



Open Archive Toulouse Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/>
Eprints ID: 16260

To cite this version: Balent, Gérard and Choisis, Jean-Philippe and Ouin, Annie and Vialatte, Aude and Sarthou, Jean-Pierre *Biodiversité et services rendus à l'agriculture. Principaux enseignements de différents dispositifs de recherche récents et actuels en Midi-Pyrénées.* (2015) In: Biodiversité et agriculture en Midi-Pyrénées : Panorama des actions de recherche et développement. Quelles perspectives pour le conseil aux agriculteurs ? Ogham, Toulouse, pp. 22-28.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator:
staff-oatao@inp-toulouse.fr

Biodiversité et services rendus à l'agriculture

Principaux enseignements de différents dispositifs de recherche récents et actuels en Midi-Pyrénées

Gérard BALENT, Jean-Philippe CHOISIS, Annie OUIN, Aude VIALATTE

Unité Mixte de Recherche (INRA - INP Toulouse)

DYNAFOR (Dynamiques et écologie des paysages agri-forestiers)

gerard.balent@toulouse.inra.fr ; jean-philippe.choisis@toulouse.inra.fr

ouin@ensat.fr ; aude.vialatte@ensat.fr

Jean-Pierre SARTHOU

Unité Mixte de Recherche (INRA – INP Toulouse) AGIR (Agro-écologie Innovation et Territoire)

jean-pierre.sarthou@ensat.fr

Dans le canton d'Aurignac, des chercheurs de l'Institut national de la recherche agronomique et de l'Institut national polytechnique de Toulouse travaillent depuis une trentaine d'années sur l'agriculture, les paysages et la biodiversité. Les paysages agricoles étudiés sont caractérisés par une agriculture de polyculture élevage et la présence de petits bois. Ces paysages agri-forestiers constituent un site d'étude à long terme qui est reconnu au niveau national et européen.

Leurs travaux portent d'une part sur la relation entre ces paysages agricoles et la biodiversité avec un modèle biologique emblématique : les oiseaux (Projet BiodivAgrim). Plus récemment ils ont développé des recherches sur les services rendus par la biodiversité à l'agriculture comme la protection des cultures contre les ravageurs grâce aux auxiliaires des cultures avec le projet LandscAphid. Une attention particulière est portée à la mosaïque des cultures au sein du projet Farmland qui considère aussi le service de pollinisation des cultures apporté par la biodiversité.



PROJET BIODIVAGRIM

Conservation de la biodiversité dans les agroécosystèmes : une modélisation spatialement explicite des paysages

Objectif du projet

Évaluer les conséquences sur la biodiversité des mosaïques paysagères agricoles : comment articuler échelles de gestion et processus écologiques ?

Les changements d'usage des terres sont un facteur déterminant de la diminution de la biodiversité qui s'observe dans les espaces ruraux gérés intensivement. La gestion durable des ressources naturelles dans ces espaces repose sur des leviers d'action s'exerçant à l'échelle des exploitations agricoles, niveau majeur de décision et d'organisation, alors que les services écologiques s'expriment à l'échelle des paysages. Cette discordance constitue une difficulté majeure pour la conservation de la biodiversité en général et de celle utile à l'agriculture en particulier. Le projet visait à caractériser et articuler les dynamiques d'organisation interne des exploitations agricoles, d'organisation spatiale des paysages et de fonctionnement écologique des agroécosystèmes, pour identifier les leviers d'action dans les réorganisations des exploitations agricoles favorables à la biodiversité. Cela demandait de comprendre les processus sociaux affectant les règles d'allocation spatiale des

assolements, les relations entre paysages agricoles et biodiversité pour en prédire les conséquences territoriales et paysagères sur la biodiversité.

Organisation du projet

Les recherches développées dans le cadre de ce projet se sont appuyées sur un réseau de trois terrains de recherche à long terme :

- la zone de Pleine-Fougères en Bretagne (élevage intensif),
- la zone de Chizé en Charente-Poitou (grandes cultures),
- et la zone des Coteaux de Gascogne en Midi-Pyrénées (polyculture-élevage).

Le projet BiodivAgriM est à l'origine, dès 2008, de la mise en place d'un réseau collaboratif de recherche entre ces trois sites sur la biodiversité des paysages agricoles. Elle s'est poursuivie dans le cadre des projets Landscaphid, Farmland et Sebiopag décrits par ailleurs.

Dans les Coteaux de Gascogne les recherches ont été concentrées dans le cœur de la zone de recherche à long terme sur 4 communes de la vallée de la Nère au nord d'Aurignac (31).

Évolution des oiseaux dans les paysages agricoles

Plusieurs groupes biologiques ont été étudiés dans le cadre de BiodivAgriM comme les carabes et les orthoptères (criquets et sauterelles). Nous présentons ici quelques résultats marquants sur le groupe emblématique des oiseaux étudiés depuis très longtemps dans les Coteaux de Gascogne (depuis 1981) mais aussi au niveau national dans le cadre du suivi temporel des oiseaux nicheurs (programme STOC : Suivi Temporel des Oiseaux Communs du Muséum National d'Histoire Naturelle).

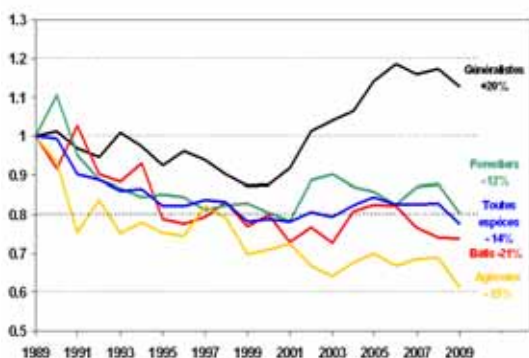
Au niveau national

Les données du programme STOC montrent qu'au niveau de la France entière les espèces typiques des milieux agricoles ont diminué de près de 40 % depuis le début des années 90 et que, mis à part les espèces généralistes, tous les groupes d'espèces diminuent. Cette tendance lourde est attribuée à l'intensification de l'agriculture et à la simplification des paysages qu'elle induit.

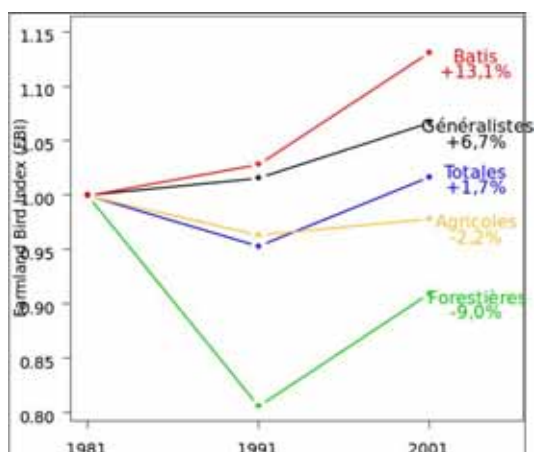
Au niveau régional

Les données recueillies depuis 1981 dans les coteaux de Gascogne (canton d'Aurignac) montrent que, pendant une période de longue durée comparable (20 ans), les oiseaux des milieux agricoles ont maintenu leurs effectifs.

Évolution de l'avifaune sur 20 ans



Évolution de l'avifaune sur 20 ans au niveau national d'après les données du programme STOC du Muséum en haut et à partir des données recueillies par DYNAFOR dans les coteaux de Gascogne à droite.



Systèmes de polyculture-élevage et sociétés à maisons concurrent au maintien de la biodiversité

Cette « résistance » de l'avifaune semble due, malgré une intensification importante de l'agriculture visible à travers l'augmentation de la taille moyenne des exploitations et des parcelles, au maintien de paysages agricoles diversifiés. Ils préservent un taux de boisement et un réseau d'éléments linéaires importants, en particulier le long des nombreux ruisseaux et rivières favorable à la biodiversité. Une explication potentielle à ce « paradoxe gascon », c'est-à-dire une intensification avec maintien d'un paysage diversifié, est à rechercher dans le maintien de systèmes de production de type polyculture-élevage. Mais la persistance du système « à maison » qui conduit les agriculteurs à intensifier leurs pratiques et agrandir leurs parcelles au sein du territoire des « maisons » tout en maintenant voire en renforçant les limites entre maisons matérialisées par des haies et des bosquets serait un autre facteur explicatif.

Cette association entre polyculture-élevage et société « à maison » concourt à maintenir des paysages à haute valeur environnementale dont les effets bénéfiques se retrouvent sur le niveau élevé des services assurés par la biodiversité (régulation et pollinisation).



Paysage de polyculture-élevage dans les coteaux de Gascogne



PROJET ANR SYSTERRA « LANDSCAPHID » (2010-2014) Gérer le paysage pour limiter les populations de pucerons ravageurs des grandes cultures ?

Paysage agricole, communautés d'ennemis naturels et abondance des pucerons ravageurs des cultures

Face aux limites des pratiques de protection des cultures, dont la mise en œuvre n'a pas significativement limité les pertes de rendements lors des décennies écoulées, et à l'impérieuse nécessité de prendre en compte les problématiques environnementales, de nouvelles stratégies de production économiquement et écologiquement viables doivent être réfléchies.

Des travaux récents ont mis en évidence l'influence du paysage sur les processus écologiques, l'abondance des populations de ravageurs et les pertes de rendement dans

les agroécosystèmes. Dans ce projet, une étude à large échelle dans trois sites français engagés dans des suivis à long terme a été conduite. Nous nous sommes intéressés aux pucerons (un groupe d'insectes qui comprend un grand nombre des principaux ravageurs des grandes cultures en Europe) et à leurs ennemis naturels (parasitoïdes, carabes, syrphes, coccinelles) dans les principales grandes cultures (céréales à paille, colza, tournesol, pois et autres légumineuses). Nous avons développé des méthodes pour aborder l'étude de l'écologie des populations et communautés de pucerons ravageurs des cultures et de leurs ennemis naturels à l'échelle du paysage, en prenant



en compte les compartiments semi-naturels de l'environnement connus pour être des habitats-clés pour de nombreuses espèces d'insectes. Finalement, ces travaux permettent d'alimenter les réflexions sur le déploiement de stratégies de gestion permettant d'accroître le contrôle biologique et de réduire la pression des ravageurs sur les cultures.

Comment évaluer le fonctionnement des communautés de pucerons ravageurs des cultures et de leurs ennemis naturels ?

L'étude de l'effet des caractéristiques du paysage sur le fonctionnement des communautés d'arthropodes est une tâche ardue du fait du niveau élevé de complexité du système, de l'échelle d'étude étendue et de l'importante quantité de données à collecter et à analyser.

Cette complexité présente plusieurs facettes : complexité de la structure spatiale du paysage mais également complexité du réseau d'interactions écologiques dont l'observation en conditions naturelles reste une gageure.

L'objectif premier du projet « Landscaphid » a été de développer des méthodes et outils pour aborder cette complexité et de les appliquer au cas de la communauté des pucerons et de leurs ennemis naturels. Une étude collaborative a été réalisée à large échelle (sur plus de 80 parcelles) avec un ensemble de méthodes de capture et de comptage d'insectes. Des méthodes statistiques et de modélisation ont été utilisées pour identifier des propriétés du paysage, mesurées au moyen d'un Système d'Information Géographique (SIG), influençant les dynamiques des populations. Par ailleurs, des approches innovantes, notamment fondées sur la reconnaissance des espèces grâce à des séquences d'ADN ou « barcoding » moléculaire et le séquençage haut-débit, ont été appliquées à l'identification in situ du réseau trophique impliquant les arthropodes dans l'espace agricole.

Résultats majeurs du projet

Les analyses suggèrent des effets limités et inconstants du contexte paysager proche sur le fonctionnement des populations et communautés de pucerons et d'ennemis naturels. Elles indiquent aussi une prédominance des conditions très locales (pratiques agricoles) ou régionales (orientation agricole, climat). On observe une relative étanchéité des compartiments cultivés et non cultivés de l'agroécosystème, avec des espèces d'ennemis naturels probablement spécialisées sur les cultures et peu de liens trophiques entre les compartiments. Ces travaux contribuent à mieux comprendre les relations ambiguës entre complexité paysagère, biodiversité et régulation des populations de ravageurs : la communauté d'ennemis naturels des pucerons associée aux cultures semble relativement peu connectée aux habitats non cultivés. D'où une explication à un certain nombre de résultats scientifiques quant à l'absence d'effet significatif de l'augmentation de la présence des habitats non cultivés sur la régulation des pucerons. Mais les habitats non cultivés restent indéniablement fondamentaux pour la biodiversité en général, soutenant d'autres communautés d'ennemis naturels vis-à-vis d'autres ravageurs, et plus globalement d'autres services comme la pollinisation des cultures ou l'épuration des eaux de ruissellement. Coupler des pratiques agricoles favorables aux ennemis naturels fortement associés aux cultures comme ceux des pucerons, à un réseau d'habitats non cultivés favorables à d'autres communautés semble la stratégie la plus pertinente pour réguler les ravageurs des cultures.



Tente à émergence pour capturer les insectes hivernant dans le sol et la végétation ainsi recouverts



Puceron du pois, espèce spécialiste des légumineuses



Les résultats du projet ont contribué à l'émergence d'un réseau de recherche français sur une évaluation plus globale des services assurés par la biodiversité dans les paysages agricoles. Le réseau SEBIOPAG (réseau pour l'étude des Services Ecosystémiques assurés par la Biodiversité dans les PAysaGes agricoles) regroupe 5 équipes de recherche françaises (Rennes, Chizé, Dijon, Avignon, Toulouse). L'équipe toulousaine travaille sur 20 parcelles dans les Vallées et Coteaux de Gascogne pour étudier les services rendus par la biodiversité (régulation des ravageurs et pollinisation) en lien avec le paysage et les pratiques des agriculteurs.



Cartographie sous SIG du paysage environnant une parcelle



PROJET FARMLAND : Mosaïque Agricole & Biodiversité

Farmland : mosaïque agricole et biodiversité

Farmland est un projet regroupant des laboratoires Européens : anglais, allemand, catalan et français (Bretagne, Val de Sèvre, Gascogne et Camargue) en collaboration avec des collègues Canadiens.

De récents travaux des partenaires canadiens du projet montrent que, sans prendre en compte les milieux semi-naturels (prairies permanentes, haies et bois), la biodiversité et les services rendus par cette dernière sont plus forts dans les contextes paysagers présentant des parcelles de plus petite taille et un assolement diversifié. Si cela est vérifié dans les systèmes de production européens, il serait alors possible de développer de nouvelles pratiques favorables à la biodiversité en jouant sur l'hétérogénéité spatiale des assolements. Différents modèles biologiques ont été étudiés grâce à des comptages aux champs : de plantes, oiseaux, papillons, des piégeages aériens : d'insectes pollinisateurs (abeilles, bourdons) et au sol : de carabes. Nous avons aussi mesuré directement la prédation par les insectes

auxiliaires des cultures de pucerons morts collés sur des plaquettes et la pollinisation par la mise en place de phytomètres (plants de petunia exposés aux insectes pollinisateurs). Un total de 66 parcelles dans 32 paysages ont été étudiées entre 2013 et 2014.

Une biodiversité ordinaire remarquable !

Globalement, 253 espèces de plantes ont été inventoriées dans les champs et leurs bordures, une diversité inégale dans les autres sites européens du projet. En 2013, 1036 oiseaux répartis en 55 espèces ont été identifiés par point d'écoute. Comme pour les papillons et les pollinisateurs, les oiseaux étaient plus abondants dans les paysages à forte dominante de prairies.

1075 individus de carabes ont été identifiés et correspondent à 40 espèces. Certaines espèces comme *Poecilus cupreus* sont des auxiliaires des cultures. 571 papillons répartis en 39 espèces ont été dénombrés. 7936 insectes pollinisateurs dont 442 abeilles domestiques et 6724 abeilles sauvages ont été capturées et identifiées. Ces premiers

résultats du projet Farmland confirment que les Vallées et Coteaux de Gascogne recèlent une biodiversité abondante et diversifiée. Cette biodiversité supérieure à celle de la plupart des autres régions étudiées dans le projet Farmland semble liée à la structure particulière des paysages agricoles de la région, alliant des parcelles agricoles où les pratiques phytosanitaires sont peu intensives et de nombreuses infrastructures agro-écologiques (bois, haies, prairies permanentes).

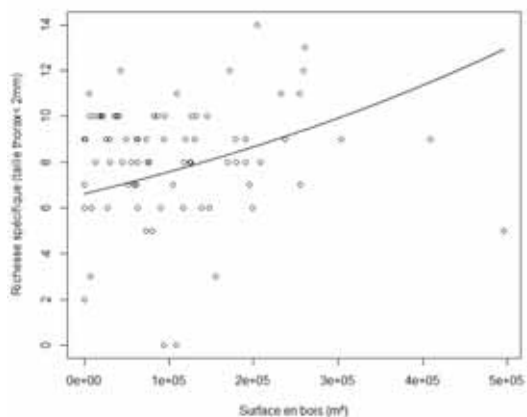


Figure 1 : Le nombre d'espèces d'abeilles (richesse spécifique) de petite taille augmente avec la surface en bois dans un rayon de 500 m autour des parcelles.

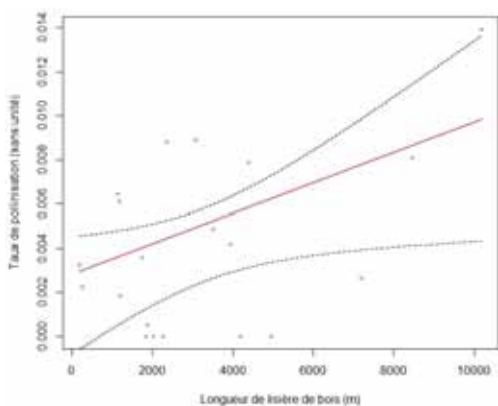


Figure 2 : La pollinisation des phytomètres (mesurée par la différence entre le nombre de graines produites par des plants de petunia exposés aux pollinisateurs versus des plants de petunia protégés des pollinisateurs par du tulle) est plus importante dans des paysages où il y a une forte densité de lisières forestières.

Abeilles et pollinisation

Toutes les espèces d'abeilles sauvages ne réagissent pas de la même manière aux caractéristiques du paysage. Les petites abeilles sont particulièrement sensibles à la surface en bois dans un rayon de 500 mètres. Plus il y a de bois autour de la bordure d'une parcelle, plus il y a un grand nombre d'espèces de petites abeilles (thorax < 2mm). On peut supposer que les petites abeilles sont moins mobiles et dépendent en partie de bois comportant des lisières et des ressources nécessaires à leur cycle de vie (fleurs, endroits propices pour faire leur nid). Elles ne peuvent donc pas être capturées, et donc participer à la pollinisation des cultures, dans des paysages présentant une faible couverture en bois. De même, la présence de lisière forestière influence positivement la pollinisation des phytomètres. Il était connu que les abeilles soient liées aux éléments prairiaux et aux fleurs, l'importance des éléments boisés pour les abeilles et la pollinisation n'avait pas été démontrée jusqu'à maintenant.



Phytomètres : plants de pétunia utilisés pour mesurer le service de pollinisation

LE PROJET BIOBIO “Biodiversity Indicators for European Farming Systems”

La production d'indicateurs au niveau européen

BioBio est un projet européen, conduit de 2009 à 2012 dans 14 pays et 237 exploitations, qui visait à mettre au point un ensemble d'indicateurs de biodiversité applicables, à travers toute l'Europe, aux principaux systèmes de production agricoles.

La biodiversité et ses facteurs locaux de variation ont été appréciés par l'inventaire des habitats et l'identification d'espèces présentes sur chaque exploitation ainsi que le recueil des pratiques agricoles. Le choix des groupes biologiques a été effectué par les partenaires professionnels du projet.

L'objectif était que ces groupes biologiques réagissent à une échelle locale (la parcelle et l'environnement proche) et qu'ils couvrent les quatre fonctions écologiques majeures et pertinentes pour la production agricole : la production primaire (plantes vasculaires), la décomposition de la matière organique (vers de terre), la pollinisation (abeilles et bourdons) et la prédation (araignées).

Le projet a produit un jeu de 23 indicateurs, dont 3 de diversité génétique des cultures et des animaux d'élevage, 4 de diversité des espèces, 8 de diversité d'habitats et 8 de pratiques agricoles.

La biodiversité des exploitations du cas d'étude français

Pour la France, l'étude a été réalisée sur le site des Vallées et Coteaux de Gascogne, dans 16 exploitations de grandes cultures pour moitié conventionnelles et biologiques. 52 types d'habitats différents, cultivés et semi-naturels, ont été identifiés puis échantillonnés, soit près de 17 par exploitation (les habitats correspondent aux différentes cultures, aux divers faciès de bandes enherbées, de haies, de bois, etc.). Au total, plus de 47 000 invertébrés et 888 espèces, plantes comprises, ont été prélevés et identifiés (cf tableau ci-dessous).

Le cas d'étude français possède la plus grande richesse spécifique en abeilles et en araignées. Sa richesse spécifique en plantes et son nombre d'habitats sont également élevés.

Nombre total d'espèces et d'individus inventoriés pour chaque groupe biologique sur l'ensemble des sites français du projet BioBio

	Nombre d'individus	Nombre d'espèces
Plantes	-	440
Vers de terre	12 900	16
Araignées	28 900	261
Abeilles sauvages	5 400	171



© INRA, JP Choisis

Échantillonnage d'abeilles au filet dans un des habitats sur une exploitation agricole du projet BioBio.

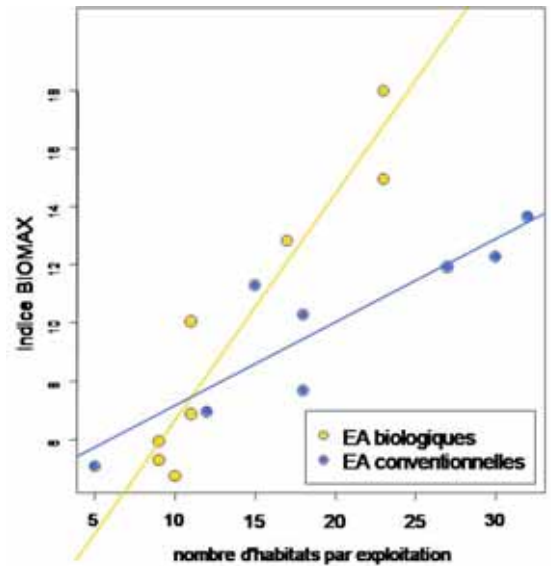
La diversité des habitats : premier levier favorisant la biodiversité dans les exploitations agricoles

À l'échelle européenne, cette étude montre que, plus une exploitation est riche en habitats différents, plus la richesse spécifique cumulée est élevée.

Pour les cultures, les pratiques agricoles ont des effets très variés et parfois contradictoires sur les différents groupes biologiques. D'une manière très générale, l'usage des herbicides réduit la richesse spécifique en plantes, en abeilles et en araignées, alors que le labour réduit l'abondance en vers de terre.

Cette étude montre que la biodiversité en milieu agricole doit être évaluée à 2 échelles :

- celle de la parcelle cultivée, pour laquelle on observe des effets positifs significatifs de l'agriculture biologique (AB) du fait du non-recours aux biocides et fertilisants de synthèse,
- et celle de l'exploitation, à laquelle la différence entre AB et agriculture conventionnelle n'apparaît pas toujours puisque c'est le nombre d'habitats semi-naturels différents qui sera déterminant.



Biodiversité observée en fonction du nombre d'habitats et du mode d'agriculture - Indice Biomax

Nous avons ainsi élaboré un modèle qui montre l'intérêt de l'effet combiné des pratiques et du paysage sur la biodiversité globale (cf. figure).

→ Pour en savoir plus

Sarthou JP, Choisis JP, Amossé A, Arndorfer M, Bailey D, Balázs K, Balent G, Deconchat M, Dennis P, Eiter S, Fjellstad W, Friedel JK, Jeanneret P, Jongman RH, Kainz M, Moreno G, Ouin A, Paoletti MG, Pointereau P, Stoyanova S, Viaggi D, Vialatte A, Wolfrum S, Herzog F (2013)

Indicateurs de biodiversité dans les exploitations agricoles biologiques et conventionnelles des vallées et coteaux de Gascogne, cas d'étude français du projet européen BIOBIO. *Innovations Agronomiques* 32:333-349

<http://www.biobio-indicator.org>