

SOMMAIRE

Sommaire	1
QUELS ENTOMOPHAGES SONT DANS LES PARCELLES ?	
Méthodologie de suivi des entomophages.....	3
Diversité des carabidae en grandes cultures et intérêt entomologique	7
Diversité des syrphidae en grandes cultures et intérêt entomologique	15
COMMENT FAVORISER LEUR PRESENCE ?	
Impact des pratiques et des aménagements sur l'abondance et la diversité des carabides.....	19
Impacts sur l'abondance et la diversité des syrphidae : Aller plus loin grâce aux analyses polliniques	27
Emergence des Carabidés : potentialités des habitats	33
QUELS SONT LES SERVICES RENDUS PAR LES CARABES ET LES SYRPHEs ?	
Qui assure le contrôle biologique dans les parcelles agricoles ? ... et comment ?	39
Evaluer le service rendu en mesurant la diversité fonctionnelle des espèces : approche exploratoire sur les carabidae	43
Méthodologie pour l'établissement de cartes de risques ravageurs fondées sur les caractéristiques paysagères.....	47
QUELS DOCUMENTS ET OUTILS EXISTENT POUR MIEUX LES CONNAITRE ET ETABLIR DES CONDITIONS FAVORABLES A LEUR PRESENCE ?	
Diaporama des outils conçus dans le cadre du projet.....	51
Création d'outils de détermination des Carabides : cas de la clé de détermination des Carabides des paysages agricoles du nord-ouest de la France.....	55
Evaluation multicritères des potentiels entomophages : "SyrphiX" & "CarabiX"	59
Construction d'indicateurs d'impacts des aménagements de bordure, des pratiques et du paysage sur les carabidae (abondance et richesse spécifique)	63
PERSPECTIVES : le projet CasDar Auximore (2012-2014)	67

METHODOLOGIE DE SUIVI DES ENTOMOPHAGES

Charlotte Dor, Julie Maillet-Mezeray

*Arvalis Institut du Végétal, Station Expérimentale, 91720 Boigneville, France
j.mailletmezeray@arvalisinstitutduvegetal.fr*

RESUME

Le projet CAS DAR « les entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats » soutenu par le Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche est animé par Arvalis – Institut du Végétal de 2009 à 2011. Ce projet rassemble 8 autres partenaires techniques : Chambre régionale d'agriculture de Picardie, ENSAIA - INPL, ACTA, CETIOM, ITB, ITAB, INRA Rennes (SAD Paysage et Bio 3P). Un des objectifs du projet est d'évaluer la diversité des Carabidés rencontrés dans le milieu agricole et de comprendre l'influence des pratiques et des aménagements sur la répartition des espèces au sein de l'agrosystème dans 3 zones géographiques (Centre/Ile-de-France, Rhône-Alpes, Picardie). Les protocoles d'expérimentation mis en place sont présentés dans cet article.

INTRODUCTION

Ce projet vise à évaluer la diversité et le service rendu par les entomophages dans les systèmes de grandes cultures. Il va s'intéresser tout particulièrement aux entomophages que sont les Carabidés et les Syrphidés ainsi que leurs proies préférées que sont les pucerons et les limaces.

Trois objectifs principaux sont poursuivis :

- Evaluer la diversité des Carabidés et Syrphidés en grandes cultures.
- Evaluer le contrôle biologique des ravageurs exercé par ces populations d'entomophages en tenant compte des caractéristiques propres à l'aménagement agro-écologique des parcelles (haie et bande enherbée), des caractéristiques du paysage et des pratiques agricoles sur les parcelles adjacentes (types de conduite phytosanitaire en particulier).
- Identifier et tester les moyens utilisables pour mesurer les services rendus.

Les protocoles présentés dans cet article concernent le suivi des carabes et syrphes dans le but d'identifier la diversité des espèces et l'effet des aménagements et des pratiques agricoles sur leur abondance et leur diversité.

Les différents suivis sont réalisés dans 3 régions : Picardie, Centre – Ile de France et Rhône Alpes. Les différents suivis sont mis en place

En Picardie, deux territoires sont gérés par la Chambre Régionale d'Agriculture. En Centre – Ile de France, trois territoires gérés par ARVALIS - Institut du Végétal, font l'objet de suivi. En Rhône Alpes, six territoires sont gérés par l'ACTA. Les suivis réalisés sont présentés ci-dessous.

LE SUIVI DES AUXILIAIRES

Suivi des Carabidae

Par piégeage Barber

Les Carabidae sont recensés à l'aide de pièges Barber disposés dans la parcelle et dans l'aménagement adjacent à la parcelle. Les pots peuvent être remplis au quart d'un liquide mortel et conservateur composé en proportions égales de sel, eau et mouillant (3 gouttes). Installés en ligne, les pièges sont disposés de façon à ce qu'il n'y ait pas d'interaction entre eux (soit 10 mètres entre 2 pots). Les pots sont installés en ligne. Une ligne est constituée de 3 pots. Le nombre de lignes à l'intérieur de la parcelle varie entre 3 et 4 selon la taille de celle-ci. On dispose ainsi une ligne à 5 m, puis à 30 et 70m, et la dernière au centre de la parcelle si celle-ci est suffisamment grande. La dernière ligne est donc située à une distance variable, fonction de la taille de la parcelle. Pour la haie, on dispose 1 ligne de 3 pots distants de 10 mètres à l'intérieur de la haie. Pour la bande enherbée, on disposera une rangée de pots au milieu de la bande enherbée.

Les périodes de prélèvement ont été adaptées en fonction des années et des régions. Les suivis ont eu lieu tous les ans au printemps d'avril à juillet. En 2009, quelques suivis ont été mis en place à l'automne. Les insectes capturés sont relevés toutes les semaines. Au laboratoire, les carabes sont déterminés jusqu'à l'espèce sous une loupe binoculaire grâce à diverses clés de détermination et conditionnés en alcool à 70°. Ce dispositif permet également de capturer des staphylins et des araignées, qui sont également dénombrés. La population de collemboles est aussi étudiée. Les périodes de suivi et le nombre de parcelles ont pu évoluer au cours du projet et sont présentés ci-dessous :

		Rhône-Alpes	Centre	Picardie
2009	Nombre de parcelles	16	15	13
	Nombre de semaines de piégeage	17	21	20
	Nombre de pièges (par semaine)	195	249	162
	Période de suivi	Avril - Juillet		
2010	Nombre de parcelles	14	15	13
	Nombre de semaines de piégeage	14	12	13
	Nombre de pièges (par semaine)	186	243	162
	Période de suivi	Avril - Juillet		
2011	Nombre de parcelles	Pas de suivi	4	4
	Nombre de semaines de piégeage		9	8
	Nombre de pièges (par semaine)		93	63
	Période de suivi		Avril - Juillet	

Tableau 1 – Récapitulatif des suivis de Carabidae par pièges Barber au printemps.

Piégeage dans les pièges à émergence

Le dispositif de piégeage des carabes qui émergent est composé d'une plaque de plexiglas implantée de manière circulaire de surface 1m² enterrée jusqu' à 15cm dans le sol et recouverte d'un filet « insect proof » assurant l'imperméabilité aux carabes épigés et volants (figure 1). Il est inspiré du piège à émergence décrit par Purvis & Fadl (1996). A l'intérieur du dispositif se trouvent 2 pièges Barber remplis d'un mélange non attractif de capture et de conservation temporaire des individus (eau, liquide vaisselle, sel et antigel). Un à 2 dispositifs sont mis en place dans la parcelle à différentes distances de l'aménagement. Selon les aménagements et la taille de la parcelle, de trois à six dispositifs sont présents. Les suivis ont été effectués dans trois régions françaises comme le présente le tableau ci-dessous :

		Rhône-Alpes	Centre	Picardie
2010	Nombre de parcelles	4	4	2
	Nombre de semaines de piégeage	14	12	13
	Nombre de pièges	28	20	20
	Période de suivi	Printemps	Printemps	Printemps
2011	Nombre de parcelles	Pas de suivi	4	2
	Nombre de semaines de piégeage		9	8
	Nombre de pièges		14	7
	Période de suivi		Printemps	Printemps

Tableau 2 – Récapitulatif des suivis de Carabidae par pièges à émergence.

Syrphidae

Cette méthode se base sur l'utilisation de dispositifs en filet de nylon, piégeant des syrphes adultes dans un collecteur rempli d'alcool. Deux types de dispositifs, dits « pièges d'interception » ont été utilisés dans le cadre du projet « Entomophages en grandes cultures » : la tente Malaise et le piège cornet.

Suivi des syrphes adultes par tente Malaise et pièges cornet

L'échantillonnage se fait grâce à des « tentes Malaise », piège d'interception de type « tente-entonnoir ». Ce piège à insectes est un dispositif aérien fixe constitué d'une tente ouverte suivant ses longueurs et terminé par un récipient de récolte rempli de liquide. Ce récipient est rempli d'éthanol à 70%. Les pièges sont disposés sur les aménagements, le long de couloirs de vol. Seuls 2 pièges par paysage sont nécessaires. Des pièges cornet ont également été mis en place en 2010 à 100 m de la tente Malaise. Ce dispositif permet de caractériser, sur le modèle des tentes Malaise, l'abondance et la diversité des syrphes en grandes cultures (et permet également de piéger l'ensemble de l'entomofaune volante tout comme les tentes Malaise), mais limite la quantité de spécimens piégés, les spécimens volants entre 60 et 1,80m n'étant pas (ou moins) piégés par ce dispositif que via les tentes Malaise. Dans le cadre du projet, ces dispositifs ont été utilisés en remplacement des tentes Malaise en Rhône-Alpes au vu des conditions éoliennes, et « étalonnés » en Picardie et Centre, par un positionnement à 50m des points d'installation des tentes. Les relevés sont effectués toutes les semaines. Les insectes sont conservés dans l'alcool jusqu'au tri. Seuls les syrphes sont déterminés, le reste est cependant conservé pour un éventuel usage ultérieur.

		Rhône-Alpes	Centre	Picardie
2009	Nombre de tentes Malaises	6	6	4
	Nombre de pièges cornet	0	0	0
	Nombre de semaines de piégeage	9	14	13
	Période de suivi	Printemps	Printemps / Automne	Printemps / Automne
2010	Nombre de tentes Malaises	0	6	4
	Nombre de pièges cornet	6	12	8
	Nombre de semaines de piégeage	14	20	13
	Période de suivi	Printemps	Printemps	Printemps
2011	Nombre de tentes Malaises	Pas de suivi	4	4
	Nombre de pièges cornet		0	0
	Nombre de semaines de piégeage		13	12
	Période de suivi		Printemps	Printemps

Tableau 3 – Récapitulatif des périodes de mises en place des Tentes Malaise et Pièges cornet.

Suivi des œufs et larves de syrphes.

L'échantillonnage a été fait par observation visuelle directe, en prêtant particulièrement attention au-dessous des feuilles et aux nouvelles pousses, la surface observée étant fixée à un carré de 1m², délimité « discrètement » sur le terrain, pour une observation de 4 minutes. Pour chaque parcelle, l'observation a été réalisée en considérant un carré par ligne de piégeage des carabes, donc à des distances définies de l'aménagement, mais positionné au hasard sur cette ligne. On a comptabilisé lors de ce relevé pour 100 pieds choisis au hasard sur 1x1m :

- le nombre de pieds avec présence-absence de pucerons.

On comptabilise également sur ce carré de 1m de côté pendant 4 minutes :

- le nombre de pucerons momifiés,
- le nombre d'œufs et de larves de syrphes,
- le nombre d'œufs et de larves de chrysopes,
- le nombre d'œufs et de larves de coccinelles.

Ces observations ont été réalisées avant le pic de présence du ravageur (pucerons) sur la parcelle, entre mai et début juillet. Cette méthode a été appliquée en 2009 et 2010 en région Centre mais n'a pas montré des résultats encourageants et ne sera donc pas développée.

LE SUIVI DES RAVAGEURS

Suivi des limaces

L'échantillonnage se fait en disposant des pièges de type INRA-BAYER, de dimension 50x50cm, constitués d'une face supérieure en aluminium permettant de renvoyer la chaleur et ainsi de limiter le dessèchement du piège et d'une face inférieure composée d'une matière retenant l'eau de type aquanappe. En cas de vent, ces pièges sont à fixer à l'aide de pierres ou de jalons. Dans la zone d'étude, on dispose les pièges (une fois humidifiés) aux mêmes distances que celles utilisées pour les pièges carabes, à savoir : dans la bande enherbée, à 5, 30, 70 et 135m de la limite de culture, en excluant la haie. Ces pièges sont positionnés en fin de journée pour être relevés le lendemain en début de matinée. Ces observations sont réalisées à l'automne, pendant le pic de présence du ravageur sur la parcelle, en période de semis et de levée, donc variable selon la culture étudiée. Ces observations ont eu lieu sur les parcelles également suivies pour les auxiliaires mais seulement en première année.

Suivi des pucerons

Le suivi des pucerons a été réalisé selon les mêmes modalités que le suivi des larves de syrphes.

AUTRES DONNEES COLLECTEES

Tous les sites suivis ont été géo référencés dans un rayon de 1500 m autour des parcelles suivies. La localisation et la nature des éléments paysagers a été recensées (forêt, haie, bandes enherbées, etc). Des relevés d'assolement ont également été effectués dans la mesure du possible. L'ensemble des pièges Barber, émergence, Malaise et Cornet a été géoréférencé. Les itinéraires culturaux ont été collectés (travail du sol et pratiques phytosanitaires) ainsi que les dates d'entretien des aménagements. Des relevés de flore ont été effectués sur les aménagements afin de les caractériser.

BIBLIOGRAPHIE

- > PURVIS G. et FADL A.- 1996. Emergence of Carabidae (Coleoptera) from pupation: a technique for studying the « productivity » of carabid habitats. *Annales Zoologici Fennici* 33 : 215-223.

DIVERSITE DES CARABIDAE EN GRANDES CULTURES ET INTERET ENTOMOLOGIQUE

Jean-David Chapelin-Viscardi

*Laboratoire d'Eco-Entomologie, 5 rue Antoine Mariotte, 45000 Orléans
chapelinviscardi@laboratoireecoentomologie.com*

RESUME

Durant les trois années d'étude (2009 à 2011) du projet Casdar, les protocoles de suivis de Carabidés ont permis d'obtenir un échantillon national de 607 176 spécimens correspondant à 173 taxons de Carabidés. Les résultats régionaux des richesses spécifiques montrent des disparités. En effet, la région Rhône-Alpes est la plus diversifiée avec un total de 123 taxons, suivie de la région Centre avec 106 taxons et de la région Picardie avec 60 taxons. Ces chiffres sont élevés notamment pour les deux premières régions. Parmi ces taxons, nous avons remarqué la présence d'espèces d'intérêt patrimonial. Ces espèces représentent selon la région 15 à 23,6% de la diversité des espèces rencontrées. D'après le nombre important d'espèces remarquables, il est flagrant de voir que les milieux agricoles étudiés, contrairement aux idées reçues, s'avèrent particulièrement intéressants d'un point de vue de la composition de leur entomofaune. Par ailleurs, les effectifs concernés sont très faibles, car représentés par 0,1 à 2% des Carabidés piégés selon les régions. Ces chiffres soulignent alors la notion de rareté de ces éléments remarquables.

INTRODUCTION

Avec plus de milles espèces en France, les Carabidés représentent une des familles de Coléoptères les plus diversifiées. Ils ont colonisé tous les milieux terrestres et sont bien présents dans les agrosystèmes. Ce sont pour la majorité des prédateurs à l'état adulte, mais surtout à l'état larvaire. Ils représentent donc de bons auxiliaires des cultures de part leur omniprésence et leur action de prédation (sur pucerons, taupins, limaces, petits insectes en tout genre,...).

Le projet Casdar « Les entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats » propose, parmi ses objectifs, d'évaluer la diversité des Carabidés rencontrés dans le milieu agricole de trois zones géographiques (Picardie, Centre/Ile-de-France et Rhône-Alpes).

Ici, nous mettrons l'accent sur les résultats qualitatifs de la campagne de piégeage (de type Barber et à émergence) menée de 2009 à 2011 dans le cadre de ce projet. De plus, nous nous intéresserons particulièrement aux espèces dites remarquables, espèces ayant un intérêt entomologique et patrimonial. Des discussions détaillées à propos de l'influence des pratiques agricoles ou des aménagements sur l'entomofaune (abondance et richesse spécifique) seront abordées dans des interventions suivantes.

MATERIELS, METHODES ET CONVENTIONS

Les sites ayant fait l'objet d'un suivi ont été présentés précédemment, nous ne reprendrons pas leur description afin de ne pas alourdir cet acte. Il en est de même pour la méthodologie de piégeage utilisée dans le cadre du projet (Barber et à émergence), destinés à capturer la faune terricole et prioritairement les coléoptères Carabidés.

Les pièges sont relevés toutes les semaines. Le contenu des pièges est ensuite trié et conservé dans l'alcool pour une détermination approfondie ultérieure sous loupe binoculaire. Les identifications sont effectuées au plus haut rang taxonomique possible, par comparaison avec des spécimens de référence (collections du Laboratoire d'Eco-Entomologie, du Muséum des Sciences naturelles d'Orléans et collections privées) et l'utilisation de la littérature disponible (e.g. JEANNEL, 1941-1942 ; MARTINEZ, 1981). De plus, le recours à la dissection a souvent été nécessaire pour s'assurer de l'identité de certains spécimens (COULON, 1992). Ces différentes tâches ont été

réalisées par ARVALIS, la CRAP, l'ACTA et enfin pour une partie des identifications, par le Laboratoire d'Eco-Entomologie.

Lors de l'identification des spécimens, il est vite apparu que des espèces semblaient particulièrement intéressantes d'un point de vue patrimonial. Ce sont des espèces qui ont un intérêt d'ordre biogéographique (espèces inconnues jusqu'à lors de certains départements, voire de certaines régions) ou d'un intérêt entomologique (espèces méconnues, assez rare à très rare selon les localités). Nous avons alors attribué à ces Carabidés, le statut d'espèces dites remarquables (d'après ce qui est mentionné dans la littérature, d'après des échanges avec les entomologistes locaux et d'après nos connaissances)¹.

RESULTATS

Répartition des taxons et des espèces remarquables

Les comptages ont été effectués sur un matériel d'étude conséquent puisqu'à l'échelle nationale, 607 176 spécimens de Carabidés ont été capturés et étudiés. Ce chiffre est important mais à relativiser en fonction de la grande superficie des zones étudiées et de la durée du projet. Les identifications de ces spécimens ont permis de dresser une liste de 173 espèces/taxons rencontrés lors de l'étude.

A l'échelle nationale, ce résultat signifie peu de choses, si ce n'est que nous avons pu recenser environ 13% de la diversité carabologique française. Cependant, des différences nettes s'observent entre les régions. Il convient alors de raisonner par la suite au niveau régional (*Tableau 1*).

Tableau 1 – Résultats de l'étude des Carabidés selon les régions

Régions	Taxons totaux recensés	Diversité annuelle moyenne	Effectifs totaux	Nombre d'espèces remarquables	% espèces remarquables (diversité)	% espèces remarquables (effectifs)
Picardie 3 ans de suivi	60	40,67	139 251	9	15,0%	0,1%
Centre/Ile-de-France 3 ans de suivi	106	76,33	390 610	24	22,6%	0,3%
Rhône-Alpes 2 ans de suivi	123	106	77 315	29	23,6%	2,0%

Tout d'abord, on remarque que la région la moins riche en termes de diversité est la région Picardie avec 60 taxons. La région Centre/Ile-de-France suit avec 106 taxons. Enfin, la région Rhône-Alpes est la plus diversifiée (123 taxons).

Afin de comparer la diversité avec d'autres études menées en grandes cultures, il nous est apparu important de calculer une diversité moyenne annuelle par région : 40,67 pour la région Picardie, 76,33 pour la région Centre/Ile-de-France et 106 pour la région Rhône-Alpes.

On note également que le nombre d'espèces remarquables suit la même tendance avec 9 espèces en région Picardie, 24 espèces en région Centre/Ile-de-France et 29 espèces en région Rhône-Alpes. La liste des espèces remarquables est présentée dans le *Tableau II*. Ces espèces représentent 15% de la diversité recensée en Picardie, 22,6% en Centre/Ile-de-France et 23,6% en Rhône-Alpes. Quant à la proportion des effectifs de ces espèces par rapport aux Carabidés totaux, les tendances sont similaires avec 2% des effectifs en Rhône-Alpes, 0,3% en Centre/Ile-de-France et 0,1% en Picardie.

¹ Il s'avère qu'une partie de ces espèces (trouvées en région Centre et Ile-de-France) sont classées parmi les espèces déterminantes des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF). Nous précisons que ce critère n'a pas été retenu pour l'attribution du statut d'espèces remarquables du fait de l'hétérogénéité de ce classement selon les régions.

Tableau II – Liste des espèces de Carabidés considérées d'intérêt patrimonial (ou remarquables) selon les régions étudiées (symbolisées par X).

ESPECES REMARQUABLES	Picardie	Centre/Ile-de-France	Rhône-Alpes
<i>Agonum duftschmidi</i> Schmidt		X	
<i>Amara bifrons</i> (Gyllenhal)	X		
<i>Amara communis</i> (Panzer)		X	
<i>Amara eurynota</i> (Panzer)		X	
<i>Amara ingenua</i> (Duftschmid)			X
<i>Amara lunicollis</i> Schiödt	X		
<i>Amara montivaga</i> Sturm	X	X	
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal)	X		
<i>Amara tricuspidata</i> Dejean		X	
<i>Asaphidion rossii</i> (Schaum)			X
<i>Asaphidion stierlini</i> (Heyden)	X	X	X
<i>Brachinus immaculicornis</i> Dejean			X
<i>Brachinus psophia</i> Audinet-Serville			X
<i>Calathus ambiguus</i> (Paykull)			X
<i>Calathus cinctus</i> Motschulsky		X	
<i>Calathus circumseptus</i> Germar			X
<i>Calathus rotundicollis</i> Dejean	X		
<i>Callistus lunatus</i> (F.)		X	
<i>Calosoma maderae</i> (F.)			X
<i>Carterus fulvipes</i> (Latreille)			X
<i>Chlaenius chrysocephalus</i> (Rossi)			X
<i>Chlaenius decipiens</i> (Dufour)			X
<i>Cylindera germanica</i> (L.)			X
<i>Dolichus halensis</i> (Schaller)			X
<i>Drypta dentata</i> (Rossi)			X
<i>Gynandromorphus etruscus</i> (Quensel)			X
<i>Harpalus albanicus</i> Reitter			X
<i>Harpalus attenuatus</i> (Stephens)		X	
<i>Harpalus autumnalis</i> (Duftschmid)			X
<i>Harpalus distinguendus</i> (Duftschmid)	X		
<i>Harpalus luteicornis</i> (Duftschmid)	X	X	
<i>Harpalus oblitus</i> Dejean		X	
<i>Harpalus pygmaeus</i> Dejean			X
<i>Harpalus rufipalpis</i> Sturm		X	
<i>Leistus rufomarginatus</i> (Duftschmid)		X	
<i>Microlestes corticalis</i> (Dufour)			X
<i>Microlestes fulvibasis</i> (Reitter)			X
<i>Notiophilus aestuans</i> Dejean		X	
<i>Notiophilus aquaticus</i> (L.)		X	
<i>Notiophilus quadripunctatus</i> Dejean		X	
<i>Notiophilus substriatus</i> Waterhouse			X
<i>Ocydromus deletus</i> (Audinet-Serville)	X		
<i>Ophonus schaubergerianus</i> (Puel)		X	
<i>Ophonus subquadratus</i> (Dejean)			X
<i>Panagaeus bipustulatus</i> (F.)		X	
<i>Parophonus hirsutululus</i> (Dejean)			X
<i>Parophonus mendax</i> (Rossi)		X	X
<i>Pedius longicollis</i> (Duftschmid)		X	

<i>Pterostichus macer</i> (Marsham)			X
<i>Scybalicus oblongiusculus</i> (Dejean)		X	X
<i>Semiophonus signaticornis</i> (Duftschmid)		X	X
<i>Stenolophus marginatus</i> (Dejean)			X
<i>Synuchus vivalis</i> (Illiger)		X	
<i>Zabrus tenebrioides</i> (Goeze)		X	X
NOMBRE D'ESPECES REMARQUABLES	9	24	29

Exemples d'espèces d'intérêt patrimonial

Ici, nous fournissons trois exemples d'espèces ayant un intérêt patrimonial et justifions de cet intérêt. Les discussions concernant chaque espèce patrimoniale sont disponibles selon les régions, dans les articles cités à la fin de cet acte.

Calathus circumseptus Germar, 1824

Calathus circumseptus est une nouveauté pour la région Rhône-Alpes et par conséquent pour le département de la Drôme. En effet, il n'est pas considéré dans le catalogue des Carabidés de la région (COULON *et al.*, 2000) et n'occuperait en France que la frange méditerranéenne. Lors de notre étude, nous avons dans un premier temps pu contacter deux individus à Pierrelatte le 29-X-2009 dans une haie composite et dans une bande enherbée. Tout proche du lieu de découverte et un an après, ce sont 13 spécimens qui ont été capturés le 19-X-2010. Nous précisons que parmi ces individus, 11 étaient dans la même haie composite, un dans la bande enherbée située à proximité (riche en graminées) et le dernier à cinq mètres de la bordure dans le champ.

Il serait intéressant de rechercher d'autres traces de *C. circumseptus* qui, en tout cas d'après nos relevés, semble avoir une activité principalement automnale. Nos observations suggèrent que cette espèce d'affinité méditerranéenne est probablement en train de remonter la vallée du Rhône. Son aire de répartition pourrait continuer à s'étendre dans les années à venir.

Calosoma (Campalita) maderae (Fabricius, 1775)

La découverte de ce calosome est importante à souligner. En effet, l'espèce n'a pas été prise en compte lors de l'établissement du catalogue régional, car son signalement était ancien (Saint-Etienne, début XX^{ème} siècle) et aucune donnée avérée n'avait permis d'habiliter la présence de *C. maderae* dans la région Rhône-Alpes (COULON *et al.*, 2000). Nous avons nous-mêmes été surpris de trouver cette espèce dans nos prélèvements et en aussi grand nombre : 30 individus au total. Il s'agit du premier signalement de l'espèce pour la Drôme et l'Ardèche. A Bourg-Saint-Andéol, 15 exemplaires ont été capturés, entre le 20-V et le 22-VII-2009 et 2 exemplaires récoltés le 01-V-2010. A Pierrelatte, la capture de cette espèce s'est étalée entre le 28-V et le 08-VII-2009 (13 exemplaires).

La détection de *C. maderae* a été principalement faite en 2009 sur un secteur assez vaste (4 parcelles différentes) dans des champs de pois et de blé. Les deux observations de 2010 correspondent à deux individus capturés dans une haie et de façon précoce en saison. Nous supposons alors qu'il y a eu une pullulation de proies (Lépidoptères Hétérocères, particulièrement les Noctuidés) durant l'année 2009, ce qui a engendré une sortie massive de *C. maderae* à une échelle assez locale. Ce type d'observations « en masse » et ponctuelles est régulièrement rapporté concernant les calosomes (VILLEMANT, 1989).

Harpalus oblitus Dejean, 1829

La capture d'un spécimen de cette espèce est intéressante car sa présence en région Ile-de-France est discutée (BALAZUC *et al.*, 1989), une seule donnée ayant été rapportée du département des Yvelines. Il s'agit alors d'une nouveauté pour le département de l'Essonne. Dans le Loiret, cette espèce est trouvée régulièrement par places (SECCHI *et al.*, 2009). Il ne paraît donc pas improbable que *H. oblitus* puisse se trouver dans cette zone géographique. D'ailleurs, dans le catalogue d'Ile-de-France, les auteurs émettent l'hypothèse de le contacter en limite sud de la Seine-et-Marne. A Maisse, un exemplaire a été trouvé, le 26-V-2009 dans une parcelle d'orge de printemps conduite en agriculture biologique.

DISCUSSION

Diversité régionale

D'un point de vue de la richesse spécifique régionale, nous pouvons dire que celle-ci est importante dans le cadre d'une étude réalisée en grandes cultures, et ce, pour deux régions. En effet, la région Centre/Ile-de-France et Rhône-Alpes présentent des moyennes annuelles (respectivement 76,33 et 106 taxons) nettement supérieures aux moyennes annuelles européennes en milieu agricole (entre 30 et 55 taxons) calculées par BRUNEL *et al.* (1982). Les résultats de la région Picardie sont dans la norme. En région Centre/Ile-de-France, la diversité est quasiment équivalente aux études menées en production intégrée dans la même zone géographique (e.g. ROUGON, 2001). Pour la région Rhône-Alpes, cette diversité très importante peut être expliquée par situation géographique. En effet, l'influence méditerranéenne dans la plaine de Pierrelatte-Tricastin peut être un facteur de diversité non négligeable.

Espèces remarquables

Concernant le nombre d'espèces patrimoniales, celui-ci semble également important en région Centre/Ile-de-France et Rhône-Alpes. Nous rappelons que les espèces que nous considérons remarquables, représentent respectivement 22,6 et 23,6% de la diversité. Hormis la localisation géographique, plusieurs autres raisons peuvent expliquer ce nombre important d'espèces d'intérêt dans nos relevés.

- La pression d'observation est un point à considérer. Notons que les espèces d'intérêt ne concernent que 0,3% des Carabidés piégés en Centre-Ile-de-France et que 2 % des Carabidés piégés en Rhône-Alpes. Certaines espèces n'ont été rencontrées qu'en un très petit nombre (si ce n'est en exemplaire unique). Ces chiffres nous renseignent alors sur leur rareté dans le milieu échantillonné et plus particulièrement sur l'effort important de piégeage à fournir pour détecter la présence de ces espèces dans la zone étudiée.
- Le milieu d'étude. En effet, l'écocomplexe agricole est généralement délaissé par les naturalistes, car il semble à première vue assez pauvre en insectes. Les agrosystèmes sont relativement difficiles à appréhender par les entomologistes de terrain qui s'intéressent aux insectes terricoles. Ces milieux sont assez ingrats à étudier par l'emploi de techniques entomologiques traditionnelles faisant appel aux prospections actives. La technique de capture par la pose de pièges Barber devient alors la méthode la plus adéquate pour échantillonner de manière approfondie une faune qui a tendance à rester discrète durant la journée. De plus, l'utilisation de pièges non attractifs assure un piégeage non sélectif des Carabidés. Cette configuration permet d'éviter de favoriser et, *a contrario*, de délaissé certaines espèces. Ainsi, dans un milieu, un piégeage non attractif (certes moins productif à court terme qu'un piégeage attractif) permet d'avoir une image relativement fiable des communautés de Carabidés présents et évoluant au sol. Une partie de ces espèces remarquables font donc peut-être l'objet d'un défaut de prospection dans le milieu agricole.
- Enfin, de manière générale, la gestion des parcelles est certainement une explication quant à la présence de ces éléments dans le milieu agricole. En effet, on remarque qu'une grande partie de ces espèces sont recensées dans des parcelles conduites en agriculture biologique ou intégrée. Il est d'ailleurs flagrant de voir le nombre important d'espèces d'intérêt qui se développent dans le sol, au niveau des parcelles ne faisant pas l'objet d'un labour systématique (ex. en Rhône-Alpes : *Dinodes decipiens*, *Dolichus halensis*, *Harpalus albanicus*, *Scybalicus oblongiusculus*...). La limitation des intrants chimiques est également une explication quant à la diversité recensée sur ces parcelles. Ces deux actions (travail du sol et traitements phytosanitaires) sont reconnues pour affecter négativement les communautés de Carabidés (PURVIS & FADL, 2002 ; HOLLAND & REYNOLDS, 2003). De plus, ajoutons que l'aménagement des parcelles est aussi à prendre en considération. En effet, il ressort des premières analyses des différences assez marquées en termes de diversité globale des Carabidés entre des parcelles gérées de manière similaires, mais aménagées différemment. Les structures d'aménagement comme les haies ou les bandes enherbées permettraient à une plus grande diversité de Carabidés d'évoluer dans un paysage agricole, ce qui est conforme à

de nombreux résultats de travaux menés en grandes cultures (e. g. HANCE, 2002). Le poids des facteurs évoqués ci-dessus sur la diversité spécifique sont difficiles à appréhender et font, entre autre, l'objet des interventions suivantes.

CONCLUSION

Le projet CASDAR, outre le fait d'avoir permis d'obtenir des données destinées aux analyses agronomiques, a permis d'acquérir des informations entomologiques majeures, que nous nous efforçons de diffuser par l'intermédiaire d'une rédaction d'articles spécialisés*. Ce type de projet est d'autant plus intéressant qu'il permet de fournir aux entomologistes des données assez précises sur de nombreux Carabidés remarquables et par essence, souvent discrets. Ces informations serviront à mieux connaître l'autoécologie, la chorologie et la phénologie des espèces de milieux agricoles. Contrairement aux idées reçues, le milieu agricole présente un intérêt patrimonial et entomologique certains. Ce constat est un point important et rassurant dans le contexte actuel d'érosion de la biodiversité. Mettre en place ce type d'étude dans des milieux perturbés offre alors de réelles perspectives d'avenir pour une gestion bien comprise et une conservation de la biodiversité agricole.

BIBLIOGRAPHIE

- > BALAZUC J., FONGOND H. & PERRAULT G.-G., 1989 – Catalogue des Coléoptères de l'île de France. Fascicule I : Cicindelidae, Carabidae. Supplément au Bulletin de liaison de l'ACOREP, 11, 101 p.
- > BRUNEL E., LAHMAR M. & TIBERGHIE G., 1982 – Observations préliminaires sur les populations de Carabiques (Coléoptères) dans une culture de navets attaqués par *Hylemia brassicae* Bch. (Diptère, Anthomyiidae). Meded. Fac. Landbouwwet., Rijkuniv. Gent (Belgium), 47 (2) : 581-595.
- > COULON J., 1992 – Les *Asaphidion* du groupe *flavipes* : critères d'identification et répartition dans la région Rhône-Alpes. Présence en France d'*Asaphidion austriacum* Schweiger (Coleoptera Trechidae). Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, 6 (7) : 221-232.
- > COULON J., MARCHAL P., PUIPIER R., RICHOUX P., ALLEMAND R., GENEST L.-C. & CLARY J., 2000 – Coléoptères de Rhône-Alpes. Carabiques et Cicindèles. Muséum d'Histoire naturelle de Lyon, 193 p + 184 pl.
- > HANCE T., 2002 – Impact of cultivation and crop husbandry practices. In The agroecology of Carabid beetles (HOLLAND J.M., ed.), Intercept Ltd, Andover, UK : 231-249.
- > HOLLAND J.M. & REYNOLDS C.J.M., 2003 – The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Araneae) emergence on arable land. Pedobiologia 47 : 181-191.
- > JEANNEL R., 1941-1942 – Coléoptères Carabiques. Faune de France n°40, Librairie de la Faculté des Sciences, Paris, 1173 p.
- > MARTINEZ M., 1981 – Les *Amara* du sous-genre *Zezea* de la faune de France (Col. Pterostichidae, Zabrinii). L'Entomologiste, 37 (3) : 131-137.
- > PURVIS G. & FADL A., 2002 – The influence of cropping rotations and soil cultivation practice on the population ecology of carabids (Coleoptera: Carabidae) in arable land. Pedobiologia 46 (5) : 452-474.
- > ROUGON D., 2001 – Biodiversité des Carabidae des grandes cultures en région Centre. Symbioses, 4 : 27-31.
- > SECCHI F., BINON M., GAGNEPAIN J.-C., GENEVOIX P. & ROUGON D., 2009 – Les Coléoptères Carabidae du département du Loiret. L'Entomologiste (suppl.). Paris, 48 p.
- > VILLEMANT C., 1989 – Ennemis des chenilles et des chrysalides. In *Lymantria dispar* (FRAVAL A., ed.), Rabat, Maroc, 220 p + 9 pl. : 125-143.

* Nous fournissons ci-dessous, la liste des articles (parus ou à paraître) valorisant l'entomofaune recensée durant le projet Casdar (au 03/11/2011). Des analyses de Coléoptères (autres que les Carabidés) ont été réalisées en région Centre :

- > CHAPELIN-VISCARDI J.-D. & THERY T., 2011 – Deuxième localité française concernant *Microsaprinus gomyi* M. & B. Secq, 1995, un Histeridae présent dans le département de la Drôme (Col., Histeridae). Bulletin de la Société entomologique de France, 116 (2) : 193-194.
- > CHAPELIN-VISCARDI J.-D. & MAILLET-MEZERAY J., 2011 – Etude de Coléoptères en milieu agricole de Beauce et du Gâtinais. Liste commentée et espèces remarquables. Campagne 2009 (Essonne et Loiret, France). L'Entomologiste, 67 (4) : 219-230.
- > CHAPELIN-VISCARDI J.-D., RABOURDIN N. & COULON J., soumis – Étude des Carabidae de la plaine agricole de Pierrelatte-Tricastin. Éléments nouveaux ou intéressants pour l'Ardèche, la Drôme et la région Rhône-Alpes (Coleoptera). Revue sollicitée : Bulletin de la Société linnéenne de Lyon.
- > CHAPELIN-VISCARDI J.-D., DOR C. & MAILLET-MEZERAY J., en rédaction – Etude de Coléoptères en milieu agricole de Beauce et du Gâtinais. Liste commentée et espèces remarquables. Campagnes 2010, 2011 et synthèse (Essonne et Loiret, France). Revue sollicitée : L'Entomologiste.
- > CHAPELIN-VISCARDI J.-D., COLLARD V., DREYFUS J. & WARTELLE R., en rédaction – Étude de Coléoptères Carabidés dans le paysage agricole du Santerre. Liste commentée et espèces remarquables pour le département de la Somme. Revue sollicitée : Bulletin de la Société entomologique du Nord de la France.

DIVERSITE DES SYRPHIDAE EN GRANDES CULTURES ET INTERET ENTOMOLOGIQUE

Véronique Sarthou

*Syrphys Agro-Environnement, Le Soulas 31470 Bonrepos sur Aussonnelle
contact@syrphys.com*

RESUME

Le CASDAR entomophages a permis de piéger des syrphes dans 3 régions: Picardie, Centre et Rhône-Alpes. Les espèces trouvées sont non seulement des espèces inféodées aux cultures, mais aussi des espèces dont les larves se développent dans d'autres milieux. L'étude a permis de faire progresser la connaissance des syrphes en milieu agricole et de montrer l'utilité de bords de champs pour la biodiversité fonctionnelle et globale.

INTRODUCTION

Les syrphes sont des diptères dont les modes de vie adultes et larvaires sont bien connus. Certaines larves sont aphidiphages, d'autres saprophages ou encore mycophages ... Quant aux adultes, ils sont pour la plupart polliniphages et nectariphages. Ces caractéristiques les rendent intéressants pour la production agricole, à l'état larvaire afin de lutter contre les ravageurs de cultures principalement pucerons, ou à l'état adulte comme pollinisateurs. On peut classer ces espèces grâce à une base de données européenne (Syrph the Net) en espèces spécialisées d'un type de milieu, par exemple forêt de chêne ou pelouse sèche, ou espèce ubiquiste que l'on retrouvera un peu partout. Dans les milieux agricoles, on trouve à la fois des espèces utiles à l'agriculture (prédatrices ou pollinisatrices) et des espèces qui utilisent le milieu agricole pour effectuer tout ou partie de leur cycle (nourriture...). Les syrphes ont été inventoriés par piège Malaise ou pièges cornets sur les bordures des parcelles agricoles (bandes enherbées ou haies...).

INTERET DES SYRPHES

Description des milieux et de leur état de conservation

La bonne connaissance de la biologie des syrphes et des microhabitats habités par les larves permet grâce à une base de données fonctionnant comme un système expert à logique floue (Syrph the Net), de prédire des listes d'espèces pour un milieu donné et de le comparer à la liste des espèces piégées.

On peut ainsi en déduire une intégrité écologique du milieu (en fonction des espèces prédites et observées) et vérifier la bonne description du milieu ou l'influence des milieux environnants (espèces non prédites).

Intérêt pour l'agriculture

Beaucoup d'espèces de syrphes sont pollinisatrices au stade adulte, elles peuvent donc jouer un rôle non négligeable pour la pollinisation, mais à l'état larvaire leur régime alimentaire est très variable : microphage (de matière herbacée ou ligneuse), phytophage ou zoophage. Il existe 282 espèces zoophages au niveau européen (207 au niveau français) (Speight, 2010), la plupart d'entre elles sont aphidiphages mais elles peuvent également consommer d'autres proies.

- **pucerons**: environ 250 espèces plus ou moins spécialisées (Rojo et al, 2003)
- fourmis: 20 espèces
- abeilles et guêpes : 5 espèces
- larves de Lépidoptères: 1 espèce (occasion. 2 autres)
- larves de chrysomèles : 1 espèce
- larves de tenthredes et noctuelles : 1 espèce

RESULTATS PRELIMINAIRES DU CASDAR

C'est dans la zone Centre/Ile de France que le nombre d'espèces a été le plus important, puis en Rhône Alpes et en Picardie.

La répartition des espèces par type de milieu fréquenté (tableau 1) montre que les espèces directement liées aux cultures sont peu nombreuses dans chaque zone, mais leur niveau varie peu de 6 dans les zones de grandes cultures ouvertes à 17 dans des zones comportant plus d'infrastructures écologiques. Plus le milieu est complexe, plus le nombre d'espèces en provenance d'autres milieux augmente. On passe ainsi de 34 espèces en Picardie (dont 12 strictement forestières) à 41 (11 strictement forestières) en Rhône Alpes puis 106 (43 espèces strictement forestières) en Centre/Ile de France.

Tableau 1 – Répartition des espèces dans les différents milieux

	espèces totales	forêt	milieux ouverts	Agroéco-systèmes	dont cultures
Picardie	34	26	22	19	10
P2	10	9	10	8	6
P3	24	20	16	14	8
P4	19	15	15	13	10
Centre	106	72	63	49	17
Boigneville	83	57	53	43	17
Erceville	52	36	35	30	16
Maisse	50	41	33	29	14
Rhône Alpes	41	27	30	22	13
Bourg camping	20	16	18	15	10
Digue Pierrelatte	21	16	17	15	10
Haie bio	26	20	21	18	10
La garde	21	17	18	16	10
La souteyranne	20	15	17	14	10
Pierrelatte	20	16	17	14	11

Le principal mode d'alimentation larvaire représenté est la zoophagie (principalement aphidophagie), mais les autres modes d'alimentation sont également représentés et là encore la complexité du milieu favorise leur présence. (tableau 2).

Tableau 2 – Répartition des espèces selon le mode alimentaire des larves

	espèces totales	microphages	dont saprophages	phytophages	zoophages
Picardie	34	12	6	3	21
P2	10	1	0	2	9
P3	24	9	5	3	13
P4	19	3	1	2	16
Centre	106	29	10	17	68
Boigneville	83	21	5	12	57
Erceville	52	11	2	6	38
Maisse	50	10	3	8	35
Rhône Alpes	41	7	2	9	29
Bourg camping	20	3	0	4	16
Digue Pierrelatte	21	4	1	6	16
Haie bio	26	3	1	5	21

La garde	21	3	0	4	18
La souteyranne	20	2	0	4	17
Pierrelatte	20	2	0	4	16

La richesse des prélèvements correspond à la richesse globale des départements concernés (Syrfid), cependant le CASDAR a permis de faire progresser la liste des espèces connues pour les différents départements : on passe de 48 espèces pour la Somme (Picardie) avant l'étude à 82 ensuite, 71 à 100 pour la Drôme et l'Ardèche (Rhône Alpes) et 48 à 131 pour l'Essonne et le Loiret (Centre/Ile de France).

On trouve peu d'espèces patrimoniales en milieu agricole, cependant à Boigneville et Erceville, du fait de la présence d'espèces forestières saproxyliques, 3 espèces menacées au niveau français et deux au niveau européen sont représentées. (tableau 3)

Tableau 3 – Espèces menacées en France et en Europe

	espèces totales	espèces menacées F	espèces menacées E
Picardie	34	0	0
P2	10	0	0
P3	24	0	0
P4	19	0	0
Centre	106	4	2
Boigneville	83	3	2
Erceville	52	3	1
Maisse	50	0	0
Rhône Alpes	41	0	0
Bourg camping	20	0	0
Digue Pierrelatte	21	0	0
Haie bio	26	0	0
La garde	21	0	0
La souteyranne	20	0	0
Pierrelatte	20	0	0

CONCLUSION

Cette étude a permis de faire progresser la connaissance des syrphes en milieu agricole pour trois zones agricoles française, et permettra une mise à jour du site Syrfid (Sarhou et al, 2010) mettant à disposition les données pour les entomologistes.

Il a été trouvé une espèce nouvelle pour la France en Rhône Alpes, ce qui donnera lieu à publication.

La structure des paysages agricoles, détermine en partie la structure des communautés de syrphes, plus le milieu est complexe; plus les communautés sont importantes

La présence d'infrastructures semi-naturelles permet non seulement la présence d'une biodiversité fonctionnelle, mais également le maintien d'une biodiversité banale ou patrimoniale non directement fonctionnelle

BIBLIOGRAPHIE

- > Rojo S., Gilbert F., Marcos-Garcia M. A., Nieto J.M. & Mier M.P., 2003. *A world review of predatory hoverflies (Diptera, Syrphidae: Syrphinae) and their prey*. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad, Universidad de Alicante, 320 pp.
- > Sarthou J.P., Fromage P., Genet B., Vinauger A., Heintz W. et Monteil C., 2010. SYRFID vol. 4 : Syrphidae of France Interactive Data [On-Line URL : syrfid.ensat.fr].
- > Speight, M.C.D. (2010) Species accounts of European Syrphidae (Diptera) 2010 , vol.59, 285 pp., *in* Syrph the Net, the database of European Syrphidae, Speight, M.C.D., Castella, E., Sarthou, J.-P. and Monteil, C. (eds.), Syrph the Net publications, Dublin.

IMPACT DES PRATIQUES ET DES AMENAGEMENTS SUR L'ABONDANCE ET LA DIVERSITE DES CARABIDES

Nina Rabourdin⁽¹⁾, Charlotte Dor⁽²⁾ et Julie Maillet Mezeray⁽²⁾

⁽¹⁾ ACTA, 149 rue de Bercy PARIS nina.rabourdin@acta.asso.fr

⁽²⁾ Arvalis-Institut du végétal, Station expérimentale de Boigneville
j.mailletmezeray@arvalisinstitutduvegetal.fr

RESUME

Les *Carabidae*, auxiliaires de cultures, sont des prédateurs généralistes et opportunistes dans les agro-écosystèmes, consommant des proies diverses ; limaces, œufs d'escargots, larves de petits insectes... Des dispositifs de piégeage ont été mis en place en régions Centre, Picardie et Rhône-Alpes, dans les parcelles de plusieurs exploitations de grandes cultures pour étudier leur dynamique et la composition des communautés en fonction des pratiques culturales et des éléments du paysage. Situées dans des zones aux paysages contrastés, ces exploitations présentent des itinéraires techniques contrastés et un parcellaire plus ou moins aménagé. Ces dispositifs ont pour objectif la caractérisation de l'abondance et de la diversité des populations de *Carabidae* présentes sur les différents sites. Ils ont été conçus pour estimer le rôle joué par l'aménagement parcellaire, haies et bandes enherbées principalement, sur ces populations et l'importance de la colonisation en parcelle. On s'intéressera également à caractériser l'impact des pratiques culturales (utilisation de produits phytosanitaires, travail du sol) sur les *Carabidae* (abondance et richesse spécifique) ainsi que l'impact du couvert végétal, de la structure du parcellaire (taille des parcelles) ainsi que des éléments du paysage sur les communautés de *Carabidae* dans les 3 régions d'étude.

Mots-clés : *Carabidae*, Bordures de champs, Haies, Bandes enherbées, Pratiques culturales, Éléments du paysage, Abondance et Richesse spécifique

INTRODUCTION ET HYPOTHÈSES TESTÉES

La lutte biologique par conservation a pour principe de valoriser, renforcer et protéger les populations de prédateurs ou de parasitoïdes, naturellement présentes dans l'environnement proche ou au sein même des parcelles, par une gestion des habitats (parcelles cultivées, haies ou bandes enherbées) permettant de subvenir à leurs besoins trophiques (proies, aliments de substitution, hôtes secondaires) et écologique (abris). Cet article présente les résultats obtenus dans le cadre du projet *Entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats*, pour les communautés de *Carabidae*. Une grande partie des espèces de *Carabidae* sont prédatrices opportunistes et généralistes, consommant des petits insectes ou mollusques. Dans cet article seront présentés l'impact des aménagements en bordure de parcelle, l'impact de certaines pratiques culturales ainsi qu'à une échelle plus large l'impact de certains éléments du paysage sur les communautés de carabes.

La présence de zones refuges est nécessaire aux abords des parcelles pour favoriser l'accueil des populations hivernantes, mais elles doivent aussi être perméables aux populations migrantes. Certaines études montrent l'intérêt des haies et bandes enherbées sur les populations de *Carabidae* ; Hance (2002) montre que les populations sont deux fois plus importantes dans les parcelles bordées par un des aménagements, ces derniers augmenteraient la diversité d'espèces au sein des parcelles cultivées adjacentes (Lyngby et Nielsen, 1980 cité dans Kromp, 1999).

Le travail du sol peut également avoir un impact sur la population de carabes. En effet, les larves hivernent dans le sol, le travail du sol perturbe leur habitat et peut causer de nombreuses pertes (Dubrovskaya, 1970, cité dans Kromp, 1999). L'impact des pesticides peut également influencer les caractéristiques des communautés de *carabidae*. Les effets non-intentionnels des produits phytosanitaires sont liés à la caractéristique intrinsèque du produit (niveau de toxicité), mais également l'intensité des effets peut être liée à la date d'application des produits (sélectivité de

position). Nous nous sommes également intéressés à différents éléments du paysage pour en mesurer leur effet sur les populations de *carabidae*. En effet l'hétérogénéité du paysage est un paramètre récurrent dans les études pour expliquer l'assemblage des arthropodes. Il a été montré, dans nombreuses publications, qu'un paysage hétérogène était associé à une plus grande richesse spécifique d'arthropodes, et notamment pour les carabes (Weibull et Ostman, 2003 ; Weibull, *et al.* 2003). C'est l'ensemble de ces hypothèses que nous allons tester dans cet article. Les données utilisées ont été acquises par piégeage à l'aide de pots Barber selon le protocole de piégeage présenté dans l'article « méthodologie de piégeage » (Dor et Maillat-Mezeray) des mêmes actes.

PRESENTATION GÉNÉRALE DES COMMUNAUTÉS PRÉSENTES DANS NOS AGRO-ÉCOSYSTÈMES

Une disparité des communautés rencontrées marquée entre les régions

Abondance et Richesse spécifique

L'abondance et la richesse spécifique sont différentes d'une région à une autre : en région Centre, l'abondance est particulièrement élevée tandis qu'en région Rhône-Alpes, elle représente moins de la moitié de l'abondance observée en région Centre (Tableau 1). En Picardie la richesse spécifique est très faible, c'est en région Rhône-Alpes que l'on retrouve le plus d'espèces. L'équilibre écologique des régions, représenté par le calcul de l'indice de Shannon, montre que celui-ci est le plus haut en région Rhône-Alpes.

Tableau 1 - Caractéristiques des populations de printemps en moyenne sur les années 2009 et 2010 pour les trois régions étudiées : Centre, Picardie et Rhône Alpes

	Centre	Picardie	Rhône Alpes
Abondance moyenne par ligne par semaine	Moy (09-10) = 185,5 2011 : Moy = 17,01	Moy (09-10) = 114,3 2011 : Moy = 28,99	Moy (09-10) = 70,6 2011 : ND
Richesse spécifique 2009 - 2010 (nombre d'espèces)	Moy (09-10) = 89,5 Total (09-10) = 105 2011 : 41 espèces	Moy (09-10) = 43 Total (09-10) = 54 2011 : 39 espèces	Moy (09-10) = 98,5 Total (09-10) = 123
Indice de Shannon (moyenne par dispositif)	Moy (09-10) = 1,1705	Moy (09-10) = 0,8465	Moy (09-10) = 1,6998

En 2011, les piégeages s'effectuent sur moins de parcelles qu'en 2009 ou en 2010 (pas de dispositif mis en place en région Rhône Alpes en 2011). Abondance et diversité sont donc bien inférieures. Le nombre d'espèces en région Centre (1 site au lieu de 3) est ainsi nettement différent ; 41 espèces comptabilisées contre 89,5 en moyenne pour les années précédentes. A l'inverse en Picardie, avec seulement 4 parcelles échantillonnées on compte 39 espèces, contre 43 en moyenne les deux années précédentes.

Pour l'analyse des données on se concentre essentiellement sur les données 2009 et 2010.

Une disparité dans les espèces dominantes

Tableau 2 - Caractéristiques des populations de printemps en moyenne sur les années 2009 et 2010 pour les trois régions étudiées : Centre, Picardie et Rhône Alpes.

	Centre	Picardie	Rhône Alpes
Aménagement	<i>Pterostichus melanarius</i> (35%) <i>Poecilus cupreus</i> (17%) <i>Anchomenus dorsalis</i> (13%)	<i>Pterostichus melanarius</i> (73%) <i>Pseudoophonus rufipes</i> (8%) <i>Poecilus cupreus</i> (6%)	<i>Pseudoophonus rufipes</i> (25%) <i>Carabus auratus</i> (11%) <i>Pterostichus melanarius</i> (9%) <i>Poecilus sericeus</i> (9%)
Parcelles cultivées	<i>Poecilus cupreus</i> (60%) <i>Pterostichus melanarius</i> (25%) <i>Anchomenus dorsalis</i> (5%)	<i>Pterostichus melanarius</i> (80%) <i>Poecilus cupreus</i> (8%) <i>Anchomenus dorsalis</i> (3%)	<i>Poecilus cupreus</i> (30%) <i>Anchomenus dorsalis</i> (12%) <i>Poecilus sericeus</i> (10%) <i>Carabus auratus</i> (10%)

Pour les régions Centre et Picardie, les espèces présentes en majorité dans les aménagements sont les mêmes que les espèces dominantes dans les parcelles cultivées (Tableau 2). En région Centre, la hiérarchie des espèces est cependant quelque peu modifiée. Pour la région Picardie,

Pterostichus melanarius est ultra dominante dans l'ensemble des habitats (jusqu'à 80%). En région Rhône-Alpes, les espèces présentes dans les aménagements sont différentes de celles majoritaires dans les cultures, même si elles sont tout de même présentes (*Poecilus cupreus*, *Carabus auratus* et *Poecilus sericeus*).

Comparaison des habitats – Parcelles cultivées et Aménagements

Pour les trois régions étudiées, l'abondance est significativement plus importante au sein des parcelles cultivées que dans les aménagements (p -value < 0,05 et Figure 1). La richesse spécifique est équivalente dans les parcelles et dans les aménagements pour les régions Picardie et Rhône-Alpes, les tests ne montrant pas de différence significative. En région Centre, la différence est significative ; les aménagements ont une plus grande richesse spécifique.

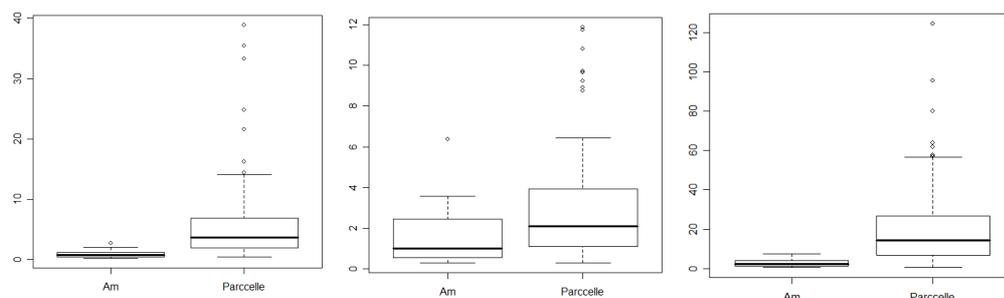


Figure 1 – Abondance en fonction de l'habitat (Am = Aménagement en bordure de parcelle) et Parcelle = culture L1>L4). A gauche en région Centre – au centre région Picardie – A droite région Rhône Alpes, significatifs

Pour l'étude de la colonisation intra-parcellaire, on compare ici uniquement l'ensemble des parcelles dotées d'une L4. En effet, les parcelles disposant de cette ligne de piégeage sont plus grandes que les autres, les caractéristiques des parcelles sont donc potentiellement différentes. Pour la richesse spécifique par semaine, aucune des trois régions étudiées ne montre de différence significative entre les lignes. L'étude de l'abondance ne révèle pas de tests significatifs mais des tendances sont tout de même observées, dans les trois régions d'étude (Figure 2) : en région Centre, l'abondance augmente avec la distance à la bordure, alors qu'elle diminue en région Rhône-Alpes. En Picardie les lignes sont peu différenciées.

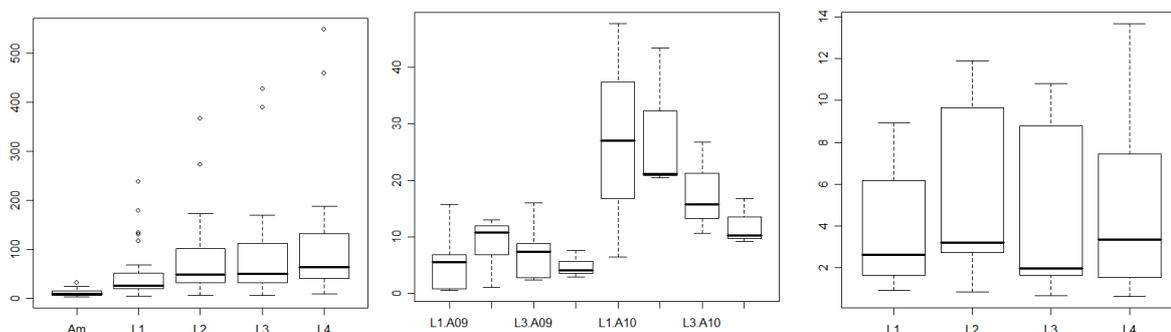


Figure 2 - Abondance en fonction de la ligne de prélèvement : en région Centre (à gauche), en région Rhône Alpes (au centre), en région Picardie (à droite). L1 = 5m de la bordure, L2 = 30m, L3 = 70m et L4 = 150 à 200m

Impact des aménagements sur les populations de carabidés dans les parcelles adjacentes

On compare les caractéristiques des communautés (abondance et richesse spécifique) au sein des parcelles cultivées bordées par un aménagement et celles non bordées d'un aménagement. On mesure l'abondance et la RS en moyenne sur les lignes L1-L2-L3, intra-parcellaire. Les tests portent sur les régions Picardie et Rhône Alpes, uniquement, qui possèdent au moins 5 répétitions. En région Centre, seulement 2 parcelles ne sont pas bordées d'un aménagement. Les données 2011 ne sont pas prises en compte par manque de répétition.

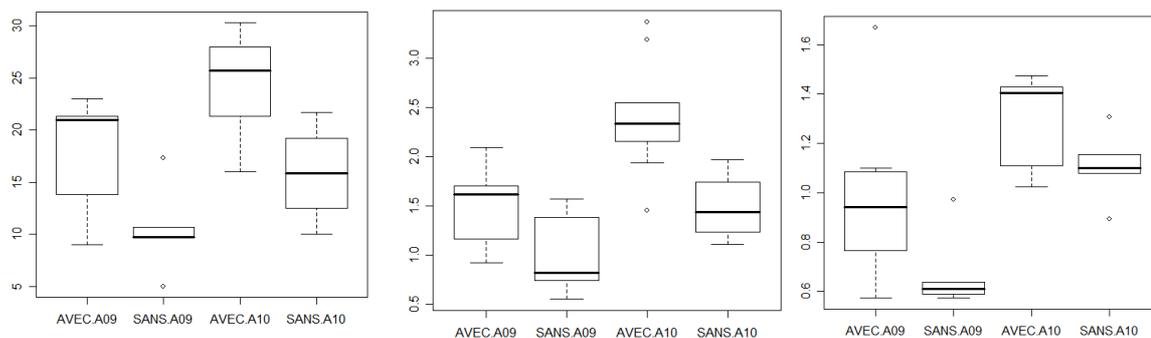


Figure 3 - Caractéristiques des communautés dans les parcelles avec ou sans aménagement : abondance en Rhône-Alpes (à gauche), RS en Rhône-Alpes (au centre), RS en Picardie (à droite)

En Picardie, les tests ne sont pas significatifs pour l'abondance et la richesse spécifique. Cependant on peut observer une tendance concernant la RS (Figure 3) : en 2009 et 2010, l'absence d'aménagement en bordure de parcelle paraît diminuer la RS au sein de la parcelle. En région Rhône-Alpes, les aménagements ont un impact significatif sur les populations de *Carabidae* présentes dans les parcelles adjacentes, notamment sur leur abondance et sur leur diversité. Dans les parcelles non bordées par un aménagement de type haie ou bande enherbée, l'abondance et la RS sont plus faibles que dans les parcelles bordées par un aménagement (Figure 3).

Analyse multifactorielle – Confrontation des facteurs explicatifs – Impact des aménagements

On s'intéresse en particulier à l'abondance des deux espèces majoritaires *Poecilus cupreus* et *Pterostichus melanarius*, en utilisant la méthode statistique de segmentation. La donnée de base étudiée est l'abondance moyenne par pot d'une ligne pour une semaine donnée pour les données uniquement intra-parcellaires (les lignes dans les aménagements sont exclues).

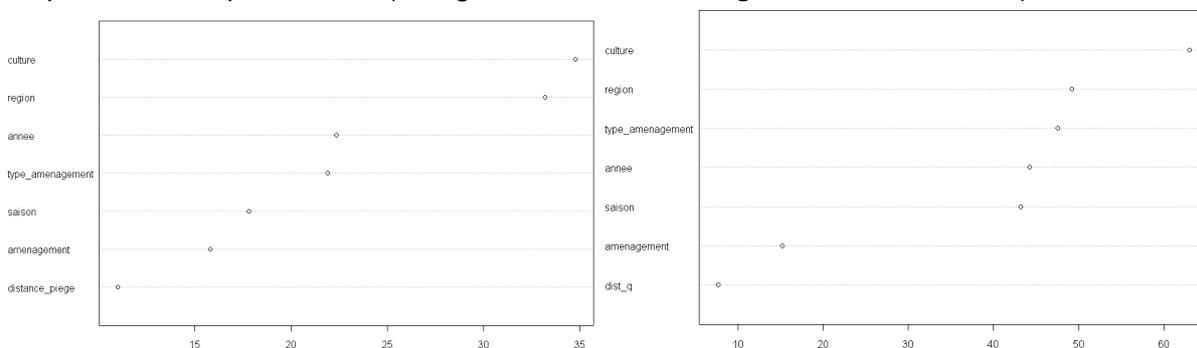


Figure 4 - Graphique représentant le pourcentage d'accroissement de l'erreur résiduelle du modèle (méthode statistique de segmentation) de (à gauche) *P. cupreus* (%explain = 37,8) et de (à droite) *P. melanarius* (%explain = 24,4).

L'étude de la répartition de *Poecilus cupreus* révèle ainsi que la nature de la culture en place dans la parcelle est le facteur prépondérant suivi par le facteur « région ». En s'intéressant au facteur « type d'aménagement » (22.2%), il semble que la présence de bandes enherbées ne soit pas favorable à *Poecilus cupreus*. Les aménagements « boisés » ou l'absence d'aménagement seraient les plus favorables à son abondance dans les parcelles adjacentes (d'après les arbres de segmentation). A l'inverse ce sont les aménagements « herbeux » (bandes enherbées) qui sont les plus favorables (d'après les arbres de segmentation 46%) pour l'abondance en *P. melanarius*.

IMPACT DES PRATIQUES CULTURALES SUR LES POPULATIONS DE CARABIDAE DANS LES PARCELLES CULTIVÉES

Pour mesurer l'impact des pratiques, la moyenne des lignes L1 à L3 intra-parcellaires et communes à toutes les parcelles est étudiée. On cherche à identifier les facteurs locaux, qui pourraient expliquer les caractéristiques de communautés de *Carabidae* présentes dans les parcelles

cultivées. Ainsi, le type de culture, la taille de la parcelle, le travail du sol (type de travail du sol et date), l'utilisation de produit phytosanitaire sont ainsi pris en compte dans cette analyse.

Mesure de l'effet de la taille de la parcelle

Pour mesurer l'impact potentiel de la taille des parcelles sur les caractéristiques de communautés, les parcelles ont été regroupées par classe. Les tests ne révèlent pas de différences significatives.

Impact du type de culture

Ici, l'analyse sera menée par région. L'effet des cultures est étudié au regard de leur nature, leur saisonnalité (cultures de printemps/cultures d'hiver) et leurs caractéristiques globales (sarclées/céréalières/oléo-protéagineuses/fourragères).

En région Centre les cultures de printemps sont, en tendance, plus favorables que les cultures d'hiver. Cette tendance s'inverse pour la richesse spécifique qui semble favorisée dans les cultures d'hiver. Entre les différents types de cultures on n'observe pas de différence significative en région Centre (figure 5).

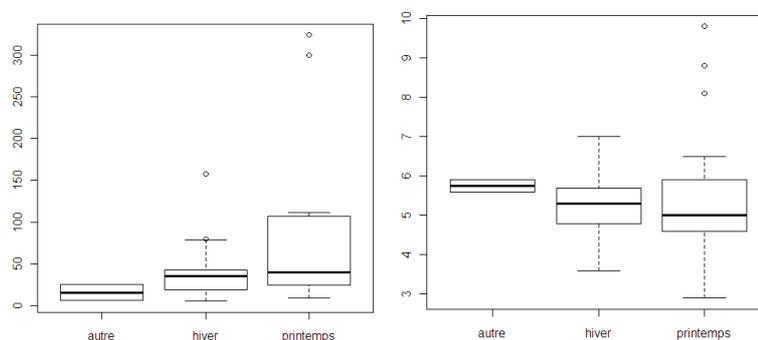


Figure 5 – Région Centre : les différentes cultures (céréales, sarclées, oléo-protéagineuses) pour expliquer les répartitions des populations de Carabidae – (A gauche) Abondance, non significatif et (A droite) RS, non significatif – Observation de tendance

En région Picardie l'abondance est favorisée dans les cultures de printemps, à l'inverse la richesse spécifique est favorisée dans les cultures d'hiver. De la même manière, plus spécifiquement l'abondance est significativement (p -value = 0.0218) plus élevée dans les cultures sarclées de type betteraves et pommes de terre par rapport aux cultures céréalières et à l'inverse les espèces sont significativement plus diversifiées (p -value = 0.00369) dans les cultures céréalières par rapport aux cultures sarclées (figure 6).

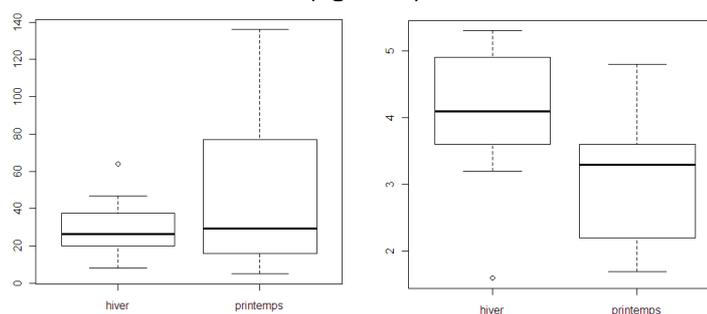


Figure 6 – Région Picardie : les différentes cultures (céréales, sarclées, autres [ici Endives]) pour expliquer les répartitions des populations de Carabidae – (A gauche) Abondance, non significatif et (A droite) RS, significatif (p -value = 0.01584) – EVOLUTION INVERSE

A l'inverse des autres régions, **en région Rhône Alpes** ce sont les cultures de printemps qui sont les plus défavorables aux populations de *Carabidae*. Ces cultures, maïs et tournesol, semblent peu attractives. En région Rhône Alpes c'est le colza qui apparaît le plus favorable à l'abondance en *Carabidae*.

Impact du travail du sol

En région Rhône Alpes, on n'observe pas de différence significative entre les types de travail du sol (L : Labour), (LTS : Labour + Travail superficiel), (TS : Travail superficiel), (NL : Non labour). On observe cependant une différence significative pour la date du travail du sol. Un travail en été ou automne est plus favorable à l'abondance. Les parcelles travaillées en été sont les parcelles implantées en colza, que l'on a identifié précédemment comme la culture la plus favorable pour l'abondance dans cette région.

En région Picardie, contrairement à la région Rhône Alpes on observe une différence significative entre les différents types de travail du sol sur l'abondance et la RS dans les parcelles cultivées. Pour l'abondance un travail du sol L : labour et LTS : Labour + Travail simplifié semble plus favorable qu'un travail superficiel uniquement TS, ou l'absence de travail du sol NL. Cependant cette différence significative entre les différentes interventions s'observe également pour la RS, mais de manière inversée ; NL et TS sont plus favorables à la diversification des espèces que L et LTS (Figure 7).

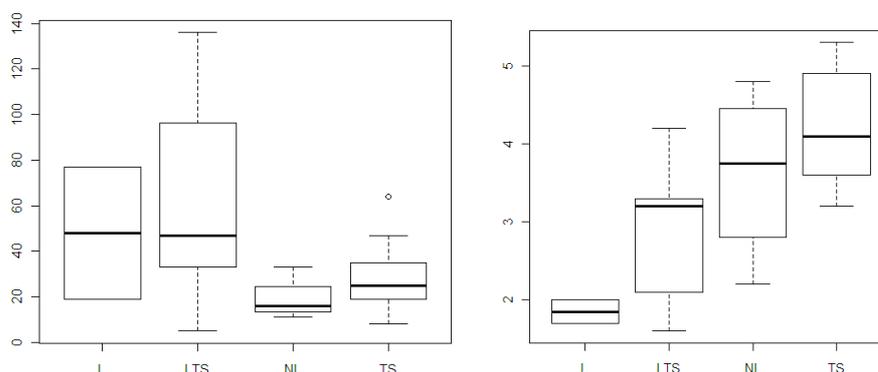


Figure 7 – Région Picardie : Impact du type de travail du sol sur (à gauche) l'Abondance intra-parcellaire, significatif, (à droite) la RS intra-parcellaire, significatif.

(L : Labour, LTS : Labour+Travail superficiel, NL : Non Labour, TS : Travail superficiel)

La date du travail du sol a également un impact significatif sur les populations de carabes présentes dans les parcelles cultivées. En effet on note une différence significative pour l'abondance (travail au printemps favorable), et une tendance (non significatif) pour la richesse spécifique (travail au printemps défavorable).

En région Centre on n'observe pas de différence significative entre les parcelles soumises à différents types de travail du sol et à différentes dates d'intervention pour l'abondance. Pour la RS on observe une différence significative pour le type de travail du sol, en effet il apparaît que LTS est plus favorable que les autres types d'intervention (Figure 7). On note cependant un manque important de répétition en région Centre.

Analyse multifactorielle – Impact des pratiques culturales

De la même façon que précédemment on s'intéresse en particulier à l'abondance des deux espèces majoritaires *Poecilus cupreus* et *Pterostichus melanarius* en utilisant la méthode statistique de segmentation.

Les facteurs prépondérants sont le type de culture (34,41%) ainsi que la date du travail du sol (34,56%) pour expliquer l'abondance de *P. cupreus*. D'après les arbres de segmentation un travail en été et à l'automne ainsi que la culture de pois sont favorables à *P. cupreus*. La classe de surface parcellaire (10%) et la présence d'aménagement (8%) arrivent ensuite.

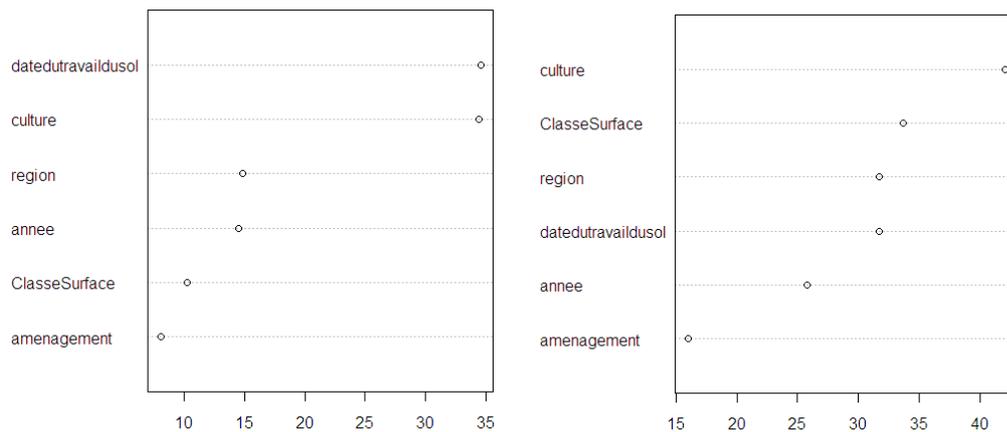


Figure 8 - Graphique représentant le pourcentage d'accroissement de l'erreur résiduelle du modèle (méthode statistique de segmentation) l'abondance en (A gauche) *P. cupreus* (%explain : 29,58) et (A droite) *P. melanarius* (%explain : 25,03) – Impact des pratiques culturales

Pour l'espèce *P. melanarius* le facteur prépondérant est la culture (42%) ; les cultures de betteraves et pommes de terre étant les plus favorables selon les arbres de segmentation. La classe de surface parcellaire représente 33%, les classes supérieures ou égales à 10ha étant les plus favorables. Viennent ensuite les facteurs région et date du travail du sol, avec environ 32%, pour lesquelles la région Picardie et un travail du sol au printemps sont les plus favorables selon les arbres de segmentation.

Impact des produits phytosanitaires

On mesure également l'impact de l'utilisation de produits pesticides sur l'abondance et la RS des *Carabidae*. On réalise une analyse par segmentation, en confrontant les facteurs suivants ; application de fongicides, herbicides, insecticides-molluscicides et type de culture.

Pour les trois régions, de manière globale l'application ou la non application de pesticide explique très peu la caractéristique des communautés de *Carabidae*. En effet une analyse par segmentation a été réalisée, ne représentant que 0,14% de l'information total pour l'abondance. Il apparaît qu'une analyse plus fine de ces facteurs par type de substance active et date d'application doit être menée. Dans le cadre de cet article cette étude n'a pas été faite.

IMPACT DES ÉLÉMENTS DU PAYSAGE : CHANGEMENT D'ÉCHELLE

Ici on compare les moyennes par dispositif par semaine par ligne en prenant en compte l'ensemble des lignes ; dans les aménagements et dans les parcelles adjacentes. Différents facteurs ont été mesurés sur le terrain dans un périmètre de 1500m (buffer) dans les région Picardie et Centre et dans un périmètre de 500m en région Rhône Alpes (contraintes topographiques). On réalise une analyse par segmentation pour les trois régions pour observer le poids des différents facteurs sélectionnés.

Pour la région Centre, l'analyse représente uniquement 1,2% de l'information. Le facteur prépondérant est le linéaire de chemin ; herbeux (14%) ou non (12,5%). La surface de la parcelle a également un poids (10%). Un deuxième paquet de facteurs entre 6 et 8% apparaît ensuite avec la surface en colza et céréales dans le buffer, ainsi que le linéaire de bande enherbées.

Pour la région Picardie, on réalise la même analyse par segmentation. L'analyse représente 1,18% de l'information. Les facteurs prépondérants sont les mêmes qu'en région Centre, soient le linéaire de chemin ; herbeux (13%) ou non (15%) et la surface de la parcelle cultivée (10%). Le paquet de facteurs secondaires est cependant différent par rapport à la région Centre ; la surface en éléments forestiers et le linéaire de bandes enherbées se détache (respectivement 6,89 et 6,85%). **En région Rhône Alpes** l'analyse représente 3% de l'information (buffer 500m). Le facteur prépondérant pour la région Rhône Alpes est bien différents des autres régions il s'agit de la surface de pois dans le périmètre autour de la parcelle (21%). La surface en céréale et le linéaire de BE sont les facteurs qui ont le plus de poids ensuite, respectivement 11 et 10%. Entre 5 et 10% on retrouve les facteurs linéaire de haie, surface en colza et en jachère.

Ces analyses par segmentation constituent une première approche qu'il faudra approfondir, par exemple en intégrant l'ensemble des facteurs explicatifs dans un seul modèle. .

CONCLUSION

La présence d'aménagements agro-écologiques en bordure de parcelles cultivées, la couverture végétale, les pratiques culturales sont des éléments majeurs conditionnant la nature et la répartition des communautés de *Carabidae* au sein de la parcelle agricole, également fonction de facteurs spatio-temporels, variables a priori indissociables de ce type de dispositif expérimental. L'effet des pratiques et des aménagements semble différent selon que l'on travaille sur l'abondance ou sur la diversité et les résultats peuvent varier selon les régions. En effet, en région Rhône-Alpes, les populations recensées sont sensibles à la présence de haies ou de bandes enherbées en bordure de parcelles, cette sensibilité est moindre dans les autres régions étudiées. A l'inverse les populations en région Picardie sont plus sensibles au travail du sol (type et date) notamment pour la richesse spécifique favorisée par un travail superficiel ou l'absence d'intervention et l'abondance qui elle est favorisée par un travail du sol profond. Les résultats présentés dans cette étude seront complétés en intégrant de nouveaux facteurs explicatifs aux travaux de segmentation afin de tester la solidité des modèles créés.

En région Picardie, on peut se demander si au-delà des phénotypes géographiques, une richesse spécifique faible ne serait pas le résultat de la très forte abondance de 1 à 2 espèces. En effet l'espèce majoritaire *P. melanarius* domine l'ensemble des autres espèces. On suppose alors que certaines pratiques l'ont favorisé au détriment des autres espèces. Par ailleurs, en termes de service-rendu en matière de lutte biologique, on peut alors s'interroger sur l'efficacité des différentes situations : Une très forte abondance d'une ou deux espèces associées à une diversité spécifique faible est-elle comparable à une richesse spécifique forte associée à une abondance faible des espèces représentées.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont aux personnes ayant assuré les relevés sur le terrain au cours de ces deux années d'étude dans les trois régions concernées (Régis Wartelle et Jérémy Dreyfus, CRAP), ainsi qu'aux experts qui nous ont permis d'identifier les espèces rares piégées. Un grand merci également aux agriculteurs nous ayant permis d'installer nos dispositifs dans leurs parcelles, sans qui bien sûr aucune étude n'aurait été possible.

BIBLIOGRAPHIE

- > HANCE T., 2002 - Impact of Cultivation and Crop Husbandry Practices. In : Holland J.M [ed.] 2002, *The Agroecology of Carabid Beetles*. Andover, UK, Intercept. p231-249
- > KROMP B., 1999 - Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, 187-228.
- > WEIBULL, A-C, ET ÖSTMAN O, 2003 - Species composition in agroecosystems: The effect of landscape, habitat, and farm management. *Basic and Applied Ecology* vol. 4, no 4, p. 349-361.
- > WEIBULL, A-C, ÖSTMAN O. ET GRANQVIST A. 2003 - Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and Conservation*. vol. 12, no 7, p. 1335-1355.

IMPACTS SUR L'ABONDANCE ET LA DIVERSITE DES SYRPHIDAE : ALLER PLUS LOIN GRACE AUX ANALYSES POLLINIQUES

Charlotte Dor, Julie Maillet-Mezeray

*Arvalis Institut du Végétal, Station Expérimentale, 91720 Boigneville, France
j.mailletmezeray@arvalisinstitutduvegetal.fr*

RESUME

L'étude des *Syrphidae* réalisée dans le cadre du projet CasDAR Entomophages en région Centre, Picardie et Rhône-Alpes de 2009 à 2011 se base sur l'utilisation de différents dispositifs d'observation et de piégeage, la tente Malaise et le piège Cornet y ayant une place prépondérante. La qualification de chaque site étudié, réalisée suite à un recensement par GPS des éléments du paysage, combiné à l'intégration de données fournies par l'Inventaire Forestier National a permis (avec le concours de Cédric Vaissade (*Arvalis*) et de Béatrice Noirtin (*INRA Nancy*)) de visualiser cet ensemble via un logiciel cartographique. L'importance de chaque élément a pu ainsi être ensuite définie comme correspondant à un pourcentage de surface Buffer, surface circulaire, définie pour un rayon de 0.5 ou 1.5km selon les régions. Les éléments étudiés sont en particulier l'assolement, le couvert forestier et le kilométrage de linéaire haie ou bande enherbée. Une analyse pollinique des contenus de jabots de syrphes comparée à la composition des bords de champs a permis de mettre en avant l'intérêt de la présence de certaines familles de plantes, comme les *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Rosaceae*...

INTRODUCTION

L'étude des *Syrphidae*, réalisée dans le cadre du projet Entomophages, s'inscrit dans un objectif de caractérisation et d'optimisation de la présence en parcelle de ces insectes, auxiliaires distingués pour leur action aphidiphage au stade larvaire. Reconnues comme largement conditionnées par la nature du paysage (Speight 2007), les populations de *Syrphidae* ont été suivies en région Centre, Picardie et Rhône-Alpes de 2009 à 2011. L'étude de l'impact des éléments paysagers sur ces populations, réalisée dans le cadre du projet, se base sur l'étude des facteurs favorisant l'abondance et la richesse spécifique de ce taxon, évaluées par piégeage.

La variabilité des populations de *Syrphidae* a été testée au regard des différents « éléments » du paysage, comme le couvert forestier, l'assolement, les linéaires de bords de champ et en particulier leur composition. Ces facteurs sont définis pour une surface donnée dont le centre correspond au positionnement du piège où sont capturés les syrphes. Les analyses menées ont été faites sur la base de relevés cartographiques effectués tout au long du projet. Un relevé des assolements a également pu être réalisé au cours de certaines années du projet. Les variables prises en compte dans l'analyse sont issues du calcul d'un pourcentage surfacique d'un élément (en fonction de la variable prise en compte) pour un « buffer » de rayon 1.5km autour du piège.

ETUDE DE L'IMPACT DES ÉLÉMENTS PAYSAGERS

Protocole de suivi

Dans le cadre du projet « Entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats », plusieurs techniques de recensement ont été considérées : l'observation sur culture, permettant de relever par comptage le nombre d'individus, larves ou adultes, présents sur une zone donnée, et le piégeage, basé sur l'installation de pièges fixes, la tente Malaise et le piège Cornet, relevés de façon hebdomadaire. Les piégeages par tente Malaise (16) ont été effectués en région Picardie et Centre pendant les trois années du projet, la première année seulement en région Rhône-Alpes. Les pièges Cornet (32) ont été mis en place seulement

en 2010. La durée du piégeage a pu varier en fonction des régions et des années mais le suivi a généralement eu lieu au cours des mois de mai, juin, juillet et septembre.

Méthodes d'analyse statistique utilisées

La méthode statistique utilisée est celle des forêts aléatoires (Random forest) qui effectue des forêts aléatoires d'arbres de décision. Cet outil permet de résoudre des cas de régression (Y=quantitatif) ou de classification (Y=qualitatif). En calculant un indice d'importance de chaque variable explicative, cette méthode donne la possibilité de hiérarchiser l'importance de ces dernières et donc de déterminer quelles variables explicatives contribuent le plus à l'explication de la variabilité de Y. Les analyses menées jusqu'ici sont encore exploratoires. Elles ont été réalisées de façon indépendante par région et par année (3 régions et 2 à 3 années en fonction des régions), ainsi que par type de pièges (Cornet, malaises ou les deux). L'abondance des espèces et la richesse spécifique ont également été traitées de façon indépendante. Dans le cas de l'effet des éléments paysagers sur l'abondance des espèces de *Syrphidae*, les analyses ont pu être menées toutes espèces confondues ou bien par espèces pour les espèces principales (*Episyrphus Balteatus* et *Sphaerophoria scripta*).

Pour la variable « abondance », 19 cas différents ont pu être étudiés. Pour la variable « richesse spécifique », 7 cas de figure ont pu être analysés.

Résultats obtenus

Concernant l'abondance, les résultats préliminaires obtenus semblent montrer :

- Que le poids des différents facteurs varie en fonction des régions, des années et des espèces considérées,
- Que les modèles ne présentent un % de variabilité supérieur à 5 % (de 5.26 à 27.21) que sur 7 des 19 cas traités,
- Que sur ces 7 cas, le facteur prédominant semble être la forêt,
- Que le tournesol ne semble pas être un facteur important.

Concernant la diversité, sur les cas étudiés, 3 des modèles présentent un % de variabilité expliquée supérieur à 10 % (12.02 à 24.91). Il reste néanmoins difficile de faire ressortir des variables explicatives avec certitude. Ces résultats sont encore à confirmer.

POLLENS CONSOMMÉS PAR LES SYRPHES

Méthode

Le pollen consommé par les *Syrphidae* a été extrait des jabots et identifié à la loupe binoculaire. La quantité de pollen présente a également été évaluée. Les syrphes sont identifiés par espèce et sexe. Pour les femelles, le stade de maturation des œufs est également noté. 226 syrphes ont été identifiés (151 proviennent de la région Centre – Ile de France, 10 de Rhône-Alpes et 65 de Picardie). La répartition par espèces est la suivante :

69 pour *Sphaerophoria scripta*

56 pour *Episyrphus balteatus*

43 pour *Eupeodes corollae*

25 pour *Melanostoma mellinum*

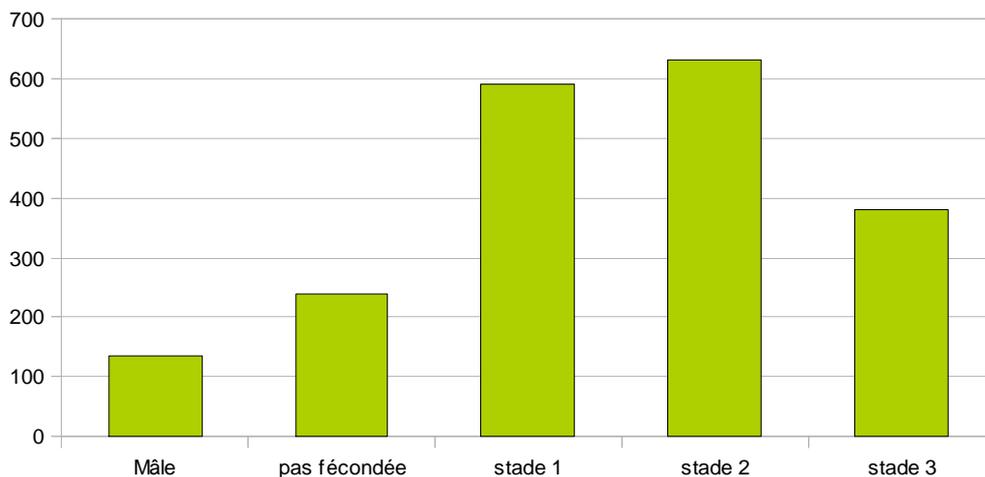
29 pour *Melanostoma scalare*

4 pour *Scaeva pyrastris*

Résultats obtenus

Quantité de pollen consommée

La moyenne de la quantité de grains de pollen consommés par les syrphes semble montrer que les mâles s'alimenteraient moins que les femelles fécondées. Les femelles non fécondées semblent venir d'émerger, donc très peu d'entre-elles ont pu s'alimenter. Au cours des stades 1 (lipides dans l'abdomen) et 2 (apparition d'œufs non formés), les femelles ont beaucoup de pollen dans leurs tubes digestifs. Au stade 3, beaucoup de femelles pleines d'œufs semblent ne plus avoir trop de place dans leur abdomen pour s'alimenter.



Graphique 1. Moyenne de la quantité de pollen consommée par les syrphes selon leur sexe et le stade reproductif de la femelle.

	Mâle	pas fécondée	stade 1	stade 2	stade 3
Moyenne	134,37	239,31	591,3	630,54	381,17
Ecart-type	466,57	504,31	1220,14	1120,18	875,18

Tableau 1. Moyenne et écart-type de la quantité de pollen consommée par les syrphes selon leur sexe et le stade reproductif de la femelle.

Espèces consommées

L'analyse des plantes butinées montrent qu' *Episyrphus balteatus* a visité 22 espèces floristiques différentes. Les familles sont très variées. *Melanostoma mellinum* a visité 8 espèces floristiques et *Melanostoma scalare* seulement 6 espèces floristiques butinées. *Eupeodes corollae* a visité 29 espèces floristiques, petites fleurs de la strate herbacée mais également très présents dans les strates arbustives (troène) et arborescentes (tilleul). *Sphaerophoria scripta* a consommé 46 espèces floristiques et semble préférer les *Rosaceae*, *Brassicaceae* et *Asteraceae*.

COMPARAISON DES POLLENS ISSUS DU CONTENU DIGESTIF ET DES ESSENCES DE BORDS DE CHAMP

Méthode

Le relevé de la composition des bords de champ est basé sur une enquête auprès des agriculteurs, certains ayant à disposition la composition de leurs haies plantées, et de leurs bandes semées. Afin de compléter ces premiers éléments, un relevé floristique des bandes enherbées a été effectué en région Centre à Boigneville et Maisse, en identifiant les plantes jusqu'à l'espèce et considérant l'échelle suivante.

Une partie des syrphes piégés (X individus environ) ont été confiés au bureau d'étude Flor'insectes (Johanna Villenave-Chasset), chargé de l'identification du pollen contenu dans les jabots de syrphes, par dissection et observation sur lame au microscope.

Les résultats ainsi obtenus en région Centre (237 individus, issus des piégeages de 2009 et 2010) ont été analysés statistiquement à l'aide du logiciel R, par une double ACM, mettant en évidence les plantes présentes à la fois en bord de champ et dans les jabots de syrphes pour un site donné, et laissant ainsi entrevoir l'intérêt de ces plantes dans un objectif d'agriculture de conservation.

Résultats

L'analyse statistique effectuée par genre ne conduit pas à des résultats significatifs, elle a donc été ramenée à une analyse par famille, et conduit au « Dendrogramme » suivant (Figure 5), précisant les groupes obtenus. L'étude des modalités caractéristiques de chaque groupe permet de mettre en évidence l'intérêt du groupe des *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Hypericaceae* et *Rosaceae*, les espèces végétales qui y appartiennent retrouvées dans les jabots étant présentes dans les bords de champ.

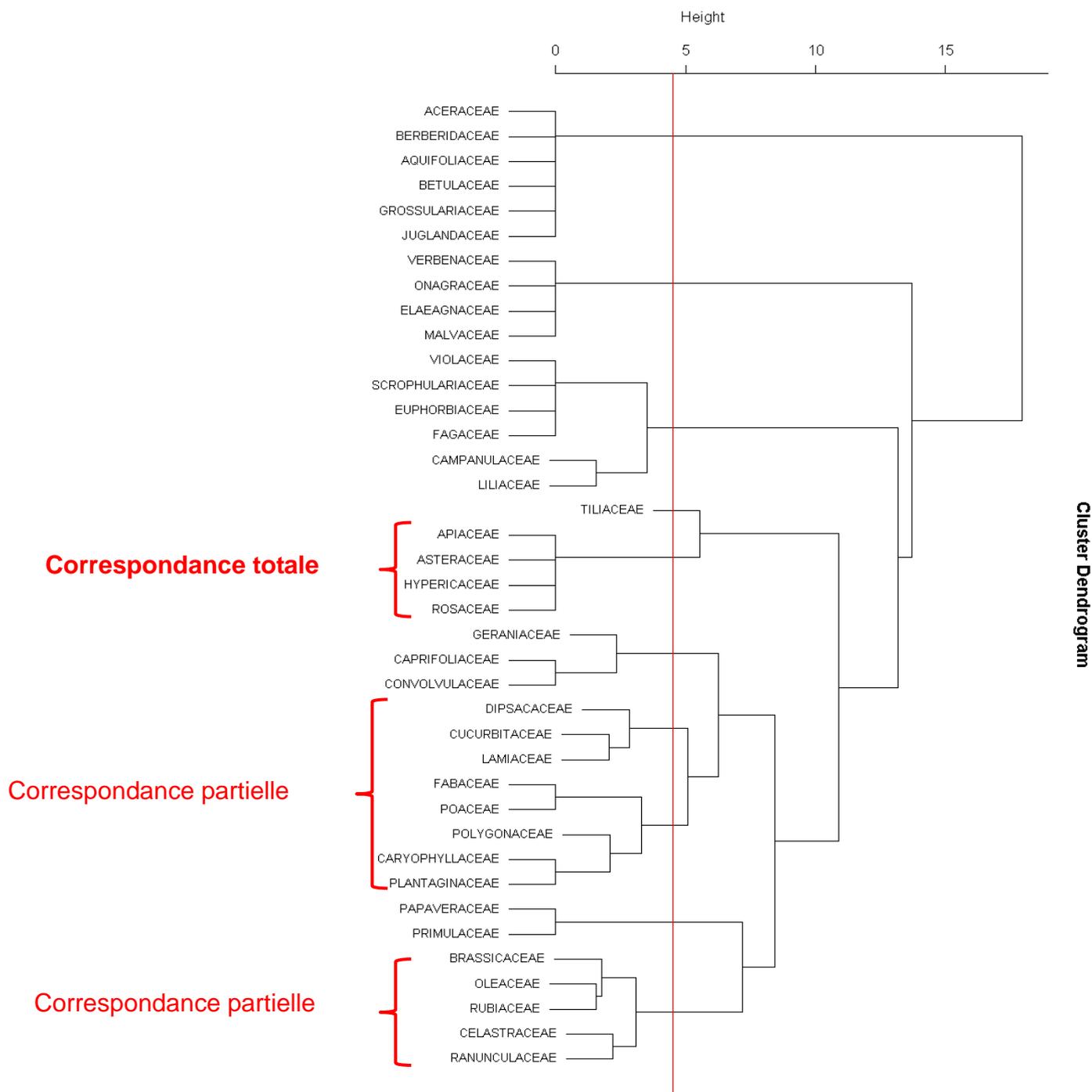


Figure 1 – Résultats d'analyse statistique comparée par double ACM, groupes de familles de plantes obtenus

Ces résultats confirment l'intérêt des *Asteraceae* (Speight 2005, Trinquesse 2008 et Couanon 2008) et des *Apiaceae* (Speight 2005 et Couanon 2008). De plus deux autres groupes de plantes présentent une correspondance partielle entre pollen présents dans les jabots et composant les bords de champ d'un même site. Il s'agit des *Dipsacaceae*, *Cucurbitaceae*, *Lamiaceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Caryophyllaceae* et *Plantaginaceae*, et du groupe des *Brassicaceae*, *Oleaceae*, *Rubiaceae*, *Celastraceae* et *Ranunculaceae*.

L'intérêt des *Fabaceae*, et la présence de pollens de *Poaceae*, évoqués par Couanon (2008) est donc partiellement confirmé ici. De plus, la présence de *Rosaceae*, dont le caractère favorable est reconnu (Francis 2005), est également un des éléments se dégageant de cette analyse.

CONCLUSION

L'étude des populations de *Syrphidae* au regard des éléments composant le paysage confirme l'intérêt des zones semi-naturelles et naturelles. De plus, une « maîtrise » de la composition des bords de champs semble être à envisager afin d'optimiser le contrôle biologique en parcelle par les larves de syrphes. Cependant, l'impact de ces facteurs est sujet à de grandes variations, annuelles et géographiques, il est donc souhaitable de considérer ces éléments pour une période et une région donnée.

BIBLIOGRAPHIE

- > FRANCIS F. et al., 2005 - *Effet des tournières enherbées sur les populations de syrphes en grandes cultures*. Notes fauniques de Gembloux 56, pp 7-10.
- > SPEIGHT M. et al., 2007- *Le syrphe, l'ordinateur et la gestion de la biodiversité*. Etude réalisée par les Réserves Naturelles de Haute-Savoie, 58 p.
- > TRINQUESSE M., 2008 - *Impact des bandes fleuries sur les syrphes aphidiphages et floricoles*. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master II mention Systèmes Ecologiques, 33 p.
- > COUANON T. 2008 - *Importance des bandes enherbées dans le fonctionnement de la communauté des Syrphidés entomophages au sein d'un paysage agricole*. Mémoire de fin d'études pour obtenir le titre d'ingénieur de l'ENITA de Clermont-Ferrand. 41 p.

EMERGENCE DES CARABIDES : POTENTIALITES DES HABITATS

Valentin Collard⁽¹⁾, Jérémy Dreyfus⁽¹⁾, Régis Wartelle⁽¹⁾, Julie Maillet Mezeray⁽²⁾

⁽³⁾ *Chambre Régionale d'Agriculture de Picardie, Amiens r.wartelle@picardie.chambagri.fr*

⁽⁴⁾ *Arvalis-Institut du végétal, Station expérimentale de Boigneville
j.mailletmezeray@arvalisinstitutduvegetal.fr*

RESUME

Les carabes, coléoptères auxiliaires des cultures, représentent une alternative potentielle à l'utilisation des insecticides chimiques. Aussi, l'acquisition de références sur la diversité de ces insectes dans les parcelles agricoles et sur les pratiques favorables à la biodiversité fonctionnelle était l'objectif principal des trois années écoulées de suivis d'insectes auxiliaires dans le cadre du projet CasDAR « Entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats ». Des dispositifs d'observation spécifiques, complémentaires des pièges Barber ont été mis en place pour évaluer l'émergence des *Carabidae* dans des zones préalablement établies de la parcelle agricole et de son environnement. Le faible nombre de répétitions ne permet pas de trancher de façon définitive mais ce travail préliminaire permet néanmoins une première approche de la potentialité d'émergence de *Carabidae* en fonction des habitats.

INTRODUCTION

Parmi les pistes explorées comme potentielles alternatives aux pesticides chimiques, le recours à la biodiversité fonctionnelle est à l'étude. Cette composante de la biodiversité est à même de fournir des services écologiques tels que la régulation des insectes ravageurs des cultures par les auxiliaires naturels, dont les coléoptères *Carabidae* (Monnen et Barberi).

L'objectif de cette expérimentation est d'estimer le « potentiel carabe » des parcelles agricoles en recensant les individus émergeant du sol dans des zones données de la parcelle et ce dans trois régions françaises (Picardie, Centre, Rhône-Alpes). Nous avons ainsi pu confronter les résultats obtenus en fonction des caractéristiques de chacune des parcelles afin de mettre en évidence l'incidence des infrastructures agroécologiques et de manière secondaire du type de culture sur l'émergence des carabes.

MATERIEL ET METHODES

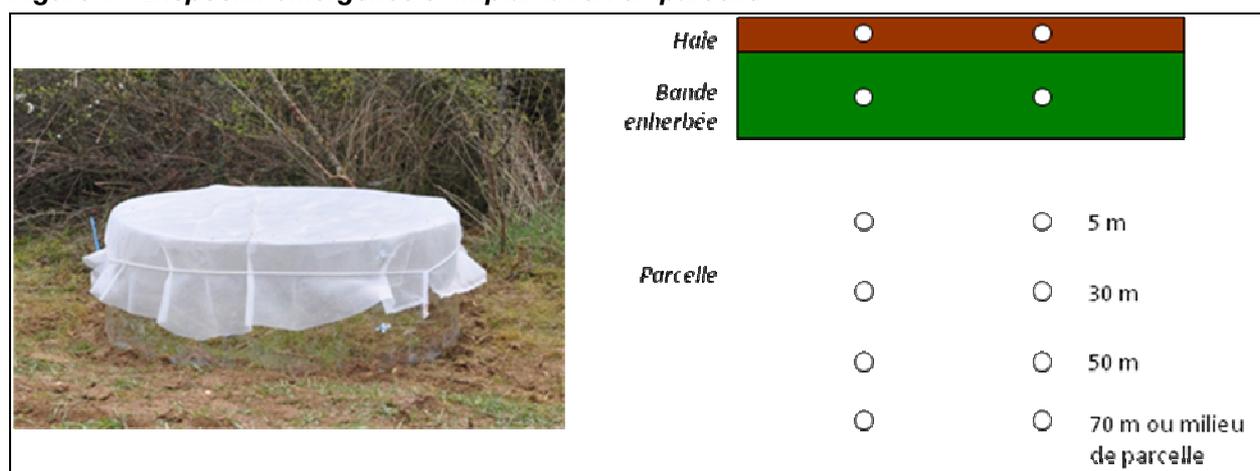
Le dispositif de suivi des émergences de carabes a été mis en place de façon spécifique et complémentaire aux suivis par piégeage Barber. Les suivis sont réalisés en parallèle sur les mêmes parcelles. Seules quelques-unes des parcelles suivies par « pot Barber » sont équipées avec ces dispositifs de suivi des émergences.

Présentation du dispositif

Le dispositif de piégeage par piège à émergence » des carabes qui émergent est composé d'une plaque de plexiglas implantée de manière circulaire sur 1m² dans le sol et recouverte d'un filet insect proof (figure 1). Il est inspiré du piège à émergence décrit par Purvis & Fadl (1996). Ce dispositif doit être imperméable aux carabes épigés et volants. A l'intérieur du dispositif se trouve deux pièges Barber emplis d'un mélange non attractif de capture et de conservation temporaire des individus (eau, liquide vaisselle, sel et liquide refroidissement).

Un à deux dispositifs sont implantés dans la parcelle à différentes distances de l'aménagement. Selon les aménagements et la taille de la parcelle, de trois à six dispositifs sont présents. Le détail des implantations est présenté dans la partie 1.2 « présentation des sites d'étude ».

Figure 1 – Dispositif émergence et implantation en parcelle



Présentation des sites d'étude

Les suivis ont été effectués dans trois régions françaises :

Région Centre : Suivis réalisés par Arvalis – Institut du végétal, dans quatre parcelles en 2010 et trois parcelles en 2011 (Tableau 1). Les parcelles étaient assolées en céréales d'hiver ou pois de printemps. Les relevés ont eu lieu du 20 avril au 6 juillet 2010 et du 12 mai au 6 juillet 2011 de façon hebdomadaire. Un piège était disposé par ligne.

Région Picardie : Les suivis ont été effectués par la Chambre Régionale d'Agriculture de Picardie sur deux parcelles en 2010 et 2011 (Tableau 1). Les parcelles étaient assolées en céréales d'hiver ou en betterave sucrière. Les relevés des pièges ont eu lieu du 12 mai au 15 juillet 2010 et du 12 mai au 30 juin 2011. En 2010 deux pièges par ligne étaient implantés, ce nombre ayant été ramené à un en 2011.

Rhône-Alpes : Quatre parcelles ont été suivies durant l'année 2010, du 20 avril au 30 juin par l'ACTA. Les parcelles suivies étaient assolées en céréales et oléagineux d'hiver.

	Année	Code Parcelle	Culture	Bosquet	Haie	Chemin herbeux	Bande enherbée	5m	30m	50m	70m ou milieu de parcelle
Centre	2010	C1-02	Blé tendre		X		X	X	X	X	X
		C2-03	Orge de P.					X	X	X	X
		C3-01	Blé tendre		X	X		X	X		X
		C3-04	Blé tendre		X	X		X	X		X
	2011	C3-02	Blé dur		X		X	X	X		X
		C3-04	Pois de printemps		X	X		X	X		X
C3-06		Pois de printemps				X	X	X		X	
Picardie	2010	P1-01	Blé tendre	X				X	X	X	X
		P1-03	Betterave sucrière				X	X	X	X	X
	2011	P2-01	Triticale					X	X		X
		P4-05	Blé tendre					X	X		X
Rhône-Alpes	2010	R1-01	Colza		X			X	X		X
		R3-01	Blé dur					X	X		X
		R4-02	Colza					X	X		X
		R5-02	Blé tendre				X	X	X		X

Tableau 1 – Parcelles suivies avec le dispositif émergence

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le faible nombre de répétitions par région et par année ne permet pas de mener de tests statistiques. Des tendances peuvent néanmoins être observées et sont présentées par la suite. On peut néanmoins supposer en comparant les parcelles par région et par année, qu'il existe une forte disparité des résultats en fonction des années et des sites. Il est probable également que les résultats varient selon les pratiques mises en œuvre mais il est difficile de trancher. Certains résultats sont néanmoins cohérents avec les résultats observés dans le cadre de l'analyse des dispositifs barber présentés par ailleurs. Les premières tendances observées avec ces pièges à émergence sont présentées par la suite.

Comparaison des richesses spécifiques évaluées par émergence et barber

	Année	Emergence	Barber
Centre	2010	34	58
Centre	2011	28	35
Picardie	2010	21	30
Picardie	2011	25	38
Rhône-Alpes	2010	78	81

Tableau 2 – Comparaison des richesses spécifiques évaluées par émergence et barber

La comparaison des résultats entre pièges à émergence et pots Barber reste difficile. Bien que le nombre de pièges à émergence soit bien inférieur au nombre de pot Barber, il est intéressant de comparer la richesse spécifique obtenue entre les deux dispositifs. Ces deux dispositifs n'ont pas le même objectif mais l'information collectée en piège à émergence, bien que plus faible reste importante.

Comparaison des habitats – Parcelles cultivées et Aménagements

L'abondance moyenne par piège, par semaine et par parcelle a été étudiée afin de mettre en évidence des différences d'émergence entre les aménagements et les parcelles adjacentes. La quantité moyenne de carabes émergeant par m² varie de façon importante par semaine au sein d'un même aménagement ou d'une même ligne. Cependant, en moyenne et toutes espèces confondues, l'émergence semble plus importante dans les aménagements que dans les parcelles. Cela est vérifié en région Centre et en Picardie, avec quelques variations selon la nature de l'aménagement : Les couverts herbacés semblent assurer une meilleure émergence que les aménagements boisés (haies). Pour certaines espèces, comme *Poecilus cupreus* en Centre, la présence d'une zone refuge en bordure de parcelle ne semble pas essentielle au développement des populations.

annee	parcelle_code	Bande enherbée	Chemin herbeux	Haie	Ligne 1	Ligne 2	Ligne 3	Ligne 4
2010	C1-02	2.75		0.50	0.15	0.23	0.29	0.42
	C2-03				0.81	1.00	0.29	2.08
	C3-01		2.75	1.39	0.25	1.15	1.98	
	C3-04		0.92	0.31	0.17	0.17	0.17	
2011	C3-02		2.07	2.33	0.37	0.74	0.33	
	C3-04		1.67	0.74	0.15	0.11	0.11	
	C3-06		0.48		0.56	0.19	0.30	

Tableau 3 : Nombre moyen d'individus émergents par m2 par ligne (Région Centre).

Production/ha

En extrapolant les quantités moyennes de carabes émergés dans les dispositifs de suivis, il a été possible d'estimer la quantité de carabes émergeant par hectare, sur la durée d'une campagne de suivis. Les chiffres d'émergence sont fortement variables par région, année et parcelle comme l'illustre le tableau ci-dessous pour la seule région Rhône Alpes. Les estimations oscillaient en effet entre 5000 et près d'un million de carabes/ha. L'effet site est confirmé par une comparaison des activité-densité et des richesses spécifiques totales par parcelle. Seules les lignes dans la parcelle et les semaines de suivis communes aux différents sites ont été prises en compte. Les meilleurs résultats ont été obtenus en Rhône-Alpes pour les deux indicateurs, tandis que la région Centre était celle où le plus petit nombre d'individus et d'espèces émergents étaient observés.

	Bandes enherbées	Chemin herbeux	Haie	Ligne 1	Ligne 2	Ligne 3	Ligne4
2010	27500	36667	21944	13750	25417	27292	25000
2011		42222	34444	10741	10370	7407	absente

Tableau 4 : Nombre moyen d'individus émergents par hectare par ligne (Région Centre).

Effet aménagement

L'échantillon de parcelle est insuffisant pour trancher néanmoins quelques tendances sont observées :

- Les émergences moyennes sont très variables en fonction des espèces,
- Les émergences moyennes sont très variables d'une ligne à l'autre.

On peut supposer en observant les émergences par espèces que les aménagements ne présentent pas le même intérêt pour l'ensemble des espèces présentes comme le montre le tableau 2. Il semble en effet que certaines espèces émergent exclusivement dans les aménagements alors que d'autres peuvent émerger indifféremment dans les aménagements ou à l'intérieur des parcelles. La présence d'aménagement agroparcélaire ne serait donc pas nécessaire au développement de tous les *Carabidae* puisque certains peuvent se développer sans problème au sein des parcelles.

lib_espece	Bande enherbée	Chemin herbeux	Haie	Ligne 1	Ligne 2	Ligne 3	Ligne 4
Acupalpus meridianus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	416	416
Amara aenea	833	416	0.0	208	0.0	0.0	416
Amara aulica	0.0	0.0	1666	0.0	0.0	0.0	0.0
Amara familiaris	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	416
Amara lucida	0.0	416	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Calathus gr. melanocephalus	0.0	833	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Calathus melanocephalus	0.0	0.0	277	0.0	0.0	0.0	0.0
Calathus rotundicollis	833	0.0	277	0.0	0.0	0.0	0.0
Demetrias atricapillus	0.0	0.0	0.0	0.0	625	416	833
Harpalus affinis	2500	15000	2777	1666	2083	625	2083
Harpalus rubripes	0.0	416	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Harpalus serripes	0.0	833	277	0.0	0.0	0.0	0.0
Metallina lampros	833	416	277	1041	0.0	1041	1666
Metallina properans	0.0	416	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Microlestes minutulus	0.0	833	555	0.0	0.0	0.0	0.0
Poecilus cupreus	6666	3750	3611	3541	10833	12083	10416
Pseudoophonus rufipes	1666	0.0	1666	833	416	625	1250
Pterostichus melanarius	833	7916	833	2291	6250	5416	2083
Trechus quadristriatus	3333	3333	1388	1458	625	1458	2083

Tableau 5 : Nombre moyen d'individus émergents pour quelques espèces par hectare (Région Centre, 2010).

Par ailleurs, bien que l'échantillon soit faible, l'analyse des parcelles en Rhône-Alpes, tendrait à montrer un « effet des aménagements ». Sur quatre parcelles suivies en 2010, deux étaient en blé et deux en colza, avec à chaque fois une aménagée et une non-aménagée. Il en ressort que quelle que soit la culture, la parcelle aménagée accueille systématiquement un plus grand nombre d'espèce que la parcelle non-aménagée (sans compter les lignes situées dans l'aménagement). Aucun effet n'est toutefois avéré sur le nombre d'individus émergent pour chaque espèce.

Comparaison de l'activité-densité et de l'émergence

Dans le cadre de cette analyse, nous avons confronté les courbes d'effectifs « émergence » aux courbes d'effectifs « Barber » sur des parcelles et des semaines identiques. Nous nous sommes focalisés sur les effectifs totaux par lignes et par individus pour chacun des dispositifs. Cette

confrontation est intéressante mais reste difficile puisque d'une part la pression de piégeage des deux dispositifs n'est pas la même, d'autre part il est difficile de savoir dans quelle mesure les surfaces prospectées sont comparables. Cette confrontation confirme que les aménagements ne présentent pas le même intérêt en fonction des espèces. Elle montre également les capacités de colonisation du milieu par certaines espèces en confrontant les résultats des deux dispositifs.

- Cas de *Pterostichus melanarius*

Nous avons fait un focus sur l'espèce *Pterostichus melanarius* afin de comprendre le phénomène de pullulation observé en région Picardie notamment. En comparant les effectifs des deux dispositifs on constate déjà qu'il s'agit d'une espèce très mobile. Par ailleurs l'espèce semble se développer sans contraintes dans les parcelles.

Aussi, pour l'année 2010, on se rend compte que pour des effectifs de cette espèce émergés à peu près similaire, les effectifs capturés ensuite en pot Barber sont nettement différents. On peut supposer que l'expansion de cette espèce, *a priori* parfaitement adaptée aux perturbations des parcelles, dépend aussi de la part de la niche écologique qu'elle occupe dès l'émergence. En Rhône-Alpes, *Pterostichus melanarius* représente 2% des individus à l'émergence, alors qu'il représente 16% des effectifs émergés en région Centre. Moins concurrencé en région Picardie, il pourrait alors se développer plus facilement que dans un milieu plus diversifié, où ses effectifs restent à des niveaux assez faibles (1.4% des effectifs Barber en Rhône-Alpes). En Picardie, région d'agriculture de production avec peu de zones refuges, il représente 44% des effectifs dès l'émergence. Face à ces conditions de milieu perturbé, il ne rencontrerait que peu de concurrence d'autres espèces de carabes et il représente 80% des individus capturés dans les pots Barber.

Tendances liées aux cultures

Nous avons ensuite regardé l'influence de la culture sur les populations de carabes (abondance et richesse spécifique totale par parcelle), malgré le faible nombre de répétitions, en se focalisant uniquement sur les lignes et les semaines de suivis communes aux différentes parcelles. Il en ressort que l'émergence est la plus élevée (abondance et richesse spécifique) dans les cultures d'hiver (blé et colza) que dans les cultures semées au printemps (Pois, orge, betterave). L'impact de la culture est dépendant des pratiques agricoles associées à cette culture, notamment le travail du sol. Ainsi les cultures de printemps, nécessitant un travail du sol (labour, reprise de labour, préparation du lit de semences) à une période critique (sortie d'hiver, printemps) provoquent des pertes importantes de carabes adultes ou larvaires présents dans le sol à cette époque. A l'inverse, les travaux du sol précédant le blé ou le colza sont réalisés à une époque où les carabes sont encore actifs, plus mobiles et donc moins sensibles au travail du sol. Plus que le type d'intervention, la période semble avoir une influence sur l'émergence des carabes. Des suivis réalisés par l'INRA SAD paysage en 2009 et 2010 corroborent ces tendances.

CONCLUSION

Après deux années de suivis, des tendances se dégagent sur les facteurs influençant l'émergence des *Carabidae* (meilleure émergence en cultures d'hiver, meilleure richesse spécifique dans les parcelles aménagées, mais les carabes n'émergent pas que dans les aménagements). Cela confirme l'intérêt des aménagements des bords de parcelles pour certaines espèces, et la nécessité d'optimiser les pratiques de gestion en parcelle au vu du potentiel d'émergence au sein de celles-ci.

BIBLIOGRAPHIE

- > MONNEN AC. et BARBERI P., 2008- Functional biodiversity: an agroecosystem approach. *Agriculture ecosystems and environment*, 127:7-21
- > PURVIS G. et FADL A.- 1996. Emergence of Carabidae (Coleoptera) from pupation: a technique for studying the « productivity » of carabid habitats. *Annales Zoologici Fennici* 33 : 215-223.

QUI ASSURE LE CONTROLE BIOLOGIQUE DANS LES PARCELLES AGRICOLES ? ... ET COMMENT ?

Nathalie Landé⁽¹⁾, Célia Pontet⁽¹⁾, Dominique Wagner⁽¹⁾, Séverine Perrollet⁽¹⁾, Clément Delayen⁽¹⁾, Jérémie Dreyfus⁽³⁾, Régis Wartelle⁽³⁾, Charlotte Dor⁽²⁾, Julie Maillet-Mezeray⁽²⁾

⁽¹⁾CETIOM, avenue Lucien.Brétignières, 78850 THIVERVAL GRIGNON, lande@cetiom.fr

⁽²⁾Arvalis-Institut du végétal, Station de Boigneville, j.mailletmezeray@arvalisinstitutduvegetal.fr

⁽³⁾Chambre Régionale d'Agriculture de Picardie, 19bis rue Alexandre Dumas, 80096 Amiens.
r.wartelle@picardie.chambagri.fr

RESUME

Le contrôle biologique est un service rendu par l'entomofaune autochtone des parcelles agricoles. En vue de concilier lutte biologique et lutte chimique, il est nécessaire de connaître les performances et les facteurs influençant ce contrôle biologique. Pour une première expérimentation au champ, le modèle retenu a été de mesurer le bio-contrôle effectué par les auxiliaires volants et/ou rampants sur pucerons des céréales. Le dispositif expérimental a été mis en place en Ile de France et Picardie aux printemps 2010 et 2011 incluant des aménagements de bordure variés (haies et/ou bandes enherbées, pas d'aménagement). Le suivi des populations de pucerons exposées à l'entomofaune autochtone montre des résultats différents en termes d'efficacité, de rapidité, de localisation dans la parcelle et du type d'aménagement de bordure. Le contrôle biologique du puceron des céréales est principalement assuré par des auxiliaires volants. Il est surtout efficace et rapide à 5m. Le contrôle biologique est influencé positivement par la présence de haies (plus efficace), et négativement par la présence de bandes enherbées (moins efficace, moins rapide). Ces premiers résultats sont à conforter dans d'autres environnements. Le lien avec les auxiliaires présents en termes d'activité-densité ou de diversité serait à établir ainsi que la compréhension des mécanismes (prédation, parasitisme...) pour transposer ces résultats.

Mots-clefs : contrôle biologique, pucerons des céréales, auxiliaires, service rendu, entomophages

INTRODUCTION

Le contrôle biologique est un service rendu par l'entomofaune autochtone des parcelles agricoles. En vue de concilier lutte biologique et lutte chimique, il est nécessaire de connaître les performances et les facteurs influençant ce contrôle biologique.

Le dispositif expérimental mis en place cherche à répondre à deux objectifs principaux :

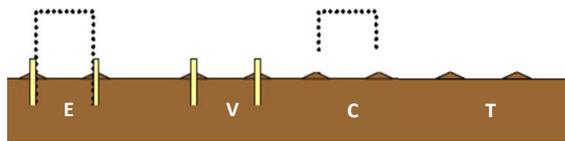
- Identifier qui exerce un contrôle biologique dans les parcelles de grandes cultures céréalières, mais aussi sa variabilité intraparcellaire, son niveau d'efficacité ainsi que sa vitesse d'exécution pour orienter et concilier lutte biologique et lutte chimique.
- Identifier les éléments qui influencent ce contrôle biologique dont les aménagements de bordure de parcelle, afin de pouvoir optimiser ce service par la suite dans les pratiques agricoles.

DEMARCHE EXPERIMENTALE

1. LE DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le modèle retenu est basé sur les travaux de Schmidt et al. (2003) et Holland et al. (2008). Le principe est d'exposer « des proies sentinelles » à la merci de l'entomofaune autochtone et de suivre leur disparition au cours du temps par les mécanismes cumulés de la prédation et du parasitisme.

Les proies exposées sont des pucerons des céréales (*Sitobion avenae*) exposées sur un plant d'orge (env. 250 pucerons/plant) dans différents pièges pour comparer le contrôle biologique assuré par les auxiliaires volants et/ou rampants (cf. figure 1) à différentes distances du bord de la parcelle : 5m, 30m et 70m (cf. figure 2).



Piège T : Piège témoin ouvert où l'ensemble des auxiliaires rampants (carabes, ...) ou volants (syrphes,...) ont accès aux proies (pucerons).
Piège C : Accès réservé aux auxiliaires rampants (isolation du haut du piège par un filet insect proof (tulle blanc à mailles de 520µm² de diamètre) supporté par un grillage).
Piège V : Accès réservé aux auxiliaires volants (isolation du sol par un cercle de plexiglass de 30cm de hauteur).
Piège E : Exclusion totale de l'entomofaune volante et rampante (piège isolé par un filet insect proof supporté par un grillage complété d'un cercle de plexiglass de 30cm de hauteur).

Figure 1 : différents pièges mis en place

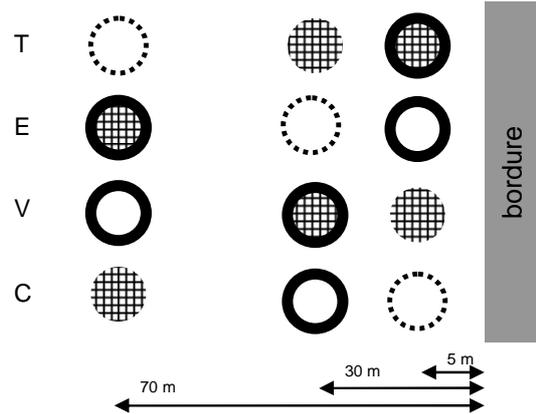


Figure 2 : disposition des pièges dans une parcelle



Le dispositif expérimental a été mis en place dans 2 régions (Ile de France et Picardie), dans 3 parcelles par région mais sans répétition dans la parcelle, 2 printemps (2010 et 2011) et répété deux fois au cours du printemps (mai et juin). Les aménagements de bordure sont absents ou présents (haies et/ou bandes enherbées).

2. LE TRAITEMENT DES DONNEES

Le suivi des populations de pucerons exposées s'est fait régulièrement pendant 12 à 13 jours pour obtenir une courbe de cinétique de disparition des pucerons en terme de fréquence par rapport au lendemain de la mise en place des pucerons (jour 1) pour chaque dispositif.

Les facteurs fixes étudiés seront les pièges (effet des auxiliaires), les lignes (variabilité intraparcellaire) et les bordures (effet des aménagements) et leurs interactions. Les facteurs aléatoires (région, année) serviront d'ajustement aux modèles pour généraliser les résultats.

Le traitement statistique porte sur la comparaison des cinétiques de disparition des pucerons selon trois approches :

2.1- La performance du contrôle biologique sera évaluée en termes de quantité et de rapidité par une comparaison des aires sous la courbe de ces cinétiques de disparition (ramenées à 12/13 jours et normalisées par une transformation log - 45) (cf. tableau 3)

2.2- Puis on regardera l'efficacité maximum du contrôle biologique atteinte par traitement (piège, ligne, bordure). Elle sera classée en 4 classes d'efficacité : < 50%, [50%-75%], [75%-90%] , >90% et testée (cf. tableau 3bis)

Tableau 3 : Type 3 - Tests des effets fixes

Effet	DDL Num.	DDL Res.	Valeur F	Pr > F
Piège	2	185	10.68	<.0001
Bordure	3	185	2.32	0.0770
Ligne	2	185	1.75	0.1772

Tableau 3bis : Analyse des effets Type 3

Effet	DDL	Khi-2 de Wald	Pr > Khi-2
piège	2	15.4343	0.0004
distance	2	4.6528	0.0976
bordure	3	6.8044	0.0784

Tableau 3 ter : Analyse des effets Type 3

Effet	DDL	Khi-2 de Wald	Pr > Khi-2
piège	2	4.4257	0.1094
distance	2	8.3257	0.0156
bordure	3	17.5440	0.0005
piège*bordure	6	14.3835	0.0256

2.3- Enfin, pour un contrôle biologique assuré avec une efficacité supérieure à 90%, on regardera les délais nécessaires pour atteindre ce niveau. Cette rapidité sera classée en 4 classes de délais : 3 à 5 jours, 6 à 8 jours, 9 à 11 jours et 12 à 13 jours et testée (cf. tableau 3ter).

RESULTATS

Les résultats des tests statistiques ci-dessous sont présentés au seuil de 20% (plus couramment utilisé en écologie au lieu de 5% usuellement utilisé pour des observations en milieu contrôlé).

1. Performance du contrôle biologique exercée par les auxiliaires sur pucerons des céréales

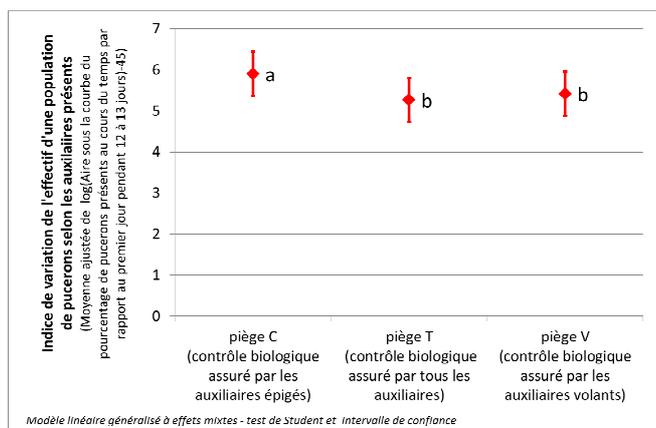


Figure 5 : performance du contrôle biologique selon les auxiliaires.

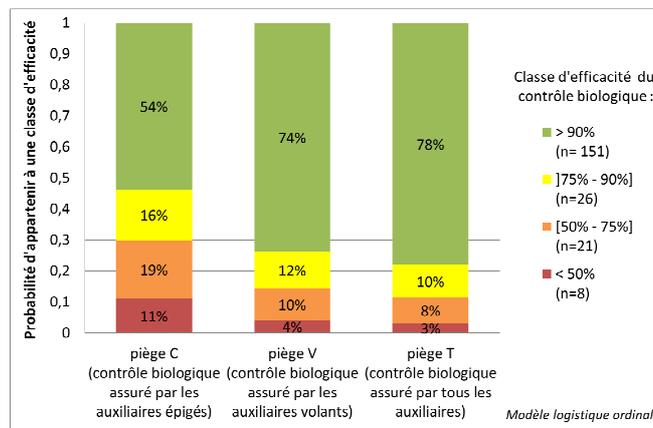


Figure 6 : niveau d'efficacité du contrôle biologique selon les auxiliaires.

Les auxiliaires volants sont plus performants que les auxiliaires rampants ($p=0,0009$). Le contrôle biologique du puceron des céréales est principalement assuré par les auxiliaires volants (cf. figure 5). La présence d'auxiliaires rampants n'améliore que peu les performances du contrôle biologique global, il ne semble pas y avoir de phénomène de cumul (cf. figure 6).

2. Variabilité du contrôle biologique sur pucerons des céréales dans la parcelle agricole

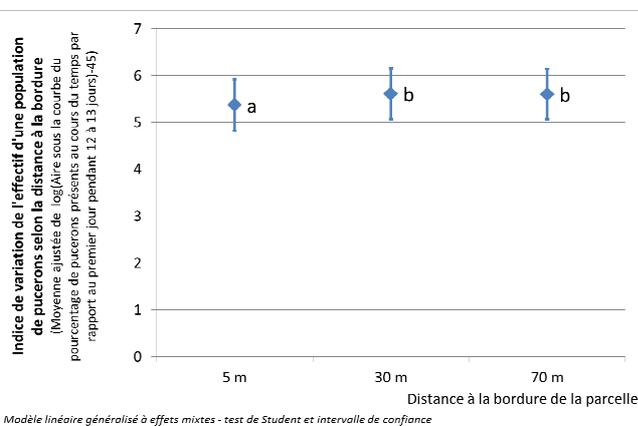


Figure 7 : variabilité de la performance du contrôle biologique dans la parcelle.

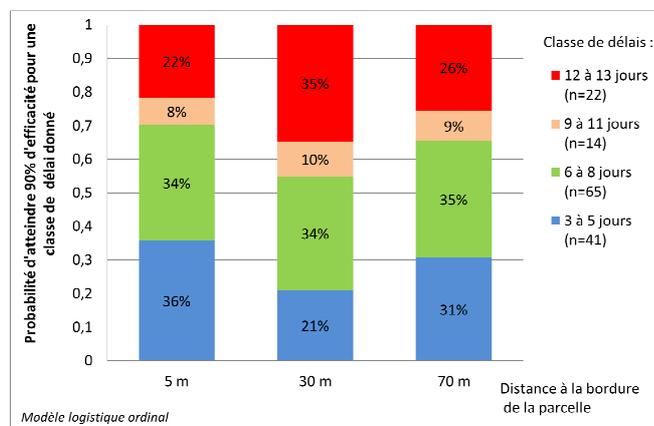


Figure 8 : rapidité du contrôle biologique pour atteindre une efficacité supérieure à 90%.

Le contrôle biologique est surtout efficace et rapide à 5m (cf figure 7). A 70m, seule la rapidité du contrôle biologique est remarquable (cf. figure 8) mais les hauts niveaux d'efficacité restent faibles.

3. Impact des aménagements de bordure sur les performances de ce contrôle biologique

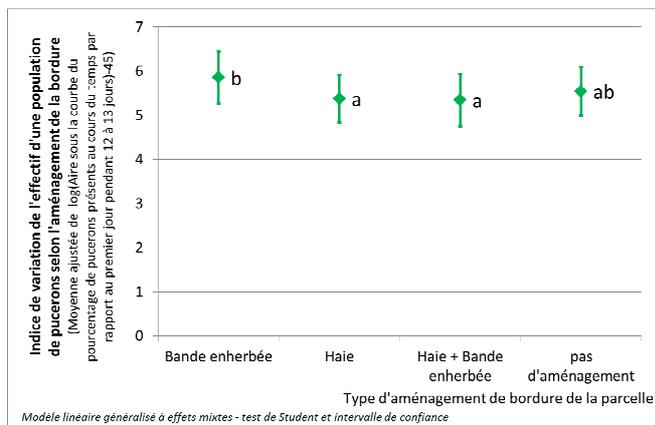


Figure 9 : performance du contrôle biologique selon l'aménagement du bord de la parcelle.

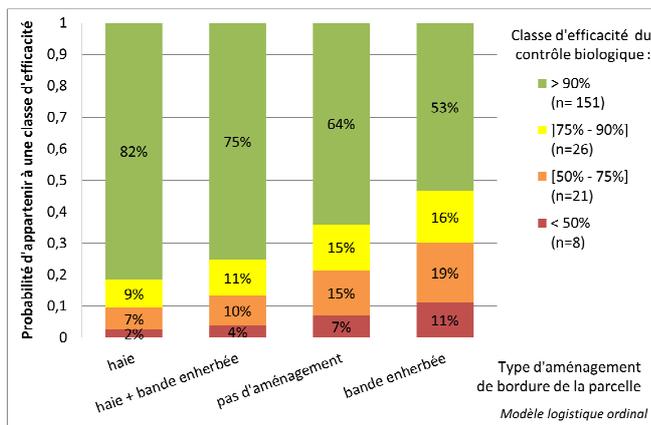


Figure 10 : niveau d'efficacité du contrôle biologique selon l'aménagement du bord de la parcelle.

Par rapport à l'absence d'aménagement, il n'y a pas de différence significative (cf. figure 9) sur le contrôle biologique en terme de performance globale en présence de haie ($p=0,2657$) ou d'une bande enherbée ($p=0,1037$). Cependant, en terme de niveaux d'efficacité (cf. figure 10), le contrôle biologique est influencé positivement par la présence de haies (plus efficace, +18%), et négativement en présence de bandes enherbées (moins efficace (-11%) et moins rapide), et notamment pour les auxiliaires rampants (cf. tableau 3ter, interaction 'piège x bordure').

DISCUSSION

Ces premiers résultats montrent des performances intéressantes du contrôle biologique du puceron des céréales assuré par des auxiliaires autochtones malgré deux printemps climatiquement contrastés (2010 : frais et humide, 2011 : chaud et sec) pouvant impacter sur les populations de pucerons et d'auxiliaires et sur le développement des cultures.

Le contrôle biologique du puceron des céréales est principalement assuré par des auxiliaires volants avec des niveaux d'efficacité >90% dans 3 cas sur 4 (cf. figure 6). Mais, il est surtout efficace à 5m (plus de 90% d'efficacité en une semaine dans 70% des cas (cf. figure 8)).

Ce contrôle biologique est influencé positivement par la présence de haies (plus efficace), et négativement par la présence de bandes enherbées (moins efficace, moins rapide).

Concrètement dans ces régions, pour ce ravageur, pour ces pressions (250 pucerons/m²), le délai d'une semaine avant une intervention chimique pourrait permettre au contrôle biologique de se réaliser dans 3 cas sur 4 avec une efficacité supérieure à 90%. Passé ce délai, seule la moitié des parcelles n'auraient pas atteint 90% d'efficacité et pourraient faire l'objet d'un rattrapage chimique.

Ces résultats concernent uniquement deux régions agricoles d'openfields du Nord de la France et pour un ravageur : le puceron des céréales. La transposition des résultats de ce modèle à d'autres régions de France et à d'autres pucerons devra aller au-delà de l'interprétation statistique pour identifier les mécanismes mis en œuvre entre la disparition des pucerons et les auxiliaires présents (par prédation ou parasitisme) voire comprendre la part de la diversité ou de l'activité-densité dans le phénomène de bio-contrôle afin de l'optimiser.

BIBLIOGRAPHIE

Holland J. M., Oaten H., Southway S. et Moreby S. (2008) The effectiveness of field margin enhancement for cereal aphid control by different natural enemy guilds. *Biological Control* 47. pp: 71-76.

Schmidt M.H., Lauer A., Purtauf T. Thies C., Schaefer M. et Tcharntke T. (2003), Relative importance of predators and parasitoids for cereal aphid control. *Proceedings of the Royal Society B* 270: 1905-1909.

EVALUER LE SERVICE RENDU EN MESURANT LA DIVERSITE FONCTIONNELLE DES ESPECES : APPROCHE EXPLORATOIRE SUR LES CARABIDAE

Abdelhak Rouabah et Françoise Lasserre-Joulin

UMR 1121 Nancy-Université – INRA "Agronomie-Environnement" Equipe Agriculture Durable

ENSAIA, 2 Avenue Forêt de Haye F-54500 Vandoeuvre

tel : (+33) (0)3 83 59 57 58 fax : (+33) (0)3 83 59 57 99

Abdelhak.rouabah@ensaia.inpl-nancy.fr ; francoise.lasserre@ensaia.inpl-nancy.fr;

RESUME

Ce travail explore la possibilité d'utiliser la diversité fonctionnelle des carabes pour évaluer leur capacité à réguler les populations des invertébrés ravageurs de cultures. Pour cela, le lien entre l'efficacité de prédation des carabes et leur diversité fonctionnelle liée à leur taille a été vérifiée par une expérimentation en conditions contrôlées. L'hypothèse de ce travail était qu'un assemblage de carabes avec une grande diversité en taille garantirait une meilleure complémentarité concernant la prédation sur une population d'invertébrés de tailles différentes, et donc du service final. Les résultats ont montré que l'efficacité de prédation est plutôt liée à la présence dans la communauté d'espèces de grande taille qu'à la diversité en taille.

INTRODUCTION

Le contrôle biologique des ravageurs de cultures est un service écosystémique très important, estimé à près de 4,5 milliard de dollars annuellement (Losey et Vaughan, 2006). L'évaluation de ce service a souvent été effectuée indirectement par le biais du nombre d'individus ou d'espèces auxiliaires. Toutefois, plusieurs travaux de recherches ont montré que les interférences négatives entre ces auxiliaires, suite à l'augmentation de leur nombre peuvent affecter négativement leur capacité de contrôler les populations des ravageurs. Ainsi, il a été conclu que les données sur l'abondance et sur la richesse spécifique des prédateurs peuvent mener à de fausses conclusions, et qu'il est nécessaire de recourir à d'autres moyens qui permettent de mieux apprécier le service rendu par les auxiliaires.

Une approche alternative peut consister à étudier la distribution de traits comportementaux liés à la prédation au sein des communautés de carabes. Celle-ci repose sur l'hypothèse que des assemblages de prédateurs présentant une grande diversité fonctionnelle ont probablement un grand degré de complémentarité de niches en termes de prédation (Petchy et Gaston, 2002). Ceci permettrait d'optimiser l'efficacité de ces auxiliaires, et, par conséquent, le contrôle des ravageurs (Straub et al., 2008 ; Woodcock et al., 2010).

L'objectif de ce travail a été d'étudier la relation existant entre l'efficacité de prédation et la diversité fonctionnelle des carabes. L'étude a été réalisée en conditions contrôlées (microcosmes).

DEMARCHE EXPERIMENTALE

Pour mettre en évidence la relation entre l'efficacité de prédation par les carabes et leur diversité fonctionnelle, nous avons mis en place une expérimentation au laboratoire, dans des conditions contrôlées ($T=20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $P=14\text{J}:8\text{N}$). Cette expérimentation consistait à comparer les taux de mortalité infligés à une population de proies, par des communautés (assemblages manipulés d'espèces) de carabes avec différents niveaux de diversité fonctionnelle.

Pour cela, nous avons classé neuf espèces de carabes, récupérées en plein champs, en groupes fonctionnels de tailles différentes en fonction de la taille de leurs proies. A partir de ces neuf espèces, nous avons créé des assemblages (communautés) de carabes qui ont différents niveaux de diversité fonctionnelle, en manipulant leur composition en groupes d'espèces (figure 01).

L'objectif était d'obtenir différents niveaux de diversité en taille et, à niveaux égaux de richesse spécifique (trois espèces) et d'abondance totale en carabes (neuf carabes). Au total, nous avons créé neuf communautés de carabes avec trois niveaux de diversité fonctionnelle différents (élevé, moyen et faible).

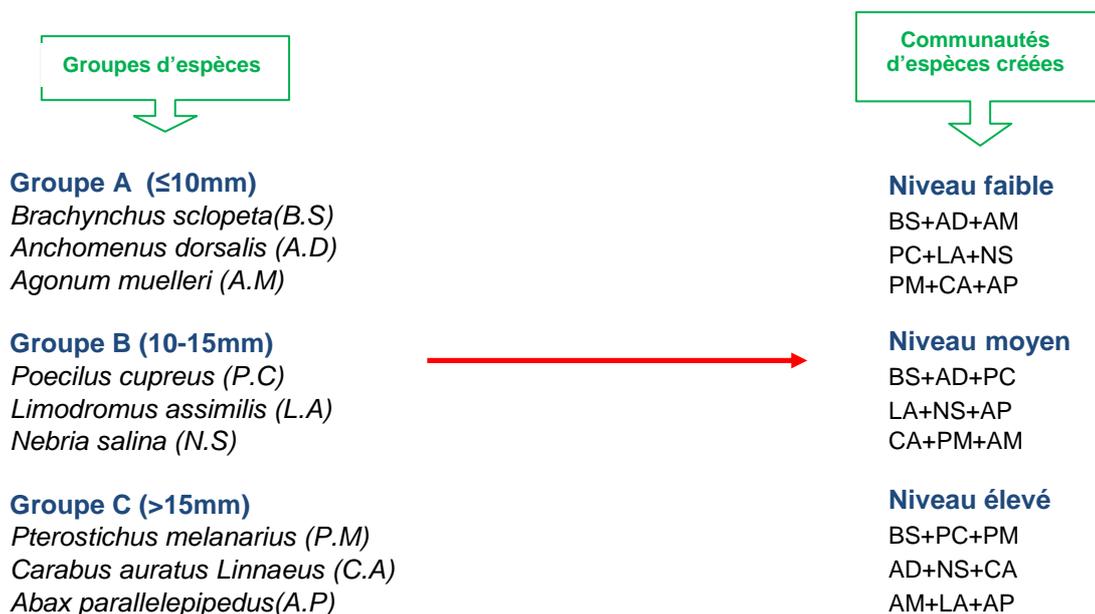


Figure 01 : Composition des communautés de carabes testées pour leur efficacité de prédation

Pour vérifier si le service rendu par nos carabes est positivement corrélé à leur diversité fonctionnelle, nous avons comparé, dans des vivariums (boîtes en plastique mesurant 60 cm de longueur sur 35 cm de largeur sur 18 cm de hauteur), l'efficacité de prédation de nos communautés sur une population de proies de tailles différentes, composée de 5 adultes et 20 œufs de *Deroceras reticulatum*, 10 larves de *Tenebrio molitor*, 10 œufs d'*Helix aspersa maxima* et enfin 40 larves (L2 et L3) du puceron *Rhopalosiphum padi*.

L'efficacité de prédation pour chaque communauté est présentée comme la moyenne des taux de prédation sur toutes les proies testées (P).

P = nombre de proies attaquées / nombre de proies offertes

Afin de favoriser les communautés qui s'attaquent à une large gamme de proies, et présentent, ainsi, une meilleure complémentarité de niche concernant la prédation, nous avons calculé un indice de prédation (IP).

$$IP = P \times (I / I_{max})$$

P = la moyenne des taux de prédation sur toutes les proies testées

I = Indice de Shannon calculé sur les pourcentages de mortalité des proies, pour quantifier simultanément la moyenne de prédation et la répartition des taux de prédation sur les proies. Le rapport entre I et I_{max} est appliqué pour avoir un indice de régularité compris entre 0 et 1.

RESULTATS-DISCUSSION

L'analyse de la variance montre que, quelque soit le niveau de diversité fonctionnelle des carabes, l'efficacité de prédation totale (P, IP) de ces derniers est la même. Pas de différence significative également concernant la suppression causée sur chacune des proies testées (tableau 01).

Tableau 01 : Résultats de l'analyse de la variance montrant la différence de l'efficience de prédation totale (taux moyen et Indice de prédation) et sur chaque proie entre les trois niveaux de diversité.

Variable	DDL	F	P
Taux de prédation global	3	0.806	0.453
Indice de prédation	3	1.287	0.287
Tx de préd° sur <i>D. reticulatum</i> (adulte)	3	0.876	0.424
Tx de préd° sur <i>T. molitor</i>	3	0.615	0.492
Tx de préd° sur <i>R. padi</i>	3	2.702	0.079
Tx de préd° sur <i>D. reticulatum</i> (oeufs)	3	0.182	0.834
Tx de préd° sur <i>H. aspersa</i> (œufs)	3	0.370	0.693

Les différences en efficience de prédation sont plus marquées entre les différentes communautés testées (Figure 02). Les taux de prédation les plus élevés sont, généralement, enregistrés dans le cas des communautés avec au moins une espèce de grande taille, *C. auratus* notamment. Ainsi, nous pouvons dire que l'efficience de prédation des carabes n'est pas déterminée par leur diversité fonctionnelle, mais plutôt par la présence d'espèces de grandes tailles.

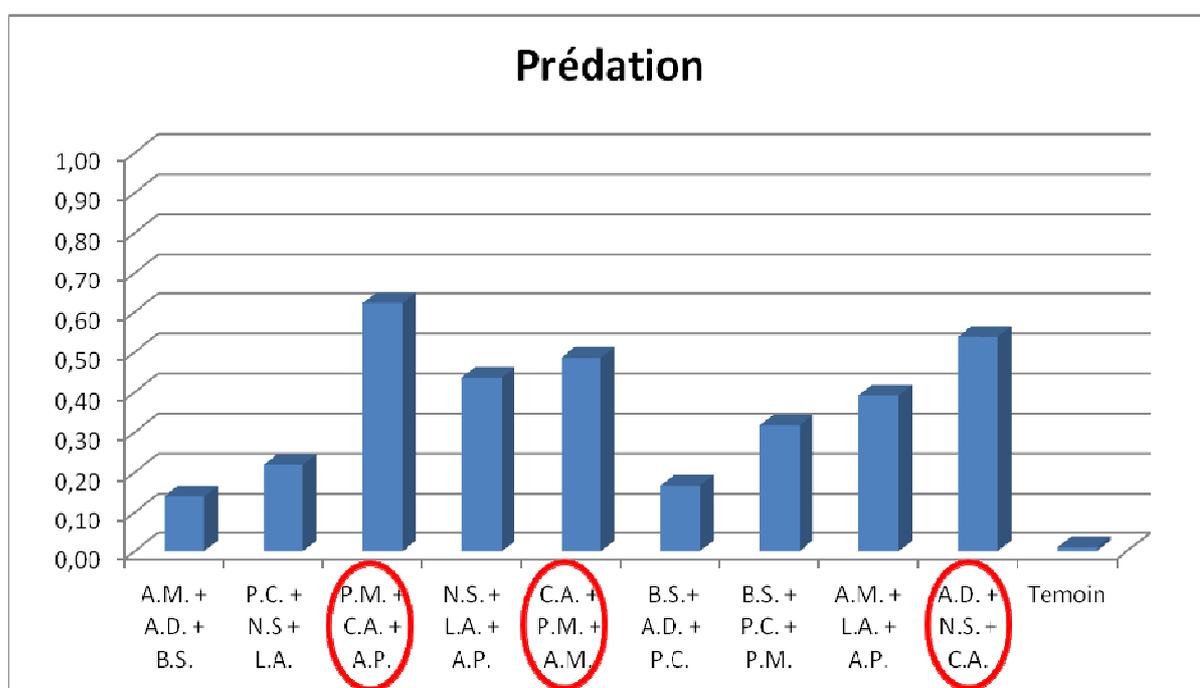


Figure 02 : Taux moyens de prédatations enregistrés pour les neuf communautés de carabes testés.

Globalement, les proies les plus attaquées sont *D. reticulatum* (adultes et œufs) et *H. aspersa*. La prédation sur les larves de *T. molitor* et celles de *R. padi* est moins importante et même faible dans les cas des pucerons (moins de 25%). Ces faibles taux de prédation enregistrés sont probablement dus au fait que ces arthropodes ne représentent pas une proie préférée pour les carabes. En effet plusieurs auteurs, signalent qu'en présence de proies alternatives, les pucerons sont moins attaqués par les carabes. En plus, les pucerons étaient présentés sur des plants d'orge, de ce fait la chance qu'ils soient interceptés et attaqués par les carabes est réduite.

CONCLUSION

A travers ce travail expérimental, nous avons démontré que l'efficacité de prédation par les carabes n'est pas corrélée à leur diversité fonctionnelle liée à leur taille, mais plutôt à la présence d'espèces de grande taille dans la communauté, *C. auratus* en particulier. Cette espèce présente probablement un grand pouvoir régulateur des ravageurs.

Nous pouvons conclure que l'approche des groupes fonctionnels peut ne pas livrer ce que la logique prévoirait. Ainsi, il serait intéressant de mesurer directement la diversité fonctionnelle des carabes par l'intermédiaire de traits (approche continue). Par ailleurs, continuer à focaliser sur les traits fonctionnels des carabes, en particulier des traits s'exprimant à une échelle spatio-temporelle large, devrait augmenter notre capacité d'identifier la diversité utile et de recourir à ce nouveau moyen pour aborder le service rendu par ces auxiliaires

BIBLIOGRAPHIE

- > Losey, J.E., and M. Vaughan. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience*, 56: 311-323.
- > Petchey O. L. and Gaston K. J., 2002. Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology Letters*, 5: 402–411.
- > STRAUB, FINKE and SNYDER, 2008. Are the conservation of natural enemy biodiversity and biological control compatible goals? *Biological control*, 45 : 225-237.
- > Woodcock B.A., Redhead J., Vanbergen A.J., Hulmes L. Hulmes S., Peyton J., Nowakowski M., Pywell R.F. and Heard M.S., 2010. Impact of habitat type and landscape structure on biomass, species richness and functional diversity of ground beetles. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139 : 181–186.

METHODOLOGIE POUR L'ETABLISSEMENT DE CARTES DE RISQUES RAVAGEURS FONDEES SUR LES CARACTERISTIQUES PAYSAGERES

Manuel PLANTEGENEST, Ewen GEORGELIN, H     MAHÉ & Nicolas PARISEY
UMR 1099 BiO3P INRA-Agrocampus Ouest-Université Rennes 1
Manuel.Plantegenest@agrocampus-ouest.fr

RESUME

Le projet de recherche « Landscaphid » s'intéresse à l'analyse de l'influence du contexte agroenvironnemental sur le risque de pullulation des pucerons des principales grandes cultures françaises. Dans ce cadre, nous avons développé une méthode fondée sur la modélisation statistique pour cartographier ce risque sur la base du contexte paysager entourant les parcelles. Une fois calibré sur des données d'observation cet outil peut être utilisé pour l'analyse de scénarios de gestion écologique du risque « puceron ». Des exemples d'application sont présentés

INTRODUCTION

La prise de conscience des effets négatifs de l'emploi immodéré des pesticides chimiques de synthèse (Geiger *et al.* 2010) a conduit à l'émergence d'une forte demande sociétale pour des méthodes alternatives de gestion des nuisibles aux cultures. Une approche prometteuse repose sur l'identification et la mobilisation de situations de production favorables au maintien à des niveaux bas des populations d'ennemis des cultures. Dans le sillage des travaux pionniers réalisés par Thies & Tschardtke (1999), nous développons des outils et des méthodes d'évaluation de l'impact des caractéristiques paysagères sur les risques agronomiques et notamment sur les pullulations de pucerons ravageurs des principales grandes cultures en France. Ces travaux font l'objet d'un projet de recherche financé par l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR) dans le cadre de l'appel à projets « Systerra » et intitulé « Landscaphid »

LE PROJET LANDSCAPHID

Objectifs généraux

L'abondance locale des ennemis des grandes cultures résulte de la réalisation de deux processus : (1) le processus de colonisation et (2) le processus de multiplication *in situ*.

Le processus de colonisation dépend de l'existence de sources de colonisateurs à une distance compatible avec les capacités de dispersion du ravageur et de la période et du degré d'accessibilité de la culture cible. L'ensemble de ces phénomènes peut être influencé par la composition et l'organisation structurale du paysage agricole. Le processus de multiplication *in situ* dépend principalement des conditions climatiques, des caractéristiques de la plante-hôte et des pratiques culturales mais également de l'abondance, du type et de l'activité des organismes responsables du contrôle biologique naturel, lesquels sont également sensibles aux caractéristiques paysagères environnantes. L'objectif principal du projet « Landscaphid » est la mise au point d'outils pour identifier les contextes paysagers favorables à la réduction du risque lié aux ravageurs aphidiens sur les grandes cultures.    terme, le projet a pour ambition de proposer des aménagements paysagers susceptibles de contribuer au contrôle biologique de ces ravageurs. La plupart des travaux similaires ont porté sur un unique ravageur, une unique culture et un contexte agroclimatique particulier. Or, les actions de gestion environnementale portent sur des territoires étendus et des temporalités longues. L'originalité du projet « Landscaphid » est de considérer une gamme importante de ravageurs et de cultures (les pucerons ravageurs des principales grandes cultures : céréales, colza, tournesol, légumineuses) ainsi qu'une diversité géographique importante (3 zones : Pleine-Fougères, Plaine niortaise, Coteaux de Gascogne).

Les différentes tâches

Le projet de recherche comporte 5 tâches. La première porte sur l'évaluation globale de l'effet du paysage sur la colonisation des grandes cultures par les pucerons et leur dynamique de population, sur le parasitisme et la prédation et sur l'abondance et la composition des communautés d'ennemis naturels. La seconde aborde l'écologie évolutive des pucerons et de leurs ennemis naturels dans le paysage agricole. Leurs stratégies de vie, en particulier leur niveau de spécialisation et leurs cycles de vie, sont mises en relation avec le contexte agroenvironnemental. La troisième tâche porte sur le développement d'outils moléculaires pour l'étude des réseaux écologiques (identification et analyse des réseaux trophiques). La quatrième tâche cherche à mettre en relation les caractéristiques paysagères et la structure et la composition des réseaux d'interactions entre les pucerons et leurs ennemis naturels. Enfin, la dernière tâche porte sur l'ingénierie écologique. Elle a pour objet la mobilisation des connaissances accumulées dans les quatre premières tâches pour contribuer au développement de l'ingénierie écologique appliquée à la protection des plantes et notamment au moyen de la modélisation, de l'élaboration de cartes de risque et/ou de potentiel de contrôle naturel et de l'analyse de scénarios d'aménagement.

Elaboration de cartes de risque et analyse de scénarios

La démarche mise en œuvre pour l'élaboration des cartes de risques comprend plusieurs étapes. En premier lieu, il faut construire et calculer les variables paysagères qui seront introduites dans les modèles. Elles comprennent des variables locales et des variables environnementales évaluées dans des buffers de dimensions variées. Ces variables peuvent rendre compte de la composition (usage des terres) mais également de la structure du paysage (hétérogénéité, importance des structures linéaires, connectivité, etc.). Une des difficultés de cette approche est le nombre important de descripteurs potentiels qu'elle génère et il est nécessaire de sélectionner un sous ensemble de variables pertinentes pour ajuster les modèles. Les modèles sont ensuite ajustés aux données observées des variables d'intérêt (abondances de colonisateurs, dynamique des populations, taux de parasitisme, etc.). Ces modèles sont enfin utilisés pour générer des prédictions qui peuvent être présentées sous la forme de cartes de risques. Des scénarios de gestion écologique peuvent être évalués en observant l'impact de modifications des caractéristiques paysagères sur les cartes de risque obtenues.

EXEMPLES DE MISE EN ŒUVRE

Abondance du coléoptère carabique *Poecilus cupreus* dans la Z.A. Armorique

Les abondances de *P. cupreus* ont été relevées par un piégeage hebdomadaire (pièges de type Barber) en 3 points aléatoirement répartis dans 25 parcelles de différentes cultures entre avril et juillet 2010. Des cercles concentriques centrés sur chacun de ces points ont été construits au moyen d'un système d'information géographique (SIG) pour 3 échelles différentes (rayon de 100, 250 et 500m). Dans chacun de ces buffers, 18 variables ont été calculées (8 occupations du sol, longueur du linéaire de haie, indice d'hétérogénéité, 8 indices de connectivité). Au total, 54 variables ont donc été renseignées. La procédure de présélection des variables a consisté en l'ajustement de modèles linéaires généralisés mixtes (GLMM) considérant une seule combinaison variable*distance et un effet parcelle aléatoire. La variable a été retenue lorsque l'indice AIC du modèle était supérieur pour au moins une distance à l'indice AIC du modèle nul (incluant uniquement l'effet aléatoire). Dans ce cas, l'échelle correspondant à l'indice AIC maximal a seule été retenue. Cette étape a conduit à retenir l'ensemble des occupations du sol, le linéaire de haie et la variable d'hétérogénéité pour des échelles différentes selon les variables. La version bayésienne d'un modèle linéaire généralisé mixte (c'est-à-dire que les coefficients des facteurs sont traités comme des variables aléatoires) a ensuite été ajustée aux données observées en ajoutant à la liste des variables paysagères retenues un effet de la date de piégeage et un effet aléatoire lié à la parcelle. Pour rendre compte de la fréquence élevée de données nulles, une distribution zéro-enflée lognormale a été retenue. Cette approche consiste à modéliser la présence/absence de *P. cupreus* puis son abondance par une distribution lognormale dans les situations où celle-ci est non nulle. L'adéquation entre les prédictions du modèle et les observations a été vérifiée puis les

abondances prédites ont été calculées dans toutes les parcelles cultivées de la zone et cartographiées (Figure 1)

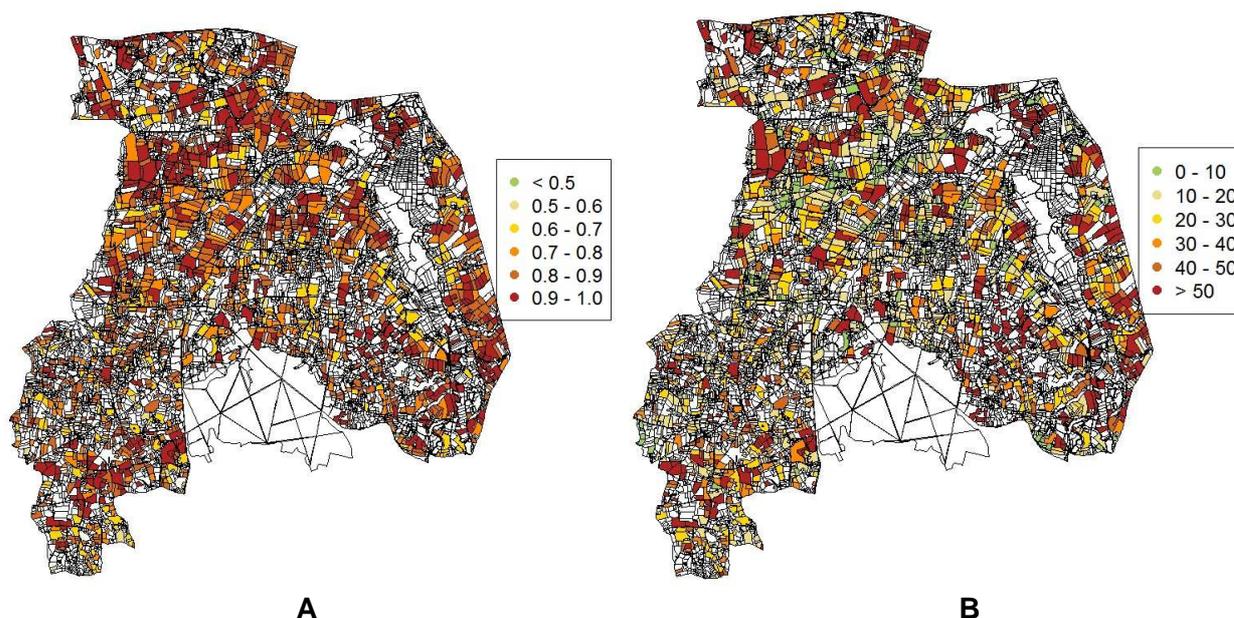


Figure 1 – Cartographie des prédictions de présence et d'abondance de *P. cupreus* dans les piégeages. A : Probabilité de présence prédite de *P. cupreus* ; B : Abondance prédite de *P. cupreus*

1.1 Influence de la densité de haie sur l'intensité de colonisation des parcelles de céréales par le puceron *Sitobion avenae*

Une approche similaire a été conduite pour analyser des données d'abondance de pucerons colonisateurs sur des plants pièges en 2011. Pour ce qui concerne l'espèce *Sitobion avenae*, la longueur du linéaire de haies dans le paysage environnant la parcelle s'est avéré influencer négativement l'intensité de la colonisation. Le modèle ajusté a permis de visualiser l'effet d'un scénario de gestion reposant sur l'augmentation de ce linéaire (Figure 2).

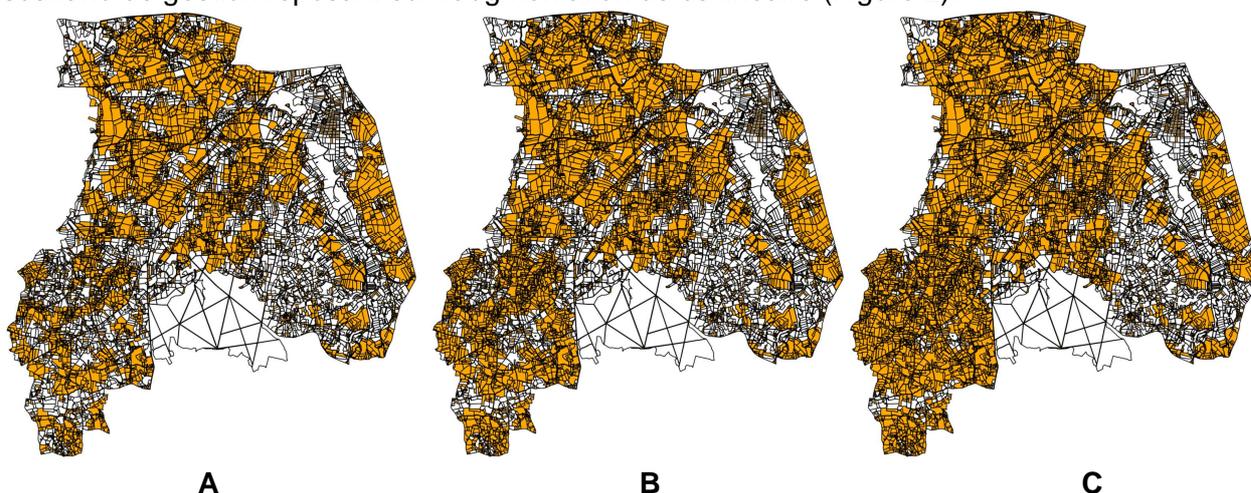


Figure 2 – Cartographie du risque prédit de l'intensité de colonisation des céréales par le puceron *Sitobion avenae* au printemps. En jaune : risque faible, en blanc : risque élevé. A : caractéristiques paysagères réelles, B : linéaire de haie doublé, C : linéaire de haie quadruplé.

CONCLUSION

Nous avons développé une méthodologie innovante pour identifier les variables agroenvironnementales et paysagères qui influencent le risque agronomique lié aux ravageurs ou l'abondance de leurs ennemis naturels. Son application requiert de disposer de données nombreuses et de qualité. Le recueil de données complémentaires est également requis afin de valider la démarche. Enfin, les premières réalisations ont uniquement considéré des variables paysagères et la prise en compte simultanée de variables agronomiques est encore à conduire.

BIBLIOGRAPHIE

- > GEIGER F. *et al.*, 2010 – Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11, 97-105.
- > THIES C. & TSCHARNTKE T., 1999 – Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science*, 285(5429), 893-895.

DIAPORAMA DES OUTILS CONCUS DANS LE CADRE DU PROJET

Laure Syndique

Institut Technique de l'Agriculture Biologique

149 rue de Bercy 75595 Paris Cedex 12

01.40.04.50.65

laure.syndique@itab.asso.fr

RESUME

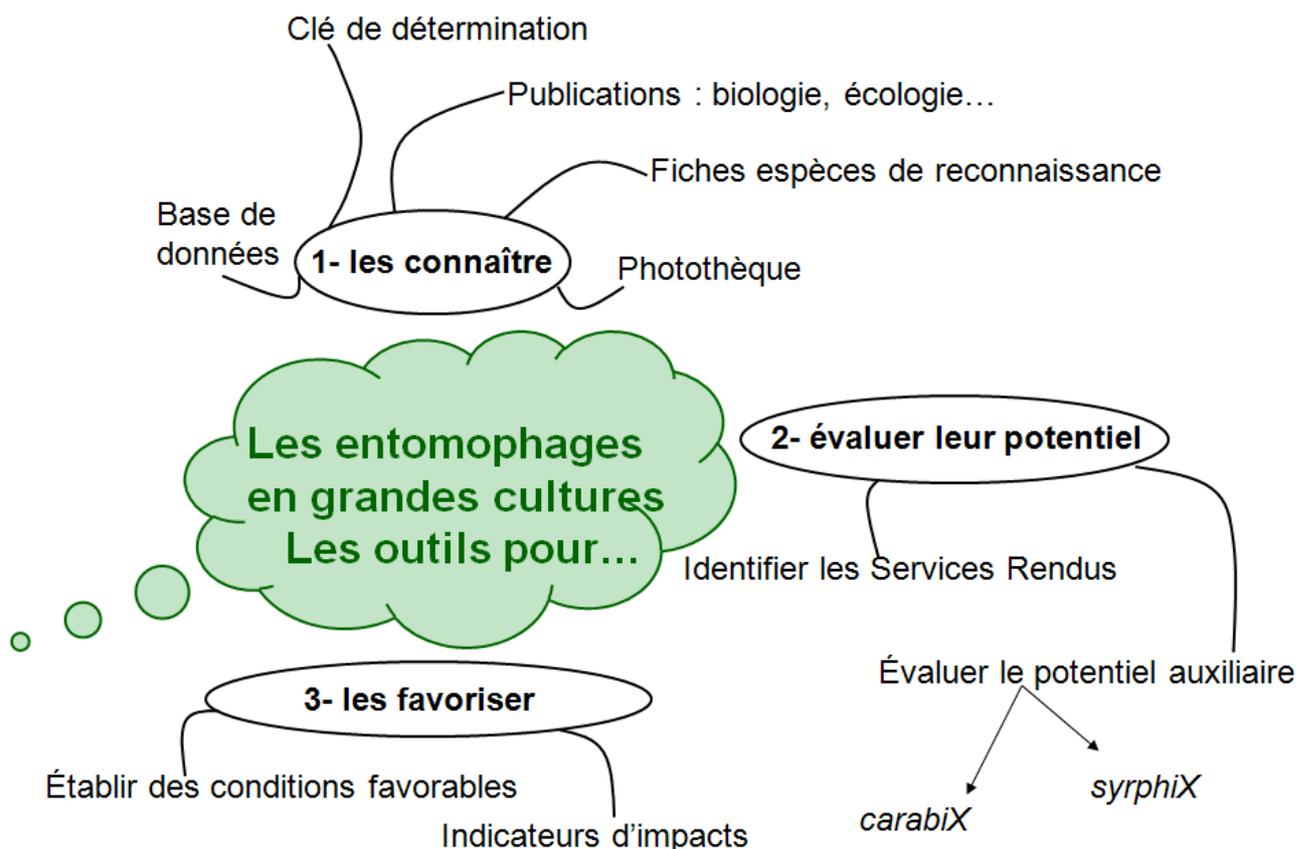


Figure 1 – Schéma récapitulatif de l'ensemble des outils conçus au cours du projet

INTRODUCTION

L'ensemble des outils conçus dans le cadre du projet CAS DAR « Entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats » ont trois finalités :

- 1- Une meilleure appréhension des entomophages, en développant des méthodes pour faciliter leur identification et en procurant des informations sur leur biologie et leur répartition géographique
- 2- L'évaluation de leur potentiel environnemental en identifiant dans un premier temps les services rendus puis dans un second temps en proposant des outils d'évaluation environnementaux
- 3- De favoriser leur présence en examinant les facteurs qui pourraient influencer leur diversité / abondance et par conséquent pouvoir établir des conditions favorables à leur développement dans chaque exploitation agricole.

Des outils transversaux ont également été réalisés comme le kit de formation et les lettres d'information sur le programme de recherche.

LES OUTILS

Pour mieux connaître les entomophages

- *Outils de détermination (exemple de la clé de détermination des carabidés, cf synthèse « Clé de détermination des carabidés du Nord-Ouest de la France »)*
- *Les fiches espèces*

Des fiches détaillant les espèces fondamentales de syrphes et de carabes ont été rédigées (*Epysyrphus balteatus*, *Eupeodes corollae*, *Melanostoma mellinum*, *Melanostoma scalare*, *Sphaerophoria scripta*) ou sont en cours de réalisation. Ces documents synthétisent la biologie et le développement, la répartition, l'habitat, le régime alimentaire et les effets des pratiques agricoles sur ces populations d'auxiliaires. Certaines d'entre elles ont déjà été diffusées via la lettre d'information « Yvoir » (www.yvoir.fr). Par la suite, elles pourront être diffusés via différents supports et disponibles auprès des partenaires.

- *La photothèque*

Elle rassemble les photos d'une partie de la collection des syrphes et des carabes d'ARVALIS-Institut du Végétal (environ une centaine d'individus) pris par une photographe professionnelle ainsi que les photos en lien avec le CAS DAR « Entomophages en grandes cultures » récoltées auprès des partenaires du programme. Un rapprochement avec l'INRA est en cours pour permettre l'hébergement en libre accès en libre dans la photothèque de l'INRA.

- *Les publications techniques, scientifiques et de vulgarisation*

- Sur leur écologie et biologie
 - > ARVALIS-Institut du végétal, Syrphys, ACTA « Synthèse bibliographique « Biologie-écologie des syrphes » ;
 - > ARVALIS-Institut du végétal, Laboratoire éco-entomologie, ACTA « Synthèse bibliographique « Biologie-écologie des carabes »
 - > Articles de vulgarisation : ARVALIS-Institut du végétal « Ecologie des carabidae et syrphidae » ; Des articles courts sont déjà parus dans Yvoir.
- Sur les méthodes de suivi
 - > Documents techniques : ARVALIS-Institut du végétal « Méthodologie de suivi des syrphes ») ; Groupe de travail carabe « Fiche conseil des bonnes pratiques de suivi des carabes en milieu agricole » (en cours)
- Sur leur diversité et abondance
 - > Publications scientifiques : CHAPELIN-VISCARDI J.D., MAILLET-MEZERAY J., 2011 – Etude des coléoptères en milieu agricole de Beauce et du Gâtinais, liste commentée et espèces remarquables, campagne 2009 (Essonne et Loiret. L'Entomologiste tome 67, n°3, 171-182 ; ACTA, Laboratoire éco-entomologie « Inventaire des carabidae en région Rhône-Alpes » (L'entomologiste, en cours) ; CRAP, Laboratoire éco-entomologie « Inventaire des Carabidae en région Picardie » (L'Entomologiste, en cours) : ARVALIS-Institut du végétal « Emergence des Carabidae » (Yvoir, proposé)
 - > Sur les résultats du projet

Un dossier rassemblant les principaux résultats du projet devrait paraître dans « Perspectives agricoles ».

Pour évaluer leur potentiel

- *Identifier et évaluer les services rendus*
 - CETIOM « Synthèses techniques sur la 1^{ère} année et sur l'ensemble du projet »
 - Articles de vulgarisation : ARVALIS-Institut du végétal « Evaluer la diversité et l'influence des entomophages sur les ravageurs » (Yvoir, 17 avril 2011) ; ARVALIS-Institut du végétal « Les entomophages volants montrent de meilleures performances sur pucerons des céréales » (Yvoir, 17 mars 2011) ; ARVALIS-Institut du végétal « Les syrphes pollinisateurs et entomophages » (Yvoir, 17 mars 2011) ; CETIOM,

ARVALIS-Institut du végétal « Service rendu, participation des carabidae et syrphidae à la lutte » (Perspectives Agricoles, février 2012, proposé)

- *Outils Dexi : CarabiX, SyrphiX, évaluer le potentiel auxiliaire d'une exploitation (cf synthèse « Evaluation multi-critères des potentiels entomophages : SyrphiX et CarabiX »)*

Cet outil permet d'évaluer le potentiel d'un auxiliaire en vue d'améliorer et de conserver le service rendu.

Ils s'adressent aux conseillers agricoles et donc indirectement aux agriculteurs, acteurs principaux dans la conservation du potentiel auxiliaire des exploitations agricoles.

Pour les favoriser

- *Comment établir des conditions favorables ?*
 - *Publications scientifiques*: ARVALIS-Institut du végétal, Syrphys, Flor'insectes « Diversité des syrphes et paysage, incluant les données d'analyses polliniques » (Yvoir, proposé) ; ARVALIS-Institut du végétal, ACTA « CIRA 2011 : Les populations de carabidés : mesure de l'effet des types d'aménagements sur la caractéristiques des communautés (document de diffusion CIRA 2011)

D'autres publications scientifiques sont prévues par la suite pour valoriser les résultats.

- *Construction d'indicateurs de l'impact des aménagements de bordure, des pratiques et du paysage (cf synthèse « Construction d'indicateurs d'impact des aménagements de bordure, des pratiques et du paysage sur les carabidés (Abondance et richesse spécifique », voir plus loin)*

Il est devenu en effet indispensable de construire des outils pour évaluer l'impact des pratiques agricoles sur ces services rendus. Le projet CASDAR « Entomophages » a donc tenté d'élaborer des modèles opérationnels simplifiés.

L'APPROPRIATION DE CES OUTILS PAR LE TRANSFERT DE CONNAISSANCES

L'ensemble de ces outils pratiques qu'ils soient scientifiques ou techniques seront à vocation opérationnelle. Ils seront, en effet, valorisés au cours de séances de formation à destination des conseillers agricoles et des agriculteurs.

Pour ce faire, des kits de formation vont être élaborés. Ils seront scindés en 4 modules : un module carabe, un module syrphes, un module « service rendu » et un module « gestion du paysage ». Pour chacun de ces modules, un diaporama et une brochure détaillée seront réalisées. Ces formations à la demande seront dispensées par l'ACTA et ARVALIS-Institut du végétal.

LES LETTRES D'INFORMATION, OUTILS DE COMMUNICATION

Véritable outil de communication et d'information, ces lettres annuelles (3^{ème} exemplaire « de clôture » sera rédigée prochainement) ont permis de rappeler le contexte et les objectifs du projet CASDAR mais également de faire part de l'état d'avancement des différents chantiers en mentionnant les principaux résultats. Elles précisent également les dates phares et les événements à ne pas manquer dans l'année. Elles sont rédigées par l'ensemble des partenaires du projet.

CREATION D'OUTILS DE DETERMINATION DES CARABIDES : CAS DE LA CLE DE DETERMINATION DES CARABIDES DES PAYSAGES AGRICOLES DU NORD-OUEST DE LA FRANCE

Jean-Luc ROGER

INRA SAD Paysage – 65 rue de Saint Brieuc 35042 RENNES

Tel. : 02.23.48.57.71.

E-mail : jean-luc.roger@rennes.inra.fr

RESUME

La famille des Carabidés est l'une des plus diversifiées de l'ordre des Coléoptères (plus de 1000 espèces en France). Son approche systématique est souvent complexe quand on veut l'étudier à l'échelle de paysages agricoles variés. Les documents de références dont nous disposons actuellement couvrent une grande zone géographique et ne permettent pas de déterminer rapidement les espèces rencontrées dans une région donnée. Il est donc nécessaire de créer des outils facilement utilisables par des personnes non initiées et pour des missions de courte durée. La clé de détermination des Carabidés des paysages agricoles du nord ouest de la France (164 espèces) est le fruit de nombreuses années d'études de l'entomofaune des agro-systèmes. Ainsi, par l'emploi de ce guide illustré, il est possible de nommer à l'espèce les carabidés (hors Cicindèles) rencontrés de manière courante dans ces milieux perturbés.

INTRODUCTION

L'objectif de départ de ce travail était de s'assurer de l'obtention de données fiables dans le cadre des recherches mises en œuvre par les laboratoires de l'INRA SAD Paysage et de l'UMR CNRS Ecobio de Rennes. Les premières versions de ce document visaient des espèces présentes sur la zone atelier Armorique. Elles permettaient une plus grande autonomie des nombreux stagiaires venant se former dans nos laboratoires. Par la suite, j'ai mesuré l'ampleur des besoins lors de mes relations au niveau des projets financés sur des fonds CasDAR. C'est pourquoi, j'ai jugé opportun d'adapter ces premières versions à différentes régions et pour des non spécialistes en entomologie.

POURQUOI CONSTRUIRE DES OUTILS REGIONALISES ET SIMPLIFIES ?

Des documents de références souvent mal adaptés à nos situations

Les documents de référence dont nous disposons (ex. Faune de France de Jeannel, 1941, 1942.), recensent la totalité des espèces du territoire Français. Il apparaît donc nécessaire pour des non spécialistes en entomologie, de disposer d'outils recentrés sur les espèces évoluant dans les paysages agricoles. Des clés régionalisées entièrement illustrées avec un nombre d'espèces limité et une terminologie adaptée, favorisent ainsi une détermination plus rapide tout en limitant les erreurs.

Augmentation des besoins de détermination

La mise en place de nombreux protocoles de recherches, pour mieux appréhender le contrôle biologique des ravageurs des cultures ou l'évolution de la biodiversité dans les agro-systèmes, a conduit à la multiplication du nombre de projets, et par conséquent, d'échantillons à analyser. Ces travaux sont réalisés en partenariat entre différents instituts agricoles et nécessitent, à terme, la mise en commun de données.

Fiabilité des données et traçabilité des méthodes de détermination

L'application des protocoles sur des contrats de courte durée est lourde et gourmande en main d'œuvre souvent non spécialisée. Cette exigence implique l'obligation de mettre au point et à disposition des outils simples et fiables répondant au cahier des charges de l'assurance qualité en recherches (fiabilité des données et traçabilité des méthodes).

Détection d'éventuelles évolutions biocénotiques et écologiques au niveau spécifique

Les paysages et les pratiques agricoles ont considérablement changé depuis la création de la plupart des documents de référence permettant une détermination à l'espèce. La construction d'outils régionalisés à partir de données récentes peut ainsi participer à la détection d'évolutions biocénotiques et écologiques des espèces étudiées.

COMMENT FAIRE ?

Dépendant du type de clé de détermination à construire

Clé dichotomique (cas de la clé de détermination des carabidés des paysages agricoles du nord ouest de la France)

La construction d'une clé « dite » dichotomique implique l'élaboration d'arborescence relativement complexe par opposition binaire. Il faut donc choisir des critères morphologiques simples à chaque étape de la description taxonomique. Quand les critères sont retenus, on s'assure qu'ils soient discriminants et non redondants. Ce type de clé est souvent réalisé sur support papier.

Clé non dichotomique

Ce type de clé utilise des logiciels correspondants à des plateformes spécifiques dédiées à la taxonomie et à la détermination de la faune ou la flore. Généralement plus interactive entre l'utilisateur et la clé, elle demande par contre aux concepteurs, d'intégrer un maximum de descripteurs susceptibles d'être observés. Un groupe de techniciens du département Sciences pour l'Action et le Développement (SAD) de l'INRA est en cours de finalisation d'une clé de détermination des Carabidés de plusieurs régions agricoles françaises.

Choisir les critères simples pour la construction d'une clé dichotomique

A l'échelle des sous familles de carabidés

- Exemple de la pilosité antennaire

Ce critère relativement simple à observer nous permet de commencer l'arborescence et de séparer 4 ensembles composés de 10 sous familles et 50 genres (pubescence à partir du 3^{ème} article antennaire, du 4^{ème} article, du 5^{ème} article et espèces non concernées).

A l'échelle du genre

- Exemple de la pilosité des tarsi, des tempes et de la taille

Sans avoir à manipuler les insectes et à partir de ces trois critères simples, il sera relativement aisé de séparer la sous famille des Harpalinae (nombreuses espèces) en 8 genres.

A l'échelle spécifique

- Exemple de la gouttière du pronotum et de la ponctuation de la tête

Toujours dans un souci de limiter au maximum les manipulations des insectes (fragilité, perte de temps), avec ces deux critères nous pourrions facilement déterminer trois espèces très voisines du genre *Poecilus*.

Il faut préciser que dans le cadre de nos recherches, il est fondamental de déterminer les Carabidés jusqu'à l'espèce. En effet, les espèces du même genre peuvent occuper des niches écologiques très différentes.

Limites d'utilisation de la clé

Cette clé contient un préambule dont l'utilisateur devra prendre impérativement connaissance. Celui-ci permet de fixer les limites d'utilisation de l'outil. Ce travail concerne essentiellement un quart nord-ouest de la France (figure 1). Il n'est donc pas (ou que peu) utilisable pour les autres zones géographiques, les espèces en présence variant de manière significative.

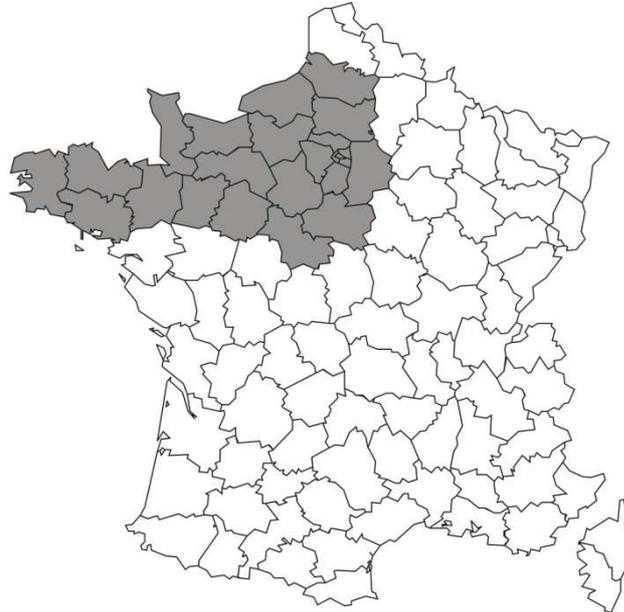


Figure 1. Zone concernée par l'utilisation de ce guide (départements concernés grisés).

De plus, les espèces présentées dans ce guide sont les espèces observées de façon régulière dans les études agrosystémiques. Certaines espèces considérées d'observation accidentelle et non liées au milieu agricole, ne seront pas traitées et figurent dans une annexe jointe à la clé.

En cas de doute sur l'identité d'une espèce, en cas d'impasse lors de l'utilisation du présent guide, il est vivement recommandé de faire vérifier les spécimens douteux ou indéterminés par un entomologiste professionnel. En effet, il peut s'avérer que certains carabiques appartiennent à des groupes dont seule l'étude minutieuse des pièces génitales permet de séparer les espèces. C'est le cas par exemple des communs *Calathus* du groupe *menalocephalus* ou des *Ophonus* du sous-genre *Metophonus*. Enfin, des genres complexes et diversifiés comme les *Amara*, sont généralement identifiables de manière sûre et aisée par comparaison avec des spécimens provenant d'une collection de référence.

QUAND L'OUVRAGE EST TERMINE !

Après avoir testé la clé auprès d'experts entomologistes, mais aussi de non spécialistes, la clé de détermination des Carabidés des paysages agricoles du nord ouest de la France correspond à l'ouvrage suivant :

- 2 pages de préambule sur le domaine de validité de la clé et la bibliographie requise
- 3 pages de schémas sur la morphologie externe des Carabidés et sur les particularités des Carabidés par rapport à d'autres Coléoptères
- 21 pages de clé de détermination
- 46 pages d'illustrations des 72 critères choisis en précisant le niveau de grossissement nécessaire pour observer le descripteur
- 164 pages de fiches insectes illustrées correspondant aux 164 espèces de cette clé

- 6 pages dédiées aux nomenclatures et lexique

L'ouvrage complet est disponible auprès de Jean-Luc ROGER (voir les coordonnées en page 1) et sur le site internet de la zone atelier Armorique à partir de janvier 2012 (<http://osur.univ-rennes1.fr/zoneatelier-armorique/>)

BIBLIOGRAPHIE

- > JEANNEL R., 1941, Faune de France Coléoptères carabiques 1ère partie, n°39, Librairie de la Faculté des Sciences. Paris, 1-571.
- > JEANNEL R., 1942, Faune de France Coléoptères carabiques 2ère partie, n°40, Librairie de la Faculté des Sciences. Paris, 572-1173.
- > FORSYTHE T.G., 1987, Ground beetles. Naturalists' handbook 8, 96 p.
- > TRAUTNER J. and GEIGENMULLER, 1987, Tiger beetles and ground beetles : Illustrated key to the Cicindelidae and Carabidae of Europe, 488p.
- > RIBERA I. et al., 1999, A comparative study of morphology and life traits of Scottish ground beetles. Annales Zoologici Fennici 36, 21-37.

EVALUATION MULTICRITERES DES POTENTIELS ENTOMOPHAGES :"SYRPHIX" & "CARABIX"

Michel Cariolle
ITB, 45 rue de Naples 75008 Paris

Les méthodes d'évaluation du potentiel auxiliaire d'une exploitation SyrphiX et CarabiX ont été élaborées par un groupe de spécialistes composé de Charlotte DOR, Julie MAILLET-MEZERAY, Françoise LASSERRE-JOULIN, Nina RABOURDIN, Véronique SARTHOU, Jean-David CHAPELIN-VISCARDI, Jérémy DREYFUS, Valentin COLLARD, Abdelhak ROUABAH, Régis WARTELLE et animé par Michel CARIOLLE dans le cadre de la tache 5.2 de l'action DAR 8127 "Entomophages en grandes cultures".

Ces deux méthodes, qui prennent la forme d'outils d'aide à l'évaluation sont destinés aux agriculteurs par le biais de leur conseiller local auquel elles s'adressent. Elles visent à estimer un potentiel d'auxiliaires, carabes et syrphes, à l'échelle de l'exploitation avec pour finalité la conservation ou l'amélioration de ce potentiel.

MODALITES DE CONSTRUCTION

SyrphiX et CarabiX s'organisent en arbres de décision dynamiques accompagnés d'un livret explicatif « mode d'emploi ». L'outil DEXi : (Program for multi attribute decision making) est choisi pour la construction de ces arbres.

Les arbres sont élaborés à dire d'expert. Le choix des critères initiaux les plus pertinents et leur assemblage résultent de la confrontation de l'expérience acquise dans le cadre de l'action DAR, de l'analyse bibliographique notamment après une étape de fouille de données et de l'expertise des spécialistes.

Un certain nombre de points délicats apparus au cours des discussions ont été clarifiés :

- La notion d'auxiliaire renvoie à celle de "service rendu" aux cultures : On considère qu'un service rendu doit perdurer dans le temps notamment après une perturbation du milieu. On peut alors le comprendre comme la combinaison du nombre d'espèces (richesse spécifique) qui concoure à la résilience et de l'effectif par espèce (abondance) qui détermine le niveau de prédation. L'arbre de décision comporte donc quand c'est possible un volet "espèces" qualitatif et un volet "effectif" quantitatif. C'est le cas de CarabiX. A ce stade de la réflexion "orientée outil", une situation considérée comme la plus favorable correspond à une richesse spécifique élevée couplée à une abondance élevée. Cette structure n'a pas été retenue pour SyrphiX. Le suivi des syrphes sur le terrain donne une information essentiellement qualitative, l'abondance apparaît secondaire.
- La validité de l'évaluation : La construction d'un arbre de décision comporte le risque que l'évaluation faite ne corresponde pas à la situation réelle. Il a été admis qu'en l'occurrence, le risque d'évaluer un potentiel faible alors qu'il est élevé est acceptable -l'agriculteur met alors en œuvre des modifications de pratiques ou d'aménagement qui peuvent s'avérer superflues- alors que le risque de prédire un potentiel élevé alors qu'il est faible, ne l'est pas. Car dans ce cas, l'agriculteur ne met pas en œuvre des modifications de pratiques ou d'aménagement qui pourtant pourraient être utiles. Ce qui le prive d'un service rendu. La chaîne de décision a donc été construite sur ce principe de "pessimisme pour l'entomofaune auxiliaire".

- L'échelle d'évaluation : même si l'îlot de parcelles peut sembler « le grain » le plus pertinent pour considérer le potentiel entomophage auxiliaire, les deux outils ont été conçus, pour des raisons pratiques, pour être renseignés à l'échelle de l'exploitation. Une exploitation complexe constituée de plusieurs entités agro-écologiques distinctes fera l'objet d'autant d'évaluations. En conséquence, des critères pertinents à l'échelle de la parcelle mais non "renseignables" à l'échelle de l'exploitation n'ont pas été retenus. Cela étant, on s'est efforcé d'intégrer à l'échelle de l'exploitation, les caractéristiques qu'ils recouvrent.

STRUCTURE DES OUTILS

L'expertise du groupe s'est traduite par l'organisation générale des arbres de décision et par le choix des critères initiaux et leurs modalités de combinaison en critères résultants.

Les deux outils SyrphiX et Carabix combinent au premier niveau des critères initiaux regroupés par thématiques en critères résultants qui eux mêmes se combinent aux niveaux supérieurs pour aboutir à un critère unique, final et synthétique de l'évaluation.

Les critères initiaux font l'objet d'un commentaire détaillé quant à leurs effets et importance sur les auxiliaires concernés. Les valeurs prises par ces critères sont explicitées.

La valeur prise par le critère résultant varie en fonction des poids respectifs accordés aux critères initiaux. Le poids de chaque critère initial peut être modulé par l'utilisateur qui va donc pouvoir faire varier la sensibilité du critère résultant à tel ou tel critère initial. Les critères résultants ne font pas l'objet de commentaires. Par contre le poids accordé par défaut à chaque critère initial est indiqué dans le document d'accompagnement.

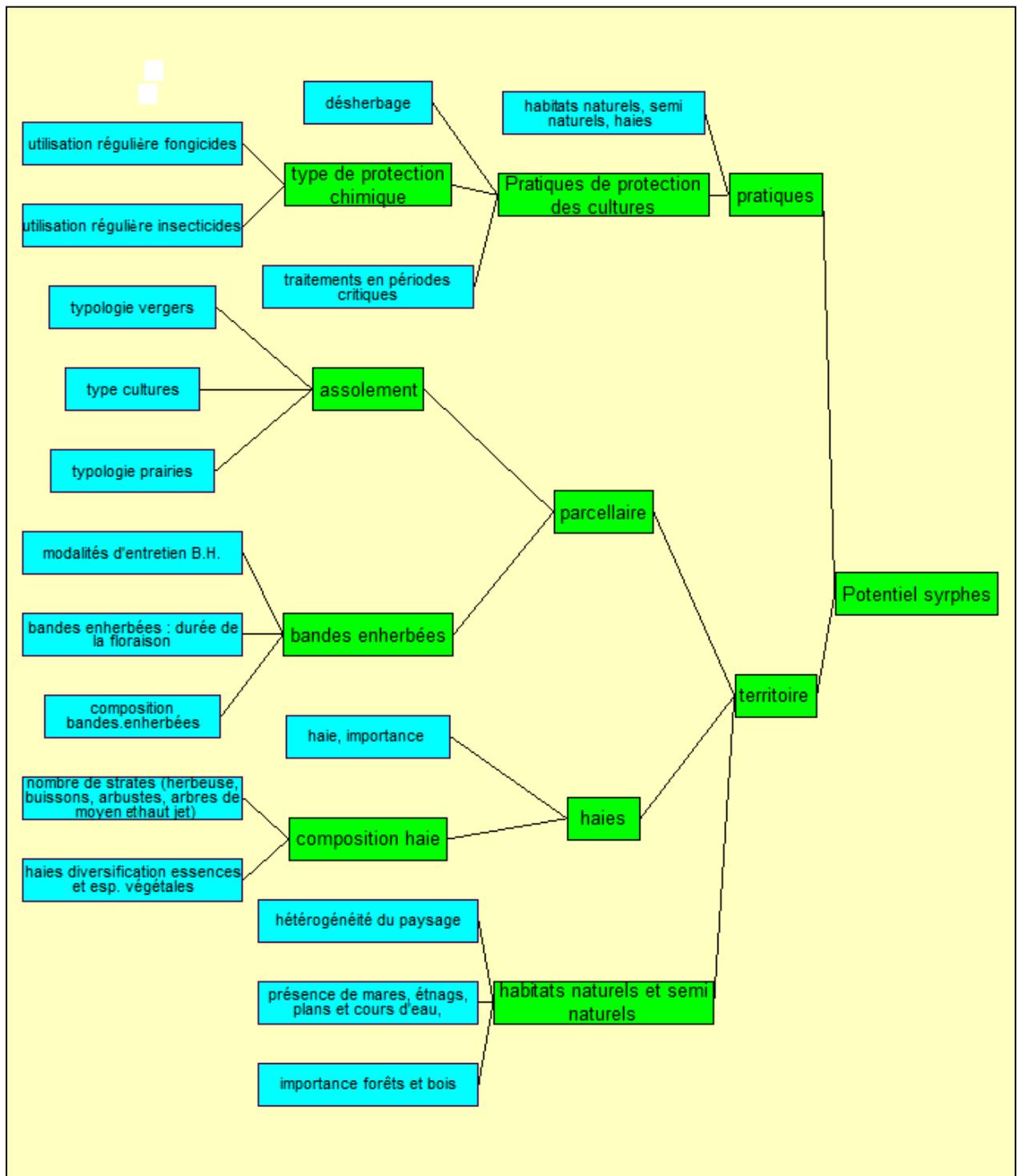


Figure 1 : Schéma de l'arbre SyrphiX (en bleu : critères initiaux, en vert critères résultants)

VALIDATION ET PARAMETRAGE

Les deux outils SyrphiX et CarabiX n'en sont qu'au stade de prototypes. Leur paramétrage par défaut doit être testé dans différentes situations.

La méthodologie de validation est en cours de construction. Cet exercice consiste à confronter les évaluations des situations réelles rencontrées dans le cadre de l'action DAR aux résultats de piégeages obtenus dans ces mêmes situations durant les trois ans d'expérimentation. Pour chaque site, les outils seront paramétrés en se référant aux résultats de deux années et validés en se basant sur les résultats de la 3ème année. Au préalable, un important travail d'analyse et de compréhension des résultats de piégeage obtenus doit être mené.

Pour les concepteurs, le paramétrage des outils prototypes peut consister à jouer sur les poids des critères initiaux comme se traduire par une refonte plus ou moins importante de l'arbre de décision y compris en ajoutant ou supprimant des critères.

Par contre, pour ce qui est des outils finaux, il est prévu que les utilisateurs les adaptent à leur contexte en ajustant uniquement le poids des critères initiaux.

PERSPECTIVES

La conception des outils et en particulier la démarche de paramétrage-validation engagée va se poursuivre au-delà de la fin de l'action DAR "Entomophages en grandes cultures". A cet égard, l'action DAR Auximore qui doit se dérouler de 2012 à 2014 est une opportunité importante pour prolonger et approfondir le travail engagé et continuer à améliorer ces outils.

Merci à :

Charlotte DOR, Julie MAILLET-MEZERAY, Arvalis – Institut du végétal ;

Françoise LASSERRE-JOULIN, Abdelhak ROUABAH, ENSAIA INPL Nancy ;

Nina RABOURDIN, Acta ;

Véronique SARTHOU, Syrphis Agro-Environnement

Jean-David CHAPELIN-VISCARDI, Laboratoire d'éco-entomologie Orléans ;

Jérémy DREYFUS, Valentin COLLARD et Régis WARTELLE, Chambre Régionale d'Agriculture de Picardie ;

pour leur implication sans faille dans cette démarche de longue haleine...

CONSTRUCTION D'INDICATEURS D'IMPACTS DES AMENAGEMENTS DE BORDURE, DES PRATIQUES ET DU PAYSAGE SUR LES CARABIDAE (ABONDANCE ET RICHESSE SPECIFIQUE)

Jean Villerd, Béatrice Noirtin et Françoise Lasserre-Joulin

UMR 1121 Nancy-Université – INRA "Agronomie-Environnement" Equipe Agriculture Durable

ENSAIA, 2 Avenue Forêt de Haye F-54500 Vandoeuvre

tel : (+33) (0)3 83 59 57 58 fax :(+33) (0)3 83 59 57 99

jean.villerd@ensaia.inpl-nancy.fr; beatrice.noirtin@ensaia.inpl-nancy.fr;

francoise.lasserre@ensaia.inpl-nancy.fr;

RESUME

L'exploration de nouvelles méthodes de construction d'indicateurs (fouille de données) a permis de construire des premiers prototypes d'arbres de décision hiérarchisant les impacts des pratiques agricoles, des aménagements de bordure et du paysage sur l'abondance et la richesse spécifique des carabidae. En attente que de tels arbres soient validés, les premières conclusions issues de leur analyse confortent des observations antérieures (rôle négatif des herbicides et fongicides sur l'abondance), et mettent en lumière des effets moins connus tels le rôle négatif des cultures de printemps en rang (betterave et pomme de terre) sur l'abondance et la richesse spécifique en carabidae. Les opérations de validation et de tests de robustesse sont indispensables à la finition de ces arbres. Ce sont elles qui permettront de déterminer dans quels délais ces prototypes d'indicateurs seront accessibles aux utilisateurs potentiels (gestionnaires de l'espace, profession agricole,...).

INTRODUCTION

L'analyse des impacts des pratiques agricoles sur les compartiments de la biodiversité requiert des outils d'évaluation adaptés. En absence de modèle mécaniste ou statistique complexe, la construction de modèles opérationnels simplifiés du type indicateur agro-environnemental peut constituer une alternative pertinente pour un premier niveau d'aide à la décision.

Une première approche, de type « top-down », consiste à construire des indicateurs basés sur des arbres de décision à partir de dires d'expert, que l'on valide ensuite avec des données de terrain. Un deuxième type d'approche, de type « bottom-up », consiste à partir d'un jeu de données de terrain (issus d'expérimentations) pour construire les arbres de décision par des méthodes de classification automatique relevant des méthodes de fouille de données (Quinlan, 1986).

L'objectif de ce travail a été d'appliquer ce deuxième type de méthodes à la base de données issues des expérimentations du CASDAR afin de discriminer quels étaient les facteurs les plus déterminants parmi les pratiques agricoles, les aménagements de bordure et les éléments du paysage sur l'abondance et la richesse spécifique des carabidae en milieu agricole.

DEMARCHE EXPERIMENTALE

ORIGINE DES DONNÉES

A partir des différentes bases de données utilisées (Systerre, Agri-DB pour l'enregistrement des pratiques) ou créées (BDD « Entomophages » d'enregistrement des observations « auxiliaires » et « ravageurs ») dans le cadre de ce projet et, nous avons dû constituer une nouvelle base de données adaptée à notre procédure d'analyse de données :

- la variable de sortie, c'est-à-dire la variable expliquée, correspondait soit à l'abondance, soit à la richesse spécifique médiane en carabidae d'un pot Barber sur la saison du printemps pour une situation de distance (ligne) donnée par rapport à la bordure de champs, pour l'année 2010 (autres années non exploitables car données partielles)
- les variables d'entrée, c'est-à-dire explicatives, correspondaient :

- aux pratiques agricoles, plus particulièrement les travaux du sol et l'application de pesticides.
- aux éléments descriptifs des aménagements de bordure
- aux éléments descriptifs du paysage, notamment les pourcentages de surface de chaque type de culture de l'assolement à l'échelle d'un rayon de 1,5km de diamètre autour du milieu de chaque parcelle d'expérimentation.

La base de données ainsi constituée a été soumise à une procédure de classification automatique grâce à l'algorithme C4.5. appliquée grâce à la plateforme Weka. 3.4. (Witten and Frank, 2005).

PRÉ-TRAITEMENT DES DONNÉES

Le mode opératoire de classification hiérarchique implique que le nombre de variables explicatives ne soit pas trop élevé par rapport au nombre de situations étudiées, dans un rapport d'environ deux lignes pour une colonne. Des regroupements de variables ont dû être effectués et ont reposé sur des liens thématiques logiques, mais aussi sur un certain nombre d'hypothèses d'ordre biologique et/ou agronomique. Par exemple, concernant les cultures sur les parcelles, il aurait été impossible d'individualiser chaque type d'occupation de sol, notamment au niveau des cultures annuelles. Ainsi, avons-nous regroupé betterave et pomme de terre en « cultures de printemps en rang », mais en laissant le maïs à part, du fait de sa dynamique de culture monocotylédone très différente des deux premières.

TRAITEMENT DES DONNÉES

La méthode des arbres de régression appliquée aux variables de sortie continues est apparue la plus accessible, car les arbres obtenus présentent l'avantage de donner une valeur numérique finale. L'intérêt de l'interprétation réside surtout dans la hiérarchisation des valeurs entre elles. Dans certains cas, il est également nécessaire de procéder à un « élagage » de l'arbre afin d'éviter les phénomènes de « sur-apprentissage », c'est-à-dire de trop grande dépendance par rapport au jeu de données d'origine (notamment, lorsqu'on « descend » vers des niveaux inférieurs en terme d'importance des facteurs étudiés).

RESULTATS-DISCUSSION

ABONDANCE DES CARABIDAE

Arbre n° 1 : Région Centre + Picardie, abondance des carabes (médiane)

```

PROPORTION_COLZA_PAYSAGE <= 2.628 :
| BOR_largeur haie ou Bosquet(m) <= 11.356 :
| | SOL_PEST_RAV <= 0.557 (=non) :
| | | distance piège à la bordure <= 17.5m :
| | | | distance piège à la bordure <= -3.5m : 23,02 (9/3.471%)
| | | | distance piège à la bordure > -3.5m : 24,94 (24/15.407%)
| | | distance piège > 17.5m :
| | | | SOL_AUTRES_INTERV <= 0.042 (=non) : 34,93 (21/19.275%)
| | | | SOL_AUTRES_INTERV > 0.042 (=oui) : 28,62 (9/11.699%)
| | | SOL_PEST_RAV > 0.557 (=oui) : 18,78 (33/3.889%)
| BOR_largeur haie ou Bosquet(m) > 11.356 :
| | PROPORTION_JACHERE_PAYSAGE <= 3.646 :
| | | SOL_AUTRES_INTERV <= 0.042 (=non) :
| | | | distance piège à la bordure <= 17.5m : 145,62 (9/93.639%)
| | | | distance piège à la bordure > 17.5m : 177,56 (18/158.082%)
| | | | SOL_AUTRES_INTERV > 0.042 (=oui) : 122,13 (15/74.729%)
| | | PROPORTION_JACHERE_PAYSAGE > 3.646 : 81,41 (12/9.324%)

```

.....
Coefficient de corrélation: 0,7415

Figure 1 – Extrait de l'arbre de décision obtenu sur les données d'abondance médiane en carabidae de l'année 2010, pour une proportion de colza dans le paysage inférieure à 2,628% (rayon de 1,5 km autour de chaque parcelle d'expérimentation). Les nombres en rouge correspondent aux valeurs

d'abondance. Entre parenthèses, figurent d'abord le nombre de situations prises en compte par la branche, puis le pourcentage d'erreur pour cette branche d'arbre. Le coefficient de corrélation donne un niveau de validité de l'arbre en comparant les valeurs calculées par l'arbre à celles effectivement observées dans le fichier d'origine

La variable la plus discriminante est la proportion de colza (buffer) dans le paysage, avec une valeur seuil de 2,68%, et un impact a priori négatif des surfaces de colza sur les effectifs de carabes, ce qui va dans le sens des observations de Woodcock et al (2010). Ces auteurs attribuent une telle observation à l'importance de la pression pesticide sur cette culture. L'interaction avec la deuxième branche est toutefois particulièrement importante, car cette dernière marque les écarts les plus élevés. En effet, il est intéressant de remarquer que la largeur des haies ou bosquet apparait dès la 2ème branche de l'arbre dans le cas de valeurs faibles du « buffer » de colza. Des valeurs élevées de largeur de haie sont associées avec des effectifs particulièrement élevés de carabes puisque les densités sont multipliées au moins par un facteur 4 lorsque la largeur de haie passe au dessus du seuil de 11,3m.

Par ailleurs, la variable de distance à la bordure est très souvent associée à la valeur seuil de 17,5m qui apparait à quatre reprises dans l'arbre entier, une fois en 4ème branche et 3 fois en 5ème branche, avec quasi systématiquement (3 fois sur 4), une corrélation positive entre la distance du piège à la bordure et les effectifs de carabes. Cet aspect invite à revisiter plus finement le rôle de réservoir à auxiliaires assuré par les bordures de champs, car la parcelle agricole semble également héberger des effectifs importants de carabes à des distances non négligeables de la bordure.

RICHESSSE SPÉCIFIQUE DES CARABIDAE

Arbre n° 2 : région Centre+Picardie, nombre espèces carabes

```

PROPORTION_CULT_PRINT_RGS_PAYSAGE <= 12.309 :
| SOL_AUTRES_PESTICIDES <= 0.5 (=non):
| | PROPORTION_JACHERE_PAYSAGE <= 3.494 :
| | | distance piège à la bordure <= 17.5m : 4,679 (9/55.234%)
| | | distance piège à la bordure > 17.5 m: 4,811 (18/70.855%)
| | | PROPORTION_JACHERE_PAYSAGE > 3.494 :
| | | distance piège à la bordure <= 2.5m : 3,390 (9/88.139%)
| | | distance piège à la bordure > 2.5m : 3,370 (21/41.906%)
| SOL_AUTRES_PESTICIDES > 0.5 (=oui) :
| | LONG_BOR_longueur haie ou bosquet (m) <= 120.5 :
| | | SOL_AUTRES_PEST_NON_RENS <= 0.5 (=non) :
| | | | distance piège à la bordure <= 1.5m : 2,845 (15/85.325%)
| | | | distance piège à la bordure > 1.5m :
| | | | | PROPORTION_RAY-GRASS_PAYSAGE <= 5.775 : 2,882 (21/46.232%)
| | | | | PROPORTION_RAY-GRASS_PAYSAGE > 5.775 : 2,778 (12/36.668%)
| | | | SOL_AUTRES_PEST_NON_RENS > 0.5 (=oui) : 3,116 (15/55.597%)

```

.....

Coefficient de corrélation: 0,8613

Figure 2 – Extrait de l'arbre de décision obtenu sur les données de richesse spécifique médiane en carabidae de l'année 2010, pour une proportion de cultures de printemps en rangs dans le paysage inférieure à 12,608% (rayon de 1,5 km autour de chaque parcelle d'expérimentation) et une longueur de haie ou bosquet inférieure à 120,5m.

La variable la plus discriminante est la proportion de cultures de printemps en rangs (betterave et pomme de terre) dans le paysage, avec la particularité d'exercer une influence négative sur le nombre d'espèces de carabes, puisque ce dernier est inférieur à 1,769 au delà de la valeur seuil de 12,309% (partie de l'arbre non présentée), ce qui présente un écart très important par rapport au nombre minimal de 2,778 espèces pour la première partie de l'arbre. Cette influence négative des cultures de printemps en rangs est certainement à mettre en relation avec l'effet sol nu en hiver et l'itinéraire de travail du sol au printemps. La deuxième branche de l'arbre correspond à l'application dans l'itinéraire technique d' "autres pesticides", c'est-à-dire herbicides, fongicides...etc, autant de pesticides certes moins toxiques que les insecticides ou molluscicides, mais nettement plus

fréquents dans la majorité des itinéraires techniques. L'application de ces pesticides est associée avec un nombre plus faible d'espèces de carabes.

L'analyse de cet arbre est particulièrement importante à approfondir, car elle apporte des éléments nouveaux, notamment sur le rôle a priori négatif des cultures de printemps en rangs sur les densités et la richesse spécifique des carabidae.

PERSPECTIVES

La validation de ces arbres va être effectuée avec les données de l'année 2011. A moyen terme, il est prévu de tester la robustesse de ces arbres en étudiant l'influence des variables d'entrée sur le niveau de variation de l'architecture finale de l'arbre, ainsi qu'en travaillant sur le niveau de précision des variables paysagères (entre 500m et 1,5 km) prises en compte. A plus long terme, il sera également pertinent de travailler sur la mise à disposition de jeux d'arbres dont le niveau de complexité, et surtout d'accessibilité des variables d'entrée, s'adaptera au type d'usage souhaité par l'utilisateur final.

BIBLIOGRAPHIE

- > QUINLAN, 1986 – *Induction decision trees*. Machine Learning. n°1(1), 81-106.
- > WITTEN and FRANK, 2005 – Chapter 8 Nuts and bolts: Machine Learning algorithms in Java. *Data mining: Practical machine learning tools and techniques with Java implementations*. 2nd Edition. San Francisco, Morgan Kaufmann.
- > WOODCOCK, REDHEAD, VANBERGEN, HULMES L., HULMES S., PEYTON J., NOWAKOWSKI, PYWELL, HEARD, 2010. *Impact of habitat type and landscape structure on biomass, species richness and functional diversity of ground beetles*. Agriculture, Ecosystems and Environment n° 139, 181-186.

PERSPECTIVES : LE PROJET CASDAR AUXIMORE (2012-2014)

Régis Wartelle

Chef de projet Paysage et Biodiversité - AGRICULTURES & TERRITOIRES

Chambre d'agriculture de Picardie

19 bis rue Alexandre Dumas - 80096 Amiens cedex 3

Tel: 03.22.33.69.54 - fax:03.22.33.69.99

www.gestionsdeterritoire.fr

Concilier la compétitivité de l'agriculture et rendre effective la réduction des produits insecticides et molluscicides en grandes cultures demande de valoriser la faune auxiliaire naturellement présente dans les parcelles et dans leur environnement (autres cultures, haies ou bandes enherbées). Pour ce faire il est nécessaire de subvenir à ses besoins trophiques (proies, aliments de substitution) et écologique (abris, sites de reproduction). Ces notions sont pour l'instant peu diffusées auprès des conseillers agricoles et des agriculteurs. La connaissance par ces acteurs de la biologie et de l'écologie de la faune auxiliaire, de son interaction avec les ravageurs, l'agroécosystème, les pratiques est un préalable nécessaire à la diffusion auprès des agriculteurs de recommandations visant à augmenter sa présence et son efficacité sur les populations de ravageurs.

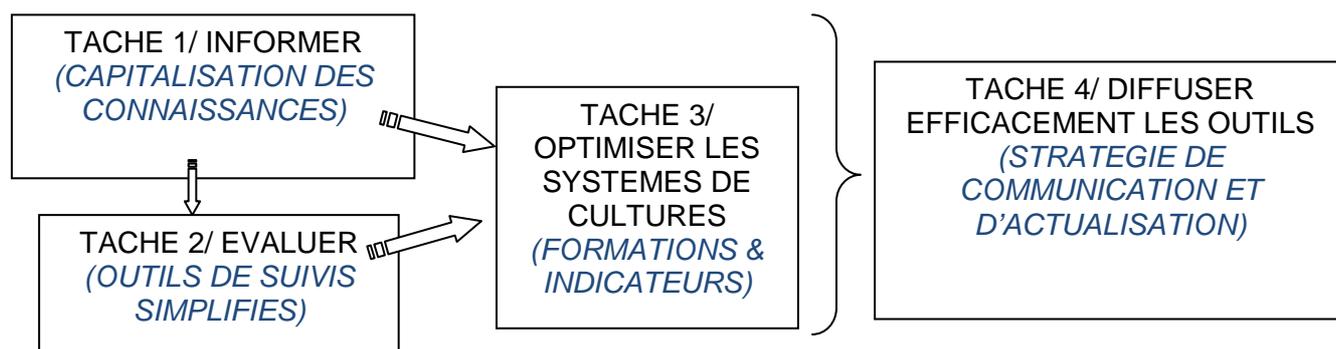
AuxiMORE a pour ambition de répondre à des objectifs identifiés comme prioritaires dans le cadre du plan EcoPhyto 2018 : capitaliser les connaissances agroécologiques sur le contrôle biologique des bioagresseurs à l'échelle des exploitations agricoles et paysages de grandes cultures et les traduire en outils appropriables par le développement agricole et les agriculteurs. AuxiMORE vise ainsi à apporter des réponses au développement agricole et à la formation sur les questions suivantes :

- Quel est l'état des connaissances fondamentales, appliquées et pratiquées de la lutte biologique intégrée par conservation à l'échelle des exploitations agricoles et paysages de grandes cultures ?
- Comment sensibiliser et former les acteurs du développement agricole et agriculteurs à la faune auxiliaire, sa biologie et son écologie ?
- Quelles méthodes adaptées aux acteurs proposer et valider pour le suivi des auxiliaires ?
- Comment généraliser l'évaluation des systèmes de culture et des techniques associées sur la faune auxiliaire pour promouvoir ceux qui la favorisent ?

Ces objectifs seront atteints par un travail partenarial entre recherche, développement, enseignement et agriculteurs comprenant une importante phase de valorisation et de transfert. Les connaissances et outils seront diffusés notamment via une plate forme web actualisable. Ainsi, au-delà des organismes et agriculteurs intéressés par la biodiversité fonctionnelle, l'observation et la valorisation de la faune auxiliaire pourra être mise en œuvre par un nombre croissants de réseaux (Bulletin de Santé du Végétal pour l'épidémiologie-surveillance, Fermes DEPHY dans le cadre d'EcoPhyto 2018, programme participatif VigieNature, etc.). La démultiplication des données de suivis aidera à la mesure de l'effet des pratiques agricoles et paysagères sur les couples bioagresseurs/auxiliaires.

De plus en plus la lutte biologique par conservation des milieux semble être une technique de contrôle des ravageurs. Cette approche a été jugée efficace dans son ensemble mais les observations pour parvenir à juger de son efficacité font appel à des notions scientifiques parfois relativement complexes (déterminations des espèces végétales et animales, rôle et interactions entre les organismes, rôle écologique des différents habitats, génétique des populations ...). Ces notions complexes sont aussi de véritables sources d'information et de gestion pratiques pour les agriculteurs et le monde rural lorsqu'elles sont traduites pour des utilisations de terrain. Les producteurs ont la connaissance de leur exploitation et ce projet veut donner plus de matière aux différents acteurs afin de mieux observer les forces en présence dans une parcelle. Une telle démarche de science participative contribuera à un retour à l'observation par les agriculteurs susceptible d'engendrer aussi une baisse du recours aux phytosanitaires.

LE DECOUPAGE LOGIQUE D'AuxiMORE



Piloté par la Chambre Régionale d'Agriculture de Picardie, le projet AuxiMORE rassemblera les compétences et le potentiel d'innovation du développement (Instituts techniques et Chambres d'agriculture), de la recherche (5 UMR ainsi que de nombreux experts), de l'enseignement (Bergerie nationale et lycées agricoles) et d'agriculteurs (réseaux d'agriculteurs EcoPhyto R&D). Ces partenaires se sont notamment constitués autour des Réseaux Mixtes Technologiques Biodiversité fonctionnelle et Systèmes de cultures innovants.

Principaux partenaires du CasDAR AuxiMORE

Organismes de développement :

- Instituts techniques : ARVALIS Institut du végétal, ACTA, CETIOM, ITB
- Chambres d'agriculture : Picardie, Charente maritime, Deux-Sèvres et APCA

Organismes de recherche :

- UMR Nancy -Université-INRA Nancy-Colmar
- Muséum National d'Histoire Naturelle Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité UMR 7204, Conservation des Espèces, Restauration et Suivi des Populations
- CETU Innophyt Université de Tours
- INRA SAD-Paysage Rennes
- UMR INRA/Agrocampus Rennes 1099 [BiO3P]
- UMR CBGP INRA Montpellier

Enseignement et formation :

- Bergerie Nationale et Lycées agricoles en lien avec la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité
- Résolia (service formation de l'APCA)

Experts et autres partenaires

- Flor'Insectes, Agroof, Laboratoire d'EcoEntomologie, Syrphis, etc.

Avec le concours du Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire

