

Les plus récents résultats de la recherche



Santé du sol dans les systèmes biologiques basés sur le labour

2023

Soumis par Derek Lynch, Stéphanie Lavergne et
Caroline Halde



Champ de soja nouvellement récolté en octobre 2020 à Saint-Polycarpe, au Québec. (Photo par Stéphanie Lavergne)

L'objectif principal de ce projet de recherche était d'examiner l'état de la santé des sols et les moyens de l'améliorer dans des systèmes de culture biologique intensifs ou basés sur le travail du sol. Plus précisément, l'objectif était de comparer les impacts relatifs des systèmes de culture céréalière biologique sur le rendement des cultures commerciales, l'apport d'azote, le carbone et la santé du sol, et d'examiner les impacts relatifs des meilleures pratiques de gestion (application de fumier/compost, cultures de couverture à l'automne, travail du sol modifié) dans le maintien du carbone et de la santé du sol.

Méthodes :

Les producteurs de céréales biologiques participants au Québec appliquent couramment une rotation plus courte (trois ans) et relativement intensive, composée de maïs-soja/céréales d'hiver-engrais vert (EV). Un EV couramment utilisé est le pois fourrager ou le trèfle semé en sous-semis dans les céréales d'hiver. Bien que ces fermes n'aient pas de bétail, le fumier animal est généralement appliqué avant la phase du maïs. Nous avons émis l'hypothèse que, dans le cadre de ces rotations céréalières de trois ans, la santé du sol sera faible, sauf en cas d'épandage de compost et/ou lorsque la matière organique du sol (MOS) est supérieure aux niveaux seuils ($> 3\%$ de MOS); la phase d'un an de EV serait insuffisante pour reconstituer bon nombre des composants/attributs clés liés à la santé du sol, tandis que la pratique spécifique que constitue l'utilisation du compost (testé sur le site de l'essai de recherche de deux ans CETAB+) compensera suffisamment les effets négatifs du travail du sol sur la santé du sol.

Dans les 11 fermes participantes, à partir de 2019 et jusqu'à l'automne 2021, des échantillons de sol ont été prélevés chaque automne dans chaque phase de rotation maïs-soja-blé ($n=3$), à l'aide d'un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié composé de quatre quadrats de 20 m x 20 m par champ. Les échantillons composites de sol de surface (0-30 cm) ($n=4$) de chaque champ étaient constitués de quatre carottes de sol prélevées au hasard dans chaque quadrat à l'aide d'un carottier de 4,8 cm (d.i.) ($n=248$ échantillons provenant de toutes les exploitations et phases de rotation). Les échantillons ont été analysés pour déterminer certains paramètres physiques, chimiques et biologiques du sol au laboratoire Atlantic Soil Health situé à l'Université Dalhousie. Ces paramètres comprenaient le pH du sol, le C actif (POXc) et les agrégats stables à l'eau, le C et le N totaux du sol, la texture du sol, la respiration et la capacité de rétention d'eau, le N minéral du sol après la récolte, ainsi que les protéines du sol ACE.

L'abondance et la biomasse des vers de terre ont été déterminées au printemps sur deux ans (2019, 2021) à partir de quatre quadrats (0,25 m x 0,25 m) sélectionnés au hasard par champ excavé à une



profondeur de 20 cm et immédiatement triées à la main pour les vers de terre à travers un écran à mailles (11 mm). L'identification de toutes les espèces de vers de terre (n=14) a également été réalisée. C'est sur la santé du sol et la dynamique des vers de terre dans le cadre de rotations intensives de céréales biologiques sur des fermes commerciales que se concentre Stéphanie Lavergne, candidate au doctorat à Dalhousie (et titulaire d'une bourse du CRSNG).

Au CETAB+ de Victoriaville, au Québec, une expérience de trois ans a permis d'examiner l'impact sur la santé des sols de différentes stratégies agronomiques pour la conversion d'une ferme vers la production biologique certifiée. Le plan expérimental était un plan en blocs aléatoires complets (RCBD) avec 4 blocs appliqués à la même rotation de trois ans (maïs-soja-céréales) que l'on trouve dans les fermes commerciales. Les 4 régimes de gestion comprenaient (i) le travail du sol au printemps (ii) le travail du sol à l'automne (iii) l'absence d'application de fumier animal (uniquement des engrais verts), et (iv) le travail du sol minimum. Les analyses de la santé du sol des échantillons des saisons 2018 et 2019 de l'essai CETAB+ ont été réalisées au laboratoire de santé du sol de l'Université Dalhousie. Ces analyses comprenaient les agrégats stables à l'eau, le carbone actif (POXc et POMc), les protéines ACE, la texture du sol, la respiration, le carbone total et l'azote total, pour les échantillons de 0 à 15 cm de profondeur et de 15 à 30 cm de profondeur. En outre, l'azote minéral du sol a été extrait et la teneur en protéines des tissus végétaux a été analysée. L'étude de la réponse des cultures et du sol aux traitements de conversion a fait

l'objet de la thèse de maîtrise en sciences de Kadidia Moussa Traoré de l'Université Laval, qui a obtenu son diplôme en avril 2020.

Résultats et conclusions :

Les résultats de l'essai de culture de deux ans au CETAB+ (comprenant la thèse de maîtrise à l'Université Laval de K. Traoré) ont indiqué qu'il n'y avait pas d'effet des quatre différents traitements de gestion agronomique appliqués lors de la conversion (labour de printemps, labour d'automne, labour d'automne sans fumier, ou travail minimum du sol) sur la santé globale du sol. Cependant, le traitement de travail minimum du sol a entraîné une réduction substantielle des rendements en grains (maïs) et une diminution des protéines des grains et de l'élimination de l'azote par la culture, par rapport aux trois traitements de travail du sol par inversion qui ont atteint en moyenne plus de 8 Mg ha⁻¹. Cela s'explique par le manque d'apport d'azote dans le sol pour le maïs dans le traitement sans labour, qui n'a reçu que de l'engrais composté et pas de fumier de volaille frais. L'année suivante, en 2019, les systèmes de gestion n'ont pas eu d'effet significatif sur le rendement du soja (P = 0,737), qui était en moyenne de 2,9 Mg ha⁻¹, ni sur les protéines du grain.

La recherche sur le terrain, menée sur 11 exploitations céréalères biologiques commerciales pendant trois ans, a examiné la durabilité, soit la santé du sol et la diversité et l'abondance des vers de terre sous les rotations intensives courtes (3 ans, maïs-soja-blé) pratiquées dans ces exploitations. Les résultats obtenus à ce jour indiquent que, malgré ces rotations courtes, et même pendant les phases de cultures très intensives telles que la phase de culture du soja (caractérisée dans cette phase de culture par un travail supplémentaire du sol, une faible couverture du sol et peu de résidus de culture), la plupart des paramètres physiques, chimiques et biologiques de la santé du sol ont été maintenus tout au long de la rotation de trois ans à l'exception des agrégats stables à l'eau. Il en va de même pour les populations de vers de terre, dont l'abondance totale, la biomasse et la richesse en espèces n'ont pas été influencées par la culture en place au moment de l'échantillonnage. Ces résultats montrent que les pratiques de gestion combinées (BMP) mises en œuvre sur ces fermes ont été efficaces en ce qui concerne la durabilité des sols en général. L'analyse des données en cours par Stéphanie Lavergne, candidate au



Echantillonnage des sols à l'automne 2020 (Photo Sébastien Angers)

doctorat, examine plus en détail lesquelles de ces pratiques de gestion des champs (travail du sol, utilisation du fumier, cultures de couverture, intégration des semis de blé d'automne) sont les plus bénéfiques pour le maintien de la santé des sols. D'après l'ensemble des données, l'une des pratiques qui semble prometteuse est l'inclusion de céréales d'automne dans la rotation, car elle réduit la fréquence et l'intensité du travail du sol et du désherbage mécanique, permet de bénéficier de l'utilisation d'amendements de fumier (principalement à l'automne), couvre le sol et crée une plus longue période de culture de couverture en fin de saison.

Recherches futures :

L'effet bénéfique sur la santé du sol et les populations de vers de terre de l'intégration des céréales d'automne dans les rotations intensives, tel qu'examiné ici, pourrait faire l'objet d'une étude plus poussée dans le cadre d'un plan expérimental offrant une plus grande capacité statistique afin (i) d'examiner et de confirmer cet avantage spécifique des BMP sur la santé du sol lié à l'intégration des céréales d'automne dans les rotations intensives de céréales biologiques dans différentes provinces et sur différents sols ; et (ii) de comprendre le mécanisme principal de l'avantage lié à aux céréales d'automne parmi les effets combinés de la réduction du travail du sol et de la fréquence et de l'intensité du désherbage mécanique, de l'avantage de l'utilisation du fumier (surtout à l'automne), de la couverture du sol et de la possibilité d'une plus longue période de culture de couverture en fin de saison. La recherche sur la stratégie de conversion menée au CETAB+, à Victoriaville, a suggéré que le labour de printemps, le labour d'automne, le labour d'automne sans fumier ou le travail minimum du sol n'avaient pas d'effet sur la santé générale du sol, et qu'il y avait une réduction des rendements de maïs, mais pas de soja, dans le cadre d'une gestion avec travail minimum du sol. Toutefois, il s'agissait d'un essai relativement court (deux ans) mené sur un sol à texture fine. Des études agronomiques à plus long terme sur la conversion seraient utiles et, conformément aux résultats des essais en ferme, elles examineraient une gamme de BMP combinées et des spectres d'intensité de la gestion biologique des grandes cultures. En fait, le temps écoulé depuis la conversion à l'agriculture biologique a eu un effet positif pour certains paramètres révélés par la recherche agricole (abondance et biomasse des vers de terre juvéniles). Il serait intéressant d'examiner plus avant cette influence du temps écoulé depuis la conversion à l'agriculture biologique sur la santé des sols et d'observer si elle se vérifie indépendamment de la taille de l'exploitation et de l'intensité de la gestion.



Séchage d'échantillons de sol avant l'analyse de la santé des sols (Photo par Caroline Halde, 2020)

Partenaires collaborateurs :

Cette recherche fait partie du Organic Science Cluster 3, dirigé par la Fédération biologique du Canada en collaboration avec le Centre d'agriculture biologique du Canada de l'Université Dalhousie, et soutenu par le Programme AgriScience du Partenariat canadien pour l'agriculture d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les collaborateurs des essais à la ferme comprenaient 11 producteurs primaires du Québec. Les collaborateurs du CETAB+, à Victoriaville (Québec), pour l'essai de stratégie agronomique transitoire de deux ans, étaient Julie Anne Wilkinson, Gilles Gagné, Noémie Gagnon Lupien et François Gendreau-Martineau.

Chercheurs, co-chercheurs et co-auteurs :

Derek Lynch (chef d'activité, Université Dalhousie)
Caroline Halde (Université Laval)
Kadidia Traore (M.Sc., Université Laval)
Stéphanie Lavergne (candidate au doctorat, Université Dalhousie)

Pour plus d'informations, consultez la page web de l'activité 27 de l'OSC3 et/ou [DAL.CA/OACC/OSCIII](https://dal.ca/oacc/osciii) & <https://organicfederation.ca/fr/les-grappes-scientifiques-biologiques/>