



Agriculture et biodiversité

Valoriser les synergies

Juin 2008

Expertise scientifique collective

Rapport d'expertise réalisé par l'INRA



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA PÊCHE

Ministère
de l'Énergie, de l'Énergie,
de Développement durable
et de l'Aménagement
du territoire

à la demande du Ministère de l'Agriculture
et de la Pêche et du Ministère de l'Écologie,
de l'Énergie, du Développement durable
et de l'Aménagement du territoire

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Directrice de la publication :

Claire Sabbagh, INRA, Unité Expertise scientifique collective

Contacts :

Xavier Le Roux : leroux@biomserv.univ-lyon1.fr ; Claire Sabbagh : sabbagh@paris.inra.fr

Le rapport d'expertise a été élaboré par les experts scientifiques sans condition d'approbation préalable par les commanditaires ou l'INRA..

Pour citer ce rapport :

X. Le Roux, R. Barbault, J. Baudry, F. Burel, I. Doussan, E. Garnier, F. Herzog, S. Lavoirel, R. Lifran, J. Roger-Estrade, J.P. Sarthou, M. Trommetter (éditeurs), 2008. *Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies*. Expertise scientifique collective, rapport, INRA (France).

Le présent document constitue le rapport d'une étude financée par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire via le programme 153 action 57 et le programme 189 action 50 ; son contenu n'engage que la responsabilité de ses auteurs.

Expertise scientifique collective INRA

Agriculture et biodiversité

Valoriser les synergies

Rapport d'expertise

Juillet 2008

Xavier Le Roux, Robert Barbault, Jacques Baudry, Françoise Burel,
Isabelle Doussan, Eric Garnier, Félix Herzog, Sandra Lavorel, Robert Lifran,
Jean Roger-Estrade, Jean-Pierre Sarthou, Michel Trommetter (éditeurs)



Avant propos

Contexte et enjeux de l'ESCo

Cette Expertise Scientifique Collective (ESCo), réalisée à la demande des ministères de l'agriculture et de l'écologie, intervient dans un contexte marqué par un très fort intérêt porté à la biodiversité, désormais considérée comme un enjeu d'importance majeure. Cet intérêt est né du constat de la perte actuelle de biodiversité (liée, entre autres, à l'activité agricole), de la prise de conscience de ses rôles multiples (ressources génétiques potentielles, services écologiques à valeur marchande ou non, capacité d'autorégulation des agro-écosystèmes...) et des réflexions sur la conception de nouvelles manières de produire pour faire face aux enjeux futurs (baisse de l'emploi des pesticides, adaptation des systèmes au changement climatique, diminution de l'utilisation de carburants fossiles...) qui font une part importante à la biodiversité, élément majeur des capacités d'adaptation des agro-écosystèmes.

Les spécificités de la problématique biodiversité dans le domaine agricole

Parmi l'ensemble des secteurs d'activité, l'agriculture entretient des interrelations étroites avec la biodiversité, dont elle peut bénéficier, qu'elle peut modifier, et qu'elle peut contribuer à maintenir. Pour l'agriculture, la biodiversité est ainsi objet d'un intérêt croissant à tous les niveaux de l'action publique. L'activité agricole implique généralement d'orienter et contrôler les biocénoses des zones qu'elle exploite. La question des relations entre agriculture et biodiversité est donc souvent posée en termes de compromis ou de cohabitations. Mais l'agriculture est également susceptible d'avoir des effets bénéfiques sur la biodiversité à différentes échelles et différents niveaux d'organisation. Plus encore, les bénéfices pour l'agriculture du maintien de la biodiversité peuvent être nombreux, pour la production agricole au sens large, via les "services écostémiques" rendus au sein des espaces agricoles.

Actualité politique de la demande d'expertise

Lors de la commande de l'ESCo, début 2007, plusieurs échéances politiques étaient annoncées : au plan européen, la renégociation de la PAC autour de la conditionnalité des aides publiques à l'agriculture et les discussions sur la définition des objectifs pour arrêter la perte de biodiversité dans le cadre de la Convention internationale sur la diversité biologique (CDB). En France, l'actualité était également forte avec la mise en oeuvre de la Stratégie nationale pour la biodiversité et en particulier de son volet Agriculture, la révision de la première programmation du plan sectoriel "Agriculture" de la Stratégie nationale pour la biodiversité, la révision à mi-parcours du nouveau PDRH et l'adaptation des MAE nationales après leur première mise en oeuvre sur 2007, ainsi que la préparation de la 9^e Conférence des parties (COP 9) de la CDB, en mai 2008, qui a procédé à l'examen approfondi du volet agriculture.

Depuis, l'actualité politique de ces questions s'est encore renforcée, avec, notamment, la réflexion sur la Biodiversité engagée dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, qui a débouché sur la création d'une fondation pour la recherche sur la biodiversité, et donné lieu à des projets en cours de réalisation, comme la mise en place de la trame verte et la stratégie nationale des aires protégées et le plan de conservation de 131 espèces en danger, dont les pollinisateurs. Par ailleurs, la France organisera en novembre 2008, sous sa présidence de l'Union européenne, un colloque scientifique international destiné aux décideurs, consacré à "Agriculture et biodiversité".

Les questions posées à l'ESCo

Dans ce contexte et face à ces enjeux, les ministères en charge de l'agriculture et de l'Ecologie ont demandé à l'INRA de réaliser un état des connaissances pluridisciplinaires sur les relations existant entre agriculture et biodiversité afin de mettre à disposition de l'ensemble des acteurs tous les éléments nécessaires pour orienter les actions et les décisions.

Les questions, formulées par les commanditaires dans une lettre de cadrage adressée à l'INRA, concernaient les effets de l'agriculture sur la biodiversité, les rôles et valorisations possibles de cette

biodiversité pour l'agriculture, les marges de manœuvre techniques pour mieux internaliser la biodiversité dans l'agriculture, et enfin la faisabilité économique, technique et sociale de cette internalisation.

Le périmètre de l'ESCo

L'expertise collective scientifique s'est focalisée sur la biodiversité ordinaire, ne considérant la biodiversité domestique que comme l'une des composantes des systèmes de production susceptible notamment d'influer sur la biodiversité non domestique. Sur le plan géographique, l'ESCo ne prend en compte que le cas de la France métropolitaine. Les milieux aquatiques, ainsi que les forêts sont exclus du champ de l'ESCo.

L'expertise scientifique collective (ESCo)

L'ESCo est une activité d'appui à la décision publique : l'exercice consiste à répondre à une question complexe posée par un commanditaire public en établissant, sur la base de la bibliographie mondiale, un état des connaissances scientifiques pluridisciplinaires qui fait la part des acquis, incertitudes, lacunes et controverses. L'ESCo ne produit pas d'études spécifiques pour répondre aux questions posées. Elle ne fournit ni avis ni recommandations, et ne comporte pas de dimension prospective.

Le travail d'expertise est réalisé par un collectif de chercheurs, spécialistes de différentes disciplines et appartenant à divers organismes de recherche. Il se conclut par la production d'un rapport qui rassemble les contributions des experts et par une synthèse notamment à l'usage des décideurs.

Méthode et portée de l'ESCo

Les compétences nécessaires pour traiter les questions posées au sein du collectif d'experts relèvent de l'écologie, de l'agronomie, aux différents niveaux d'organisation pertinents (parcelle, exploitation, système, paysage), de l'économie, de la sociologie, du droit. Cette association de disciplines vise à intégrer des niveaux de complexité croissants, des organismes biologiques au paysage et aux structures de décision.

L'ESCo a mobilisé une vingtaine d'experts d'origines institutionnelles diverses, en France (INRA, CNRS, IRD, Ecoles supérieures d'agronomie, ISARA) et à l'étranger (Agroscope et Institute of environmental sciences de Zurich, Université de Louvain la Neuve).

Le travail des experts s'est appuyé sur le traitement de plus de 2500 références bibliographiques, composées d'articles scientifiques, de rapports internationaux et de documents techniques dont les experts ont extrait, analysé et assemblé les éléments utiles pour éclairer les questions posées.

L'expertise est structurée en cinq parties. Elle s'ouvre sur une partie liminaire de rappel des définitions, concepts et enjeux autour du thème "agriculture et biodiversité". Le premier chapitre explore les modes d'action de l'agriculture sur la biodiversité, à travers les pratiques culturales à la parcelle, mais aussi à l'échelle du paysage (chapitre 1). Elle s'intéresse ensuite aux services rendus par la biodiversité des espaces agricoles, qui peuvent notamment contribuer à augmenter la productivité et la stabilité des agro-écosystèmes (chapitre 2). L'intégration des éléments et des services de la biodiversité utiles à l'agriculture est ensuite examinée dans le contexte des systèmes de production et de leurs contraintes (chapitre 3). Ce chapitre traite également de la question de la conversion à l'agriculture biologique. Le chapitre 4 analyse les fondements juridiques et les instruments utilisés par les Politiques publiques, il examine les résultats obtenus par les MAE et développe l'analyse des modèles possibles d'organisation et de gestion. Enfin, il aborde les conditions d'une mise en œuvre des instruments au service des politiques publiques.

Auteurs et éditeurs de l'expertise

► Experts

Responsable de la coordination scientifique

Xavier LE ROUX, DR*, INRA-EFPA°, Lyon : Ecologie microbienne, Relations biodiversité-fonctionnement

Contributeurs

Robert BARBAULT**, Pr., Paris 6 - Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris : Biodiversité, écologie générale

Jacques BAUDRY, DR, INRA-SAD, Rennes : Dynamique et écologie des paysages agricoles

Françoise BUREL, DR, CNRS, Rennes : Biodiversité et écologie des paysages agricoles

Bruno CHAUVEL, CR, INRA-EA, Dijon : Agronomie, écologie, gestion des adventices

Denis COUVET, Pr., Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, et Ecole Polytechnique, Palaiseau : biologie de la conservation, observatoires, indicateurs et scénarios de biodiversité

Christian DEVERRE, DR, INRA-SAD, Avignon : Biodiversité et société

Isabelle DOUSSAN, CR, INRA-SAE2, Toulouse : Droit de l'environnement

Anne FARRUGGIA, IR, INRA-PHASE, Clermont-Ferrand - Theix : Pâturage et biodiversité

Philippe FLEURY, enseignant-chercheur, ISARA, Lyon : Agronomie et géographie, relations agriculture-biodiversité, agriculture et développement territorial

Eric GARNIER, DR, CNRS Montpellier : Biodiversité végétale, écologie fonctionnelle

Thierry HANCE, Pr., Centre de recherche sur la biodiversité, Université de Louvain-la-Neuve (Belgique) : Ecologie des interactions et contrôle biologique, lutte biologique

Félix HERZOG, DR, Agroscope, Zurich (Suisse) : Evaluation des mesures écologiques agriculture-biodiversité

Sandra LAVOREL, DR, CNRS, Grenoble : Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes, écologie du paysage, services écosystémiques

Xavier LE ROUX, DR*, INRA-EFPA, Lyon : Ecologie microbienne, Relations biodiversité-fonctionnement

Robert LIFRAN, DR, INRA-SAE2, SupAgro Montpellier : Economie de l'environnement, politiques publiques

Sylvain PLANTUREUX, Pr., ENSAIA Nancy : Agronomie, prairies permanentes, indicateurs

Jean ROGER-ESTRADE, Pr., AgroParisTech, département SIAFEE, Paris : Agronomie, systèmes de culture, systèmes de production

Jean-Pierre SARTHOU, MC, ENSA Toulouse : Agro-écologie, entomologie, protection des cultures

Bernhard SCHMID, Pr., Institute of Environmental Sciences, University of Zurich (Suisse) : Relations biodiversité-fonctionnement des écosystèmes

Sylvaine SIMON, IR, INRA-SPE, Avignon : Arboriculture fruitière

Christian STEINBERG, DR, INRA-SPE, Dijon : Microbiologie des sols et environnement, écologie microbienne, bioindicateurs

Muriel TICHIT, CR, INRA-SAD Paris : Sciences animales, écosystèmes prairiaux, pâturage, biodiversité

Michel TROMMETTER, DR, INRA-SAE2 Grenoble : Economie appliquée et de l'innovation, biodiversité

Cécile VILLENAVE, CR, IRD Montpellier : Ecologie du sol, faune du sol

Ont également été sollicités, pour des contributions plus ponctuelles à la rédaction du rapport, les chercheurs suivants : Bernard AMIAUD (INPL Nancy), Stéphane AULAGNIER (INRA Toulouse),

* AI : Assistant ingénieur ; CR : Chargé de recherche ; DR : Directeur de recherche ; IE : Ingénieur d'étude ; IR : Ingénieur de recherche ; MC : Maître de conférences ; Pr : Professeur.

° Départements de recherche INRA : EA : Environnement et agronomie ; EFPA : Ecologie des forêts, prairies et milieux aquatiques ; PHASE : Physiologie animale et systèmes d'élevage ; SAD : Sciences pour l'action et le développement ; SAE2 : Sciences sociales, agriculture et alimentation, espace et environnement ; SPE : Santé des plantes et environnement.

** En gras : experts coordinateurs de parties du rapport.

Sylvie BONNY (INRA Grignon), Jean-Charles BOUVIER (INRA Avignon), Alain BUTET (CNRS Rennes), Gabriel CARRÉ (INRA Avignon), Jérôme CORTET (ENSAIA-INPL Nancy), Isabelle DAJOZ (Ecole Normale Supérieure), Jean-François DEBRAS (INRA Avignon), Thibault DECAENS (Université Rouen), Christian DUPRAZ (INRA Montpellier), Pierre JOLY (CNRS Lyon), Sébastien LAVERGNE (CNRS Grenoble), Fabien LIAGRE (Agrooof Développement), Jean-Pierre LUMARET (CNRS Montpellier), Fabien QUETIER (IMBIV, Argentine), Benoît SAUPHANOR (INRA Avignon), Sophie THOYER (SupAgro Montpellier), Bernard VAISSIERE (INRA Avignon), Diederik van TUINEN (INRA Dijon).

► **Unité Expertise scientifique collective (UESCo) de l'INRA**

Claire SABBAGH, IR, INRA Paris : Direction de l'Unité, management de l'ESCo
Isabelle SAVINI, IE, INRA Paris : Rédaction, coordination éditoriale

Documentation :

Dominique FOURNIER, IE, INRA Montpellier : ingénierie documentaire
Alain BONE, INRA Grignon ; Anne DUFAY, INRA Sophia Antipolis ; Laurent GARNIER, INRA Montpellier ; Virginie LELIEVRE, INRA Avignon.

Sommaire

Chapitre liminaire. Agriculture et Biodiversité : comment appréhender leurs relations et organiser un bilan des connaissances ?

Introduction	3
1. La biodiversité : définitions, enjeux et politiques publiques	4
1.1. La diversité biologique, un champ de concepts et d'enjeux entremêlés	4
1.2. Contexte et enjeux	7
1.3. La diversité fonctionnelle et les services des écosystèmes	12
1.4. Les fondements des politiques de conservation de la biodiversité	14
1.5. A la recherche d'une métrique de biodiversité	20
1.6. Synthèse et discussion	24
2. L'agriculture, de sa modernisation au XX^e siècle aux défis du XXI^e siècle	26
2.1. Agriculture et exploitation agricole : définitions et enjeux	26
2.2. La mise en place d'un modèle agronomique dominant	28
2.3. Le processus de modernisation agricole au XX ^e siècle	30
3. Agriculture et biodiversité : des synergies à développer	41
3.1. Un contexte nouveau marqué par l'incertitude	41
3.2. Arguments pour une valorisation nouvelle de la biodiversité par l'agriculture	45
3.3. Ségrégation spatiale ou intégration ?	48
3.4. Agriculture et biodiversité : des cadres conceptuels concurrents pour appréhender leur relation	50
3.5. Les déclinaisons de la relation agriculture-biodiversité dans l'espace	55
3.6. Conclusion	58
Références bibliographiques citées dans le chapitre liminaire	59

Chapitre 1. Les effets de l'agriculture sur la biodiversité

1.1. Cadre et concepts	4
1.1.1. Utilisation des terres et agriculture	4
1.1.2. Les composantes de la biodiversité	5
1.1.3. Impacts de l'intensification : un cadre conceptuel	6
1.1.4. Les groupes d'espèces retenus pour l'expertise	11
1.1.5. La grille d'analyse de l'effet des impacts de l'agriculture sur la biodiversité	17
1.2. Effets des pratiques agricoles sur la biodiversité à l'échelle de la parcelle	18
1.2.1. Grandes cultures annuelles et pérennes	18
1.2.2. Prairies	61
1.2.3. Abandon et jachère	90
1.3. Impacts à l'échelle du paysage	100
1.3.1. L'agriculture comme facteur influençant le niveau de diversité des habitats	100
1.3.2. Rôle du niveau de diversité d'habitats lié à l'agriculture pour la biodiversité	101
1.3.3. Importance relative des pratiques agricoles, systèmes de production, et structuration du paysage	111
1.4. Indicateurs et biodiversité	116
1.4.1. Indicateurs : concepts et méthodologie	116
1.4.2. Indicateurs, environnement et agriculture	117
1.4.3. Indicateurs de biodiversité	119
1.4.4. Conclusion	126

1.5. Bilan du chapitre	127
1.5.1. Traitement des effets de l'agriculture sur la biodiversité dans la littérature scientifique	127
1.5.2. Les effets des pratiques agricoles sur la biodiversité à l'échelle des parcelles	128
1.5.3. Les effets de l'agriculture sur la biodiversité à l'échelle du paysage	134
1.5.4. Les indicateurs de biodiversité	137
1.5.5. Conclusions	137
Références bibliographiques citées dans le chapitre 1	140

Chapitre 2. Intérêts de la biodiversité pour les services rendus par les écosystèmes

2.1. Introduction	4
2.1.1. Rappel des définitions et cadrage	4
2.1.2. Schéma conceptuel	4
2.1.3. Articulation entre services des écosystèmes, fonctions écologiques et groupes d'organismes	6
2.1.4. Quantification du fonds bibliographique utilisé	7
2.2. Effets de la diversité par service	12
2.2.1. Services intrants de l'agriculture	12
2.2.2. Services produits contribuant au revenu agricole direct	71
2.2.3. Services produits hors revenu agricole direct	118
2.2.4. Boucles de rétroaction	144
2.3. Synthèse par groupe d'organismes des services écologiques des agroécosystèmes	149
2.4. Mécanismes des services écologiques et implications pour la gestion des agroécosystèmes	155
2.4.1. Applicabilité des résultats issus d'études théoriques des effets de la biodiversité sur les fonctions écologiques	155
2.4.2. Mécanismes pertinents et conséquences pour la gestion des services via la biodiversité	165
2.4.3. Modifications des relations biodiversité – fonctions / services des écosystèmes par la gestion et autres effets anthropiques	195
2.4.4. Biodiversité et multi-fonctionnalité	213
2.5. Intérêts de la biodiversité pour les services rendus par les écosystèmes : Conclusions	217
2.5.1. Services intrants	217
2.5.2. Services de production contribuant au revenu agricole direct	218
2.5.3. Services produits hors revenu agricole direct	220
2.5.4. Synthèse : Dix conclusions marquantes de l'analyse par service	221
2.5.5. Synthèse et perspectives pour la gestion des services des agroécosystèmes au travers de la biodiversité	223
Annexes	232
Références bibliographiques citées dans le chapitre 2	267

Chapitre 3. L'insertion des objectifs de biodiversité dans les systèmes de production agricoles

3.1. Introduction	3
3.2. Les facteurs jouant sur l'adoption des pratiques favorables à la biodiversité	5
3.2.1. Les facteurs sociaux	5

3.2.2. Les facteurs techniques freinant l'insertion de pratiques favorables à la biodiversité dans les systèmes de production	11
3.2.3. Les dimensions juridiques et économiques de l'adoption de pratiques favorables à la biodiversité.....	47
3.3. L'insertion de la biodiversité dans les systèmes de production agricole : un processus dynamique et collectif.....	63
3.3.1. Stratégies des agriculteurs vis-à-vis des mesures de politique publique.....	64
3.3.2. Les formes du débat public et les dynamiques collectives	67
3.3.3. L'insertion de la biodiversité dans le développement agricole : associer changement technique et dynamiques sociales	74
3.4. Conclusion générale	78
Annexe.....	81
Références bibliographiques citées dans le chapitre 3	86

Chapitre 4. Biodiversité, agriculture et politiques publiques

Introduction	3
4.1. Le "statut" juridique et économique de la biodiversité.....	5
4.1.1. La biodiversité et les sciences juridiques	5
4.1.2. La biodiversité et les sciences économiques	10
4.2. Le cadre d'action des politiques publiques.....	18
4.2.1. La Convention sur la Diversité Biologique.....	18
4.2.2. La Stratégie Européenne	19
4.2.3. La Stratégie Nationale pour la Biodiversité	20
4.3. Les instruments communautaires et français de préservation de la biodiversité dans le domaine agricole.....	21
4.3.1. Les Mesures Agro-environnementales (MAE)	21
4.3.2. Le dispositif Natura 2000.....	39
4.3.3. La conditionnalité des soutiens publics	42
4.3.4. La certification	46
4.4. L'augmentation de l'efficacité des instruments associés à l'action publique.....	53
4.4.1. La cohérence des politiques publiques	53
4.4.2. L'amélioration de la mesure de la biodiversité et de sa valeur	54
4.4.3. Une meilleure connaissance de la biodiversité dans sa relation à l'agriculture.....	61
4.4.4. Une meilleure régulation de la relation entre agriculteur et biodiversité	62
4.4.5. Des mesures d'accompagnement : des innovations.....	65
4.4.6. Des changements sociétaux	68
4.4.7. Synthèse conclusive.....	69
Annexe.....	71
Références bibliographiques citées dans le Chapitre 4.....	75