

Spécial SIA 2010 :

« *Agriculture et biodiversité* »

- Des indicateurs de biodiversité testés à grande échelle pour les paysages agricoles
- Quels facteurs déterminent la biodiversité de la flore adventice en France ?
- Biodiversité des pollens et santé des abeilles
- L'interaction entre pathogène et insecticide affecte la santé des abeilles
- Chez le campagnol, mâles et femelles ne font pas la route ensemble
- Les criquets : une valeur sûre pour la biodiversité
- Les forêts mélangées moins infestées par les insectes ravageurs

Vient de paraître

- Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies
- Chroniques de la nature

Des indicateurs de biodiversité testés à grande échelle pour les paysages agricoles

Contact scientifique :
Jacques BAUDRY

Tél : 02.23.48.56.21
jbaudry@rennes.inra.fr

centre INRA de Rennes

• n° 310 • février 2010 •

Dans de nombreux paysages agricoles européens, le nombre d'espèces présentes connaît un déclin considérable. Une étude à très grande échelle dans sept pays, à laquelle ont participé des chercheurs de l'INRA, a permis de montrer qu'aucun groupe d'espèces ne peut servir à lui seul d'indicateur de la biodiversité des paysages. Cette étude confirme que le maintien de la diversité des paysages et de leur hétérogénéité est indispensable pour offrir des habitats à toutes les espèces.

Le déclin de la biodiversité dans les paysages agricoles de nombreux Etats-membres de l'Union européenne est un fait bien connu. De nombreuses études concordent pour établir que parmi l'ensemble des facteurs pouvant jouer un rôle positif dans la richesse en espèces de ces régions, l'hétérogénéité des habitats, la présence d'éléments comme les haies, les talus, ...ainsi que des pratiques agricoles moins intensives occupent une place particulièrement importante.

Cependant, peu d'études ont pris en compte un large éventail de variables couvrant tous les aspects de l'utilisation des terres. La plupart ont été menées à une échelle spatiale relativement modeste, ou bien se sont limitées à la prise en compte d'un nombre restreint de groupes d'espèces, sans que l'on puisse extrapoler leurs résultats à une plus grande échelle ni à d'autres groupes d'espèces.



Bocage breton © CAREN

L'étude présentée dans le *Journal of Applied Ecology* prend en compte un nombre beaucoup plus large de variables permettant de cerner les paysages dans leur ensemble. Les auteurs se sont fixé deux objectifs principaux. Tout d'abord, mener une analyse à l'échelle du continent européen afin de déterminer si certains groupes d'espèces pouvaient constituer des indicateurs de la biodiversité globale. Ensuite, savoir s'il existe des relations cohérentes entre la richesse spécifique, d'une part et la configuration et le mode de gestion des paysages agricoles, d'autre part. Si tel était le cas, on disposerait d'un moyen pour surveiller l'état de la biodiversité et pour améliorer la gestion de ces paysages.

Retrouvez cette information sur www.inra.fr/presse

Contact scientifique :

Jacques BAUDRY

tél. : 02 23 48 56 21

jbaudry@rennes.inra.fr

unité de recherche « SAD
Paysage »,

département « Sciences
pour l'action et le
développement »,
centre INRA de Rennes.

L'étude a été conduite dans 25 sites agricoles de 16 km² répartis dans sept pays européens : France, Belgique, Pays-Bas, Allemagne, Suisse, République tchèque et Estonie. Ces sites reflètent un large éventail de l'intensité de l'usage des terres et de types de paysage. Dans chaque région, le nombre total d'espèces de plantes, d'oiseaux, d'abeilles et autres insectes et de cinq groupes d'arthropodes a été évalué. Les variables comme la diversité, la surface, l'organisation spatiale des éléments présents (ex : haies, bosquets, prairies, cultures,) ont été choisies pour rendre compte de la structure du paysage. L'évaluation de l'intensité de l'agriculture s'est basée sur la diversité des cultures, la densité de l'élevage et l'utilisation de pesticides et d'engrais.

Les variations régionales de la richesse en espèces peuvent être bien évidemment dues à des facteurs biogéographiques et climatiques qui ont été exclus de l'étude pour se concentrer sur les variables choisies. Plusieurs corrélations ont pu être établies entre un groupe d'espèces testé comme indicateur et le nombre d'espèces d'un groupe donné présentes sur un site. Aucune espèce ou groupe d'espèces unique n'ont pu être identifiés comme étant un bon indicateur de prédiction de la présence de tous les autres.

D'autres corrélations ont été mises en évidence entre groupes d'espèces et indicateurs du paysage. La variable de loin la plus importante pour expliquer la richesse spécifique est la surface en habitats semi-naturels, l'autre paramètre significatif étant la diversité de ces espaces agricoles.

Le nombre total d'espèces de plantes augmente avec la surface des zones semi-naturelles d'un site donné et décroît quand le pourcentage de terres agricoles utilisant beaucoup d'engrais augmente. Les mêmes tendances sont observées pour les oiseaux, dont le nombre est corrélé positivement avec la surface des espaces semi-naturels et négativement avec la quantité d'engrais. La richesse en nombre d'espèces d'arthropodes augmente également avec les surfaces en habitats semi-naturels. Seul le nombre d'espèces d'abeilles parmi les arthropodes est corrélé positivement à la diversité des habitats semi-naturels.

En conclusion, aucun groupe d'espèces ne peut servir à lui seul d'indicateur pour évaluer la biodiversité globale des paysages. Chaque groupe, du fait des caractéristiques biologiques des espèces qui le composent, a une réponse différentielle à la variation des paramètres du paysage et de l'usage des terres. La gestion de la biodiversité nécessite donc que des objectifs de biodiversité soient précisés pour aménager les paysages et utiliser les terres de façon adaptée. Par ailleurs, le maintien d'une diversité de paysages, aux niveaux régional, national et européen est une nécessité pour offrir des habitats à toutes les espèces.

Références :

Journal of Applied Ecology 2008, 45, 141-150.- *Indicators for biodiversity in agricultural landscapes : a pan-european study*

R. Billeter^{1*}, J. Liira², D. Bailey³, R. Bugter⁴, P. Arens⁵, I. Augenstein^{6,12}, S. Aviron^{3,7}, J. Baudry⁷, R. Bukacek¹¹, F. Burel⁸, M. Cerny¹⁰, G. De Blust⁹, R. De Cock⁹, T. Diekötter^{1,13}, H. Dietz¹, J. Dirksen⁴, C. Dormann⁶, W. Durka⁶, M. Frenzel⁶, R. Hamersky¹¹, F. Hendrickx⁹, F. Herzog³, S. Klotz⁶, B. Koolstra⁴, A. Lausch⁶, D. Le Coeur⁸, J. P. Maelfait⁹, P. Opdam⁴, M. Roubalova¹⁰, A. Schermann⁸, N. Schermann⁷, T. Schmidt⁶, O. Schweiger⁶, M.J.M. Smulders⁵, M. Speelmans⁹, P. Simova¹¹, J. Verboom⁴, W.K.R.E. van Wingerden⁴, M. Zobel² and P.J. Edwards¹

¹Institute of Integrative Biology, ETH Zurich, Switzerland; ²Institute of Botany and Plant Ecology, University of Tartu, Estonia; ³ART Agroscope Reckenholz Tänikon Research Station, Switzerland; ⁴ALTERRA Green World Research, Wageningen UR, the Netherlands; ⁵Plant Research International, Wageningen UR, the Netherlands; ⁶UFZ Helmholtz Centre for Environmental Research, Germany; ⁷INRA, SAD Armorique, Rennes, France; ⁸CNRS, UMR ECOBIO, Université Rennes 1, France; ⁹INBO, Research Institute for Nature and Forest, Belgium; ¹⁰IFER Institute of Forest Ecosystems Research Ltd, Czech Republic; ¹¹Nature Conservation Authority, Czech Republic; ¹²Chair for Strategies of Landscape Management, TU Munich, Germany; and ¹³Department of Animal Ecology, Justus Liebig University, Germany.

Retrouvez cette information sur www.inra.fr/presse

Contact scientifique :

Xavier REBOUD

tél. : 03 80 69 31 84

xavier.reboud@dijon.inra.fr

centre INRA de Dijon

Quels facteurs déterminent la biodiversité de la flore adventice en France ?

Des chercheurs de l'INRA ont étudié l'importance relative des facteurs de l'environnement (pH, textures des sols), et de ceux liés aux pratiques agricoles (types de cultures et de labour), sur la composition et la richesse en espèces de la flore adventice (ou « mauvaises herbes »). Ils ont pour cela analysé des données concernant près de 700 parcelles cultivées en France. Les résultats confirment que la diversité de la flore adventice analysée à une large échelle est favorisée par des systèmes agricoles peu spécialisés et peu intensifs. Ils mettent également en évidence que la diversité en espèces peut être faible dans une parcelle mais différente d'une parcelle à l'autre, ce qui au final donne une diversité élevée à l'échelle supérieure. Cela pose la question des moyens et des aides à la conservation de cette biodiversité, qui ne se limite pas à la gestion au niveau de la parcelle agricole, mais à des échelles plus grandes au niveau des territoires.

Pour mener cette étude, les chercheurs ont analysé les données concernant près de 700 parcelles cultivées, choisies pour représenter la diversité des pratiques agricoles et des conditions environnementales françaises¹. Des relevés du nombre d'espèces (richesse), et de la représentation des individus au sein de chaque espèce dans les parcelles étudiées, ont été effectués 30 à 40 jours après les semis de cultures, puis après le premier traitement herbicide.

Concernant les pratiques, les agriculteurs ont été interrogés sur la culture en cours et la précédente ; le type de travail du sol et notamment la profondeur des opérations de labour ; les modalités de semis et de protection phytosanitaire, etc.

Les paramètres de l'environnement pris en compte concernent les sols (pH, texture), les conditions climatiques (température, précipitations, position géographique, paysage environnant (champ ouvert, haies, bocage)... Au total, 14 paramètres ont été étudiés (5 liés aux pratiques et 9 liés à l'environnement).



Le nombre d'espèces recensées s'élève à 361. La flore adventice française est riche. Elle concentre les influences océaniques, eurosibériennes et méditerranéennes. On peut retenir qu'en France, il existe 26 espèces adventices majeures présentes dans plus de 15% des parcelles parmi lesquelles 15 espèces font partie des plus répandues d'Europe. Une trentaine d'espèces a un niveau de fréquence intermédiaire (entre 5 et 15%) ; ce sont les adventices considérées comme « mauvaises herbes » dans une région ou une culture. La majorité des espèces rencontrées (307 soit 85%) peuvent être qualifiées de rares.

Contact scientifique :

Xavier REBOUD

tél. : 03 80 69 31 84

xavier.reboud@dijon.inra.fr

unité mixte de recherche
« Biologie et gestion des
adventices » INRA-
Université de Bourgogne-
Agrosup Dijon,

département « Santé des
plantes et
environnement »,

centre INRA de Dijon.

Une plus grande richesse de flore adventice dans les zones de bocage

Quand on classe chacune des 700 parcelles en fonction de leur richesse individuelle en espèces adventices, on observe que les parcelles situées dans des zones de bocage, ou des paysages incluant des haies, abritent de façon significative plus d'espèces que les champs ouverts. Le nombre d'espèces par parcelle est aussi largement influencé par la profondeur du labour : une plus grande richesse est constatée pour des labours plus profonds.

Une plus grande biodiversité pour les céréales d'hiver dans des systèmes sans labour

Si l'on regroupe les parcelles en fonction de la valeur des paramètres étudiés, on peut totaliser les espèces observées dans un contexte donné pour calculer la diversité globale en adventices à l'échelle de la France. A cette échelle large, la diversité de la flore adventice est d'abord expliquée par le type de culture en cours, puis la culture précédente et le pH du sol. Par exemple, la diversité observée à l'échelle de la France est la plus importante si l'on considère l'ensemble des parcelles en céréales d'hiver qui sont conduites dans des systèmes sans labour. D'autres éléments comme la longitude, le type de paysage et la date de semis ont aussi un effet mais dans une moindre mesure.

L'échelle d'observation de la biodiversité, une donnée essentielle

Ainsi, l'ordre des paramètres expliquant la diversité de la flore adventice varie selon que l'on considère la diversité présente dans une seule parcelle ou dans l'ensemble des parcelles présentant les mêmes valeurs de paramètres. Cette variation selon l'échelle considérée s'explique par le fait que des parcelles prises individuellement peuvent abriter chacune un faible nombre d'espèces, mais grâce à une richesse différente d'une parcelle à l'autre, la somme des espèces observées quand on regroupe des parcelles à une échelle plus large augmente.

Cette étude soulève la question de l'échelle d'observation de la biodiversité. Elle pose donc la question des moyens et des aides à la conservation de cette biodiversité, qui ne se limite pas à la gestion au niveau de la parcelle agricole, mais à des échelles plus grandes, au niveau des territoires.

¹ Les chercheurs de l'INRA se sont appuyés sur le réseau « Biovigilance Flore », mis en place en 2002 par le Service de la protection des végétaux avec la collaboration de scientifiques de l'unité mixte de recherche « Biologie et gestion des adventices » de l'INRA Dijon. Le réseau Biovigilance Flore vise à détecter, analyser et interpréter les changements de la flore en relation avec l'évolution des techniques culturales, à partir d'un suivi annuel d'environ 1000 parcelles couvrant toute la France.

Références :

Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France

Agriculture, Ecosystems and Environment 128 (2008) 68–76

Guillaume Fried ^{a,b}, Lisa R. Norton ^c, Xavier Reboud ^a,

^a INRA, UMR 1210, Biologie et Gestion des Adventices, F-21000 Dijon, France

^b LNPV, Laboratoire National de la Protection des Végétaux, F-34000 Montpellier, France

^c Centre for Ecology & Hydrology, Lancaster Environment Centre, Library Avenue, Bailrigg, Lancaster LA1 4AP, United Kingdom

Retrouvez cette information sur www.inra.fr/presse

Biodiversité des pollens et santé des abeilles

Les colonies d'abeilles souffrent d'un déclin depuis plusieurs années, et une hypothèse avancée serait un affaiblissement de leur système immunitaire, lié notamment à une alimentation appauvrie. Des chercheurs de l'INRA ont étudié chez ces insectes la relation entre alimentation et immunité. Les résultats de ces travaux montrent en effet que la quantité et la diversité des ressources alimentaires (pollen) ont un impact direct sur la santé du pollinisateur.

Contact scientifique :

Yves Le Conte

tél. : 04 32 72 26 27

yves.leconte@avignon.inra.fr

centre INRA de PACA

Les effets du pollen sur la capacité des abeilles à résister aux maladies ont été testés en mesurant différents paramètres (concentration en hémocytes, taux de graisse corporel, activité de la phénoloxidase). Les hémocytes sont des cellules de l'hémolymphe, liquide circulant chez les insectes. Elles sont impliquées dans la phagocytose et l'encapsulation des parasites, cette dernière nécessitant également l'activité de l'enzyme phénoloxidase ; le gras corporel est le principal site de synthèse de peptides antimicrobiens.



Comme êtres sociaux, les abeilles ne dépendent pas seulement d'une immunité individuelle, mais aussi du fonctionnement de l'ensemble de la colonie. Les chercheurs ont donc également analysé l'activité de la glucose oxydase comme paramètre de l'immunité sociale. Cette enzyme permet de synthétiser les produits antiseptiques, sécrétés dans l'alimentation des larves et le miel. Ils contribuent ainsi à

la stérilisation de l'alimentation de la colonie, et par conséquent à la prévention de la contamination des maladies au niveau du groupe.

Afin de tester l'effet de la quantité de protéines (fournies par le pollen) et de la diversité des pollens sur l'immunité individuelle et sociale, des groupes de 80 abeilles ont été nourris avec du pollen monofloral présentant des différences en quantité de protéines, et d'autres groupes avec du pollen multi-fleurs présentant entre eux des taux identiques de protéines. Un groupe de contrôle ne recevait aucun pollen. L'expérience a été répétée sur 5 colonies différentes.

Les résultats montrent que la quantité de pollen consommée par abeille et par jour est la même entre les différents groupes quelque soit le type d'alimentation. Par contre, la composition en pollen a un effet significatif sur les différents paramètres de l'immunité.

Concernant l'immunité individuelle des insectes, il n'y a pas de différence observée entre les différentes alimentations de pollen monofloral. Par contre, l'alimentation par du pollen multi-fleurs contribue à une meilleure immunité individuelle.

Contact scientifique :

Yves Le Conte

tél. : 04 32 72 26 27

yves.leconte@avignon.inra.fr

unité mixte de recherche
« Abeilles et environnement »
INRA-Université d'Avignon et
des Pays de Vaucluse,

département « Santé des
plantes et environnement »,
centre INRA de PACA.

La diversité des ressources alimentaires contribue à une meilleure immunité de la colonie

Concernant l'immunité sociale, les abeilles nourries avec du pollen monofloral (même celui contenant le plus de protéines) produisent moins d'antiseptiques (sécrétés dans l'alimentation des larves et le miel) que celles nourries avec du pollen polyfloral, et par conséquent la colonie devient plus sensible aux maladies. Ceci souligne l'importance de la diversité de l'alimentation pour l'immunité coloniale, nécessaire pour l'apport des différents acides aminés provenant des protéines ou des composés lipidiques. Les chercheurs vont poursuivre leurs travaux, pour identifier quel mélange de pollen est optimal pour développer l'immunité des abeilles.



• n° 310 • février 2010 •

Références :

Diet effects on honeybee immunocompetence

Cédric Alaux, François Ducloz, Didier Crauser and Yves Le Conte

Biology Letters. published online 20 January 2010 ; doi: 10.1098/rsbl.2009.0986

Retrouvez cette information sur www.inra.fr/presse

L'interaction entre pathogène et insecticide affecte la santé des abeilles

Jusqu'à présent, la majorité des études visant à expliquer les mortalités massives d'abeilles se sont focalisées sur un seul facteur de stress (pesticides, pathogènes...). Plusieurs équipes de chercheurs de l'INRA ont analysé les effets de l'interaction entre un champignon pathogène et un insecticide sur la santé des abeilles. Ils montrent pour la première fois que l'effet combiné induit un taux de mortalité plus élevé que chaque agent seul.

Face aux mortalités massives observées chez les abeilles, les chercheurs de l'INRA ont testé l'hypothèse d'un syndrome multifactoriel en analysant les effets interactifs entre un pathogène et un insecticide sur la santé de ces insectes. Ils ont ainsi démontré pour la première fois que l'interaction entre ces deux agents affecte de manière significative la santé des abeilles.

L'imidaclopride est un insecticide à usage agricole largement utilisé. Malgré un pourcentage élevé de ruches contenant des résidus de ce produit (en France, plus de 50 %), il est souvent difficile d'établir un lien entre son utilisation et le taux de mortalité des abeilles. Le champignon *Nosema ceranae* a été rendu responsable de pertes massives d'abeilles en Espagne, et associé à des pertes aux Etats-Unis. *Nosema* altère la nutrition de l'abeille en colonisant l'intestin, et perturbe le comportement alimentaire. Il induit une consommation plus importante de nourriture énergétique chez l'abeille (stress énergétique).

Les chercheurs ont étudié les effets de l'interaction de ces deux agents sur la santé des abeilles en examinant différents éléments : la mortalité individuelle et le stress énergétique (mesuré par la consommation de saccharose), l'immunité individuelle et l'immunité sociale (de la colonie). Comme insectes sociaux, la santé des abeilles n'est en effet pas seulement individuelle, mais elle dépend également du fonctionnement global de la ruche.

Les résultats montrent que l'effet combiné entre *Nosema* et l'imidaclopride, à des concentrations rencontrées naturellement par les abeilles, induit un taux de mortalité et un stress énergétique significativement plus élevés que chaque agent seul.

Si au niveau des individus, aucun effet sur l'immunité des ouvrières n'a été observé, l'action combinée des deux agents testés affecte l'immunité de la ruche. Pour tester cette immunité au niveau de la colonie, les chercheurs ont mesuré le taux de production de la glucose oxydase. En effet, cette enzyme permet la production d'antiseptiques (H_2O_2) dans la nourriture de larves et le miel, et donc de prévenir toute contamination de la nourriture. Alors que *Nosema* et l'imidaclopride seuls n'ont aucun effet, leur combinaison provoque une réduction significative de la production de glucose oxydase. Ceci suggère sur le long-terme, en plus des effets immédiats de ces deux agents sur la mortalité des abeilles, une sensibilité accrue de la ruche aux pathogènes, due à la diminution des antiseptiques produits.

Contact scientifique :

Yves LE CONTE

tél. : 04 32 72 26 27

yves.leconte@avignon.inra.fr

centre INRA de PACA

Contact scientifique :

Yves LE CONTE

tél. : 04 32 72 26 27

yves.leconte@avignon.inra.fr

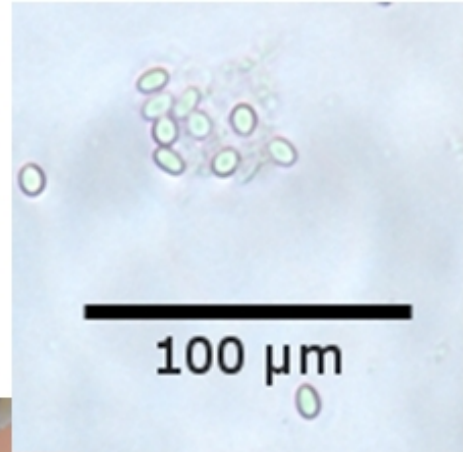
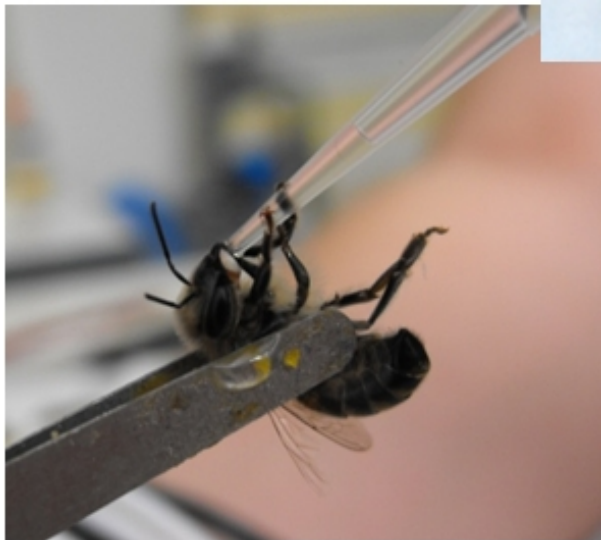
unité mixte de recherche
« Abeilles et environnement »
INRA-Université d'Avignon et
des Pays de Vaucluse,

département « Santé des
plantes et environnement »,

centre INRA de PACA.

En se focalisant sur les effets des pesticides ou pathogènes seuls, leurs effets synergiques ont longtemps été ignorés. Cette synergie entre agents pathogènes et doses subléthales de pesticides est par ailleurs bien établie en lutte intégrée contre les insectes ravageurs.

▼ Ingestion de *Nosema* par une abeille



▲ Spores de *Nosema*

© INRA / Claudia Dussaubat

• n° 310 • février 2010 •

Références :

Alaux C., Brunet J.-L., Dussaubat C., Mondet F., Tchamitchan S., Cousin M., Brillard J., Baldy A., Belzunces L.P., Le Conte Y.

Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*)

Environmental Microbiology, (2009) doi:10.1111/j.1462-2920.2009.02123.x

Retrouvez cette information sur www.inra.fr/presse

Chez le campagnol, mâles et femelles ne font pas la route ensemble

Les paysages agricoles peuvent s'avérer être un vrai labyrinthe pour les espèces animales qu'ils abritent. Des chercheurs de l'Inra et du CNRS montrent à travers des analyses génétiques que les déplacements des campagnols des champs, étudiés sur le site de Chizé, au sud de Niort, diffèrent selon le sexe de l'animal, et selon l'échelle spatiale qui est considérée. Ces déplacements sont d'une grande importance puisqu'ils participent au maintien des populations de campagnol des champs dans ces paysages. Si les milieux pérennes –ou prairies- dans lesquels s'installent les animaux, devenaient trop rares ou trop isolés, en raison de nombreuses barrières potentielles dans les zones agricoles, les populations de campagnols pourraient être amenées à disparaître, menaçant ainsi la biodiversité du site, puisqu'ils constituent la ressource alimentaire d'autres espèces telles le busard cendré.

Contact scientifique :

Bertrand GAUFFRE
tél. : 05 49 09 35 16
gauffre@cebc.cnrs.fr
centre INRA PACA

• n° 310 • février 2010 •

Les paysages agricoles abritent de nombreuses espèces végétales et animales. Or l'intensification et la simplification des pratiques agricoles, en réduisant la diversité et la qualité des habitats, ainsi que leur connexion dans l'espace, menacent la biodiversité. Pour tenter de comprendre les mécanismes qui soutiennent les relations entre structure des paysages agricoles et maintien de la biodiversité, un projet de recherche conduit depuis 1994 par le Centre d'études biologiques de Chizé (CEBC) du CNRS, en partenariat avec l'Inra, est mené sur une plaine céréalière au sud de Niort. Ce site de 450 km², est situé dans une zone traditionnellement dédiée à la polyculture-élevage.

Représentatif de la biodiversité présente à Chizé, le campagnol des champs *Microtus arvalis* est le mammifère le plus abondant dans les agrosystèmes d'Europe. Dans l'ouest de la France, ce rongeur subit des cycles démographiques marqués, avec une alternance régulière sur une période de trois ans de fortes densités suivies de très faibles densités. Ces cycles gouvernent la dynamique des populations de leurs prédateurs mammaliens et aviaires, dont le Busard cendré, *Circus pygargus*. La persistance de cette espèce de rapace dont les effectifs sont en régression partout en Europe, est de ce fait conditionnée en grande partie par celle du campagnol des champs.

Une partie des recherches menées par le CNRS avec l'Inra a pour objectif de comprendre les facteurs paysagers qui conditionnent le fonctionnement des populations de campagnol des champs dans les agrosystèmes, et plus particulièrement à Chizé. Un aspect important du maintien de ces populations est la capacité du campagnol des champs à exploiter des milieux pérennes (les prairies) et des milieux éphémères (les habitats disponibles pendant une partie de l'année seulement, comme les cultures annuelles). Leur capacité à circuler entre ces habitats est un élément clef de la persistance du campagnol des champs dans les agrosystèmes car les pratiques agricoles, en particulier le labour, détruisent les colonies et éliminent une importante proportion de la population.



Contact scientifique :

Bertrand GAUFFRE

tél. : 05 49 09 35 16

gauffre@cebc.cnrs.fr

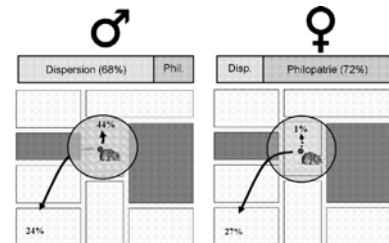
Centre d'études biologiques de
Chizé, USC INRA-CNRS

département « Santé des
plantes et environnement »

centre INRA PACA

Pour caractériser les principaux aspects de la dispersion du campagnol des champs sur ce site d'étude, les chercheurs ont étudié le profil génétique des différentes colonies à différentes échelles spatiales et en fonction du sexe des animaux. Par analyse statistique, ils montrent que les taux de dispersion des mâles (68%) sont deux fois plus élevés que ceux des femelles (28%). Cependant, l'étude plus fine de ces déplacements selon l'échelle spatiale, apporte des renseignements supplémentaires. En particulier, les déplacements à une échelle très locale semblent être réalisés presque uniquement par les mâles, avec des estimations de taux de dispersion inférieure à 1% pour les femelles et de 44% pour les mâles entre colonies d'une même parcelle agricole. En revanche, la dispersion est plus équilibrée à une échelle spatiale plus grande (entre parcelles éloignées) : 27% pour les femelles et 24% pour les mâles.

Ces différences suggèrent que la dispersion est sous la dépendance de mécanismes différents chez les mâles et chez les femelles. Ainsi, la dispersion des femelles serait dirigée par la compétition pour les ressources, ce qui conduit probablement à la colonisation d'espaces vacants plutôt qu'à des transferts entre colonies. En revanche, l'évitement de la consanguinité et la compétition pour la reproduction seraient les principaux facteurs de la dispersion des mâles. Ces modalités de dispersion différentes chez les mâles et les femelles ont des conséquences importantes sur le fonctionnement des populations de campagnols et permettent de mieux comprendre le maintien d'important flux de gènes sur de très grandes échelles spatiales. Les mouvements de dispersion chez les femelles permettent de coloniser les habitats vacants (notamment les habitats éphémères de l'agrosystème) d'autant plus lorsque les densités deviennent trop importantes lors des pullulations. En favorisant l'installation (temporaire) de colonies dans les milieux éphémères, la dispersion des femelles favorise la cohésion spatiale de la population. Cette capacité de colonisation des habitats éphémères est particulièrement importante dans les matrices agricoles où les habitats pérennes sont relativement rares (près de 15% des terres arables sur la zone atelier), dispersés et disponibles seulement une partie de l'année. Elle permet notamment l'établissement de flux de gènes importants entre les différents habitats grâce à l'intense dispersion des mâles pour la reproduction. Ainsi, bien que les milieux pérennes soient en moyenne plus distants entre eux que la distance moyenne de dispersion estimée pour le campagnol, les capacités de colonisation des femelles couplées à l'intense dispersion des mâles permettent de maintenir des flux entre ces milieux (voir schéma récapitulatif ci-dessus). La philopatry, par opposition à la dispersion, caractérise les individus qui restent à l'endroit où ils sont nés pour se reproduire.



Une diminution importante de la proportion des milieux pérennes aurait certainement pour conséquence une diminution globale des effectifs de campagnols et des flux d'individus, et donc de gènes, à travers la matrice agricole constituée de milieux éphémères. Cette diminution pourrait aller jusqu'à la disparition de la population de campagnols si les milieux pérennes devenaient trop rares ou trop isolés. Le maintien ou l'insertion de prairies au sein des paysages agricoles intensifs, représente donc une des mesures phare pour la préservation de la biodiversité.

Référence:

Sex-biased dispersal patterns depend on the spatial scale in a social rodent. Proceedings of the Royal Society (2009) ; 276, 3487-3494. B. Gauffre¹, E. Petit^{2,3}, S. Brodier⁴, V. Bretagnolle⁴ and J.F. Cosson¹. ¹INRA-EFPA, UMR Centre de Biologie et de Gestion des Populations (INRA/IRD/Cirad/Montpellier SupAgro), Campus International de Baillarguet, CS 30016, 34988 Montpellier-sur-Lez cedex, France ²INRA UMR BIO3P (INRA/Agrocampus Ouest/Univ. Rennes 1), Domaine de la MOTTE, 35653 Le Rheu Cedex, France ³UMR ECOBIO (Univ. Rennes 1/CNRS), Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex, France ⁴CNRS, Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, 79360 Beauvoir sur Niort, France

Les criquets : une valeur sûre pour la biodiversité

Contact scientifique :

Isabelle Badenhaut
tél. : 05 49 09 96 15
badenh@cebc.cnrs.fr
centre INRA de Poitou-
Charentes

Les criquets sont à la base de l'alimentation de nombreuses espèces d'invertébrés et de vertébrés. Connaître la dynamique de leurs populations et leur abondance se révèle donc être d'une grande importance pour l'étude de l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité. Dans la plaine de Niort, une équipe de l'INRA, installée au Centre d'études biologiques CNRS de Chizé, pose pour la première fois les jalons d'une méthode d'échantillonnage fiable et reproductible, destinée à estimer le nombre de criquets présents dans les prairies d'un vaste site d'études. Grâce à cette méthode normalisée, ils ont ensuite pu étudier les dynamiques saisonnières des populations de deux espèces de criquets communes dans l'Ouest de l'Europe, ainsi que certains déterminants de leurs abondances.

Les criquets représentent un taxon clé au sein de la chaîne trophique du fait de leur herbivorie et de leur statut de proies, notamment pour les oiseaux de plaine, dont le déclin est attribué pour partie à une raréfaction de leurs ressources alimentaires, ainsi que pour les reptiles. Estimer l'abondance des criquets dans les milieux est donc devenu l'objectif de nombreuses études autour de la préservation, la gestion et la valorisation de la biodiversité.

Comme c'est le cas pour de nombreux invertébrés, une partie du cycle biologique des criquets se passe dans le sol. De ce fait, les perturbations liées aux travaux agricoles et à l'assolement provoquent l'extinction des populations dans les parcelles de culture annuelle. Ainsi, le maintien des criquets dans le paysage ne peut se faire que par l'intermédiaire des milieux pérennes ou prairies. Or, ces milieux sont peu nombreux et sont sujets à des destructions fréquentes. Ainsi, les populations soumises à des extinctions locales ne se maintiennent que si de nouveaux habitats sont disponibles et accessibles à la colonisation. De ce fait, seules les espèces se déplaçant suffisamment peuvent survivre.

Les chercheurs du CEBC s'attachent à étudier le fonctionnement des communautés de criquets présentes sur la Zone Atelier « Plaine et Val de Sèvre » (450 km²) en relation avec les pratiques agricoles et la structure des paysages. Dans ce cadre, évaluer l'effet des mesures de gestion des habitats sur l'abondance des criquets, ou encore établir la relation entre l'abondance des prédateurs à protéger et la ressource en criquets, sont les objectifs généralement poursuivis.

Pour normaliser les études réalisées par les chercheurs et les naturalistes, l'équipe du CEBC s'est dans un premier temps attachée à étudier la fiabilité de la méthode de capture des criquets pour estimer leur abondance. Ils ont ainsi pu établir que la technique consistant à lancer une cage d'1 m² de base devant soi pouvait être utilisée dans n'importe quelle condition météorologique, dans des prairies de différentes natures et par des observateurs multiples. La taille

• n° 310 • février 2010 •

Contact scientifique :

Isabelle Badenhaut

tél. : 05 49 09 96 15

badenh@cebc.cnrs.fr

Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, USC INRA-CNRS

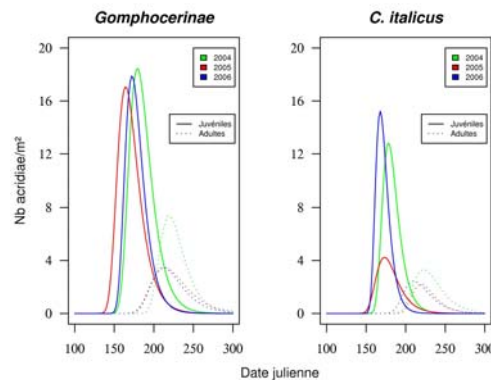
département « Santé des plantes et environnement »

centre INRA de Poitou-Charentes

optimale de la cage est de 1 m² et il n'est pas possible de la diminuer en raison d'effets de bords importants pour les tailles inférieures.

Dans un second temps, les chercheurs ont montré que l'abondance des espèces de criquets du site d'étude présente de fortes variations à la fois saisonnières et dans l'espace. Ainsi, pour les Gomphocerinae on observe des densités maximales annuelles qui varient de moins de 2 individus par mètre carré en 2007 à plus de 7 en 2004. Une autre espèce, *Calliptamus italicus*, maintient des densités très faibles quelle que soit l'année (0,5 individus/m² au maximum). La présence des criquets est également fonction du type d'habitat retrouvé dans le paysage agricole. Si l'abondance de *C. italicus* n'est pas liée au couvert végétal, en revanche celle des Gomphocerinae est structurée par le type de couvert (moyennes ajustées en prairies de graminées : 3,1 individus/m², en prairies artificielles : 0,8 individus/m²). La densité des Gomphocerinae augmente avec la durée d'implantation des prairies jusqu'à un âge de 4 à 8 ans qui maximise l'abondance, avant que celle-ci ne décroisse.

Les chercheurs ont ensuite modélisé l'évolution de l'abondance d'espèces dominantes sur le site d'étude – l'espèce *Calliptamus italicus* et la sous-famille des Gomphocerinae - depuis l'éclosion des œufs jusqu'à la mort des adultes à l'automne. Pour cela, ils ont réalisé l'échantillonnage hebdomadaire de fin mai à mi-octobre de la densité de criquets dans 23 prairies, de manière annuelle depuis 2004. L'analyse statistique a consisté à modéliser les cinétiques des 2 taxons dominants par la loi de Weibull. Les chercheurs ont ainsi réussi à caractériser les fluctuations d'abondance saisonnière des deux espèces par un schéma annuel moyen décrivant 70% des parcelles étudiées (voir figure).



Courbes représentant les dynamiques saisonnières d'abondance des deux taxons de criquets étudiés, *Calliptamus italicus* et la sous-famille des Gomphocerinae. La date « julienne » est le nombre de jours écoulés depuis le 1^{er} janvier.

• n° 310 • février 2010 •

Cette modélisation permet d'établir qu'au cours d'une saison les populations fluctuent très rapidement dans le temps – courbe en cloche –. De plus, elle permet de connaître pour une espèce de criquet et une année données la date à laquelle les densités des populations de juvéniles ou d'adultes sont maximales, ainsi que la durée de développement des juvéniles. Ces dates varient d'une année à l'autre. Disposer de ces informations s'avère très intéressant car elles peuvent être corrélées avec des données climatiques et contribuer ainsi à évaluer l'impact du réchauffement climatique. Sur un plan plus appliqué, elles permettent le choix de la période optimale d'échantillonnage en fonction des objectifs des études.

Références :

Acridid (Orthoptera: Acrididae) abundance in Western European Grasslands : sampling methodology and temporal fluctuations. **Journal of Applied Entomology**, 133 (2009) 720-732. I.Badenhaut¹, P.Amouroux¹, J.Lerin² & V.Bretagnolle³.

¹Centre d'études biologiques de Chizé, INRA-UPR 1934 CNRS, F-79360 Beauvoir sur Niort, France.

²INRA-URP3F, F-86600 Lusignan, France. ³CNRS-CEBC IPR 1934? F-79360 Beauvoir sur Niort, France

Les forêts mélangées moins infestées par les insectes ravageurs

Une équipe de chercheurs de l'INRA de Bordeaux, en collaboration avec des collègues de Nouvelle-Zélande, montre que la diversité des espèces d'arbres a une influence positive sur la résistance des forêts aux attaques des insectes. Dans une méta-analyse de 119 cas publiés dans la littérature scientifique, les chercheurs ont montré que le niveau des dégâts occasionnés par ces nuisibles sur une essence forestière donnée est pratiquement toujours inférieur quand cette essence est gérée dans les peuplements mélangés plutôt que dans des peuplements monospécifiques. L'analyse livre également des explications sur les mécanismes responsables de cette meilleure résistance. Par son approche quantitative, cette étude justifie l'intérêt de diversifier les essences forestières comme moyen de prévention des attaques par les insectes ravageurs.

Contact scientifique :

Hervé JACTEL

tél. : 05 57 12 27 39

herve.jactel@pierroton.inra.fr

centre INRA de Bordeaux

• n° 310 • février 2010 •

L'histoire récente des forêts témoigne d'une réduction continue de la diversité des essences forestières exploitées pour la production de bois. En France, on estime que la surface des forêts plantées, constituées d'une seule essence, avoisine les 2 millions d'hectares. Au total, environ la moitié de la surface des forêts françaises serait constituée de peuplements dominés par une espèce (par ex. hêtraies, chênaies).

Avec le changement climatique, les forestiers craignent un accroissement des problèmes phytosanitaires en forêt. Il convient donc d'envisager des modes de gestion qui, dès aujourd'hui, pourraient contribuer à prévenir les risques sanitaires à venir.

Depuis longtemps, les forestiers considèrent de manière empirique que les forêts mélangées seraient moins exposées aux risques sanitaires que les forêts pures. Cependant peu de données quantitatives ou expérimentales étaient disponibles pour établir la démonstration d'une plus grande résistance des forêts mixtes.

Dans le but de vérifier cette hypothèse, les chercheurs de l'INRA ont réalisé une analyse des publications scientifiques sur le sujet parues entre 1966 et 2006. Cette méta-analyse s'est basée sur 119 études menées dans le monde, dont 41 en Europe dans lesquelles les niveaux moyens de dégâts causés par une espèce donnée d'insecte ravageur sur une essence forestière particulière étaient comparés dans les peuplements purs ou mélangés, dans une même région et pendant la même période. Cette analyse, qui concerne au total 33 espèces d'insectes et 33 espèces d'arbres, révèle que dans près de 80% des interactions arbre/insecte, une essence forestière gérée en peuplements purs est significativement plus attaquée par les insectes herbivores que lorsqu'elle est gérée en peuplements mélangés. L'effet de la diversité des forêts varie cependant avec la plus ou moins grande spécialisation des insectes ravageurs vis-à-vis de l'essence attaquée. On distingue à ce titre deux catégories d'insectes herbivores : les généralistes et les spécialistes. Les herbivores généralistes ont la capacité de se nourrir sur un grand nombre d'essences hôtes

Contact scientifique :

Hervé JACTEL

tél. : 05 57 12 27 39

herve.jactel@pierroton.inra.fr

Unité Biodiversité, Gènes et Communautés

département « Ecologie des forêts, prairies et milieux aquatiques »

centre INRA de Bordeaux

(on les dit polyphages) alors qu'au contraire, les spécialistes ne peuvent se nourrir que sur une seule ou sur un nombre restreint d'essences hôtes (ils sont oligophages¹).

La méta-analyse révèle que le niveau de dégâts par les insectes spécialistes est pratiquement toujours inférieur dans les peuplements mélangés (93% des cas). Par exemple la cochenille *Matsucoccus feytaudi*, strictement inféodée au Pin maritime, cause plus de dommages sur cette essence dans les peuplements purs que dans les peuplements mixtes associant le Pin laricio au Pin maritime. En revanche les chercheurs ont constaté que l'effet de la diversité des essences forestières sur les attaques d'insectes généralistes est moins important que dans le cas des spécialistes : 60 % des études montrent une réduction des dégâts causés par les insectes généralistes dans les peuplements mélangés par rapport aux monocultures, contre 40 % montrant au contraire des dégâts plus élevés dans les peuplements mélangés.

Quels mécanismes écologiques peuvent expliquer la relation entre la diversité biologique dans les forêts et leur plus ou moins grande résistance vis-à-vis des attaques des insectes ?

Tout d'abord, le maintien d'une grande diversité d'essences forestières présente l'avantage de répartir le risque. Puisque toutes les espèces d'arbres ne sont pas également sensibles à tous les ravageurs et pathogènes, plus le nombre de ces essences augmente dans une forêt, plus celle-ci a des chances de contenir un grand nombre d'arbres qui peuvent échapper aux attaques.

Si l'on considère en particulier une espèce d'arbre, l'intérêt de la gérer en peuplements mixtes plutôt qu'en peuplements purs pour réduire le risque sanitaire peut être expliqué par deux mécanismes principaux : la réduction de l'accessibilité des arbres hôtes et le renforcement de l'impact des ennemis naturels des insectes ravageurs. En effet, dans les peuplements mélangés, la ressource exploitée par certains herbivores s'avère être d'autant plus « diluée » que l'essence attaquée est mélangée à d'autres essences. En conséquence, les dégâts sur l'essence cible sont également réduits. De plus, la présence d'essences non consommées par ces herbivores constitue des barrières à la fois physiques (ils peuvent masquer visuellement les arbres hôtes) et chimiques (ils peuvent émettre des odeurs répulsives) qui limitent la détection des arbres hôtes par leurs herbivores.

Par ailleurs, les forêts diversifiées offrent des meilleures conditions de survie et de développement (abris, ressources alimentaires secondaires comme le nectar) aux ennemis naturels (prédateurs, parasitoïdes²) des insectes ravageurs. En conséquence, les ennemis naturels des ravageurs sont plus abondants et plus diversifiés dans les peuplements mélangés et exercent un meilleur contrôle biologique des populations de ravageurs.

Cette étude originale offre donc des explications écologiques à la plus grande sensibilité aux dégâts sanitaires des forêts pures que mélangées. Elle confirme également que la biodiversité participe du bon fonctionnement des écosystèmes forestiers. Il convient désormais d'associer sylviculteurs, écologues et économistes pour développer des méthodes de gestion des forêts mélangées assurant un meilleur compromis entre contraintes techniques, coût de gestion et bénéfices attendus pour la croissance et la santé des arbres.

Référence:

Tree diversity reduces herbivory by forest insects. **Ecology Letters** (2007) 10: 835-848. Hervé Jactel¹ and Eckehard G. Brockerhoff².

¹ INRA, UMR1202 Biodiversity, Genes & Communities, Laboratory of Forest Entomology and Biodiversity, 69 route d'Arcachon, 33612 Cestas, Cedex, France.

² Ensis, PO box 29237, Christchurch 850, New Zealand.

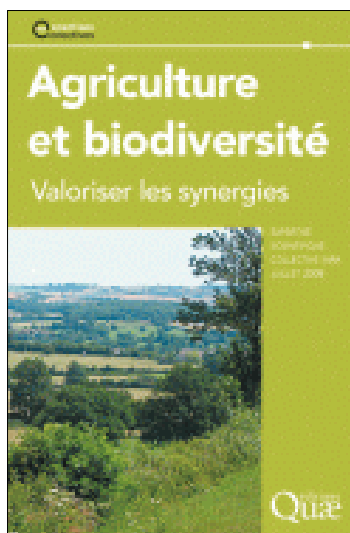
¹ Les insectes oligophages sont des espèces qui se nourrissent d'un petit nombre de plantes.

VIENT DE PARAITRE

Agriculture et biodiversité **Valoriser les synergies**

Expertise scientifique collective INRA, juillet 2008

Que sait-on aujourd'hui des impacts, positifs et négatifs, de l'agriculture sur la biodiversité ? Quels services la biodiversité peut-elle apporter à l'agriculture, et à quelle hauteur de performance ? Comment favoriser au champ les synergies entre agriculture et biodiversité ? Quels instruments de politiques publics, économiques et juridiques, faut-il mettre en place pour promouvoir ces interactions ? Ces questions ont mobilisé un groupe pluridisciplinaire d'experts (écologues, agronomes, microbiologistes, spécialistes de santé végétale, économistes, juristes, sociologues), de différentes institutions (INRA, CNRS, IRD, Universités, Ecoles supérieures agronomiques) en France et à l'étranger.



Agriculture et biodiversité **Valoriser les synergies**

Expertise scientifique collective INRA, juillet 2008

Livre broché

ISBN-13 978-2-7592-0309-3

ISSN 1962-1477

Année de publication juil. 2009

Nb de pages 184

Format 16 x 24 cm

Code interne 02120

Prix : 26,00 €

Support Adobe PDF

ISBN-13 978-2-7592-0310-9

Année de publication nov. 2009

Nb de pages 184

Code interne 02120NUM

Prix : 18,20 €

VIENT DE PARAITRE

Chroniques de la nature

Philippe Gramet

Faire découvrir la nature si diverse, l'observer inlassablement, la comprendre et l'aimer... Dès les années 1950, l'auteur, Philippe Gramet, chercheur, a voulu éveiller ses contemporains aux prodiges et aux curiosités de la vie qui nous entoure. Il apporte un autre regard pour nous sensibiliser à la fragilité de notre environnement. En résonance, les observations de grands naturalistes des XVIII^e et XIX^e siècles, leurs planches peintes, viennent accompagner ces chroniques savantes, poétiques et teintées d'humour ; elles sont complétées par des photographies actuelles.

Printemps - Le réveil du hérisson - "Lézardons" au premier soleil - Animatrice de nos forêts, la sittelle - Bon pied, bon œil - Le coucou annonce le printemps - Admirables pères hippocampes - Aider la nidification - À la surface des mares et des étangs - Plongeurs sans bouteilles - Bondrées et buses, ne vous laissez pas abuser - Le chevreuil - Histoires d'œufs - Un oiseau en promenade sous-marine - Être parent - Le héron cendré - Tritons et salamandres - Chenilles en balade et mésanges - À chacun son menu... Les mésanges - La marche vers l'indépendance - Vous dites : "Bédégar" ou HLM pour guêpes ? - Plaidoyer pour l'orvet - L'Alsace et ses cigognes - Des poissons au courant - Promenons-nous dans les bois

Été - Hirondelles et martinets - Vers luisants, lucioles - Les dents de la Seille, le Silure - La huppe - Grandeur et misère de la vie sédentaire - Aoûtats, mégachiles et abeilles maçonnes - Quand moules et poissons s'associent - Les musaraignes - Les sangsues - Des graveurs discrets, les scolytes - Un insecte fossile, le poisson d'argent - Village pour tortues - La cistude d'Europe, une tortue aquatique - Le grillon - Acrobates ailés, les libellules - Guano, anchois, un choix fertile - Un crustacé d'eau douce pour notre table - En regardant vers le ciel - Le poisson-chat sort ses griffes - Les méduses, la galère - Géomètre papillonnaire, balanin des noisettes et autres parasites - Tourteau et melon : même constat ! - Fouines et martres

Automne - L'appel de la forêt - À la chasse... aux truffes ! - Migration d'oiseaux - Oiseaux et aéronefs - Escargots et limaces - Le furet et le putois - Les oiseaux dans le vent - Le vanneau huppé - Vie libre, vie captive, le paon - L'écureuil, les vrillettes - Belettes et hermines - Pollution et rayon de la mort, phalène et chauve-souris - Tel est pris qui croyait prendre, les cormorans - À chacun sa chasse, ragondins ou papillons - Suivez les cygnes - Grenouilles et crapauds, des anoues de bêtes ! - Régime alimentaire, surtout faire le bon choix - Blanc, blanc, le goéland - Traquons ensemble... le fourmilion - Le martin-pêcheur

Hiver - Au gui, l'an neuf ! Une nourriture d'hiver pour les oiseaux - L'art d'éliminer la concurrence, les rapaces - "Appeler un chat, un chat" - La genette : un chat... qui n'en est pas un ! - La châtaigne et le dindon - Un casse-noix fort utile - Ravageurs, prédateurs, utiles ou nuisibles ? - Le hamster gris - L'oiseau qui "joue" au Saint-Esprit - Les pelotes de réjection, un sujet à fouiller ! - Qu'est-ce qui pousse les étourneaux à venir dormir en ville ? - L'épique oiseau, les pics - À petit ru, grand bièvre... Le castor - Quand les oiseaux ne parlent pas la même langue - Signaux sonores, l'effarouchement acoustique - Cherchez les pères... Le blaireau - Poule d'eau ou foulque ? - Le troglodyte... et les roitelets - Le desman, un montagnard des torrents pyrénéens - Collections d'hiver et d'été - Le crabe chinois - L'oiseau venu de l'Est... La tourterelle turque - Les grèbes



Chroniques de la nature
Philippe Gramet

Éditeur Quae

ISBN-13 978-2-7592-0376-5

Année de publication déc. 2009

256 p • Illustrations, couleur • 21 x 22 cm

Code interne 02161