

“Biodiversité et évaluation environnementale”

Elaborer des indicateurs de biodiversité adaptés aux acteurs agricoles : le projet BioBio

Philippe POINTEREAU¹, Felix HERZOG²,

¹**Solagro**, 75 Voie Du TOEC, CS 27608, 31076 TOULOUSE CEDEX 3, France

² Federal Department of Economic Affairs DEA, Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART Biodiversity and Environmental Management, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zurich, Suisse
philippe.pointereau@solagro.asso.fr, felix.herzog@art.admin.ch

Le contexte de la biodiversité en agriculture

La biodiversité est un enjeu qui a émergé lors de la conférence de Rio en 1992, avec la signature par la plupart des Etats de la Convention sur la biodiversité. Depuis les années soixante les menaces pesant sur les espèces sauvages se sont fortement accrues en Europe. Presque la moitié des espèces de vertébrés connus et environ un tiers des oiseaux sont en déclin en Europe (CEC, 2001). Cet enjeu concerne directement l’agriculture qui à la fois utilise cette biodiversité dans ses systèmes de production et qui héberge un nombre important d’espèces sauvages. En Europe, on estime en effet que 50% de celles-ci, dont un nombre important d’espèces endémiques ou menacées, dépendent des habitats agricoles (Kristensen, 2003). Ce déclin de la biodiversité dans l’espace agricole concerne toutes les familles (plantes, insectes, reptiles, oiseaux) mais est particulièrement important pour les espèces spécialistes comme par exemple les papillons inféodés aux prairies (Van Swaay *et al.*, 2006).

Ce dramatique déclin de la biodiversité est attribué en grande partie à l’intensification des pratiques agricoles (Klimek *et al.*, 2006). Les principales raisons sont associées à la simplification des rotations, l’utilisation croissante de pesticides et d’engrais chimiques, et la simplification du paysage au travers la perte d’infrastructures agroécologiques comme les haies, les prairies extensives ou les mares (CEC, 2001).

La restauration de la biodiversité dans l’espace agricole, qui va de pair avec la mise en place d’une agriculture durable, peut être obtenue en réduisant la quantité d’intrants chimiques utilisés notamment au travers de la mise en place de systèmes agricoles à bas niveaux d’intrants et de l’agriculture biologique, qui favorisent des rotations longues et maintiennent un pourcentage élevé d’espaces semi-naturels dans l’agrosystème (Nentwig *et al.*, 1998).

C’est le cas des systèmes agricoles à haute valeur naturelle (HVN) qui utilisent et entretiennent des habitats comme les prairies naturelles humides, de fauche, peu fertilisées, des parcours de landes ou garrigue, des estives, des prés salés ou un maillage dense de haies et prés-vergers. Les plantes messicoles rares sont une bonne illustration de cette

étroite relation entre pratiques extensives et biodiversité. Celles-ci ne peuvent subsister que dans des champs de céréales conduits sans herbicide et avec peu d'azote (Pointereau, 2010).

Respecter les engagements pris

Suite à la conférence de Rio en 1992, l'Union européenne a élaboré en 1998 une stratégie pour la biodiversité (COM (1998) 42) qui définit des objectifs généraux pour divers secteurs économiques, et pour l'agriculture en particulier celui de la « conservation et l'usage durable des agro-écosystèmes » (objectif 2). Le Conseil européen d'Helsinki s'en inspire, en 1999, en fondant la stratégie d'intégration de l'environnement dans la PAC. Celui de Göteborg des 15 et 16 juin 2001 décide « [...] de mettre un terme à l'appauvrissement de la biodiversité, objectif qui devrait être atteint d'ici 2010, conformément au 6^{ème} programme d'action pour l'environnement ».

En 2001, le Plan d'action en faveur de la diversité biologique dans le domaine de l'agriculture (COM (2001) 162) rappelle les liens étroits existant entre la biodiversité et les pratiques extensives. Il recommande de les soutenir, et les relie explicitement à des instruments communautaires comme les MAE ou les indemnités compensatoires de handicap naturel (ICHN).

La résolution de Kiev sur la biodiversité, adoptée en mai 2003 par le Conseil pour la Stratégie Paneuropéenne pour la Diversité Biologique et le Paysage (5^{ème} conférence ministérielle pour l'environnement en Europe), marque une étape importante : « d'ici 2006, l'identification de toutes les zones à haute valeur naturelle dans les écosystèmes agricoles devra être terminée, en utilisant des critères reconnus. D'ici 2008, une forte proportion de ces zones devra faire l'objet de mesures favorables à la biodiversité dans le cadre des instruments du règlement rural (MAE, agriculture biologique) pour, entre autres, asseoir leur durabilité écologique et économique. »

En 2010, L'Union européenne vient de fixer une nouvelle échéance à 2020 avec différents niveaux d'ambition¹.

L'évaluation de ces politiques publiques permettant de mesurer l'atteinte des objectifs fixés est devenue une priorité. Les 28 indicateurs agro-environnementaux IRENA², retenus pour évaluer la politique agricole européenne, et les indicateurs de référence dans l'évaluation du programme de développement rural hexagonal 2007-2013 (« Common Monitoring and Evaluation Framework » – CMEF- (COM (2006)508) tentent d'y répondre. Deux principaux indicateurs de biodiversité mobilisables actuellement sont mis en avant : l'évolution des populations d'oiseaux communs spécialistes des milieux agricoles et l'évolution des surfaces agricoles HVN.

Les différents objectifs de l'évaluation de la biodiversité

Il existe une demande clairement identifiée d'indicateurs de biodiversité pour évaluer l'efficacité des politiques agricoles, en particulier l'évaluation des mesures agro-environnementales ou de l'écoconditionnalité des paiements directs. Mais la demande est

¹ La commission européenne a récemment (COM (2010) 4 final) proposé 4 options concernant la biodiversité dans le cadre d'une communication au parlement européen. Option 1 : réduire significativement le taux de perte de biodiversité et des services écologiques d'ici 2020 ; option 2 : arrêt de la perte de biodiversité et des services écologiques ; options 3 et 4 : restauration de la biodiversité.

² Quatre des 28 indicateurs IRENA actuels concernent directement la biodiversité : la surface classée en Natura 2000 (N°2), la diversité génétique (N°22), l'évolution des populations d'oiseaux communs agricoles (N°25), et les zones agricoles à HVN (N°23).

aussi très forte de la part des acteurs de terrain, tant au niveau des agriculteurs, les premiers concernés, que des conseillers agricoles qui accompagnent les agriculteurs dans leurs projets.

Il s'agit là d'évaluer la performance environnementale de certaines pratiques comme l'agriculture biologique, les systèmes à bas niveaux d'intrants ou les pratiques de travail simplifié du sol. Cela peut aussi concerner l'évaluation des pratiques dans des territoires à enjeu comme les zones Natura 2000 ou les parcs nationaux, ou de politiques agricoles comme l'efficacité environnementale de la conditionnalité des aides ou de la prime à l'herbe (PHAE³). Des nouvelles demandes apparaissent comme l'affichage environnemental des produits alimentaires. La demande en indicateurs de biodiversité est donc variée et croissante (cf tableau 1).

Les indicateurs de biodiversité doivent aussi éclairer les liens avec les autres enjeux environnementaux (eau, sol et émissions de GES) et contribuer à une évaluation environnementale globale des systèmes de production.

Il s'agit au final de mesurer l'efficacité des aides publiques à l'agriculture, ciblées ou non sur la biodiversité, et de mesurer la performance environnementale des pratiques et systèmes de production agricoles.

Tableau 1 : Les différents objectifs des acteurs concernant la biodiversité

Objectifs	Acteurs concernés	Exemples
Evaluation et justification des aides publiques à l'agriculture	Administrations régionale, nationale et européenne, citoyens	Mesures agroenvironnementales, écoconditionnalité
Ciblage des programmes agro-environnementaux et calcul du montant des aides publiques	Administrations régionale, nationale et européenne	Zonage et cahier des charges des MAE
Mise en place d'observatoires de la biodiversité	Agences de la biodiversité, organismes de recherche, naturalistes	Programme sur le suivi temporel des oiseaux communs agricoles, observatoires des prairies de fauche
Modéliser l'impact environnemental des politiques agricoles	Organismes de recherche	Projet CAPRI
Gestion et suivi des plans d'actions sur la biodiversité	Administrations régionale, nationale et européenne, Agence de l'environnement, opérateurs de terrain	Suivi des documents d'objectifs Natura 2000 où l'agriculture tient une place prépondérante ou d'opération agro-environnementales
Affichage environnemental, qualification et certification des exploitations	Consommateurs	Iso 14001.
Performance environnementale des pratiques et systèmes agricoles	Agriculteurs, conseillers agricoles, organisations agricoles, associations environnementales, administration locale	Agriculture biologique, agriculture HVN, pratique de fauche, pratiques de non labour, couverts environnementaux
Contribution de la biodiversité	Agriculteurs	Production intégrée, lutte

³ Prime herbagère agro-environnementale

au bon fonctionnement du système de production		biologique, pollinisation des cultures, recyclage de la matière organique
Sensibilisation aux enjeux de la biodiversité	Agriculteurs, conseillers agricoles, enseignement agricole, consommateurs	Fermes de référence, actions de formation

Le programme européen de recherche BioBio

Le projet BIOBIO qui rassemble 15 partenaires, a pour objectif de développer et évaluer un ensemble d'indicateurs communs de biodiversité adaptés à l'agriculture (tels que races d'animaux d'élevage, espèces de plantes ou d'araignées, ou diversité des habitats) afin de préciser de manière sûre la relation entre systèmes agricoles biologiques ou à faible niveau d'intrants et diversité biologique (www.biobio-indicator.org). Il ne s'agit pas de développer de nouveaux indicateurs mais de sélectionner les indicateurs existants les plus pertinents.

Les indicateurs validés à l'issue du programme seront fournis avec une méthode d'échantillonnage et une méthode d'utilisation aux professionnels agricoles, aux associations de protection de l'environnement et aux administrations pour l'évaluation de la biodiversité dans les systèmes d'agriculture biologique et à faible niveau d'intrants. Ils devraient pouvoir servir aussi à l'évaluation des pratiques agricoles en général.

Le programme comprend 12 régions test en Europe⁴ et quatre hors Europe⁵ permettant de couvrir les principaux systèmes de production répartis dans 14 pays. Dans chaque région test 20 fermes homogènes ont été sélectionnées et seront suivies, la moitié en agriculture biologique ou à faible niveau d'intrants et l'autre moitié en conventionnel. Dans chacune d'elles, des inventaires seront réalisés dans chacun des habitats selon un protocole identique et complétés par un questionnaire auprès de l'agriculteur sur les pratiques agricoles mises en œuvre.

Le programme a démarré en mars 2009. Les études de cas en Europe ont été réalisées durant le printemps et l'été 2010, et le seront hors Europe en 2011. Les résultats sont prévus pour 2012.

Le processus de sélection des indicateurs et la contribution des parties prenantes

Le choix des indicateurs qui vont être testés sur le terrain en 2010 constitue une étape et un enjeu important du projet. Un parti-pris a été fait d'associer dès le départ à la réflexion des chercheurs, les différentes parties prenantes (*stakeholders*) qui sont les demandeurs et les futurs utilisateurs de ces indicateurs. Un comité des usagers (« *Stakeholder Advisory*

⁴ Allemagne (Polycultures – Bavière du sud), Autriche (Cultures annuelles - région de Marchfeld), Bulgarie, Espagne (2 zones) (Arboriculture méditerranéenne et oliveraies – Extramadure), France (grandes cultures - Vallées et Coteaux de Gascogne), Hongrie (élevage de plaine - Homokhatsag), Italie (Vignoble -Veneto et Friuli Venezia Giulia), Norvège (élevage de brebis - Hedmark), Royaume-Uni (élevage de montagne- Pays de Galles), Pays-Bas (Horticulture - Twickel), Suisse (élevage de montagne - Alpes suisses),

⁵ Tunisie (2 zones) (Oliveraies Agro-forêts de chêne-liège), Ouganda (Agriculture de subsistance - Nagojje et Wakisi au Mukono), Ukraine (polyculture-élevage)

Board »), composé de 20 experts représentatifs⁶, a été mis en place, animé par un des partenaires du programme⁷. De plus dans chaque région test, un comité d'acteurs locaux a aussi été constitué.

Cette démarche a pour but, d'une part de s'assurer d'une plus grande opérationnalité des indicateurs en intégrant les recommandations des acteurs, et d'autre part de faciliter leur appropriation, leur diffusion et donc leur utilisation.

Les indicateurs ont été répartis en 4 groupes : trois groupes regroupant les indicateurs directs (diversité génétique, diversité des espèces, diversité des habitats) et un groupe d'indicateurs indirects (pratiques agricoles). La recherche des liens entre indicateurs directs et indirects est un élément clef du projet. Actuellement les opérateurs utilisent le plus souvent des indicateurs indirects, faute d'avoir des indicateurs directs opérationnels.

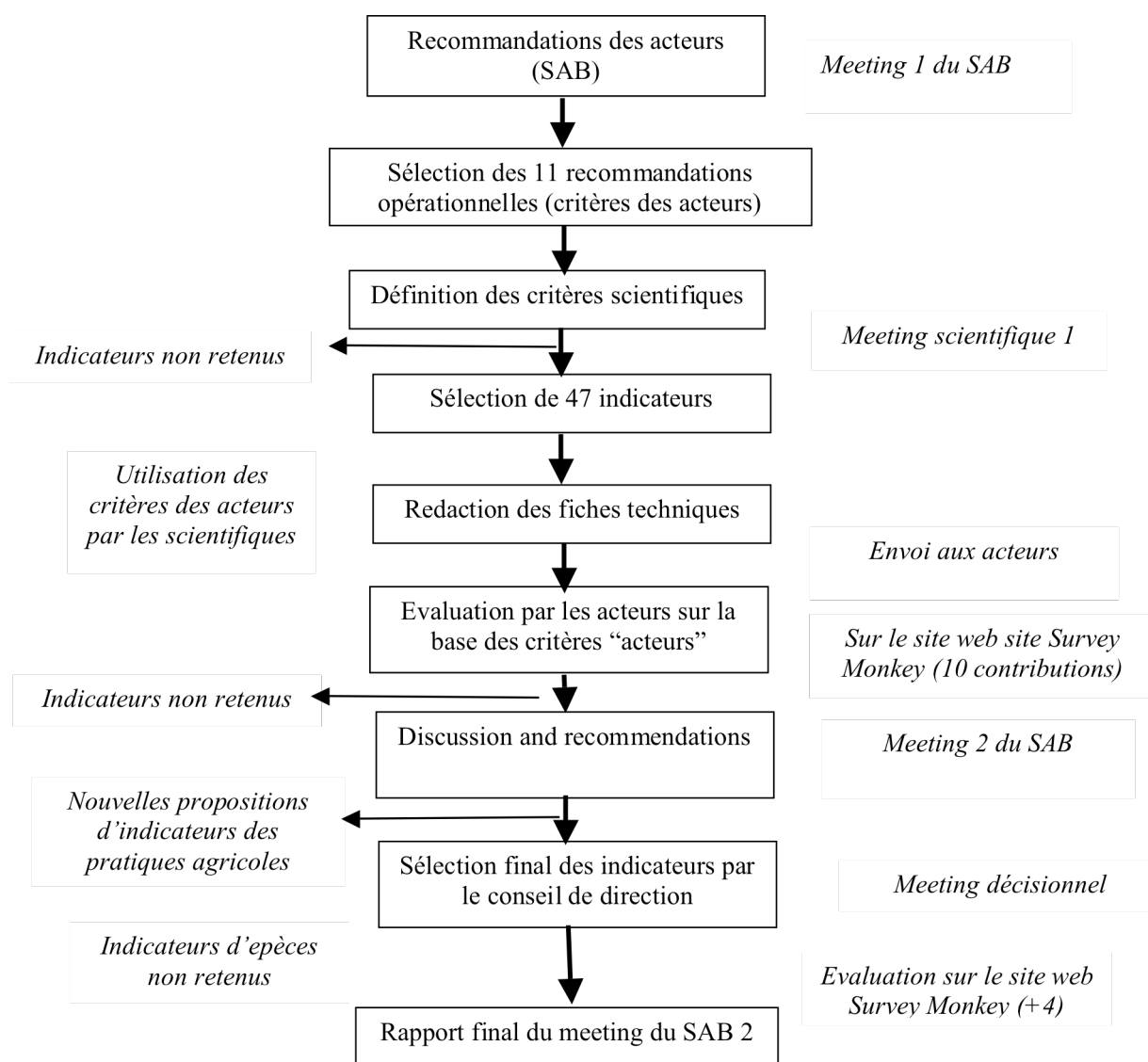
Les discussions entre scientifiques et parties prenantes ont essentiellement porté sur les indicateurs de diversité des espèces. Ces derniers ont jugé important d'avoir une entrée biodiversité génétique sans pour autant être capable de donner un avis technique. Concernant la diversité des habitats⁸ et la connaissance des pratiques agricoles, les deux parties ont jugé indispensable d'avoir des indicateurs permettant de les apprécier, et les discussions ont davantage porté sur comment ces informations allaient être utilisées.

⁶ 4 ONG de protection de l'environnement, 1 ONG de défense des consommateurs, 3 Organisations d'agriculteurs, 3 autorités locales et nationale, 2 organismes de conseil agricole, 6 institutions européennes (5 directions de la Commission européenne et l'Agence européenne de l'environnement)

⁷ **Solagro**, association française spécialisée dans l'agro-environnement, le seul partenaire du projet qui ne soit pas un organisme de recherche

⁸ 14 indicateurs : « densité des types d'habitat », « richesse des habitats », « diversité des habitats », « nombre de cultures », « part des terres arables », « part des prairies permanentes », « pourcentage des cultures arborées et vigne », « pourcentage des buissons », « indicateurs d'Ellenberg », « pourcentage des adventices », « part des habitats d'intérêt », « longueur des éléments linéaires », « part des prairies multiespèces », « qualité des prairies »

Ce processus s'est déroulé en plusieurs étapes durant 10 mois comme le montre le schéma1.



Au final, les parties prenantes ont élaboré 18 recommandations qui ont été regroupées en 10 exigences.

Les indicateurs de biodiversité doivent :

- 1- Etre faciles à collecter (collecte)
- 2- Ne pas être trop coûteux à mettre en œuvre (en temps et en analyse)
- 3- Etre faciles à utiliser (utilisation dans l'analyse)
- 4- Etre compréhensibles et adaptables
- 5- Intégrer des espèces emblématiques
- 6- Prendre en compte la biodiversité fonctionnelle et les services écosystémiques

- 7- Etre appropriables par les agriculteurs, les consommateurs et l'administration afin de pouvoir évaluer les plans d'actions agro-environnementaux des agriculteurs et des politiques agricoles
- 8- Contribuer à l'évaluation de l'ensemble des systèmes de production
- 9- Etre utilisables aux différentes échelles (parcelle, ferme, territoire, Europe)
- 10- Tenir compte des indicateurs, outils et observatoires existants contribuant à évaluer l'état de la biodiversité en agriculture

Ceux-ci ont servi comme deuxième filtre à la sélection réalisée par les scientifiques concernant la faisabilité de mettre en place des indicateurs dans le temps et avec les moyens impartis au projet. Ces critères concernent d'une part l'état des connaissances (état de l'art) qui doit être suffisante et d'autre part le potentiel « indicateur » des espèces ou leur combinaison.

10 critères scientifiques ont été utilisés pour sélectionner les familles :

- 1- Adapté pour mesurer la biodiversité
- 2- Connaissance scientifique solide notamment taxonomique
- 3- Sensible aux variations des pratiques agricoles principalement
- 4- Reproductible grâce une méthode standardisée connue et simple
- 5- Famille (ou ordre) occupant un large spectre d'habitats et de positions géographiques
- 6- Au niveau des espèces, spécialisation à un habitat déterminé permettant de détecter les changements
- 7- Prédicatif, sensible, analysable, réponse linéaire et sensible aux perturbations du milieu
- 8- Diversité taxonomique et diversité écologique élevées (plusieurs espèces dans chaque habitat)
- 9- Couverture des différents niveaux de la chaîne trophique et alimentaire (consommateurs primaires, détritviores, prédateurs, ...)
- 10- Indicatrice des conditions environnementales spatiales permettant et couvrir plusieurs échelles de territoire

Sur la base initiale d'une vingtaine de familles étudiées, 11 d'entre elles ont passé le filtre scientifique. Celles-ci ont été ensuite évaluées sur la base des critères « acteurs » (cf graphe 1).

Au final 4 familles ont été retenues : les plantes à fleurs, les vers de terre, les abeilles sauvages et guêpes et les araignées. Ces espèces présentent de nombreux intérêts en termes de bio-indicateurs (cf tableau 2). Ces 4 familles permettent aussi de couvrir les différents niveaux de la chaîne trophique : détritviores (vers de terre), production primaire (plantes), herbivores et pollinisateurs (abeilles) et prédateurs (araignées). Elles sont aussi plus adaptées à l'échelle d'une ferme.

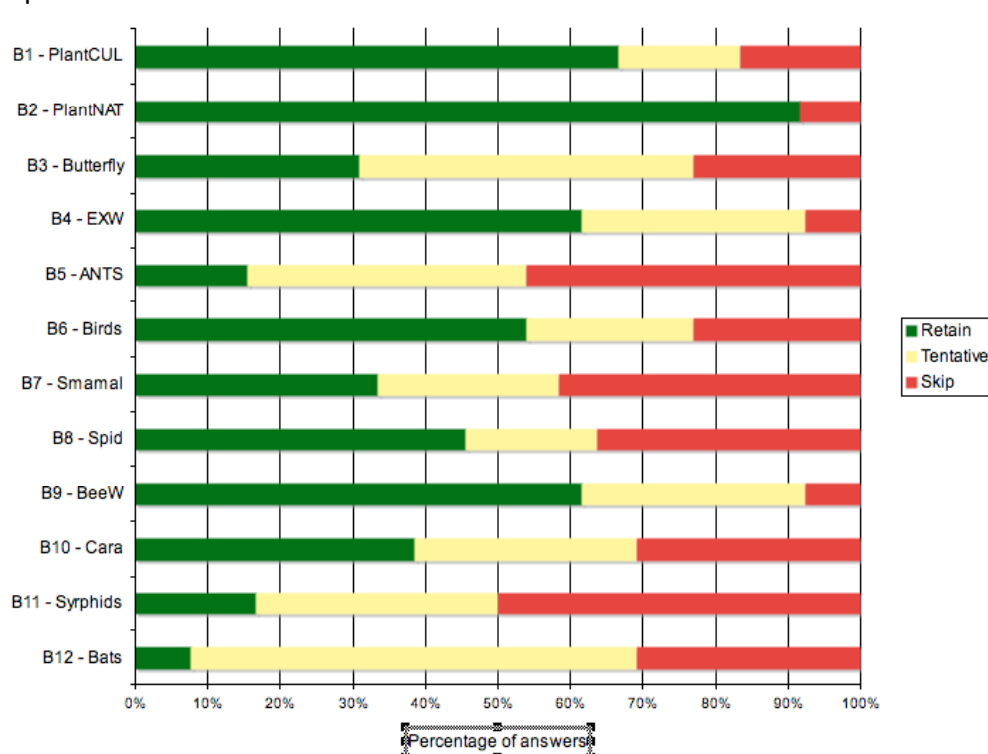
Tableau 2 : Intérêts des indicateurs espèces retenus

Indicateurs	Intérêts comme bio-indicateurs
Vers de terre	Espèces clef détritviores. Accroît la fertilité des sols. Les pratiques agricoles affectent fortement l'abondance et le nombre d'espèces de vers de terre. Indicateur pertinent de la structure du sol, des pratiques de travail du sol et de l'utilisation de pesticides. Identification difficile.
Plantes à	Bonne connaissance scientifique. Présentes dans la plupart des écosystèmes

fleurs	terrestres. L'utilisation de groupes fonctionnels comme indicateur est plus intéressante que la richesse spécifique. Interactions trophiques importantes des adventices avec les autres groupes taxonomiques comme les oiseaux spécialistes des milieux agricoles et les pollinisateurs (fournissent nourriture, refuge, sites de reproduction, refuges). Ils sont des bons indicateurs de la diversité des autres organismes. Elles indiquent un ensemble de conditions environnementales spécifiques (nombreux traits fonctionnels). L'identification est accessible à de nombreuses personnes.
Abeilles et guêpes	Bio-indicateurs des changements écologiques de la qualité des habitats. Ont des besoins spécifiques pour leur alimentation et leur reproduction. Elles ont besoin d'habitats riches en plantes à fleurs. Elles fournissent des services écologiques fondamentaux comme la pollinisation des plantes sauvages et cultivées et accroissent ainsi le rendement de certaines cultures.
Araignées	Prédateurs ; Intérêt élevé pour indiquer la qualité des habitats. Contribuent au contrôle biologique.

La limite de 4 familles a été contrainte de part le budget du projet et la faisabilité matérielle de mesurer toutes ces espèces durant une seul été. On observe que l'indicateur « oiseaux » obtient une note plus élevée que l'indicateur « araignées ». Ce dernier a finalement été préféré pour son intérêt en termes de diversité fonctionnelle et d'échelle géographique (échelle de la parcelle et de la ferme). D'autre part on dispose déjà à ce jour de nombreux résultats sur l'indicateur « oiseaux » qui est déjà un indicateur européen reconnu. La diversité des réponses par famille montre aussi la diversité des points de vue des différentes parties prenantes.

Figure 1 : Evaluation globale* par les parties prenantes des indicateurs de diversité des espèces⁹



* en vert indicateur retenu, en jaune à tester et en rouge rejeté

⁹ B1 plantes des cultures, B2 plantes des prairies, B3 papillons, B4 vers de terre, B5 fourmis, B6 oiseaux, B7 petits mammifères, B8 araignées, B9 abeilles et bourdons, B10 carabes, B11 syrphes, B12 chauve-souris

Les résultats attendus

Les résultats attendus du projet sont de pouvoir disposer d'un ensemble d'indicateurs directs et indirects accompagnés d'un guide technique de mise en œuvre (protocole) et d'utilisation (cibles) pour évaluer les impacts sur la biodiversité des différentes pratiques agricoles.

Il est aussi attendu une évaluation fine des coûts de mise œuvre (temps passé pour la collecte et l'identification, coût des matériels) qui sont un élément décisif pour la dissémination des indicateurs. Un coût trop important risque en effet de rendre inutilisables ces indicateurs vue la faiblesse des budgets qui sont généralement alloués à l'évaluation de la biodiversité.

Les conditions de mise en œuvre de ces indicateurs seront aussi précisées, notamment le niveau de formation requis pour mesurer les indicateurs directs. C'est l'enjeu clef du traitement et de l'analyse des données recueillies (nombre d'espèces, densité), qui devra rechercher le meilleur compromis entre la validation scientifique et les conditions d'utilisation par des non scientifiques. Plusieurs niveaux d'indicateurs pourront être proposés en fonction des objectifs et des moyens, depuis la mesure d'indicateurs directs précis (comme la richesse de certaines familles, des indicateurs pondérés selon la rareté de l'espèce, ou un indicateur de spécialisation des communautés), jusqu'aux indicateurs indirects (comme la surface en infrastructures agroécologiques).

Le projet devra également préciser l'échelle temporelle pertinente pour détecter les évolutions de la biodiversité.

Un accompagnement des futurs usagers de ces indicateurs sera indispensable et pourra être réalisé au travers de documents de sensibilisation et de journées de formation.

Le projet devrait aussi permettre de mieux évaluer la performance environnementale des systèmes agricoles biologiques et/ou à bas niveaux d'intrants et de les comparer aux systèmes conventionnels. L'ensemble des données recueillies sur chacune des fermes devrait aussi permettre de préciser les pratiques les plus favorables à la biodiversité et ainsi être force de proposition pour les futurs programmes et contrats agro-environnementaux.

Bibliographie

- COM (2010) 4 final. *Communication from the Commission to the European parliament, the Council, the European economic and Social committee and the Committee of the Regions. Options for an EU vision and target for biodiversity beyond 2010.*
- COM(2001) 162 final. Commission of the European Communities, 2001. *Communication from the commission to the Council and the European parliament. Biodiversity action plan for agriculture.*
- Commission of the European Communities (2006a). *Handbook on Common Monitoring and Evaluation Framework - Guidance document and Annexes.* Accessed 30 October 2009 at http://ec.europa.eu/agriculture/rurdev/eval/index_en.htm
- Dennis, P., Arndorfer, M., Balázs, K., Bailey, D., Boller, B., Bunce, R.G.H., Centeri, Cs., Corporaal, A., Cuming, D., Deconchat, M., Dramstad, W., Elyakime, B., Falusi, E., Fjellstad, W., Fraser, M.D., Freyer, B., Friedel, J.K., Geijzendorffer, I., Jongman, R., Kainz, M., Marcos, G.M., Gomiero, T., Grausgruber-Gröger, S., Herzog, F., Hofer, G., Jeanneret, P., Kelemen, E., Kölliker, R., Moakes, S.R., Nicholas, P., Paoletti, M.G., Podmaniczky, L., Pointereau, P., Sarthou, J.-P., Siebrecht, N., Sommaggio, D., Stoyanova, S.D., Teufelbauer, N., Viaggi, D., Vialatte, A., Walter, T., Widmer, F., Wolfrum, S. (2009). *Conceptual foundations for biodiversity indicator selection for organic and low-input farming systems.* Aberystwyth, Deliverable 2.1 of the EU FP7 Project BIOBIO. ISBN 978-3-905733-16-7.
- EEA (2005). *Agriculture and Environment in EU-15 – the IRENA indicator report.* EEA Report No 6/2005. European Environment Agency, Copenhagen.
- Klimek S and Al (2007). "Additive partitioning of plant diversity with respect to grassland management regime, fertilisation and abiotic factors". *Basic and Applied Ecology, Volume 9, Issue 6, 6 October 2008, Pages 626-634*
- Kristensen P. (2003). *EEA core set of indicators: revised version,* technical report, Copenhagen.
- Nentwig and Al. (1998). *Sown weed strips: artificial ecological compensation areas as an important tool in conservation biological control.* Pages 133-153 in Conservation Biological Control. Edited by Pedro Barbosa. Academic Press.
- Pointereau P., F. Coulon, A. Doxa, F. Jiguet, & M. L. Paracchini. (2010) *Location of HNV farmland area in France and links between changes in High nature value farmland areas and changes in birds population.* JRC/SOLAGRO, 2010
- Pointereau P. (2010). Deliverable 7.1 (1) et 7.1(2). of the EU FP7 Project BIOBIO. *Report on the contribution of the stakeholders to the selection of the biodiversity indicators for organic and low input farming systems*
- Van Swaay C. and Al (2006). Biotope use and trends of European butterflies. *Journal of Insect Conservation* (2006) 10:189-209.