches d'habitat) dans le paysage environnant (Elliott *et al.* 1998; Elliott *et al.* 2002). Les autres familles de prédateurs aphidiphages semblent également influencées par la structure du paysage, mais les études sont plus rares. Cependant, une étude a révélé que l'abondance du syrpe *Episyrrhus balteatus* (De Geer) augmentait au printemps avec la longueur des bordures de forêts (en particulier, les bor-

dures orientées vers le sud), et avec la proportion de friches composées de buissons dans un rayon de 2 000 mètres (Sarthou *et al.* 2005).

En conclusion

De nombreuses études s'accordent pour dire que la préservation des habitats non cultivés et l'hétérogénéité du paysage peuvent aider à conserver une grande abondance et une diversité d'ennemis naturels dans l'écosystème agricole, et ce, qu'il s'agisse d'insectes prédateurs trouvés au niveau du sol (cas des prédateurs terricoles) ou sur le feuillage (cas des prédateurs aphidiphages). Des aménagements paysagers pourraient être mis en place pour préserver le maintien de ces ennemis naturels au niveau du champ, par exemple, avec la mise en place de bordures (Woodcock *et al.* 2007). Au niveau du paysage agricole, des aménagements pourraient agir sur la composition et la configuration spatiale des éléments du paysage (Retho 2008), par exemple, en diversifiant les cultures ou en maintenant un certain pourcentage de zones non cultivées dans le paysage. Toutefois, il est essentiel de déterminer à quelle échelle intervenir en fonction des organismes que l'on veut favoriser. Pour cela, il est indispensable de considérer les caractéristiques biologiques et écologiques de chaque famille ou espèce d'insectes (p. ex. habitat préféré, lieu d'hibernation) pour déterminer exactement quels types d'aménagements leur seraient favorables et agir en conséquence. Enfin, étudier les effets du paysage est une tâche assez complexe car plusieurs facteurs peuvent interagir les uns avec les autres, tant au plan local que paysager. Des études plus approfondies dans le domaine seraient nécessaires pour déterminer plus précisément l'impact de différents aménagements paysagers sur le contrôle naturel des ravageurs des cultures, les rendements et la rentabilité économique de la mise en place de telles structures.



Coccinelle maculée,
Coleomegilla maculata lengi

Références

- Altieri, M.A. 1991.** The agro-ecology of temperate cereal fields : Entomological implication. Pages 259-271 dans L.G. Firbank, N. Carter, J.F. Dorbyshire et G.R. Polts, *The Ecology of Temperate Cereal Fields*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K.
- Andersen, A. 1997.** Densities of overwintering carabids and staphylinids (Col., Carabidae and Staphylinidae) in cereal and grass fields and their boundaries. *J. Appl. Ecol.* 121 : 77-80.
- Aviron, S., F. Burel, J. Baudry et N. Schermann. 2005.** Carabid assemblages in agricultural landscapes: impacts of habitat features, landscape context at different spatial scales and farming intensity. *Agric. Ecosyst. Environ.* 108 : 205-217.
- Blackshaw, R.P. et R.S. Vernon. 2006.** Spatiotemporal stability of two beetle populations in non-farmed habitats in an agricultural landscape. *J. Appl. Ecol.* 43 : 680-689.



- Booij, C.J.H. et J. Noorlander. 1992. Farming systems and insect predators. *Agric. Ecosyst. Environ.* 40 : 125-135.
- Burel, F. 1996. Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Crit. Rev. Plant Sci.* 15 : 169-190.
- Burel, F., J. Baudry, A. Butet, P. Clergeau, Y. Delettre, D. Le Coeur, F. Dubs, N. Morvan, G. Paillat, S. Petit, C. Thenail, E. Brunel et J.C. Lefeuvre. 1998. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecol. Int. J. Ecol.* 19 : 47-60.
- Burel, F., A. Butet, Y.R. Delettre, N. Millàn de la Peña. 2004. Differential response of selected taxa to landscape context and agricultural intensification. *Landsc. Urban Plann.* 67 : 195-204.
- Burgio, G., R. Ferrari, L. Boriani, M. Pozzati et J. van Lenteren. 2006. The role of ecological infrastructures on Coccinellidae (Coleoptera) and other predators in weedy field margins within northern Italy agroecosystems. *Bull. Insectology* 59 : 59-67.
- Cardinale, B.J., C.T. Harvey, K. Gross et A.R. Ives. 2003. Biodiversity and biocontrol: emergent impacts of a multi-enemy assemblage on pest suppression and crop yield in an agroecosystem. *Ecol. Lett.* 6 : 857-865.
- Clough, Y., A. Kruess et T. Tscharrntke. 2007. Organic versus conventional arable farming systems: Functional grouping helps understand staphylinid response. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118 : 285-290.
- ColungaGarcia, M., S.H. Gage et D.A. Landis. 1997. Response of all assemblage of Coccinellidae (Coleoptera) to a diverse agricultural landscape. *Environ. Entomol.* 26 : 797-804.
- Dennis, P. et G.L.A. Fry. 1992. Field margins: can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmland? *Agric. Ecosyst. Environ.* 40 : 95-115.
- Dennis, P., R.J. Aspinall et I.J. Gordon. 2002. Spatial distribution of upland beetles in relation to landform, vegetation and grazing management. *Basic Appl. Ecol.* 3 : 183-193.
- Duelli, P., M.K. Obrist et D.R. Schmatz. 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74 : 33-64.
- Duelli, P. et M.K. Obrist. 2003. Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic Appl. Ecol.* 4 : 129-138.
- Elliott, N.C., R.W. Kieckhefer, J.H. Lee et B.W. French. 1998. French influence of within-field and landscape factors on aphid predator populations in wheat. *Landsc. Ecol.* 14 : 239-252.
- Elliott, N.C., R.W. Kieckhefer et D.A. Beck. 2002. Effect of aphids and the surrounding landscape on the abundance of Coccinellidae in cornfields. *Biol. Control* 24 : 214-220.
- Forman, R.T.T. et M. Godron. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley, New York, USA. 619 p.
- Greze, A.A. et E. Prado. 2000. Effect of plant patch shape and surrounding vegetation on the dynamics of predatory coccinellids and their prey *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). *Environ. Entomol.* 29 : 1244-1250.
- Hodek I., et A. Honěk. 1996. *Ecology of Coccinellidae*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 464 p.
- Jeanneret, P., B. Schüpbach, L. Pfiffner, F. Herzog et T. Walter. 2003. The Swiss agri-environmental programme and its effects on selected biodiversity indicators. *J. Nat. Conserv.* 11 : 213-220.
- Labrie, G., D. Coderre et É. Lucas. 2007. Overwintering strategy of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae): cold-free space as a factor of invasive success. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 101 : 860-866.
- Landis, D. et S. Wratten 2002. Conservation of biological controls. Pages 138-140 dans D. Pimentel (éd.), *Encyclopedia of Pest Management*. Marcel Dekker, New York, USA.
- Landis, D.A., S.D. Wratten et G.M. Gurr. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45 : 175-201.
- Lys, J.A. et W. Nentwik. 1992. Augmentation of beneficial arthropods by strip-management. *Oecologia* 92 : 373-382.
- Marshall, E.J.R. et A.C. Moonen. 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agric. Ecosyst. Environ.* 89 : 5-21.
- Millàn de la Peña, N.M., A. Butet, Y. Delettre, P. Morant et F. Burel. 2003. Landscape context and carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) communities of hedgerows in western France. *Agric. Ecosyst. Environ.* 94 : 59-72.
- Östman, O., B. Ekbom et J. Bengtsson. 2001. Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. *Basic Appl. Ecol.* 2 : 365-371.
- Östman, O., B. Ekbom et J. Bergtsson. 2003. Yield increase attributable to aphid predation by ground-living polyphagous natural enemies in spring barley in Sweden. *Ecol. Econ.* 45 : 149-158.
- Purtauf, T., I. Roschewitz, J. Dauber, C. Thies, T. Tscharrntke et V. Wolters. 2005. Landscape context of organic and conventional farms: Influences on carabid beetle diversity. *Agric. Ecosyst. Environ.* 108 : 165-174.
- Retho, B., C. Gaucherel et P. Inchausti. 2008. Modeling spatially explicit population dynamics of *Pterostichus melanarius* Ill. (Coleoptera: Carabidae) in response to changes in the composition and configuration of agricultural landscapes. *Landsc. Urban Plann.* 84 : 191-199.
- Rosenzweig, M.L. 1995. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 460 p.
- Sarthou, J.P., A. Ouin, F. Arrignon, G. Barreau et B. Bouyjou. 2005. Landscape parameters explaining the distribution and abundance of *Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776) (Diptera, Syrphidae) in forests and their edges in a rural landscape. *Eur. J. Entomol.* 102 : 539-545.
- Stoner, K.J.L. et A. Joern. 2004. Landscape vs. local habitat scale influences to insect communities from tallgrass prairie remnants. *Ecol. Appl.* 14 : 1306-1320.
- Sunderland, K. et F. Samu. 2000. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. *Entomol. Exp. Appl.* 95 : 1-13.
- Thomas, C.F.G. et E.J.P. Marshall. 1999. Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. *Agric. Ecosyst. Environ.* 72 : 131-144.
- Thomas, C.F.G., L. Parkinson, G.J.K. Griffiths, A.F. Garcia et E.J.P. Marshall. 2001. Aggregation and temporal stability of carabid beetle distributions in field and hedgerow habitats. *J. Appl. Ecol.* 38 : 100-116.
- Tscharrntke, T., T.A. Rand et F. Bianchi. 2005. The landscape context of trophic interactions: insect spillover across the crop-non crop interface. *Ann. Zool. Fenn.* 42 : 421-432.
- Varchola, J.M. et J.P. Dunn. 2001. Influence of hedgerow and grassy field borders on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) activity in fields of corn. *Agric. Ecosyst. Environ.* 83 : 153-163.
- Weibull, A.C. et O. Östman. 2003. Species composition in agroecosystems: The effect of landscape, habitat, and farm management. *Basic Appl. Ecol.* 4 : 349-361.
- Weibull, A.C., O. Östman et A. Granqvist. 2003. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodivers. Conserv.* 12 : 1335-1355.
- Wiens, J.A., N.C. Stenseth, B. van Horne et R.A. Ims. 1993. Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos* 66 : 369-380.



Woodcock, B.A., S.G. Potts, E. Pilgrim, A.J. Ramsay, T. Tscheulin, A. Parkinson, R.E.N. Smith, A.L. Gundry, V.K. Brown et J.R. Tallowin. 2007. The potential of grass field margin management for enhancing beetle diversity in intensive livestock farms. *J. Appl. Ecol.* 44 : 60-69.

.....
Julie-Éléonore Maisonhute est agronome. Elle vient de compléter des études de maîtrise à l'Université du Québec à Montréal sous la direction d'Éric Lucas et la codirection de Pedro Peres-Neto (UQAM). Ses travaux ont porté sur l'influence de la structure du paysage sur l'assemblage des insectes prédateurs dans les zones agricoles non cultivées. Depuis le début de mai, elle occupe un emploi de conseillère en agroenvironnement au Club-conseil Les Patriotes.

