



Parcelles de blé en culture (Cliché service d'expérimentation - INRA La Minière)

Amara similata (Cliché R. Coutin - OPIE)

Des insectes indicateurs de la restauration de la biodiversité en milieu agricole intensif

Le cas des Carabidés en Beauce

par *Élisabeth Fournier*

L'altération continue de la biodiversité dans certains paysages agricoles encourage le développement d'une réflexion en faveur d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement. Des travaux sont déjà menés en ce sens, notamment la recherche d'indicateurs biologiques pertinents pour évaluer la diversité biologique. La présente étude, qui a fait l'objet d'une thèse à l'Institut national agronomique Paris-Grignon, s'attache à montrer l'intérêt des insectes - ici les Carabidés - dans une telle approche...

L'érosion de la biodiversité en milieu agricole

De tout temps, l'activité agricole crée, entretient et modifie les paysages. Depuis 1950 l'agriculture mécanisée et intensifiée a entraîné une accélération de la transformation des paysages ; ils se sont considérablement ouverts dans les zones les plus intensives (très larges parcelles agricoles, rareté d'éléments peu perturbés tels bosquets, bois, haies...). En

France, la plaine céréalière de la Beauce, milieu traditionnellement ouvert, est un exemple de paysage agricole modifié de la sorte, dans lequel les arrachages de haies et de bosquets, ainsi que la réduction de la taille des réserves boisées, se sont poursuivis jusque dans les années 1970.

À l'heure actuelle, ces agrosystèmes présentent une grande homogénéité spatiale, un appauvrissement de la richesse spécifique, une réduction de la diversité génétique des espèces exploitées : toutes ces caractéristiques conduisent à une diminution de la biodiversité. Ce constat a conduit plusieurs acteurs et partenaires du monde agricole à s'interroger sur le concept d'"agriculture intégrée" : comment continuer à produire autant tout en respectant mieux le milieu naturel ?

Dans la région de la Beauce, cette réflexion a abouti à la mise en place de haies chez plusieurs agriculteurs volontaires. Sur la ferme où a eu lieu notre étude, la mise en place des haies a été réalisée durant l'hiver 1994-1995 et s'est accompagnée d'un remplacement du labour par une technique de travail superficiel du sol. Ce site offre donc la possibilité d'étudier l'impact de ces deux nouveaux aménagements sur le maintien de la biodiversité dans un agrosystème intensif.

Quelle définition de la biodiversité ?

La biodiversité est une notion complexe. D'après Robert Barbault dans son ouvrage "Des baleines, des bactéries et des hommes", publié en 1996, elle recouvre trois grands aspects : les diversités génétique et phénotypique, mesurables à l'échelle des populations, avec des individus comme unités élémentaires ; la diversité spécifique, qui se retrouve à l'échelle des groupes fonctionnels (guildes des végétaux, guildes des consommateurs primaires ou phytophages, des consommateurs secondaires et tertiaires, des parasitoïdes), les espèces étant alors les unités élémentaires ; et enfin, la diversité écologique, qui se mesure à l'échelle de l'écosystème et où ce sont les groupes fonctionnels qui sont les unités élémentaires. Ces différents niveaux requièrent des outils d'étude différents. Il est donc nécessaire de correctement situer à quel niveau on souhaite travailler. Dans les systèmes agricoles, l'aspect le plus directement visible de la dégradation de la biodiversité est sans nul doute celui de la diminution de la richesse spécifique. Situer une étude d'impact à ce niveau permet donc d'obtenir rapidement des données intéressantes sur la restauration d'une partie de la biodiversité.

Les Carabidés : un groupe fonctionnel intéressant pour une étude au niveau de la diversité spécifique

Le choix du groupe fonctionnel qui sert de modèle d'étude est toujours délicat. Si on le choisit trop large (par exemple l'ensemble des animaux prédateurs), les problèmes d'échantillonnage et de traitement des données deviennent vite épineux. L'excès inverse (groupe fonctionnel trop étroit) est trop réducteur, les résultats acquis étant peu généralisables. L'idéal est de trouver un groupe fonctionnel suffisamment représentatif et occupant une place intéressante dans l'écosystème.

Dans cet ordre d'idées, la famille des

Agonum dorsalis (Cliché R. Coutin - OPIE)



Carabidés (*Coleoptera, Carabidae*) constitue un groupe intéressant. Ces Coléoptères, qui vivent à la surface du sol, sont extrêmement diversifiés (40 000 espèces répertoriées dans le monde, réparties dans plus d'un millier de genres) et ont colonisés tous les types d'écosystèmes. Le plan d'organisation corporel assez constant (corps souvent foncé, parfois à reflets métalliques, adapté à la course, avec des pattes et des antennes longues, des palpes et des mandibules proéminents ; larves campodéiformes). Dans les régions tempérées, le cycle de vie de ces insectes holométaboles dure en général une saison et la reproduction est soit automnale (passage de l'hiver sous forme de larve), soit printanière (passage de l'hiver sous forme adulte). La plupart des Carabidés sont des prédateurs polyphages ; il existe cependant quelques espèces prédatrices assez spécialisées (*Leistus* sp., *Loricera* sp.), d'autres encore grandement phytophages (*Amara* sp.). Leur détermination est relativement aisée et il existe des méthodes standardisées d'échantillonnage. Toutes ces caractéristiques ont conduit plusieurs auteurs à les utiliser pour évaluer, par exemple, l'impact de certaines pollutions par les pesticides, ou pour classer les habitats dans un but de conservation. Des études à grande échelle et à long terme sont actuellement mises en place pour mesurer l'impact de l'urbanisation sur le fonctionnement des systèmes écolo-

giques, en utilisant ce groupe comme indicateur*.

Les Carabidés présentent en outre un intérêt agronomique : ils constituent, avec d'autres arthropodes prédateurs, un groupe susceptible d'exercer une pression importante sur les ravageurs des cultures, donc d'être utilisé en lutte biologique. Enfin, ils sont également intéressants pour le maintien d'autres espèces en danger dans le cas particulier de la Beauce, comme la Perdrix grise dont ils constituent un élément important du régime alimentaire.

L'objectif du travail a donc consisté à mesurer l'impact de la replantation de haies sur la diversité spécifique de ce groupe d'insectes.

La plaine de la Beauce, site d'étude

La plaine de la Beauce est située au Sud-Ouest de Paris, autour de la ville de Chartres. C'est la première région de production de céréales en France. La ferme sur laquelle l'étude a été menée se situe précisément à Ossonville, sur la commune de Ouarville (Eure-et-Loir). Les cultures sont caractéristiques de l'ensemble de la Beauce : blé tendre, blé dur, orge de printemps, escourgeon, maïs, colza, pois protéagineux, haricot.

Les haies plantées durant l'hiver 1994-1995 sur la ferme d'étude sont disposées à la limite entre deux cultures, et couvrent 1 % de la surface agricole utile. Dans le cadre de la Politique agricole commune (PAC) elles ont le statut de jachères fixes "Environnement - Faune Sauvage" ; leur vocation initiale est le soutien des populations d'oiseaux gibier (en particulier la Perdrix grise). Leur structure reprend la définition générale proposée sur la figure 1. Entre deux rangées d'arbustes (chacune de 200 m X 6 m) s'intercale une culture fourragère mixte annuelle (100 m X 6 m), l'ensemble de cet élément central étant bordé

*exemple : le projet Globenet <http://www.helsinki.fi/science/globenet/index.html>

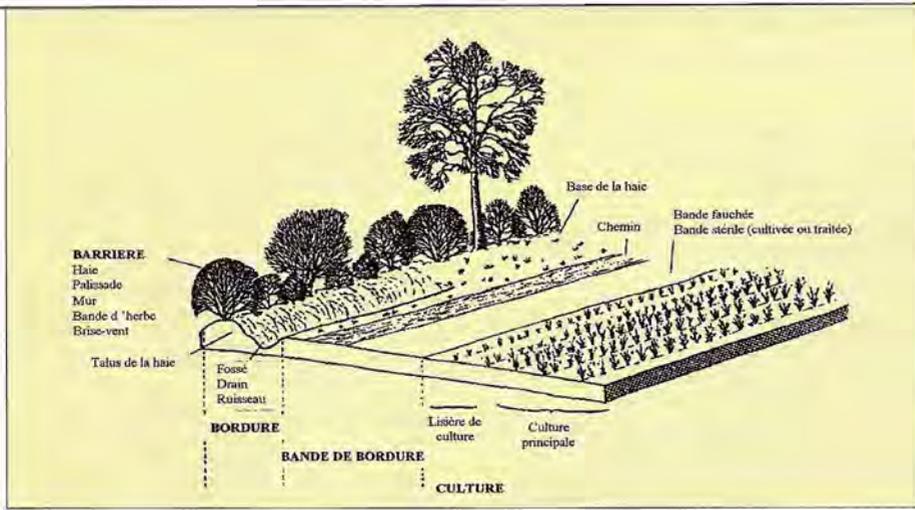


Figure 1. Principales composantes d'une bordure de champ (d'après Marshall 1994).

de part et d'autre par une autre culture fourragère mixte annuelle. Dans notre étude, l'ensemble de cette structure était bordée par une culture d'orge de printemps en 1996, et une culture de blé d'hiver en 1997.

Les haies ne dépassent pas 3 m de hauteur à maturité et restent donc des habitats ouverts. La mosaïque de nouveaux habitats formée par ces bordures de champ, se caractérise par un gradient de perturbation croissante depuis la haie au sens strict (non perturbée, à part le fauchage de certaines espèces végétales comme les chardons), en passant par la bande de bordure (dont la culture mixte renouvelée tous les ans n'est pas traitée chimiquement), jusqu'à la lisière de la culture céréalière, soumise aux habituels traitements agronomiques.

L'étude s'est articulée autour de trois questions principales, en tenant compte des contraintes particulières d'une étude "grandeur nature" en exploitation agricole : comment la diversité des communautés de Carabidés est-elle modifiée, au niveau local (dans la haie et la culture adjacente) et à court terme, par la présence de la haie ? Quels mécanismes écologiques peuvent expliquer ces changements de diversité à l'échelle locale ? La présence des haies a-t-elle des effets sensibles, à une échelle plus large, sur la diversité des communautés de Carabidés, en comparaison avec d'autres éléments fixes du paysage ?

Localement, les haies influeraient sur l'organisation spatiale des espèces au sein des communautés de Carabidés

Des pièges d'activité placés dans une des haies et le long de transects perpendiculaires à cette haie à l'intérieur de la culture adjacente, ont fonctionné de mars au début d'octobre 1996. Ce sont des bouteilles en plastique coupées en deux, dans lesquelles le goulot est retourné pour servir d'entonnoir, et qui sont enfoncées dans le sol. Elles sont remplies avec une solution de formol qui permet de conserver intacts les spécimens capturés. Ces pièges sont relevés tous les 15 jours.

Les résultats des captures dans ces pièges ont été utilisés pour calculer deux types d'indices de diversité biologique : les indices α et β , d'après la terminologie utilisée en écologie des communautés**.

Les indices α permettent de décrire la structure interne des communautés (telle que la richesse spécifique, ou les dominances écologiques entre espèces...). Les indices β servent à comparer plusieurs communautés entre elles et évaluer leur degré de similarité.

Ces indices calculés pour chaque piège ont révélés que plus on s'éloigne de la haie, plus la richesse

spécifique des communautés diminue de façon significative, et plus les communautés sont caractérisées par une dominance accrue d'un nombre toujours plus restreint d'espèces (Figure 2). En outre, c'est à proximité de la haie qu'interviennent les changements les plus importants. L'ensemble de ces résultats sont concordants avec plusieurs autres études sur les Carabidés ainsi que sur d'autres organismes.

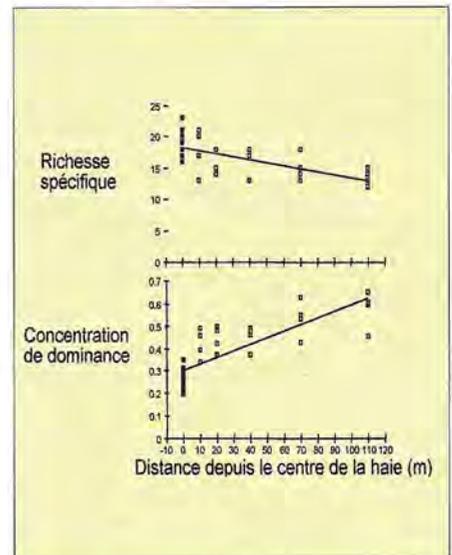


Figure 2. Variation des indices de diversité α en fonction de la distance à la haie (d'après Fournier 1998).

On peut alors classer les espèces en quatre groupes selon leur fréquentation de l'habitat : celui des espèces strictement restreintes à la haie, aucun spécimen n'ayant été échantillonné à plus de 10 m de la haie ; celui des espèces présentant une forte préférence pour la haie (par exemple *Pterostichus cupreus* L., la deuxième espèce la plus abondante dans notre échantillonnage) ; dans le troisième groupe se trouvent les espèces indifférentes à la haie, échantillonnées en même quantité partout ; enfin, les espèces présentant une préférence pour la culture, (en particulier *Pterostichus melanarius* Ill., qui est l'espèce la plus abondante dans notre échantillonnage). Les changements de diversité en fonction de la distance à la haie peuvent être expliqués par ces différentes distributions spatiales : la haie, même récente, induit une réorgani-

**Une "communauté" est ici définie comme un ensemble de populations d'espèces différentes vivant dans un même milieu, entretenant entre elles divers types de relations interspécifiques (prédation, mutualisme, parasitisme, "coexistence pacifique"...). L'écologie des communautés s'attache à décrire la structure des communautés dans un écosystème donné, à en comprendre le fonctionnement et l'évolution.

sation spatiale des espèces déjà présentes auparavant dans les cultures. Des expérimentations ont été menées où l'état de satiété des insectes des deux espèces principales a été manipulé (pour chaque espèce, deux lots d'individus ont été élevés au laboratoire ; les insectes du premier lot ont été affamés, ceux du second lot ont été repus; les deux lots ont finalement été relâchés sur le terrain, dans des enclos fermés, et suivis par capture-recapture pendant une semaine). Les résultats ont montré que pour la première espèce *P. melanarius*, la haie semble être un site refuge, le milieu le plus exploité pour l'alimentation étant la culture. La seconde espèce, *P. cupreus*, se nourrit au contraire préférentiellement dans la haie. Le rôle de la haie comme site de ressources alimentaires et site refuge semble donc prépondérant pour expliquer la distribution spatiale des espèces.

Les haies ont aussi un impact sur la diversité des communautés à une échelle spatiale beaucoup plus large

L'échantillonnage précédent par pièges d'activité a été étendu à une autre haie et une autre culture, ainsi qu'à 2 petites réserves boisées présentes aux environs immédiats de la ferme. Ces trois habitats se distinguent par leur taille, leur forme, leur âge, et leur degré de perturbation. Les cultures sont des habitats vastes (25 ha d'un seul tenant), et périodiques (renouvelés tous les ans). Les haies, de surface réduite (0,3 ha) et de forme linéaire, sont, comme on l'a vu, peu perturbées par les activités humaines. Quant aux réserves boisées, elles sont de petite taille (0,75 et 2 ha) ; elles ont été plantées au XVIII^e siècle lors de la Révolution, servent principalement de remises à gibier, et subissent aussi des coupes régu-

lières pour l'approvisionnement en bois de chauffe.

Au vu des diversités α et β , on peut dire qu'aux haies correspondent une forte diversité α (ce qui est un résultat attendu pour de jeunes habitats). Cependant, les 3 types d'habitats abritent, dans l'ensemble, des communautés très similaires, avec de faibles différences suivant le degré d'ouverture ou de perturbation (Tableau). En particulier, les réserves boisées n'hébergent que très peu d'espèces de Carabidés typiquement forestières, mais un grand nombre d'espèces de milieu ouvert ou ubiquistes. Par ailleurs, il a été montré que ces bois, probablement du fait de leur petite taille, de leur forme, et de leur total isolement, ne semblent pas favorables à l'établissement de populations à faible pouvoir de dispersion (que l'on trouve pourtant généralement dans des habitats fermés, anciens et peu perturbés). En revanche, des populations à plus faible pouvoir de dispersion semblent capables de s'établir dans les haies, qui apparaissent donc comme des entités favorables au maintien d'une certaine diversité des communautés de Carabidés à l'échelle régionale. Toutefois, le manque total de corridors de circulation entre les différentes entités d'habitats non perturbés, limite le rôle des haies à l'échelle du paysage : de telles mosaïques ne peuvent pas remplacer les anciennes forêts plus vastes pour le maintien d'espèces typiquement forestières.

En conclusion

Cette étude a confirmé tout d'abord que les Carabidés constituent des outils valables pour mener une étude d'impact en aménagement du territoire. Un autre résultat important est que l'aménagement de l'espace agricole, par la création d'habitats peu perturbés, permet une restauration de la diversité à l'échelle des communautés. Plus ces habitats sont complexes, plus la diversité est importante. Ceci est vrai à une échelle locale (proximité immédiate de la haie), mais aussi à l'échelle

du paysage. Ce type de mesure, associée à d'autres efforts de maîtrise des pollutions et de gestion de l'irrigation, des sols, et des assolements, permet d'envisager une manière de produire en respectant mieux la diversité biologique et l'environnement. 

Espèces	(1)	(2)	(3)
<i>Abax ater</i>	A	B	F
<i>Acupalpus brunnipes</i>	?	?	?
<i>Agonum dorsalis</i>	P	M	O
<i>Agonum muelleri</i>	P	M	O
<i>Amara aenea</i>	P	F	O
<i>Amara apricaria</i>	A	F	O
<i>Amara aulica</i>	A	M	O
<i>Amara consularis</i>	A	M	O
<i>Amara familiaris</i>	P	F	U
<i>Amara plebeja</i>	P	F	O
<i>Amara similata</i>	P	M	O
<i>Asaphidion flavipes</i>	P	F	U
<i>Badister bipustulatus</i>	P	M	F
<i>Badister sodalis</i>	P	B	U
<i>Bembidion aeneum</i>	P?	M	O
<i>Bembidion lampros</i>	P	F	U
<i>Bembidion obtusum</i>	P	M	O
<i>Brachinus sclopeta</i>	?	?	?
<i>Calathus melanocephalus</i>	A(+P?)	B	U
<i>Calathus piceus</i>	A	M	F
<i>Demetris atricapillus</i>	?	?	U
<i>Diachromus germanus</i>	?	?	O
<i>Harpalus aeneus</i>	P	F	O
<i>Harpalus ardosiacus</i>	?	?	?
<i>Harpalus azureus</i>	P	M	O
<i>Harpalus dimidiatus</i>	?	?	O
<i>Harpalus rufipes</i>	?	F	O
<i>Leistus ferrugineus</i>	A	B	O
<i>Leistus fulvibarbis</i>	?	B	F
<i>Leistus rufomarginatus</i>	A	M	F
<i>Loricera pilicornis</i>	A	F	U
<i>Metabletus foveatus</i>	?	?	U
<i>Metabletus obscuroguttatus</i>	P	B	O
<i>Microlestes maurus</i>	A	M	U
<i>Nebria brevicollis</i>	P	M	O
<i>Notiophilus aquaticus</i>	A(+P)	M	U
<i>Notiophilus biguttatus</i>	P	F	F
<i>Notiophilus germinyi</i>	A	M	O
<i>Pterostichus cupreus</i>	P	F	O
<i>Pterostichus melanarius</i>	A	M	O
<i>Scybalicus oblongiusculus</i>	?	?	O
<i>Stomis pumicatus</i>	P	B	F
<i>Trechus obtusus</i>	A	M	U
<i>Trechus quadristriatus</i>	A	F	O

Tableau. Liste des espèces de Carabidés recensées avec leurs caractéristiques écologiques (période de reproduction (1) : Automne, P printemps ; pouvoir de dispersion (2) : B bas, M moyen, F fort ; préférence pour l'habitat (3) : F fermé, O ouvert, U ubiquiste).

L'auteur

Élisabeth Fournier travaille actuellement à l'Unité de pathologie végétale de l'INRA de Versailles. Cet article expose les principaux résultats de sa thèse.

Pour en savoir plus

Barbault R., 1996 - Des baleines, des bactéries et des hommes. Éditions Odile Jacob, Paris.

Fournier E., 1998 - Impact de la replantation de haies et de l'utilisation d'un travail simplifié du sol sur la diversité des Carabidés (*Coleoptera, Carabidae*) dans un agro-écosystème intensif - Thèse de l'Institut national agronomique Paris-Grignon.