Validation d'un tableau de bord d'indicateurs sur un réseau national de fermes en grande culture et en viticulture pour diagnostiquer la qualité biologique des sols agricoles

Cannavacciulo M.[1], Cassagne N.[1], Riou V.[2], Mulliez P.[2], Chemidlin N.[3], Dequiedt S.[3], Villenave C.[4], Cérémonie H.[4], Cluzeau D.[5], Cylly D.[5], Vian J.-F.[6], Peigné J.[6], Gontier L.[7], Fourrié L.[8], Maron P.-A.[3], D'oiron Verame E.[9], Ranjard L.[3]

[1] Unité LEVA, ESA Angers

[2] Chambre d'agriculture Maine et Loire, Angers

[3] UMR Agro écologie (INRA, AgroSup Dijon, UBFC), Dijon

[4] Elisol environnement, Nimes

[5] UMR ECOBIO, Univ Rennes

[6] ISARA Lyon

[7] IFV Sud Ouest

[8] ITAB

[9] Observatoire Français des sols Vivants, Saint Martin du Bois

Correspondance : lionel.ranjard@inra.fr

Résumé

Dans un contexte de transition agroécologique, le projet Agrinnov a permis de valider un tableau de bord d'indicateurs analytiques de la qualité biologique des sols agricoles permettant aux agriculteurs d'appréhender l'impact de leurs pratiques. Le projet AgrInnov a amené des chercheurs et des agriculteurs à collaborer. En parallèle du tableau de bord (comprenant des indicateurs de faune du sol, de microbiologie et agronomiques), des formations sur la biologie des sols ont été élaborées ainsi qu'un mode opératoire de transfert. Les formations et le tableau de bord ont été déployés sur un réseau national de plus de 250 fermes en grande culture et en viticulture. D'un point de vue scientifique, il a été démontré que moins de 10% des parcelles testées étaient dans un état critique en termes de biologie du sol ce qui est encourageant sur la qualité des sols agricoles, même si il faudrait développer leur surveillance sur un plus grand nombre de fermes et de systèmes de production afin d'avoir un diagnostic plus exhaustif et représentatif. D'un point de vue opérationnel, plus de 97% des agriculteurs ont suivi le projet jusqu'au bout avec un fort investissement de leur part. Par conséquent, le projet AgrInnov a fait la démonstration opérationnelle de l'application et de l'appropriation par les agriculteurs des nouveaux outils de diagnostic de la qualité des sols émanant directement de la recherche,

Mots-clés : diagnostic biologique, sols agricoles, agroécologie, formation

Abstract: Biological indicators of agricultural soil quality

Within a context of agroecological transition, the Agrinnov project validated a set of indicators of the biological quality of agricultural soils to enable farmers to grasp the impact of their practices. AgrInnov project brought researchers and farmers to work together. To accompany the set of indicators of soil fauna, microbiology and agronomy, training sessions on soil biology have also been implemented together with an appropriate transfer procedure. The training sessions and the set of indicators were spread on a national network of more than 250 field-crop and viticulture farms. From an operational viewpoint, more than 97% of the farmers invested heavily in the project and stayed involved throughout

the project. From a scientific viewpoint, less than 10% of the tested plots were assessed to be in a critical state in terms of soil biology, which is encouraging on agricultural soil quality, even though the monitoring should be developed on a broader number of farms and production systems in order to have a more exhaustive and representative diagnosis. Thus the AgrInnov project demonstrated the application and adoption by the farmers of new research-based tools for diagnosing soil quality.

Keywords: biological diagnosis, agricultural soil, training, agroecology

Introduction-objectifs du projet.

Le pilotage de la qualité des sols au sein des systèmes de production agricole français est essentiellement basé sur un suivi des caractéristiques physiques (état structural…) et chimiques (pH, reserve en N, P, K, quantité et type de matière organique …). Or, il n'est plus à démontrer que les organismes vivants du sol jouent un rôle fondamental dans son fonctionnement et plus largement dans certains services qui peuvent intéresser les productions agricoles (fertilité biologique, état sanitaire, dégradation des polluants…). De même, le concept d'assurance écologique démontre une relation positive entre la biodiversité et la productivité primaire ainsi qu'entre la biodiversité et la stabilité (durabilité) des écosystémes (Loreau et al., 2000). Par ailleurs, le sol représente la 3ème frontière biotique avec sa biodiversité qui correspond à 25% de la biodiversité totale (Maron et al., 2011). Parmi les organismes du sol, les macro-organismes sont considérés comme des ingénieurs de l'écosystème qui vont conditionner le biotope des autres organismes de la faune et microorganismes, modifiant ainsi les cycles biogéochimiques (Barot et al., 2007). Les microorganismes représentent quant à eux les organismes les plus diversifiés d'un point de vue taxonomique et fonctionnel (Bouchez et al., 2016) et sont les acteurs clés de la plupart des cycles biogéochimiques. Entre les deux, les organismes de la microfaune et mésofaune jouent aussi un rôle complémentaire dans l'évolution de la matière organique et les cycles des nutriments (Cortet et al., 1999).

Dans un contexte agricole en pleine mutation, il apparaît aujourd'hui essentiel de se doter d'outils de surveillance de la qualité du sol permettant d'appréhender l'impact des pratiques (labour, pesticides, rotation, fertilisation) sur son fonctionnement biologique, et les services qu'il rend pour la production agricole. En effet, les organismes vivants du sol (faune du sol, bactéries, champignons) jouent un rôle fondamental dans son fonctionnement : dynamique des matières organiques et cycle du carbone et de l'azote, biodisponibilité des éléments nutritifs, dégradation de polluants organiques, rétention de polluants métalliques, action sur la structure des sols, etc. Ces communautés biologiques sont susceptibles de traduire l'ensemble des stress environnementaux de leur milieu et, par la précocité de leurs réactions, ils apparaissent donc comme de bons indicateurs de l'évolution des sols (Ranjard et al., 2010).

C'est dans ce contexte qu'est né le projet AgrInnov (CASDAR 2012-2015) qui visait à valider l'utilisation d'indicateurs biologiques de la qualité du sol, tout en créant un mode opératoire de transfert et des formations. Il devait aussi permettre de poser les fondations d'un réseau de veille à l'innovation agricole (REVA) articulé notamment autour du thème de l'impact des pratiques agricoles sur la vie biologique des sols. Celle-ci serait mesurée par des bioindicateurs ciblant les lombrics, les nématodes et les microorganismes, et couplés à des indicateurs agronomiques (état structural et physico-chimie du sol, dégradation de la matière organique).

L'équipe projet a réuni les experts nationaux des indicateurs biologiques et agronomiques les plus à-mêmes de répondre aux attentes des agriculteurs. Une des originalités et LE challenge du projet AgrInnov étaient de faire travailler ensemble les chercheurs avec les agriculteurs, chacun restant expert dans son domaine. Les agriculteurs avaient pour mission de décrire leurs besoins, de mesurer, et de trouver parmi les outils qui leurs seraient proposés, ceux qu'ils accepteraient de tester. Les chercheurs avaient pour mission de faire correspondre aux besoins de mesure des agriculteurs, des outils déjà

validés par la recherche, et de créer le contexte et l'accompagnement appropriés (formation, mode opératoire, documents de restitution) pour que les agriculteurs puissent les tester et se les approprier.

Le **choix des bioindicateurs retenus** dans le cadre de ce projet était guidé par leur aspect opérationnel et l'existence d'un référentiel d'interprétation spécifique. Il a donc été développé un véritable diagnostic de la qualité biologique et agronomique des sols agricoles. En outre, pour faciliter la lecture des informations récoltées, l'équipe projet a développé des « indicateurs de synthèse ». Ces derniers combinent les valeurs issues de différents indicateurs élémentaires complémentaires, dont l'assemblage permet la caractérisation et le diagnostic agronomique des grandes fonctions du sol, comme le patrimoine biologique / assurance écologique, et la fertilité biologique.

En parallèle du tableau de bord analytique, des **formations sur la biologie des sols** ont été mises en place afin d'accompagner l'appropriation des indicateurs biologiques. Celles-ci intégraient des aspects variés couvrant des notions de base en biologie des systèmes terrestres, la description des différents indicateurs disponibles, ou encore des études d'impact des pratiques agricoles sur la biologie du sol et les fonctions qu'elle porte. L'ensemble « tableau de bord et formation » a été déployé sur le réseau AgrInnov, créé dans le cadre du projet et constitué de fermes agricoles en grande culture (125) et en viticulture (123). AgrInnov a permis d'établir un contexte d'échange des savoirs dans lequel les agriculteurs pourront plus facilement mettre de côté une vision essentiellement productiviste de la parcelle, et s'approprier une vision d'un écosystème « piloté de manière à fournir durablement diverses catégories de biens et de services précisément qualifiés » (« Projet Transition Agroécologique pour la France » Ministère de l'agriculture, 2015).

1. Constitution et rôle du Groupe de Travail Mixte (GTM)

Une des originalités et le grand challenge du projet AgrInnov étaient de faire travailler directement les chercheurs et les agriculteurs. Les GTM étaient donc les rencontres lors desquelles les experts, chercheurs et formateurs développaient une formation et un tableau de bord sur la biologie des sols, qui devaient correspondre au mieux aux attentes et besoins des agriculteurs. Ainsi, les agriculteurs échangeaient avec les chercheurs lors des nombreuses phases d'interactions organisées dans le projet (formation, échantillonnage, rendu de résultats) afin d'identifier les outils les plus opérationnels pour eux et aussi les pratiques agricoles les plus éco efficientes au vu des résultats d'analyse.

L'objectif des GTM était d'impliquer la plus grande diversité possible d'agriculteurs. Les groupes étaient donc basés sur le volontariat des agriculteurs. Les GTM ont permis notamment d'optimiser le nombre d'indicateurs du tableau de bord en éliminant les moins opérationnels mais aussi d'améliorer certaines techniques d'échantillonnage sur le terrain pour les rendre plus opérationnelles. Les agriculteurs ont été aussi fortement critiques et structurants sur la mise en place de la formation sur la biologie des sols agricoles pour qu'elle corresponde au plus près aux attentes de la profession.

2. Inventaire et sélection des indicateurs

2.1 Les indicateurs élémentaires

Les bioindicateurs retenus dans le cadre de ce projet se basent sur des mesures de la faune (nématodes et lombrics) ainsi que des microorganismes du sol (bactéries et champignons). Ces organismes sont reconnus pour jouer un rôle essentiel dans le bon fonctionnement biologique des sols et la durabilité des agrosystèmes. Au sein de ces deux groupes, le choix des indicateurs a été fait sur la base de l'expertise des unités de recherche impliquées (INRA, Université). Les critères d'évaluation des indicateurs étaient :

- d'être validés scientifiquement (sensibilité, fiabilité, spécificité) via des programmes de recherche (ADEME Bioindicateur I et II, ANR ECOMIC-RMQS, ADEME RMQS-BIODIV, EU ENVASSO, EU Ecofinder…),
- de disposer d'un référentiel d'interprétation pour la viticulture et les grandes cultures afin d'identifier la gamme de variation normale en fonction des types pédo-climatiques et d'usages des sols et ainsi permettre de diagnostiquer précocement l'impact des pratiques agricoles ainsi que les modifications du fonctionnement biologique des sols,
- d'intégrer des fonctions biologiques supportant des services rendus par les agrosystèmes (fertilité, réduction des GES, protection des cultures, dépollution, durabilité…),
- d'être mesurables à un coût économique abordable, facilement opérationnels sur le terrain et au laboratoire et donc utilisables et interprétables par les agriculteurs et les agents du développement rural,
- d'avoir obtenu la validation du GTM constitué d'experts et d'agriculteurs.

A la suite de la sélection effectuée, la liste finale des indicateurs retenus pour constituer le tableau de bord analytique AgrInnov (Figure 1) est la suivante :

- Abondance lombricienne totale
- Abondance des 4 groupes fonctionnels de lombriciens (épigé, épi-anécique, anécique, endogé)
- Diversité et structure taxonomiques des communautés lombriciennes
- Biomasse moléculaire microbienne
- Rapport densité champignons/densité des bactéries
- Diversité taxonomique des bactéries et des champignons
- Abondance des nématodes libres
- Diversité taxonomique des nématodes
- Abondance des nématodes phytoparasites
- Indice de structure des nématodes
- Indice d'enrichissement des nématodes
- Structure du sol (par un test bèche)
- Caractéristiques physico-chimiques des sols
- Teneur en polluants métalliques (Cu, Ni, Pb…)
- Dégradation de la matière organique (par la méthode du litter-bag)

Grâce à la présence d'un référentiel d'interprétation spécifique à chaque type d'indicateur élémentaire, un véritable diagnostic de la qualité biologique et agronomique des sols agricoles a donc pu être développé.

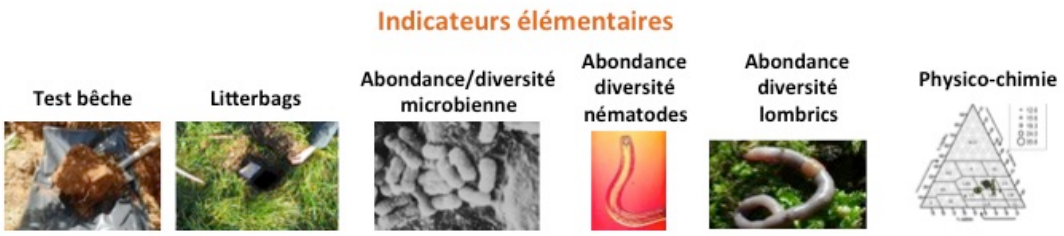

Figure 1 : Liste des outils et indicateurs biologiques et agronomiques constituant le tableau de bord du projet AgrInnov

2.2 Les indicateurs de synthèse©

En parallèle, l'équipe projet a développé des **indicateurs de synthèse©** qui permettent d'avoir une vision plus synthétique de l'information fournie par l'ensemble des indicateurs. Ces indicateurs de synthèse intègrent différents indicateurs élémentaires agronomiques et biologiques complémentaires pour diagnostiquer des grandes fonctions du sol d'intérêt agronomique. A ce jour, deux indicateurs de synthèse ont été développés :

- **l'indicateur patrimoine biologique / assurance écologique**, qui renseigne sur la capacité d'un sol à héberger une forte abondance et diversité d'organismes vivants mais aussi sur les équilibres biologiques entre ces organismes.
- **l'indicateur fertilité biologique,** qui renseigne sur la capacité d'un sol à dégrader la matière organique endogène ou apportée par les pratiques culturales (amendements, résidus de culture).

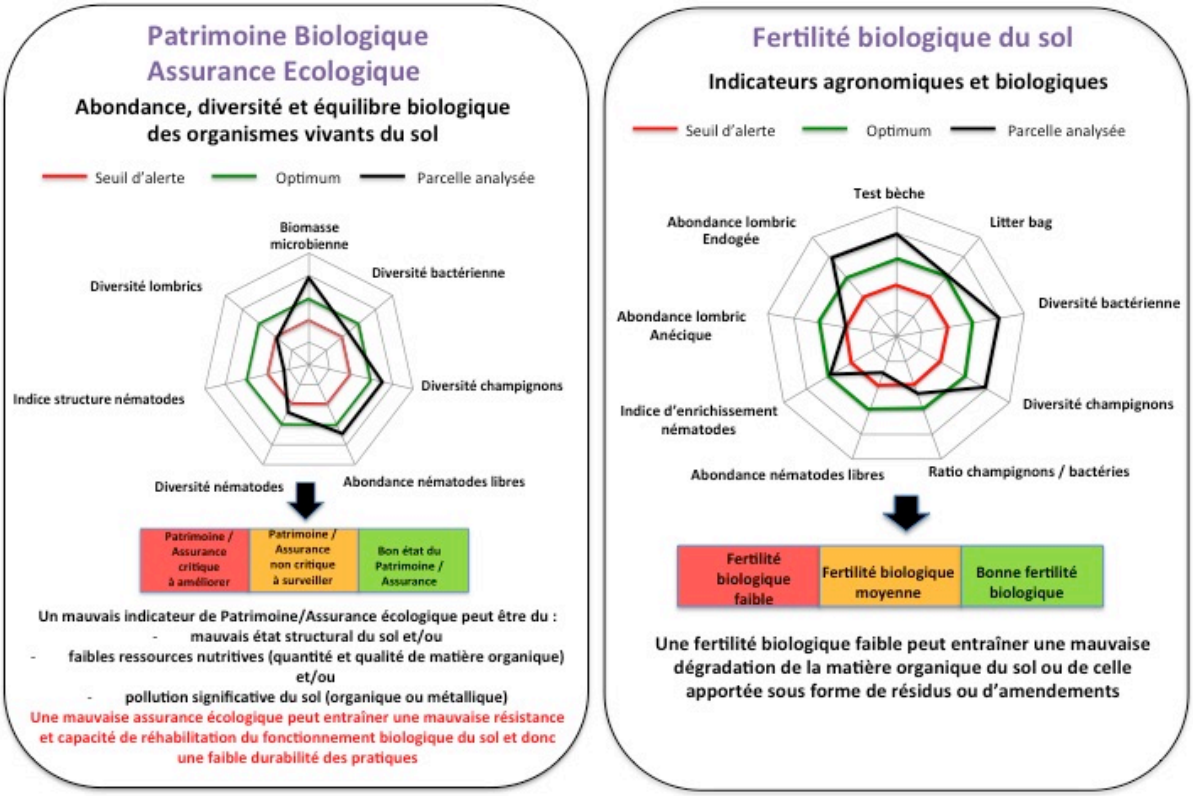

Figure 2 : Indicateurs de synthèse© de la qualité biologique des sols.

3. Modalités de la mise en place au sein du réseau

3.1 Mise en place d'un réseau national de fermes : le réseau AgrInnov.

Après validation par le GTM de la liste d'indicateurs proposés dans l'étape 2, ceux-ci ont été déployés au sein du réseau AgrInnov. La stratégie développée était de dispenser dans un premier temps la formation sur la biologie du sol, et dans un second temps de laisser les agriculteurs réaliser les prélèvements de leur sol. Les résultats d'analyse regroupés dans un tableau de bord agricole leur sont ensuite retournés. Il a donc été décidé :

- de créer des groupes d'agriculteurs exploitant des fermes proches géographiquement mais développant des pratiques différentes (pour évaluer aux mieux l'effet de pratiques différentes dans un pédoclimat comparable) ;
- de ne traiter qu'une seule parcelle par agriculteur ;
- de réunir 10 à 15 fermes par groupe.

Il a ainsi été constitué 10 groupes d'agriculteurs et 10 groupes de viticulteurs représentant respectivement 125 et 123 parcelles, dont la Figure 3 présente la répartition à l'échelle du territoire. Ce réseau que nous avons baptisé « Réseau AgrInnov » a été mis en place et coordonné grâce aux acteurs du développement agricole (CA, ITA, APAD, groupements agricoles, …)

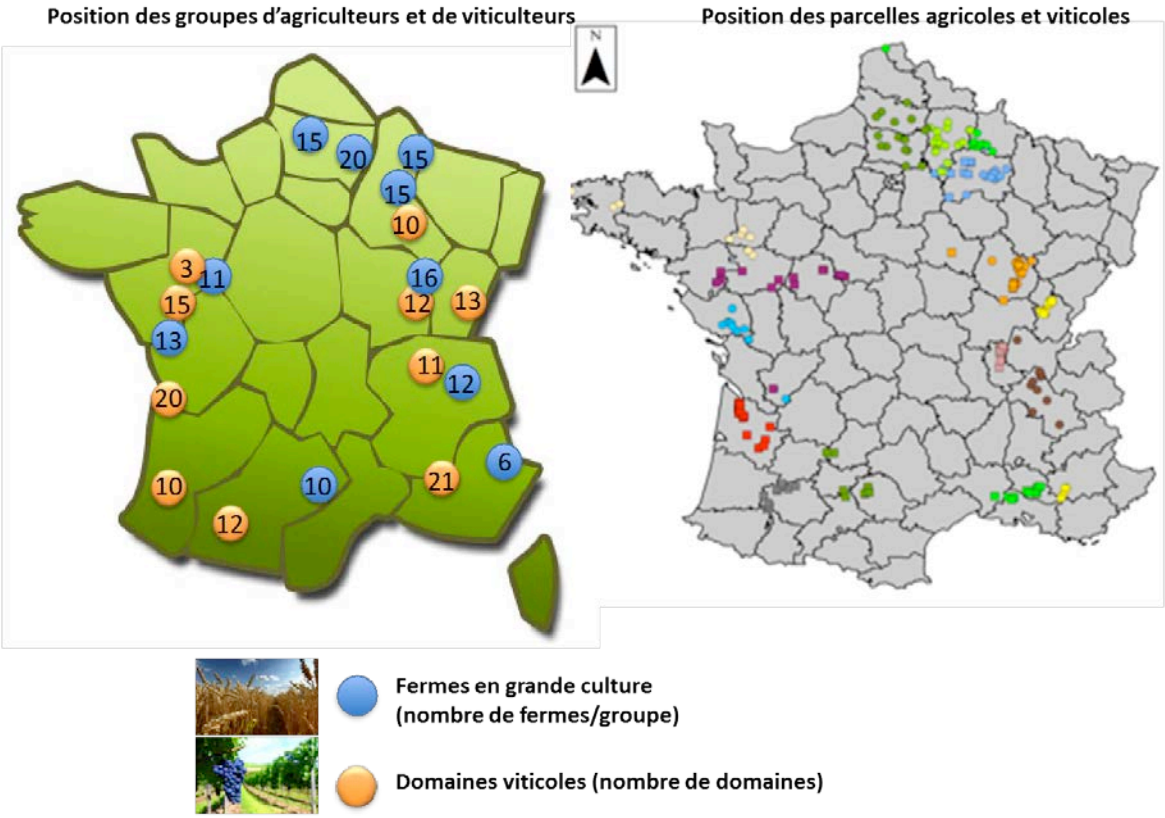

Figure 3 : Réseau « Agrinnov » de fermes en grandes cultures et de domaines viticoles

Ce réseau affiche une surreprésentation de certains systèmes de production au regard de leur place réelle dans le paysage agricole national, comme les exploitations en agriculture biologique ou agriculture de conservation des sols. Ceci peut s'expliquer par le fait que nous avons recherché l'adhésion d'agriculteurs et de viticulteurs volontaires, ce qui rassemble les plus concernés par l'impact

des pratiques sur la qualité des sols qui automatiquement, sont souvent les plus innovants dans leur domaine.

3.2 Elaboration d'un guide d'échantillonnage

Un groupe d'experts a été constitué pour réaliser un guide d'échantillonnage par type de production (grande culture et vigne). Ce choix est motivé par la spécificité de la configuration des rangs de vignes par rapport aux grandes cultures. Le groupe réunissait un expert de chaque indicateur, un expert en viticulture, et un en grande culture. Le guide d'échantillonnage détaille :

- les conditions nécessaires et la période idéale pour les prélèvements,
- les dispositifs d'échantillonnage (localisation relative des différents types de prélèvements),
- le matériel nécessaire et la procédure détaillée de réalisation de chaque type de prélèvement
- les conditions d'expédition et de conditionnement des échantillons.

Tous les indicateurs élémentaires sont échantillonnés directement sur les parcelles agricoles. Certains sont analysés immédiatement sur le terrain (ex. comptage de vers de terre, test bèche) tandis que d'autres sont analysés en laboratoire spécialisé (ex. comptage de nématodes par observation microscopique, caractérisation de la biomasse et de la diversité microbienne par des outils de biologie moléculaire basés sur la caractérisation de l'ADN du sol). Une séquence technique et logistique rigoureuse a été développée pour organiser l'échantillonnage, l'envoi d'échantillons de sols et d'échantillons biologiques (par les agriculteurs), le stockage de ces échantillons et leur analyse et le référencement des résultats obtenus dans une base de données.

3.3 Stratégie de mise en place au sein du réseau

L'ensemble des outils développés (formation, tableau de bord et guide) a été testé auprès des fermes du nord-ouest de la France, soit une quarantaine au total. Les suggestions émises à l'issue de ce test ont alors été prises en compte par les chercheurs et les formateurs pour améliorer la formation mais aussi les procédures d'échantillonnage au terrain et l'accompagnement dans l'interprétation des résultats. De la même manière et dans le même temps, ces tests grandeur nature ont permis à l'équipe projet de réaliser une analyse critique des outils et des moyens de transfert qu'elle avait développés. Elle a ainsi pu améliorer l'organisation de ses actions, qu'il s'agisse :

- Du contenu et de l'organisation des formations,
- De la logistique de l'échantillonnage,
- Du contenu, des documents, et de la présentation des sessions de restitution des résultats.

Après le franchissement de cette étape cruciale, l'ensemble des outils de diagnostic finalisés a été diffusé au reste du réseau national, soit 248 parcelles réparties dans les quarts de France Nord Est, Sud Est et Sud Ouest.

4. Formation, Restitution et Transfert

Cette étape avait pour objet d'assurer le transfert et l'utilisation des outils développés dans le cadre du projet mais hors du réseau Agrinnov, vers les utilisateurs agriculteurs, conseillers/techniciens agricoles, étudiants et laboratoires commerciaux mettant en œuvre des analyses biologiques. Le transfert vers les étudiants ingénieurs et en licence professionnelle « production végétale » a été réalisé partiellement par les établissements d'enseignement partenaires d'AgrInnov (ISARA, ESA, AgroSup Dijon). Le transfert aux agriculteurs et conseillers/ techniciens a pu être largement mis en œuvre avec des outils de formation harmonisés. Ces formations étaient destinées à fournir les connaissances nécessaires pour

(i) mieux connaître la vie biologique des sols et les indicateurs retenus, (ii) prélever les échantillons, et (iii) savoir interpréter ses résultats par rapport à un référentiel et comprendre les variations observées.

L'ingénierie des formations a été pensée en collaboration étroite avec les agriculteurs dans le cadre des GTM, afin de garantir la meilleure adéquation à leurs besoins. Ces interactions ont permis de valider le cahier des charges complet des formations sous la forme d'un kit de formation. La formation dure une journée et demie, et la première journée est divisée en deux parties :

- la première partie théorique est dispensée en salle. Elle présente aux agriculteurs la biologie du sol, les services agronomiques et environnementaux rendu aux productions agricoles, et comporte des exemples de l'impact des pratiques agricoles. Elle permet aussi la présentation technique des différents indicateurs qui constituent le tableau de bord AgrInnov et explique leur intérêt.
- la deuxième partie est composée de travaux pratiques. Elle a lieu l'après-midi sur une parcelle agricole d'un des agriculteurs stagiaires. Toutes les étapes d'échantillonnage de sols, de prélèvements biologiques (vers de terre), et de réalisation du test bêche et du litterbag, sont expliquées et réalisées. Cette partie de la formation s'appuie sur le guide d'échantillonnage élaboré dans le cadre du projet.

Les formations ont eu lieu en automne ou au printemps, périodes les plus propices à l'échantillonnage tant en termes de conditions climatiques que de disponibilité des agriculteurs. Par la suite, les agriculteurs disposaient de 4 à 6 semaines pour échantillonner sur leurs parcelles et envoyer les échantillons aux différents experts/laboratoires. En parallèle, les agriculteurs étaient invités à remplir un questionnaire sur les pratiques agricoles de la parcelle échantillonnée. Les experts ont disposé de 3 à 6 mois pour analyser les échantillons.

Une dernière demi-journée de formation est consacrée à la restitution des résultats sur les lieux de la formation. Pour cette restitution un effort particulier a été mené par l'équipe projet pour développer des fiches synthétiques présentant les résultats pour chaque indicateur élémentaire et les indicateurs de synthèse (Figure 4).

Les formations ont été coordonnées pour chaque quart de France par les partenaires locaux du projet AgrInnov :

- au Nord-Ouest : CA 49 et ESA Angers ;
- au Nord-Est : AgroSup Dijon ;
- au Sud-Est : ISARA Lyon ;
- au Sud-Ouest : IFV ;

La coordination nationale a été réalisée par l'OFSV.

Au total 20 groupes ont été formés, représentant environ 300 personnes : 248 agriculteurs et 50 invités (techniciens de chambres et de coopératives et agro fournisseurs). Au final, sur les 248 agriculteurs et viticulteurs qui ont suivi l'un de 20 ateliers de formation, 240 ont échantillonné de façon rigoureuse leur sol pour les faire analyser. 97% des agriculteurs et viticulteurs ont donc adhéré au projet jusqu'au bout. Il n'y a pas de différence significative de retour entre le réseau viticole et le réseau grande culture.

Des enquêtes de satisfaction ont été mises en place et elles montrent le réel intérêt des acteurs du monde agricole à disposer d'outils de diagnostic sur la qualité biologique des sols afin d'évaluer l'impact de leurs pratiques et la durabilité de leur production (Figure 5). Elles montrent aussi que la démarche d'AgrInnov est pertinente pour diffuser ces outils et ces nouveaux concepts au niveau des agriculteurs.

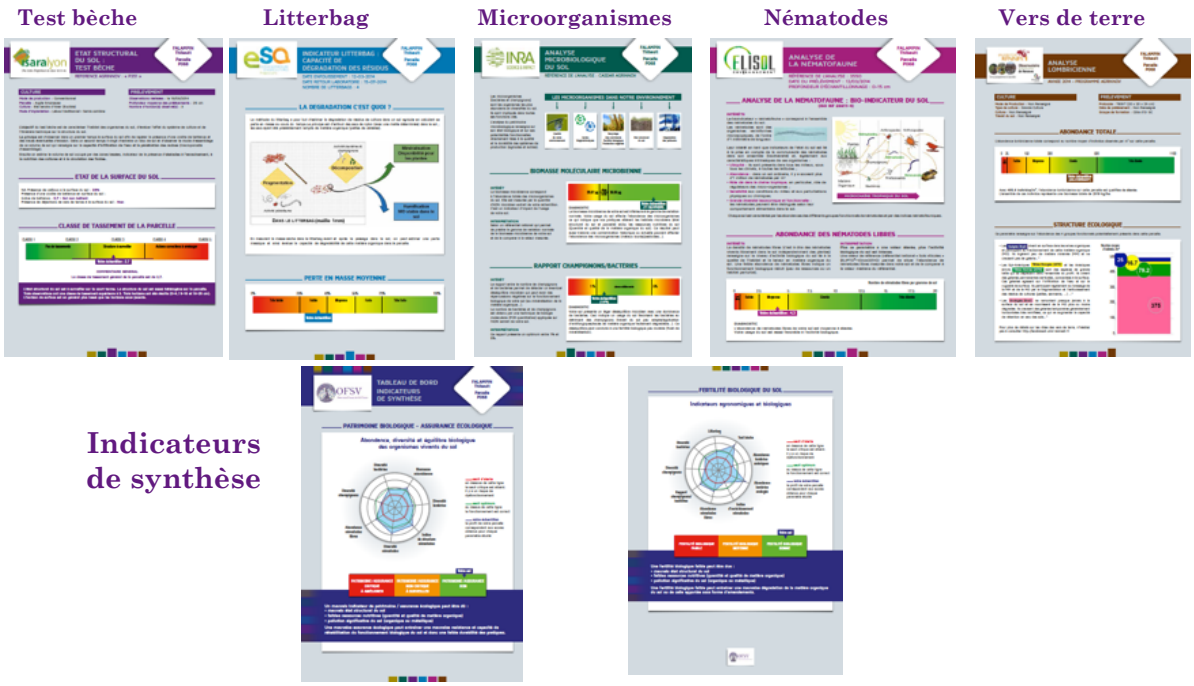

Figure 4 : Fiche individuelle de résultats.

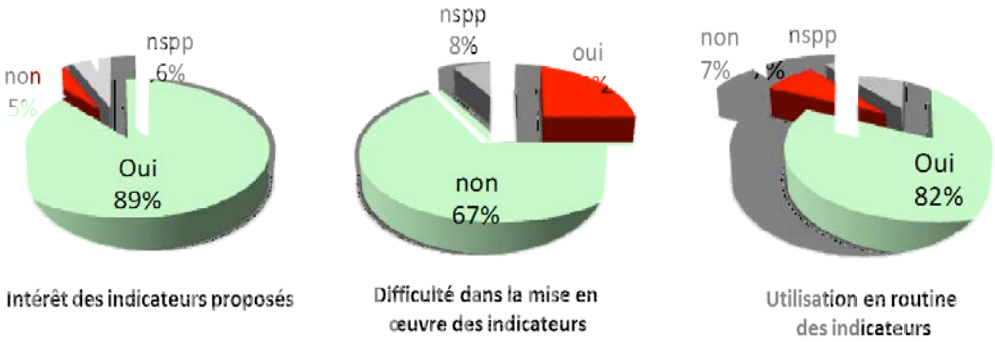

Figure 5 : Résultats des enquêtes de satisfaction des agriculteurs et viticulteurs au sujet de la formation et du tableau de bord analytique AgrInnov

5. Analyse issue des résultats du réseau national AgrInnov

5.1 Clusterisation des itinéraires techniques en grande culture et en viticulture du réseau de parcelles AgrInnov

Dans le projet, les agriculteurs ont rempli des enquêtes sur leurs pratiques et leur système de production. La compilation de ces enquêtes a permis d'analyser la représentativité de certaines caractéristiques des systèmes de production du réseau AgrInnov, (sans labour, bio, conventionnelle, ecophyto…) et de segmenter la population de parcelles en fonction des différents types d'itinéraires techniques (ITK). Une typologie mathématique de « clusterisation » a été combinée avec une typologie « à dire d'experts » et a permis de définir les grands critères de segmentation:

- Travail du sol
- Assolement et longueur des rotations : couvert, diversité des rotations

- Fertilisation et amendement : engrais chimiques, apport de matière organique endogène ou exogène (MOE)
- Protection phytosanitaire

Ce tri statistique des itinéraires techniques était indispensable pour pouvoir confronter les résultats des indicateurs biologiques et agronomiques aux pratiques des agriculteurs. Les tableaux ci-dessous présentent les typologies issues respectivement des enquêtes en grandes cultures et des enquêtes en vignes.

Grandes cultures	GC1	GC2	GC3	GC4.1	GC4.2
Travail du sol	- -	-	-	+	+
MOE	- -	-	+	+	-
Couvert	++	+	+	+/-	-
Phyto	++	++	++	+	+

Vignes	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Travail mécanique	--	--	--	+	+	++
MOE	+	--	++	++	++	++
Couverture inter-rang	+	++	++	+	+	--
Phyto	++	+/-	+/-	+/-	--	+

Figure 6 : Catégories d'itinéraires techniques au sein du réseau AgrInnov, en haut pour les grandes cultures et en bas pour les vignes.

5.2 Analyse du tableau de bord complet

Les Figures 7 et 8 représentent pour chaque groupe issu des typologies de pratiques les valeurs moyennes des paramètres des indicateurs biologiques et agronomiques.

- « rouge » pour un score moyen inférieur au seuil d'alerte ;
- « orange » pour un score compris entre le seuil d'alerte et l'optimum ;
- « vert » pour un score moyen supérieur à l'optimum.

Ces premiers résultats montrent :

- que les indicateurs élémentaires du tableau de bord sont complémentaires car ils ne donnent pas tous la même tendance au sein et entre les itinéraires techniques.

- que la sensibilité des indicateurs est différente en fonction du système de production (grande culture vs viticulture) ; pour exemple, la biomasse moléculaire microbienne est majoritairement dans le vert pour les sols de grandes cultures mais majoritairement dans le rouge pour les sols viticoles.

D'un point de vue plus général, la qualité biologique et agronomique des sols dans l'échantillon considéré est meilleure dans les sols de grande culture en comparaison des sols viticoles. Par ailleurs, ces résultats peuvent être partiellement influencés par les variations de type de sols et de climats entre les parcelles d'un même groupe d'itinéraires techniques. Toutefois, il apparait globalement difficile de différencier les itinéraires techniques uniquement en se focalisant sur les performances des indicateurs biologiques et agronomiques.

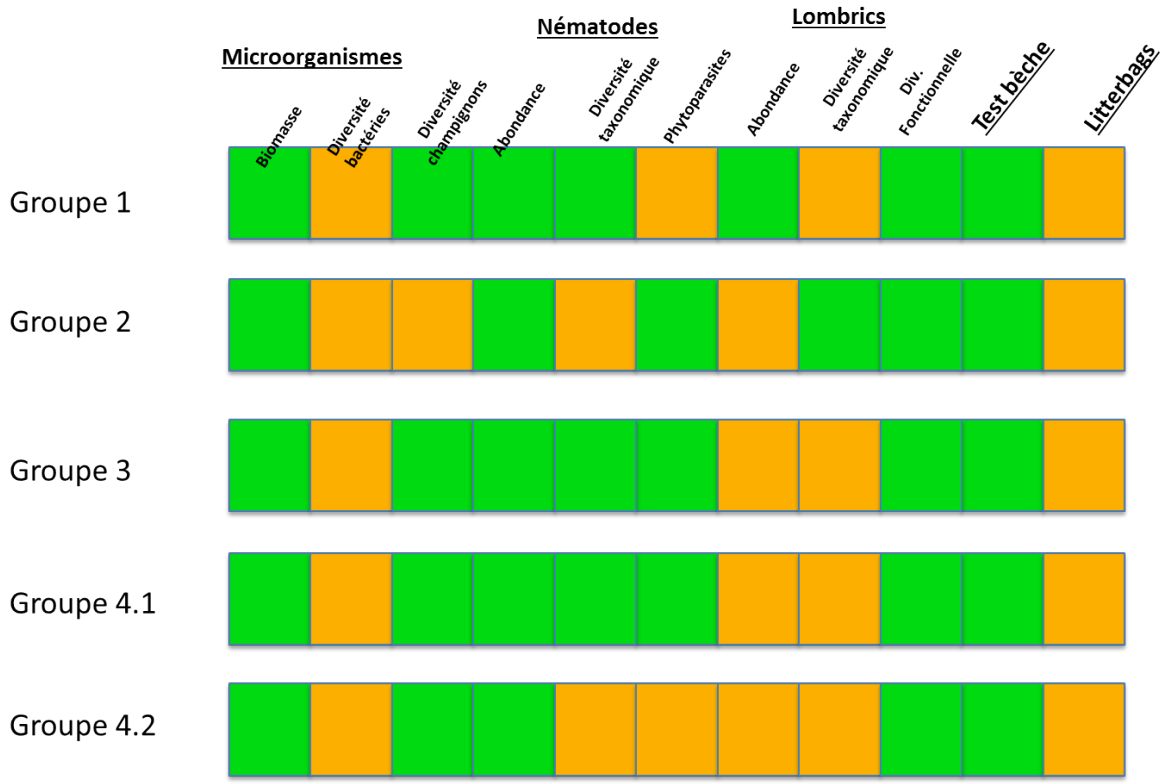

Figure 7 : Evaluation des systèmes de production en grandes cultures

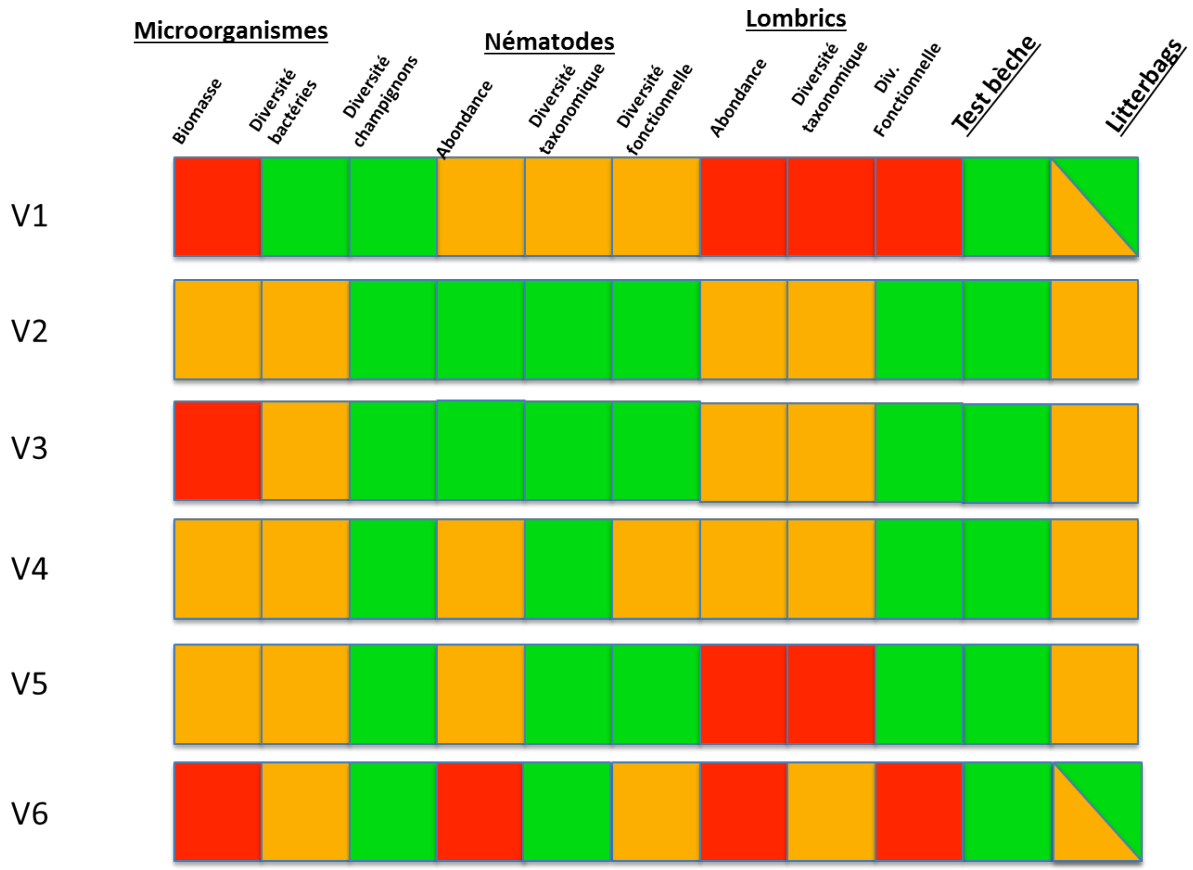

Figure 8 : Evaluation des systèmes de production en viticulture

5.3 Analyse des indicateurs de synthèse.

La distribution de l'ensemble des parcelles analysées selon le résultat des indicateurs de synthèse est présentée dans la Figure 9.

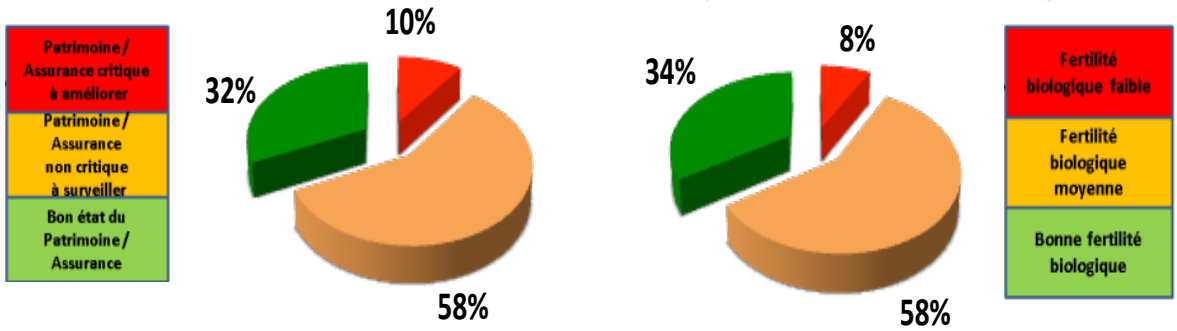

Figure 9 : Analyse des indicateurs de synthèse© sur le réseau AgrInnov.

Un des résultats marquants du projet AgrInnov est la démonstration que seulement 10% des sols des parcelles agricoles et viticoles étudiés sont dépréciés en termes de patrimoine biologique et de fertilité biologique ; ce résultat mériterait d'être consolidé en étendant l'étude sur un plus grand nombre de sols et de systèmes de production. Une analyse plus détaillée par système de production a toutefois montré que les sols viticoles sont plus altérés en termes de biologie et fonctions biologiques du sol que les sols en grande culture. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'orientation productive initiale d'une parcelle en « grande culture » ou « vigne » est notamment dictée par le type de sol. Un autre paramètre explicatif est que les systèmes de production viticoles sont plus agressifs pour la biologie des sols et les fonctions et services qui en découlent.

6. Modalités de valorisation et extension du projet

Lors du déroulement du projet le site internet de l'OFSV (www.ofsv.org) a présenté les différentes avancées du projet et ses résultats opérationnels les plus marquants. De plus, des films sur les formations ont été réalisés et accompagnent le guide d'échantillonnage et d'analyse des différents bioindicateurs du projet. Ces films sont à ce jour finalisés et seront à disposition sur le site internet de l'OFSV qui sera réaménagé dans ce but.

Le projet AgrInnov a abouti à l'organisation des Journées de l'Innovation Agricole, (www.jiag.info). Il s'agit d'un colloque de deux jours qui s'est tenu les 2-3 novembre 2015 au centre des congrès d'Angers. Ce colloque avait pour objectif de faire le bilan des projets de recherche et de développement menés par les instituts de recherche et technique, les chambres d'agriculture, les groupements agricoles etc. afin d'avoir une meilleure connaissance de la biologie des sols agricoles et la possibilité de développer des nouveaux outils de diagnostic et de conseil adaptés en agroécologie. Ce colloque était articulé autour de la présentation du projet AgrInnov et des avancées significatives qu'il a permis d'un point de vue technique, scientifique et opérationnel. Il a réuni plus de 325 personnes : agriculteurs, étudiants, décideurs, politiques, acteurs du développement agricole et chercheurs. Il a aussi permis de voir que les entreprises d'agro fourniture sont elles aussi demandeuses de ce genre de manifestation pour comprendre plus vite le besoin des agriculteurs et faire évoluer leur offre.

D'autres modes de communication ont également été utilisés pour communiquer et vulgariser les résultats du projet AgrInnov (presse technique agricoles, presse grand public, congrès scientifiques nationaux et internationaux, manifestation agricoles etc…). Le recours à cette gamme très large de

canaux de communication a permis de toucher et de sensibiliser un public très large sur l'intérêt de la biologie du sol pour le diagnostic de l'état du sol dans un contexte d'agroécologie.

Conclusion

Le projet AgrInnov s'est terminé en juin 2015 et a fait la démonstration opérationnelle que les agriculteurs sont prêts à acquérir de nouvelles connaissances sur la biologie des sols et à modifier leurs pratiques selon ces nouvelles connaissances. Ceci n'est possible que par une interaction forte et à double sens entre les chercheurs et les agriculteurs. Par la suite, afin de pérenniser les groupes d'agriculteurs et de viticulteurs formés à l'échelle nationale, différentes initiatives régionales sont en train de voir le jour par l'intermédiaire notamment des financements FEADER et des Agences de l'eau, des contrats territoriaux, des contrats filières, de l'ADEME, des régions,….ou par l'intermédiaire de programmes comme Ecophyto. Au niveau des régions Bourgogne, PACA, Pays de Loire, Midi-Pyrénées, Languedoc Roussillon, Poitou-Charentes et Champagne-Ardenne, les chambres d'agricultures, instituts techniques ou groupements agricoles (GIEE) vont déposer des demandes de financement (FEADER, Agence de l'eau, GIEE…) pour pérenniser et étoffer les groupes de viticulteurs et d'agriculteurs mis en place. Ce réseau, initié sur la base du réseau AgrInnov, s'appelle le **REVA** (Réseau de Veille à l'Innovation Agricole). La coordination nationale de ce réseau est assurée par l'Observatoire Français des Sols Vivants (www.ofsv.org) et la coordination locale par les différents organismes impliqués dans AgrInnov (AgroSup Dijon, ISARA, IFV, ESA, CA, Univ. Rennes…). En parallèle, l'équipe d'experts AgrInnov est en train de finaliser un partenariat plus pérenne pour protéger et diffuser la formation et le tableau de bord développés dans le projet.

Dans ce contexte et à la suite d'AgrInnov, des structures de prestation ont été confortées dans leur position et d'autres ont vu le jour. La société ELISOL environnement et l'OPVT ont pu, grâce au projet, consolider leur rôle d'expert sur la faune du sol en lien avec les pratiques agricoles. De plus, l'ESA a développé une nouvelle structure (LEVAbag MD) qui permettra de diffuser une nouvelle prestation de service dans le monde agricole basée sur les litter bags. Par conséquent, les filières de formation et de diffusion du tableau du bord analytique sur les indicateurs de la biologie de sols agricoles sont initiées et consolidées grâce au projet AgrInnov. Ces filières pourront pleinement se positionner et s'exprimer dans le futur réseau REVA.

Références bibliographiques

Barot S., Rossi J.P., Lavelle P., 2007. Self-organization in a simple consumer–resource system, the example of earthworms. Soil Biol Biochem 39, 2230-2240.

Bouchez T., Blieux A.L., Dequiedt S., Domaizon I., Dufresne A., Ferreira S., Godon J.J., Hellal J., Joulian C., Quaiser A., Martin-Laurent F., Mauffret A., Monier J.M., Peyret P., Schmitt-Koplin P., Sibourg O., D'oiron E., Bispo A., Deportes I., Grand C., Cuny P., Maron P.A., Ranjard L., 2016. Molecular microbiology for environmental diagnosis. Environmental Chemistry Letters14, 423-441.

Cortet J., Gomot-De Vauflery A., Poinsot-Balaguer N., Gomot L., Texier C., Cluzeau D.,1999. The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutant effects. Europ J Soil Biol 35, 115-134.

Loreau M., 2000. Biodiversity and ecosystem functioning: recent theoretical advancesOikos 91, 3-17.

Maron P.A., Mougel C., Ranjard L., 2011. Soil microbial diversity: spatial overview, driving factors and functional interest. CRAS Biology II. 334, 403-411.

Ranjard L., Dequiedt S., Jolivet C., Saby N.P.A., Thioulouse J., Harmand J., Loisel P., Rapaport A., Fall S., Simonet P., Joffre R., Chemidlin-Prévost Bouré N., Maron P.A., Mougel C., Martin M.P., Toutain B., Arrouays D., Lemanceau P., 2010. Biogeography of Soil Microbial Communities: a Review and a Description of the Ongoing French National Initiative. Agronomy for Sustainable development. 30, 359-365

Torsvik V., Øvreås L., 2002. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. Curr Opin. Microbiol.5, 240-245.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL)