

La biologie du sol passionne et réunit agriculteurs et scientifiques

Marie Fesselet¹, Jacques Dugon², Thomas Degen³, Francesca Dennert⁴, Klaus Schläppi⁵, Geoffrey Jaffuel³, Xavier Chiriboga³, Monika Maurhofer⁴, Raquel Campos Herrera³, Nicolas Imperiali⁶, Ted Turlings³, Marcel van der Heijden⁵, Christoph Keel⁶ et Fabio Mascher¹

¹Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 1260 Nyon, Suisse

²Agridea, Production végétale, 1001 Lausanne, Suisse

³Université de Neuchâtel, Institut de biologie, 2000 Neuchâtel, Suisse

⁴EPFZ, Institut de biologie intégrative, IBZ, 8092 Zurich, Suisse

⁵Agroscope, Institut des sciences en durabilité agronomique IDU, 8046 Zurich, Suisse

⁶Université de Lausanne, Département de microbiologie fondamentale, 1000 Lausanne, Suisse

Renseignements: Fabio Mascher, e-mail: fabio.mascher@agroscope.admin.ch



Figure 1 | La journée a débuté avec les présentations sur les observations et les expériences faites au champ et en laboratoire.

«Microfaune et microflore, booster de la fertilité des sols», c'est sous ce titre qu'a eu lieu, le 26 novembre 2015, le second atelier sur la biologie du sol organisé dans le cadre du Programme national de recherche PNR 68 «utilisation durable de la ressource sol». Début 2014, un premier atelier avait permis aux scientifiques de présenter les axes de recherche du bloc thématique «biologie du sol» aux agriculteurs et vulgarisateurs. Cette fois, les chercheurs ont pu présenter au même public les résultats de leurs recherches. Ce deuxième atelier a également permis de renforcer les ponts entre les différents acteurs pour développer davantage de pistes de travail liées à la biologie du sol.

L'atelier, organisé par l'Université de Neuchâtel, Agroscope et Agridea, a permis aux scientifiques de dif-

férentes institutions de présenter leurs résultats de recherche liés aux bactéries du sol (EPF de Zurich et Université de Lausanne), aux nématodes entomopathogènes (Université de Neuchâtel), aux mycorhizes arbusculaires (Agroscope IDU) et à l'étude de ces micro-organismes en plein champ (Agroscope, IPV) (présentés dans Fesselet et al. 2015). Trois exposés ont en outre complété cette journée: une présentation du PNR 68 par Emmanuel Frossard, président du Comité de direction du programme, une présentation sur la biofumigation par Claude Alabouvette de l'AGRENE (AGRIculture-ENVironnement-Etudes, Dijon, France) et enfin une présentation sur les effets des pratiques culturales sur les micro-organismes du sol par Jacques Fuchs du Fibl (Institut de recherche de l'agriculture biologique suisse, Frick, Suisse).

Divers ateliers participatifs ont été réalisés pour illustrer la biologie du sol. Les participants ont observé des nématodes entomopathogènes et des mycorhizes. Ils ont également pu tester le potentiel suppressif de leur propre sol contre la fonte des semis (*Pythium ultimum*). Enfin, sur la base d'un poster, ils ont discuté de l'utilité et de l'utilisation des nématodes entomopathogènes en agriculture (figures 1 à 4). La journée s'est conclue par une discussion entre les différents acteurs présents afin de définir les attentes et les besoins des praticiens dans le domaine de la biologie du sol en général et des outils concrets en particulier. Cette rencontre a permis de poursuivre le travail commencé en janvier 2014 en ce qui concerne la mise au service des connaissances scientifiques auprès des agriculteurs. Ces derniers montrent une prise de conscience grandissante quant à l'importance de la vie microbienne du sol.

Le sol et sa gestion influencent la vie microbienne

Depuis 2013, trois types d'essais ont été réalisés afin de mieux comprendre les interactions entre sol, pratiques agricoles et micro-organismes du sol. Une première approche a permis d'étudier les micro-organismes dans des sols identiques ayant subi des traitements agricoles différents (labour versus non labour, biologique versus conventionnel, type de culture, etc.) dans le cadre d'essais de longue durée à Changins, Zurich-Reckenholz et à Thérwil (DOK-Versuch). La deuxième approche visait à étudier l'influence de sols différents, cultivés en blé et traités de façon identique, sur les micro-organismes. Enfin, plusieurs essais ont consisté à inoculer les micro-organismes seuls ou en combinaison dans des micro-parcelles cultivées en blé afin d'étudier les effets agronomiques.

Lors de ces essais, la présence et l'abondance des bactéries de type *Pseudomonas*, des nématodes entomopathogènes et des mycorhizes arbusculaires ont été étudiés (Dennert et al. comm. pers. Campos Herrera et al. 2015; Jaffuel et al. en préparation; Schläppi et al. en préparation). Il apparaît que le type de sol influence tous les micro-organismes, tandis que les différentes pratiques culturales n'influencent que les bactéries et les mycorhizes. Quant aux trois types de micro-organismes étudiés, ils n'influencent que peu les performances agronomiques du blé. Les résultats de ces essais seront publiés ultérieurement par les groupes de recherches concernés, mais ils ouvrent d'ores et déjà de nouvelles perspectives quant aux méthodes de cultures, à la gestion des terres et au développement d'outils de lutte biologique.

Lutte alternative contre les maladies telluriques

Afin d'améliorer l'activité biologique du sol et lutter contre les maladies telluriques, les méthodes prophylactiques



Figure 2 | Le groupe de l'Université de Neuchâtel présente la formulation d'une souche de nématodes dans des billes d'alginate.



Figure 3 | L'équipe d'Agroscope montre la diversité des mycorhizes et leur symbiose avec les racines.



Figure 4 | Discussion sur l'utilisation de nématodes et autres produits biologiques pour la protection des plantes devant un poster du groupe de l'Université de Neuchâtel.



Figure 5 | L'équipe de l'EPFZ a animé une expérience pour tester le potentiel suppressif d'un sol contre la fonte des semis (*Pythium ultimum*). Il invite les participants à poursuivre les observations à domicile.

traditionnelles telles que rotation culturale, travail du sol, choix des variétés et apport de matière organique sont déjà bien connues (Alabouvette, comm. pers.). Parmi les alternatives aux traitements chimiques, la biodésinfection est un outil moins utilisé, mais qui a son intérêt. Cette méthode, qui utilise les spécificités biochimiques de certaines plantes pour la production naturelle de biocides, réduit l'abondance des pathogènes dans le sol. L'apport de matière organique, pour sa part, permet d'améliorer la structure et la fertilité du sol (Maltas *et al.* 2012) et peut également contribuer à contrôler certaines maladies telluriques. Finalement, le travail réduit du sol a, d'une manière générale, une influence positive sur la vie microbienne du sol, que cela soit au niveau de la quantité, de la diversité ou de l'activité (Fuchs, comm. pers.).

Micro-organismes, boosters de la fertilité du sol

La matière organique et la vie microbienne jouent un rôle prépondérant dans la fertilité du sol. Afin d'améliorer leurs fonctions, deux possibilités sont envisageables: inoculer des micro-organismes bénéfiques ou favoriser leur présence naturelle. Les agriculteurs présents lors de l'atelier préfèrent la deuxième solution. Ils sont conscients que le sol est un écosystème complexe, composé de nombreuses interactions, et qu'il faut combiner les interventions (couverts végétaux, rotation des cultures, semis direct, épandage de compost et lutte biologique) pour améliorer la fertilité du sol et sa résilience aux maladies.

Les praticiens souhaitent vivement que la vulgarisation fournisse davantage de conseils pratiques pour la mise en œuvre de ces interventions. Parallèlement aux chercheurs, qui travaillent avec des méthodes scientifiques très protocolaires, les agriculteurs accumulent des observations empiriques sur le terrain. Il serait dans l'intérêt de tous que ces informations soient échangées. En effet, chaque sol ayant ses particularités, les observations de la pratique ont un intérêt non négligeable pour orienter les scientifiques sur de nouvelles pistes d'investigation.

Pour Claude Alabouvette, plusieurs aspects doivent être réunis afin d'améliorer la fertilité des sols. Il faut apprendre à combiner les approches alternatives et conventionnelles et choisir la plus appropriée selon la situation. Il est indispensable d'assurer l'encadrement technique des agriculteurs et leur proposer une formation adaptée. Enfin, ce sont aussi les distributeurs, les consommateurs et le législateur qui jouent un rôle prédominant pour le soutien d'une agriculture respectueuse de la ressource sol.

Transfert des connaissances et perspectives d'avenir

Ce second atelier a montré l'intérêt des agriculteurs, des vulgarisateurs et des scientifiques présents pour le sol. Ils sont conscients de l'importance de préserver cet écosystème complexe. Selon les praticiens, il existe une grande différence entre la pratique et la théorie. C'est pourquoi ils ont d'autant plus apprécié ces échanges directs avec le monde scientifique. De leur point de vue, ces échanges restent trop rares alors qu'ils ont l'avantage d'éveiller leur intérêt sur les aspects scientifiques de la problématique sol. Une idée évoquée serait la création d'un groupe d'intérêt constitué de représentant des agriculteurs, des scientifiques et des vulgarisateurs. Les praticiens souhaitent également la mise en place d'essais *on farm* liés à l'étude de la biologie du sol, ce qui nécessite un cadre strict avec différents objectifs et étapes définis par tous les acteurs. Les intéressés s'accordent sur le fait que des financements doivent être trouvés. Cette démarche pourrait être coordonnée par la Plateforme

Ackerbau Grandes cultures PAG-CH. Pour lui donner une impulsion de départ, une requête auprès du FRAG pourrait être déposée (voir encadrés).

De leur côté, les scientifiques ont confirmé leur intérêt à développer des essais *on farm* en collaboration avec les producteurs. Contrairement aux méthodes chimiques qui peuvent être généralisées, les méthodes biologiques doivent être adaptées localement et sont difficilement généralisables. La collaboration entre agriculteurs, vulgarisateurs et chercheurs permettrait de mieux appréhender l'écosystème sol dans son ensemble en y intégrant les observations et les critères de tous les acteurs. Ce serait donc une immense opportunité pour mieux comprendre le fonctionnement du sol et le rôle de la microflore et de la microfaune dans une multitude de situations pédoclimatiques. Le but serait aussi d'étudier l'efficacité de traitements biologiques du sol dans ces différents contextes pédoclimatiques afin d'améliorer la prédictibilité du succès ou de l'échec de ces traitements.

Alors qu'il y a encore une dizaine d'années la vulgarisation servait systématiquement d'intermédiaire entre ces acteurs, aujourd'hui une communication triangulaire se met en place où chaque groupe échange avec les deux

autres. Le vulgarisateur joue davantage un rôle de médiation et d'encadrement.

Le bilan de ce deuxième atelier a été très positif. Tous les participants ont réitéré leur intérêt pour ce genre d'événement. C'est peut-être l'occasion de mettre en pratique les éléments discutés lors de cette journée en créant une collaboration entre scientifiques et agriculteurs à travers des essais *on farm*. Le groupe de biologie du sol du PNR 68 va poursuivre ses recherches jusqu'en 2018 et se concentrera sur la mise en application d'outils concrets liés à la lutte biologique. ■

Encadré 1 | Le FRAG, un forum de recherche

Le Forum Recherche Ackerbau – Grandes cultures (FRAG) est composé d'une quinzaine de représentants de la branche: firmes, organisations de producteurs, organisations de transformateurs et institutions liés aux grandes cultures. Il permet de valider et de donner un certain poids à des questions de recherche qui seront ensuite traitées par Agroscope. Le FRAG soigne particulièrement la stimulation des collaborations entre acteurs des grandes cultures ainsi que la bonne diffusion des résultats auprès des intéressés.

La PAG-CH, une plateforme pour les grandes cultures

La Plateforme Ackerbau Grandes Cultures (PAG-CH) est un instrument pour stimuler les échanges et les connaissances entre les vulgarisateurs cantonaux, les agriculteurs, les institutions de formation, les chercheurs, les filières, les services administratifs et le commerce agricole actifs dans les grandes cultures. Cela se manifeste par l'animation d'un site Internet www.pag-ch.ch, une journée annuelle d'information regroupant diverses manifestations et différents groupes de travail sur le souchet comestible et les couverts végétaux.

Bibliographie

- Campos-Herrera, R., Jaffuel G., Chiriboga X., Blanco-Pérez R., Fesselet M., Puza V., Mascher F. & Turlings T., 2015. Traditional and molecular detection methods reveal intense interguild competition and other multitrophic interactions associated with native entomopathogenic nematodes in Swiss tillage soils. *Plant and Soil* 389, 237–255.
- Fesselet M., Gouinguéné S., Dugon J. & Mascher F., 2015. La biologie du sol s'invite auprès des agriculteurs. *Recherche Agronomique Suisse* 6 (10), 470–473.
- Maltas A., Oberholzer H., Charles R., Bovet V. & Sinaj S., 2012. Effet à long terme des engrais organiques sur les propriétés du sol. *Recherche Agronomique Suisse* 3 (3), 148–155.