



## Résumé analytique à l'intention des groupes cibles

Numéro de projet

406840\_161902

Titre

Pôles d'innovation pour des systèmes de culture améliorant le sol

Responsable du projet

Raphaël Charles, FiBL

Autre responsables du projet

Jochen Mayer, Agroscope  
Thomas Keller, Agroscope  
Johan Six, ETH Zurich  
Marcel van der Heijden, Agroscope

Place, date: Lausanne, 15.06.2018

## **Contexte**

Les systèmes de culture améliorant le sol sont fondés sur l'agriculture de conservation ou sur l'agriculture biologique. Ils visent à pérenniser ou améliorer les fonctions des sols. Pour stimuler leur développement, il convient d'une part de soutenir les agriculteurs pionniers en la matière et, de l'autre, de fournir des outils d'évaluation qui permettent aux agriculteurs ainsi qu'à toute la chaîne de connaissance et de décision d'examiner les résultats en termes de qualité du sol.

Les projets de la première phase du PNR68 se sont concentrés sur des dispositifs en milieu contrôlés, que cela soit en laboratoire ou en station d'expérimentation. Ensuite, dans une perspective de transfert vers la pratique et afin de valider les résultats scientifiques dans un plus large contexte, l'adoption d'une recherche « on farm », dans le cadre d'un réseau d'agriculteurs, constitue un moyen efficace. Des pôles d'innovation dédiés au sol permettent de comprendre comment certaines pratiques contribuent efficacement à la protection du sol, et comment elles peuvent être étendues à d'autres exploitations.

Du côté de la recherche, il s'agit d'assurer l'applicabilité des méthodes d'analyse de paramètres du sol dans le contexte « on farm » et de faire en sorte que les résultats puissent être interprétés en termes d'amélioration des techniques culturales. La série de paramètres de mesure liés au sol et aux cultures doit être complétée par rapport aux problèmes actuels, elle doit toucher l'ensemble des fonctions prioritaires du sol. Seule une approche pluridisciplinaire et multi-acteurs permet d'intégrer les différentes dimensions constituant un sol de qualité.

## **But**

L'objectif du projet est de développer des méthodes spécifiques permettant d'évaluer les systèmes de culture améliorant le sol, ainsi que des stratégies de mise en œuvre à plus large échelle dans l'agriculture suisse. Un choix de 60 parcelles agricoles de la culture traditionnelle, de l'agriculture de conservation ou de l'agriculture biologique ont pu servir de réseau d'observation et d'innovation. Il s'agissait d'évaluer dans quelle mesure des systèmes de culture dédiés au sol contribuent à améliorer les paramètres chimiques, physiques et biologiques spécifiques du sol, et quels sont leurs effets sur les performances des cultures.

## **Résultats**

La culture conventionnelle, la culture du semis direct et la culture biologique peuvent être différenciées en fonction d'indicateurs relatifs aux pratiques agricoles (trafic de machines, engrais, pesticides, e.a.), puis moyennant des mesures effectuées sur le terrain (rendement, stabilité des agrégats, densité apparente du sol, stratification des nutriments et de la matière organique, phosphore disponible, organismes du sol). La mesure de la teneur en carbone du sol n'a pas permis d'établir une différence. Par contre, la culture du semis direct et la culture biologique présentent d'une manière générale une plus grande stabilité structurale du sol et des conditions favorables pour les organismes du sol, ce qui souligne l'origine multifactorielle des causes. Des variations élevées au sein même de chaque système de culture sont dues à la diversité des situations pédoclimatiques et agricoles. On a pu observer également que le semis direct et la culture biologique étaient moins productifs que la culture conventionnelle, qui est en général plus intensive : l'équilibre entre production intensive et protection du sol sera délicat à trouver. Une analyse détaillée des résultats permettra de se concentrer sur les propriétés et les processus du

système sol - plantes et de comprendre des fonctionnements au-delà de l'appartenance d'un système à tel ou tel type de culture.

Les pôles d'innovation ont servi de plates-formes d'échange pour la mise en œuvre de systèmes de culture. Les agriculteurs ont été réunis pour échanger leurs expériences ; des discussions individuelles ont également eu lieu. Un référencement précis des champs et l'archivage d'échantillons de sol permettront d'évaluer le développement de ces pôles d'innovation sur le long terme.

### **Implications pour la recherche**

Les données récoltées ont fourni une vue d'ensemble de l'état actuel des systèmes de culture. La mise en place d'observations et d'analyses spécifiques caractérisant le sol et les plantes ont permis d'évaluer ces systèmes. Le développement d'indicateurs de techniques culturales sous-tend l'interprétation de ces analyses. L'ensemble des résultats valide la portée scientifique et pratique de méthodes d'évaluation du sol ; il constitue un support pour la discussion entre chercheurs et pour la diffusion des analyses auprès des milieux concernés.

Dans plusieurs domaines se sont dégagées de nouvelles connaissances au sujet de l'influence des systèmes de culture et des interactions entre les paramètres du sol. Les thèmes suivants ont été plus particulièrement mis en avant : les paramètres physiques le long du profil du sol, la stratification des nutriments et de la matière organique, les interactions autour de la matière organique, la stabilité des agrégats, la performance des cultures et leur croissance racinaire, ainsi que la biomasse microbienne et les colonisations des racines par les mycorhizes.

La démarche « on farm » dans le cadre d'un consortium pluridisciplinaire a permis de montrer que la recherche doit se confronter aux conditions de la pratique pour aider au développement de méthodes pertinentes d'évaluation de la qualité du sol, pour approfondir les connaissances du fonctionnement du sol et mieux appréhender la complexité des systèmes de culture.

### **Implications pour la pratique**

Etant donné que l'étude se base sur de nombreuses exploitations, les résultats peuvent être généralisés afin de fournir des recommandations au-delà des trois systèmes de production étudiés. Les résultats consolident les connaissances des effets d'un certain nombre de pratiques sur une gestion appropriée des sols. Ils confirment ainsi les stratégies adoptées par les agricultures pionnières en matière de protection du sol. On peut en dégager des objectifs à atteindre, voire aboutir à des recommandations.

Dans le cadre de ce projet, en précisant les demandes des praticiens à l'attention du monde scientifique, le dialogue chercheur - pratique a été consolidé. Dans cette perspective, un ensemble d'indicateurs est désormais disponible pour l'évaluation de l'état des sols soumis à différents systèmes de culture.

### **Recommandation**

Le contexte « on farm » du projet conduit à considérer différents échelons du système de connaissance et de décision.

Les méthodes testées permettent de formuler un certain nombre de conclusions.

- Certains paramètres du sol peuvent être évalués par des méthodes simples, et l'interprétation des résultats est possible dans la pratique. Elles peuvent désormais être transférées et appliquées en routine. Cela concerne par exemple la stabilité des agrégats, même si l'on manque pour l'instant de paramètres d'appréciation.
- En champ, certaines méthodes sont exigeantes en termes de temps de travail ou d'outils nécessaires. Il s'agira de faciliter l'accessibilité des mesures physiques du sol en lien avec la compaction, un risque aujourd'hui majeur. De même, les observations du système racinaire restent difficiles d'accès et méritent d'être développées.
- Il est possible de caractériser les systèmes de culture sur la base de critères biologiques. Dans la pratique, l'intérêt pour ce type d'indicateurs est très grand. Ces méthodes ont toutefois besoin de compétences spécifiques et d'un équipement de laboratoire conséquent, qu'il s'agira de rendre plus accessible pour les laboratoires de routine. L'interprétation reste ambiguë dans la mesure où l'on ne dispose pas de valeurs références. Une multiplication des études dans la pratique augmenterait la connaissance de l'état biologique des sols, ce qui permettrait d'intégrer cet élément parmi les critères courants de l'évaluation.

Aucune recommandation ne peut être généralisée en termes de techniques culturales protégeant le sol : les systèmes de culture sont complexes, les fonctions de l'agriculture multiples et les critères d'évaluation varient selon les objectifs. Pour la pratique toutefois – et également en ce qui concerne les politiques de soutien liés la protection du sol –, le projet permet de dégager un certain nombre de recommandations :

- Aucun type de culture ne possède un avantage spécifique par rapport à la teneur en humus du sol. D'autres facteurs d'influence doivent être pris en considération.
- Des cultures qui allient une gestion de l'humus, une réduction de l'intensité du travail du sol et une rotation équilibrée favorisent la qualité du sol. Les traits caractéristiques de ces systèmes recommandés pour une protection effective du sol sont une plus grande concentration de matière organique dans la première couche du sol, une meilleure stabilité des agrégats et une stimulation des microorganismes du sol.
- L'usage réduit de produits de traitement et d'engrais a conduit à une plus grande activité biologique du sol et à une colonisation racinaire plus importante par les mycorhizes. Cette stimulation des interactions entre la plante et les organismes du sol lui permet de stocker les nutriments et compense ainsi la réduction des engrais, du phosphore en particulier.
- Les systèmes intensifs de culture (engrais, protection des cultures, travail du sol) ont effectivement un niveau de rendement plus élevé que les autres. L'équilibre entre l'intensité de la production agricole et la protection des sols reste un objectif difficile à atteindre. Une pratique agricole adaptée au site, et en particulier au potentiel de production de la parcelle, est un moyen de prendre en considération des objectifs contradictoires.
- En choisissant leurs techniques culturales (circulation des machines, engrais, produits de traitement), les agriculteurs modifient les paramètres du sol. Dès lors, il est crucial que les systèmes de rétribution proposent des objectifs cibles et tiennent compte des conséquences de tout changement dans la production. Ces changements peuvent être évalués sur la base d'indicateurs au niveau des pratiques et de l'analyse du sol, ce qui permettrait de développer des systèmes radar servant d'outil de monitoring ou d'aide à la décision.
- Des indicateurs fondés sur les relevés des carnets des champs des agriculteurs peuvent apporter des informations utiles pour interpréter leurs pratiques et identifier des potentiels

d'amélioration. L'intensité de la perturbation du sol par les machines, l'intensité du trafic, le niveau de fertilisation, la diversité de la rotation des cultures et, enfin, le rendement sont des indicateurs intéressants qui permettent aussi de mieux comprendre les résultats des analyses du sol. Des carnets des champs électroniques seront bientôt disponibles, et une évaluation automatisée des enregistrements offrira un soutien intéressant à l'auto-diagnostic et à l'amélioration.

- L'identification de certains facteurs de risque selon le type de culture mérite une attention particulière. Le semis direct protège mieux la surface du sol en raison des résidus et de la teneur en matière organique plus élevée dans les premiers centimètres du sol. Toutefois, certaines pratiques non optimisées peuvent conduire à une densité du sol trop élevée et à des problèmes de circulation de l'air et de l'eau. Les parcelles en agriculture biologique ont montré une teneur en phosphore plus faible. Il s'agira d'évaluer les stocks et les cycles pour éviter de conséquences néfastes sur le long terme. Les pratiques traditionnelles comportent un certain nombre de risques caractéristiques : une stabilité des agrégats plus faible, une tendance à des teneurs inférieures en matière organique et une activité biologique plus faible.

La composition pluridisciplinaire du consortium a renforcé la recherche en agroécosystèmes et a permis de mieux comprendre le fonctionnement de systèmes de culture complexes sur la base de critères pertinents et cohérents. Ce type de recherche mérite d'être soutenu pour permettre à l'agriculture de placer le fonctionnement du sol au centre de ses préoccupations à long terme. Des outils de diagnostic du sol constituent des soutiens à l'innovation et au progrès et doivent être accessibles dans la pratique.