

# Le projet AgrInnov, ou comment mettre en place le premier tableau de bord d'indicateurs opérationnels pour évaluer la qualité biologique des sols agricoles et leur durabilité

L RANJARD, N Chemidlin Prévost Bouré, S Dequiedt, PA Maron (UMR Agroécologie, INRA, UB, AgroSup Dijon),  
E Vérame, P Plassart (Observatoire Français des Sols Vivants)  
D Cluzeau, D Cilly (UMR ECOBIO/OPVT, Univ Rennes),  
C Villennave, H Cérémonie (Elisol Environnement),  
M Cannavacciuolo, N Cassagne, C Lemarié (ESA Angers),  
P Mulliez, V Riou (CA 49),  
JF Vian, J Peigné (ISARA Lyon),  
Laure Gontier (Institut Français de la Vigne et du Vin)  
L Fourrie (Institut Technique de l'Agriculture Biologique)



## 1-Introduction

Les outils actuellement utilisés pour la surveillance de la qualité des sols en France consistent principalement en un suivi des caractéristiques physiques et chimiques. Or, il n'est plus à démontrer que les organismes telluriques jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement du sol : dynamique des matières organiques et cycles du carbone et de l'azote, bio-disponibilité des éléments nutritifs, dégradation de polluants organiques, rétention de polluants métalliques, action sur la structure des sols, etc. Dans un contexte agricole, il apparaît donc essentiel de se doter d'outils de surveillance permettant d'appréhender les impacts des pratiques (labour, pesticides, rotation, fertilisation) sur les communautés de faune et de microorganismes du sol. Certaines communautés de microorganismes et d'animaux du sol sont susceptibles d'intégrer l'ensemble des stress environnementaux touchant le sol. De ce fait, elles apparaissent à cet égard comme de bons indicateurs précoces de l'évolution des sols. Toutefois, malgré les nombreuses interrogations sur l'évolution de la qualité biologique des sols au sein des agrosystèmes posés à ce jour, très peu d'initiatives ont été menées pour développer des bioindicateurs permettant de diagnostiquer l'état biologique d'un sol et directement opérables par les utilisateurs de sols.

Dans ce contexte, le projet AgrInnov a pour objectif de valider des outils, un mode opératoire de transfert, et des formations qui permettront de mettre en fonction un réseau de veille à l'innovation agricole. Ce réseau sera articulé sur le thème de l'impact des pratiques agricoles sur la vie biologique des sols en utilisant des bioindicateurs qui cibleront les lombrics, les nématodes et les microorganismes, couplés à des indicateurs agronomiques (état structural et physico-chimie du sol, dégradation de la matière organique).

## 2- L'équipe projet

L'équipe projet a été constituée afin de regrouper les experts nationaux des indicateurs biologiques et agronomiques les plus à même de répondre aux attentes des agriculteurs. Les experts ont été sélectionnés vis à vis de leur sensibilité et compétences à travailler directement avec les agriculteurs et les acteurs du développement agricole. Il s'agit de :

- C Villenave, H Cérémonie : **nématodes**, Elisol Environnement
- D Cluzeau, D Cilly, K Hoeffner : **lombrics**, UMR CNRS Ecobio, Observatoire Participatif des Vers de Terre, Université de Rennes
- L Ranjard, N Chemidlin, S Dequiedt : **Microorganismes du sol**, UMR INRA AgroSup Dijon, Agroécologie
- M Cannavacciuolo, N Cassagne : indicateur litter-bag, UMR LEVA, ESA Angers
- JF Vian, J Peigné : indicateur test bêche, ISARA Lyon
- C Jolivet, L Boulonne : physico-chimie des sols, Unité Infosol, INRA Orléans.

L'équipe projet a aussi intégré dès le montage du projet des acteurs du développement agricole comme :

- P Mulliez, V Riou : CA 49
- L Gontier : IFV
- L Fourrie : ITAB

Le projet AgrInnov a été porté par l'Observatoire Français des Sols Vivants ([www.ofsv.org](http://www.ofsv.org)) (E Verame, P Plassart) et coordonné scientifiquement par L Ranjard (INRA Dijon).

## 3-Développement d'une approche participative

Une des originalités et challenge du projet AgrInnov était de faire travailler directement le monde de la recherche avec les agriculteurs, et ceci dans les deux sens. En effet, les experts chercheurs devaient développer une formation et un tableau de bord sur la biologie des sols afin d'équiper les agriculteurs et en retour les agriculteurs devaient échanger avec les chercheurs lors des nombreuses interactions organisées dans le projet (formation, échantillonnage, rendu de résultats) afin d'identifier les pratiques agricoles les plus éco efficaces. Cet objectif a été structuré avec deux types d'actions :

- la constitution d'un groupe de travail mixte (GTM) composé de l'équipe d'experts du projet et de différents agriculteurs et viticulteurs (Maine et Loire et Vendée) afin de valider ensemble les indicateurs et le type de formation à diffuser aux agriculteurs, en termes d'intérêts et de faisabilité.
- la mise en place d'un réseau de fermes et de domaines viticoles à l'échelle nationale (environ 250) pour tester et diffuser à grande échelle la formation et l'application du tableau de bord sur la biologie des sols aux agriculteurs.

## 4-Le tableau de bord d'indicateurs de la qualité des sols

Le choix des bioindicateurs retenus dans le cadre de ce projet a concerné la faune du sol (nématodes et lombrics) ainsi que les microorganismes telluriques (bactéries et champignons). Ces organismes sont reconnus pour jouer un rôle essentiel dans le bon fonctionnement biologique des sols et la durabilité des agrosystèmes. Ils sont aussi identifiés comme rendant de nombreux services écosystémiques. Au sein de ces deux règnes, le choix des indicateurs a été fait sur la base des expertises des unités de recherche impliquées (INRA, Université) reconnues au niveau international pour leurs compétences en biologie et en écologie des organismes telluriques. Les différents critères d'évaluation des indicateurs pour la sélection finale ont été :

- d'être validés (sensibilité, fiabilité, spécificité) scientifiquement *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 des modifications dans le fonctionnement biologique des sols,
- d'intégrer des propriétés ou des processus écosystémiques avec des résultantes dans les services intéressant les agrosystèmes (fertilité, réduction des GES, protection des cultures, dépollution, durabilité...),
- d'être économiquement 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 subi la validation du GTM constitué d'experts et d'agriculteurs et propres à ce projet

La liste finale des indicateurs retenus pour constituer le tableau de bord analytique Agrinnov (cf figure 1) est la suivante :

- abondance et biomasse lombriciennes
- diversité taxonomique des lombrics
- abondance de groupes fonctionnelles de lombriciens (épigée, endogée, anécique...)
- biomasse moléculaire microbienne
- rapport densité bactérie/densité des champignons
- 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
- test bêche
- caractéristiques physico-chimiques des sols
- teneur en polluants métalliques (Cu, Ni, Pb...)
- dégradation de la matière organique

Grâce à la présence de 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.

De plus, afin de synthétiser l'information rendue par l'ensemble des indicateurs l'équipe projet a développé des « indicateurs de synthèse » qui intègrent différents indicateurs élémentaires complémentaires pour diagnostiquer des grandes fonctions du sol d'intérêts agronomiques. A ce jour deux indicateurs de synthèse ont été développés (cf figure 1):

- **l'indicateur patrimoine biologique / assurance écologique**, qui est basé 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 combine des indicateurs biologiques et agronomiques afin de renseigner sur les capacités d'un sol à dégrader la matière organique endogène ou apportée par les pratiques culturales (amendements, résidus culture.. ).

# Tableau de Bord

## Indicateurs élémentaires



## Interprétation



## Indicateurs de synthèse

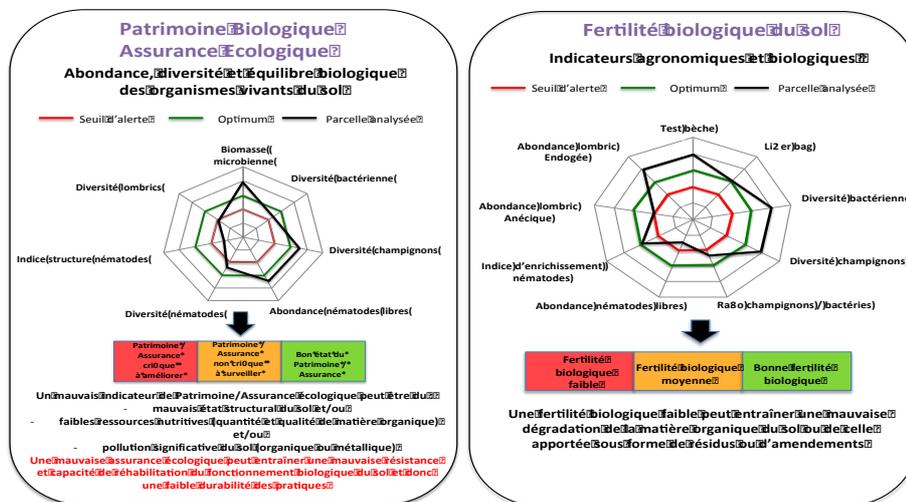


Figure 1 : Liste des indicateurs biologiques et agronomiques constituant le tableau de bord du projet AgrInnov et détail des indicateurs de synthèse.

Tous ces indicateurs sont échantillonnés au terrain sur les parcelles agricoles. Toutefois, certains sont directement réalisés sur le terrain (ex. comptage de vers de terre, test bêche) et d'autres sont analysés en laboratoire spécialisé (ex. nématodes par observation microscopique, biomasse et diversité microbienne par des outils de biologie moléculaire basés sur la caractérisation de l'ADN du sol). Dans le projet AgrInnov il a donc fallu développer une séquence technique et logistique afin d'organiser l'échantillonnage et l'envoi de sols et d'échantillons biologiques (par les agriculteurs), le stockage de ces échantillons et leur analyse, et le référencement dans une base de données. Cette séquence est détaillée dans la figure 2.



Le réseau mis en place présente une bonne représentativité des types pédoclimatiques français (sablo-acides, limoneux calcaires et limono-argileux... avec différentes typologies de la MOS) mais aussi des systèmes de production agricole en grande culture céréalière et viticulture. Toutefois, il faut quand même noter une surreprésentation de l'agriculture biologique (entre 10% et 20%) ainsi que de certaines pratiques (30% en non labour en grande culture et 80% des vignes enherbées). Ceci peut s'expliquer par l'adhésion au réseau des agriculteurs et des viticulteurs qui sont les plus innovants dans leur domaine et qui recherchent des outils de diagnostic leur permettant d'évaluer l'évolution de leurs pratiques.

### **6-Mise en place de formation sur la biologie des sols agricoles**

En parallèle de la mise au point et de l'application du tableau de bord analytique, une formation sur la biologie du sol© a été élaborée par l'ensemble des experts impliqués dans le projet. Cinq organismes partenaires du projet ont été fortement impliqués dans la coordination du réseau et la diffusion de cette formation :

- Nord Est : AgroSup Dijon (N Chemidlin)
- Sud Est ISARA Lyon (JF Vian, J Peigné)
- Sud Ouest : IFV (L Gontier)
- Nord ouest : CA 49 (P Mulliez, V Riou)
- Coordination nationale : OFSV (E Vérame, P Plassart)

Cette formation se déroule sur une journée et en deux parties. La première partie théorique, permet de présenter aux agriculteurs la biologie du sol, les services agronomiques et environnementaux qu'elle peut rendre aux productions agricoles et certains exemples de l'impact des pratiques agricoles. Cette partie permet aussi la présentation technique et de l'intérêt des différents indicateurs qui sont développés dans le tableau de bord AgrInnov. La deuxième partie est pratique et se déroule l'après midi sur une parcelle agricole d'un des agriculteurs stagiaires. Lors de cette formation, toutes les étapes d'échantillonnage des différents échantillons de sols ou biologiques (vers de terre) sont expliqués ainsi que le positionnement des litter-bags et la réalisation du test bêche. Cette partie de la formation s'appuie sur un cahier des charges de l'échantillonnage élaboré par les experts du projet en relation avec les agriculteurs du groupe de travail mixte. Ces formations ont lieu aux périodes les plus propices à l'échantillonnage des différents indicateurs *i.e* en automne ou au printemps. A la suite de ces formations, les agriculteurs ont environ 4-6 semaines pour échantillonner et envoyer les échantillons aux différents experts/laboratoires. En parallèle, les agriculteurs doivent répondre à une enquête sur leurs pratiques agricoles de la parcelle échantillonnée. Les experts disposent de 3-6 mois pour analyser les échantillons et un rendu de résultats est organisé pour chacun des groupes sur les lieux initiaux de la formation. Au cours de ce rendu, les résultats du groupe sont présentés avec la possibilité des agriculteurs de se comparer entre eux en termes d'indicateurs élémentaires et de synthèse sur la base de leur type de sol et itinéraire technique. Un rendu individuel est aussi mis en place avec des fiches de rendu de résultats développées par parcelle et pour chaque indicateur élémentaire et de synthèse. Les experts de chaque indicateur sont présents à ces rendus pour permettre des échanges et l'interprétation écologique et agronomique des indicateurs en concertation avec l'agriculteur.

### **7-Les premiers résultats à l'échelle nationale !**

D'un point de vue organisationnel, le premier résultat marquant du projet AgrInnov est l'adhésion très importante des agriculteurs et viticulteurs. En effet, la réussite de la mise en place du réseau de fermes a permis de faire adhérer 248 fermes à l'échelle de la

France. Plus de 300 personnes ont suivi la formation AgrInnov, dont 250 agriculteurs mais aussi environ 50 stagiaires issus des chambres d'agriculture, d'instituts techniques, de lycées agricoles, d'industries d'agrofouritures et d'autres organismes agricoles hors de France (CRAW-Belgique).

Sur les 248 agriculteurs et viticulteurs qui ont suivi la formation, 240 ont échantillonné de façon rigoureuse leur sol pour les faire analyser. Le projet a donc un retour positif de 97% des agriculteurs et viticulteurs qui ont adhéré au projet jusqu'au bout. A la suite des formations et rendu de résultats, des enquêtes de satisfaction ont été mises en place. Ces enquêtes démontrent l'intérêt très important du monde agricole pour 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 4). Elles démontrent aussi que la démarche entreprise dans AgrInnov est la bonne pour diffuser ces outils et ces nouveaux concepts au niveau des agriculteurs.

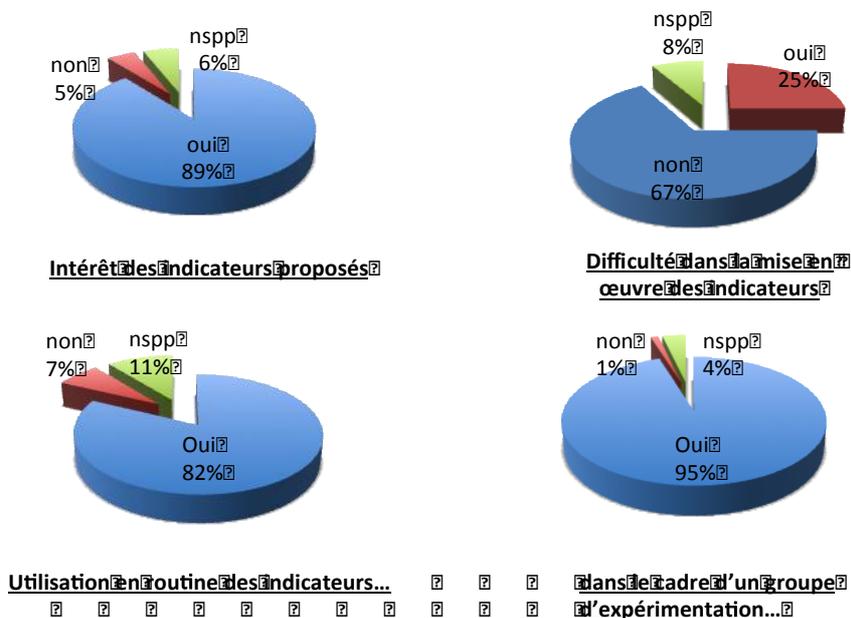


Figure 4 : Résultats des enquêtes de satisfaction des agriculteurs et viticulteurs au sujet de la formation et du tableau de bord analytique AgrInnov.

L'analyse des indicateurs dans la durée du projet a surtout été focalisée au niveau de chacun des groupes afin de préparer les rendus pour chaque groupe de stagiaires. L'analyse sur l'ensemble du réseau des indicateurs élémentaires en termes de tendance entre eux et par rapport aux différentes pratiques agricoles référencées est encore en cours de traitements et demandera de nombreux développements statistiques d'ici à mi 2016. Toutefois, à ce jour, il est possible de faire un bilan des indicateurs de synthèse (Figure 5). Ce bilan montre que seulement environ 10% des parcelles agricoles et viticoles analysées présentes un état critique pour les indicateurs de synthèse « Patrimoine-Assurance Ecologie » et « Fertilité Biologique » alors que 60% sont dans un état biologique non critique mais à surveiller et 30% dans un très bon état biologique. Ces premiers résultats à l'échelle nationale démontrent que la majorité des sols agricoles testés dans le réseau n'ont pas d'altération majeure quant à leur patrimoine biologique et écologique. Toutefois, ceci ne représente qu'une analyse spatiale et temporelle et nécessite d'autres analyses dans le temps et sur d'autres parcelles pour confirmer ce résultat.

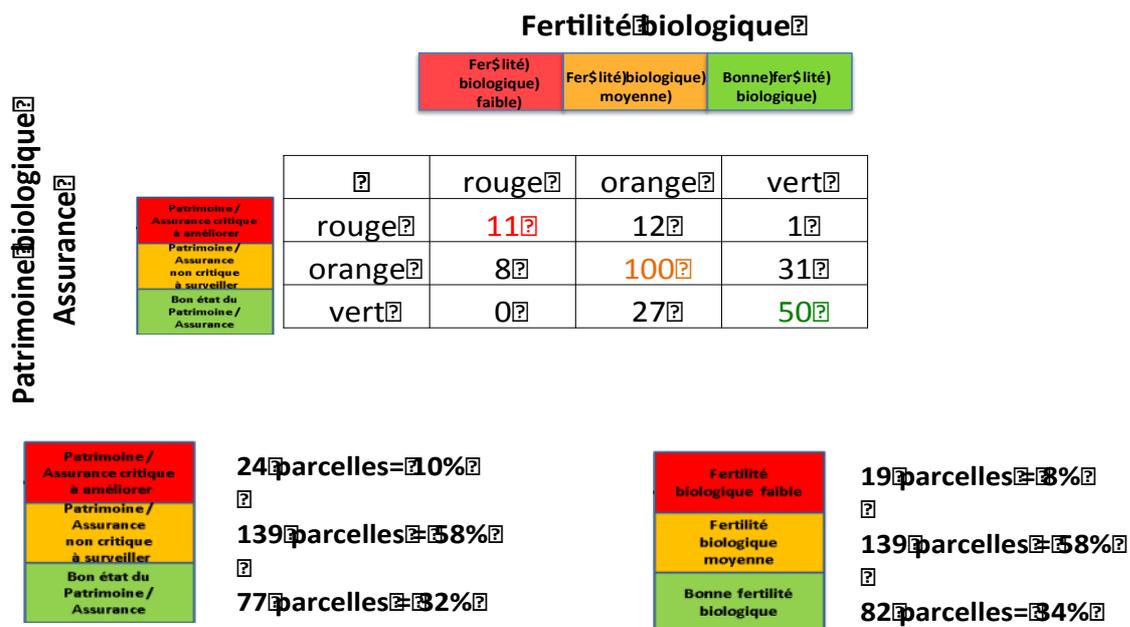


Figure 5 : Résultats obtenus sur les indicateurs de synthèse au niveau du réseau AgrInnov en nombre de parcelles positionnées dans le rouge, orange ou vert des indicateurs.

### 8-AgrInnov, et après ?

Le projet AgrInnov, s'est terminé en juin 2015. Au delà de cette date et afin de pérenniser les groupes d'agriculteurs et de viticulteurs mis en place à l'échelle nationale, différentes initiatives régionales sont en train de voir le jour *via* notamment les financements FEADER. Au niveau des régions Bourgogne, PACA, Pays de Loire, Midi-Pyrénées, Languedoc Roussillon, Poitou-Charente et Champagne-Ardennes, les CA, instituts techniques ou groupements agricoles (GIEE) vont déposer des projets 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) (figure 5). La coordination nationale de ce réseau est assurée par l'Observatoire Français des Sols Vivants ([www.ofsv.org](http://www.ofsv.org)) et la coordination locale par les différents organismes impliqués dans AgrInnov (AgroSup Dijon, ISARA, IFV, ESA, Univ. Rennes...). En parallèle, l'équipe d'experts AgrInnov est en train de conventionner pour protéger et diffuser la formation et le tableau de bord développés dans le projet afin de pouvoir le commercialiser face à la demande des agriculteurs.

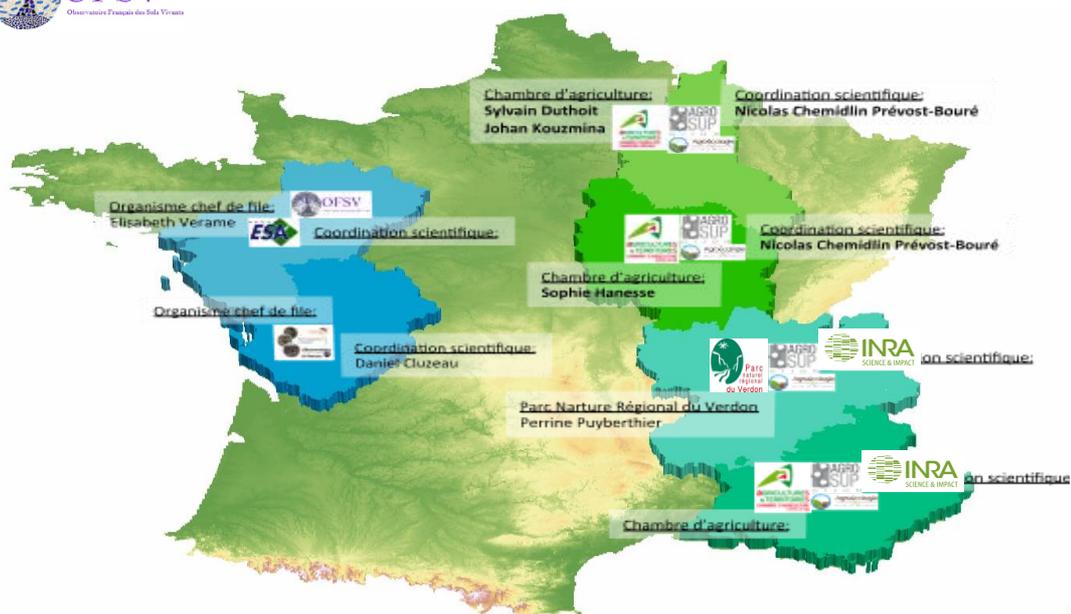


Figure 5 : Réseau de veille à l'innovation agricole.

## 9-Communication autour du projet

Une des sortes de ce projet est l'organisation des Journées de l'Innovation Agricole, ([www.jiag.info](http://www.jiag.info)) sous la forme d'un colloque de deux jours qui se tiendra les 2-3 novembre 2015 à Angers. Ce colloque aura pour objectif de faire le bilan des projets de recherche et de développement menés par les instituts de recherche et technique, les CA, les groupements agricoles etc.. afin d'avoir une meilleure connaissance sur la biologie des sols agricoles et la possibilité de développer des nouveaux outils de diagnostic et de conseil adapté en agroécologie. Ce colloque est ouvert aux agriculteurs, aux étudiants aux décideurs et politiques et aux chercheurs.

D'autres modes de communication ont émergé de ce projet comme des articles dans la presse technique ou grand public :

- Réussir Grande Culture, Oct 2014. « La vie du sol livre ses secrets »
- Science et Avenir, Mai 2015, Microcosmes sous nos pieds.
- Article sur la biologie des sols agricoles et le projet AgrInnov. Réussir grande culture, Juillet 2015.
- La fertilité biologique des sols agricoles, revue UNIFA, Septembre 2015
- Le projet AgrInnov, Réussir Vignes, Octobre 2015
- Le projet AgrInnov, Sciences et Avenir, Novembre 2015