

LA SCIENCE DU BIO AU CANADA

LA SCIENCE POUR LES PRODUCTEURS | NUMÉRO 4 | PRINTEMPS 2022

Prendre soin de la vie dans votre sol

Un sol en santé contient
un nombre impressionnant
d'organismes vivants

PG. 23

Est-ce que la struvite
peut régler nos problèmes
de phosphore?

PG. 11

Substrats de croissance
pour serres biologiques

PG. 15

Pâturage de cultures de couvertures :
vous pouvez utiliser votre culture de
couverture et aussi la manger

PG. 21

Présentation du magazine La Science du Bio au Canada!

Le magazine La Science du Bio au Canada présente les dernières avancées du projet national de la Grappe scientifique biologique (GSB) en matière de recherche et d'innovation dans le domaine de l'agriculture biologique. Le magazine vous présente les tendances, les nouvelles et les résultats d'à travers le Canada. Les scientifiques qui figurent dans ces pages travaillent d'arrache-pied pour améliorer la durabilité et la rentabilité des systèmes agricoles biologiques à faibles intrants.

Le magazine La Science du Bio au Canada est publié par la Fédération biologique du Canada (FBC), en coopération avec le Centre d'agriculture biologique du Canada (CABC).

Créée en 2007, la FBC est composée de dix associations biologiques représentant neuf provinces et un territoire. Elle soutient col-

lectivement le développement de l'industrie biologique canadienne dans tout le pays. La FBC est responsable de la mise à jour et de l'interprétation de la Norme biologique canadienne et de la gestion des Grappes scientifiques biologiques 1, 2 et 3. La FBC est basée à Montréal.

Le CABC a été créé en 2001 avec pour mission de diriger et de faciliter la recherche et l'éducation dans le domaine de l'agriculture biologique. Le Centre joue un rôle clé au niveau national en soutenant vigoureusement la progression de la science de l'agriculture biologique. Le CABC soutient également la formation de la prochaine génération de professionnels de l'agriculture biologique. Le siège du CABC se trouve à Truro, en Nouvelle-Écosse, sur le campus agricole de l'Université Dalhousie.

La GSB3 (2018-2023) est soutenue par le programme Agri-science du Partenariat canadien pour l'agriculture d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, et par plus de 70 partenaires du milieu agricole. La GSB3 compte 27 activités de recherche réparties sous cinq thèmes généraux : les grandes cultures, l'horticulture, la lutte antiparasitaire, l'élevage et l'environnement.

POUR DAVANTAGE D'INFORMATION

www.federationbiologique.ca

www.dal.ca/oacc

[@OrganicAgCanada](https://twitter.com/OrganicAgCanada)

[@OFC_organic](https://twitter.com/OFC_organic)

Les chercheurs, les agriculteurs et l'industrie travaillent ensemble pour combiner science et durabilité

- Le magazine La Science du Bio au Canada
- Bulletins pour les producteurs
- Dépliants
- Résumés graphiques
- Balados
- Et plus!

Pour partager les résultats de 27 projets de recherche en horticulture, grandes cultures, gestion des organismes nuisibles, production d'animaux d'élevage et en environnement

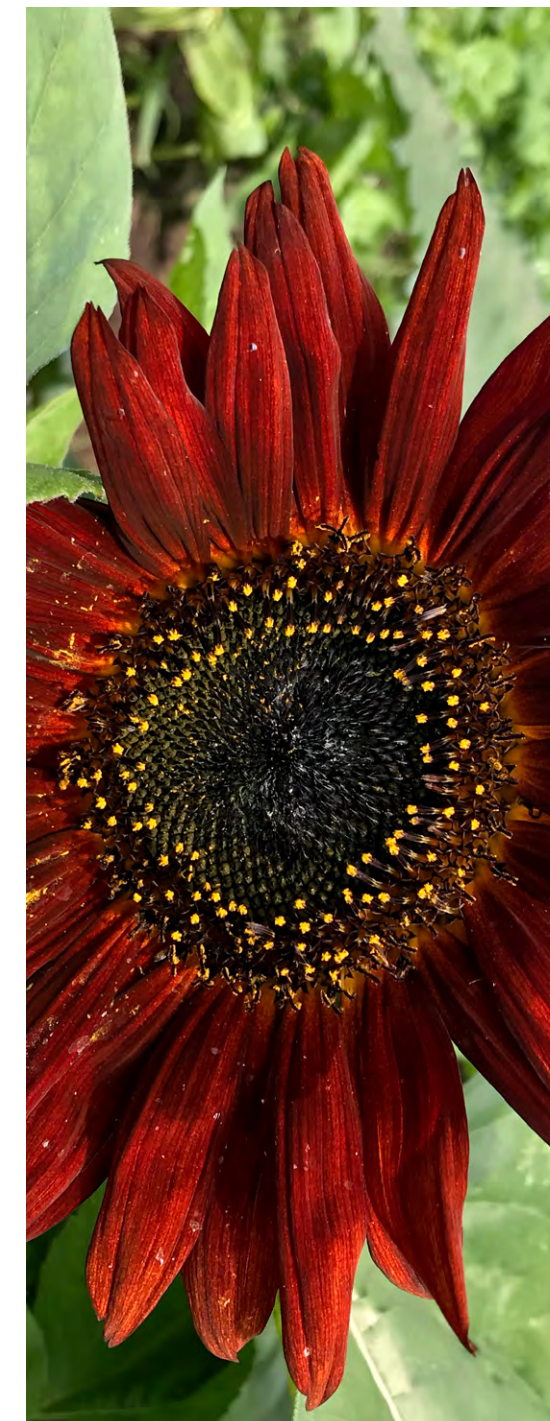


www.dal.ca/oacc/oscll

[@OrganicAgCanada](https://twitter.com/OrganicAgCanada)

Table des matières

- 3 LA SCIENCE DU BIO AU CANADA :
REMUER CIEL ET TERRE
- 4 NOUVELLES BRÈVES
- 11 REPORTAGE: EST-CE QUE LA STRUVITE PEUT
RÉGLER NOS PROBLÈMES DE PHOSPHORE ?
- 14 AMÉLIOREZ VOTRE PRODUCTIVITÉ GRÂCE À
DES SOLS EN SANTÉ
- 15 SUBSTRATS DE CROISSANCE POUR SERRES
BIOLOGIQUES
- 17 LES SOLS BIO ONT-ILS BESOIN D'ÊTRE RÉGÉNÉRÉS?
- 19 LES PARTENAIRES DE LA GRAPPE
SCIENTIFIQUE BIOLOGIQUE
- 21 PÂTURAGE DE CULTURES DE COUVERTURES :
VOUS POUVEZ UTILISER VOTRE CULTURE DE
COUVERTURE ET AUSSI LA MANGER
- 23 PRENDRE SOIN DE LA VIE DANS VOTRE SOL
- 27 L'ABRI VÉGÉTAL: DES CULTURES BIO SAVOUREUSES,
CULTIVÉES INTELLIGEMMENT
- 29 CULTURES DE COUVERTURE, UN OUTIL AVÉRÉ
POUR UN SOL EN SANTÉ
- 33 PLUS IL Y EN A, MIEUX C'EST? CULTURES
DE COUVERTURE MULTI-ESPÈCES
COMPARATIVEMENT À UNE SEULE ESPÈCE
DANS LA PRODUCTION DE LA CAROTTE
- 35 ÉCONOMIE VS ENVIRONNEMENT : COMPROMIS DANS
LA GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS EN
PRODUCTION DE LÉGUMES BIOLOGIQUES



Ci-dessus : Gros plan d'un tournesol Velvet Queen saupoudré de pollen au Guelph Centre for Urban Organic Farming. (Photo par Nathalie Amyotte)

Photo de couverture : Récolte d'ail. (Photo par Jedidiah Gordan-Moran)

Ce magazine peut être ainsi référencé : Geldart, E. Graves, M.E., Boudreau, N., Wallace, J., et Hammermeister, A.M. (rédacteurs). 2022. La Science du Bio au Canada. Volume 4. Fédération biologique du Canada, Montréal, QC et Université Dalhousie, Truro, N.-É. 40 p. www.dal.ca/oacc/oscll

La Science du Bio au Canada : Remuer ciel et terre



Au cours des dernières années, on nous a fait reconsidérer nos pratiques si souvent que nos virevoltes suffiraient à creuser des trous pour nos poteaux de clôture. En examinant nos sols de plus près, nous avons été témoins des effets du chaos climatique – sols hydrophobes, contamination par les inondations, érosion, ou déficit d'absorption des éléments nutritifs dû à la sécheresse. Chaque saison apporte son lot de défis, plus violents que d'habitude en 2021 (surtout en Colombie-Britannique).

Ce numéro de La Science du Bio au Canada nous donne un aperçu de la recherche pouvant aider nos sols à survivre à ces défis. Encourager l'activité biologique du sol est le meilleur moyen de créer de la résilience à la ferme, que nous cultivions du houblon ou des carottes, ou élevions du bétail. Janet Wallace nous décrit la multitude d'organismes qui vivent dans le sol (p.23), en se concentrant sur certains organismes, tels les champignons mycorrhiziens à arbuscules, et leur rôle dans la santé du sol. Elle réitère que « La vie du sol est, en fait, le fondement de l'agriculture biologique. » N'est-il pas temps de ralentir un peu et de réexaminer ce qui nous sou-

tient – véritablement – et de renouveler le réseau trophique du sol de nos fermes ?

Les producteurs biologiques appliquent le mantra « nourrir le sol et non la plante ». Cependant, nos pratiques de travail du sol et notre régie des cultures de couverture et des engrais verts ne produisent pas toujours les effets escomptés. Stéphanie Lavergne et Joannie D'Amours présentent les cultures de couverture comme étant l'arme secrète pour des sols en santé (p.29). Elles décrivent l'activité 27 de la GSB 3, (Santé du sol dans les systèmes biologiques basés sur le labour), qui étudie la gestion au champ et les approches combinées pouvant impacter la santé et la dynamique du carbone du sol. Il semble déjà qu'un travail du sol réduit permet d'obtenir de meilleurs sols et de multiplier les populations de vers de terre.

Les cultures de couverture améliorent le sol et la résilience du système, mais elles peuvent entraîner des coûts pour les producteurs. Carolyn Marshall suggère le pâturage des cultures de couverture (p.21). J'utilise des cultures de couverture entre mes rangs de houblon été comme hiver. Ne sachant pas quelles cultures choisir, je fais des rotations et j'utilise des mélanges de différentes espèces. Il m'arrive aussi de tuer cette culture en y faisant paître mes moutons tôt au printemps pour réduire le travail du sol. Marshall note peu de différence au niveau de la santé du sol entre pâturage ou incorporation d'une culture de couverture, mais mes moutons bénéficient d'un bonus !

Les cultures de couverture aident à régénérer l'activité biologique du sol, mais le déséquilibre chimique est une tout autre affaire. La perte de phosphore dans les fermes biologiques est devenue un pro-

blème permanent. Les formes de phosphore acceptables en production biologique ne sont pas toujours utilisables en raison du pH du sol; il s'ensuit une dégradation chronique du sol quand le fumier n'est pas toujours accessible. La struvite, un cristal contenant plusieurs éléments nutritifs et qui précipite facilement depuis les eaux usées d'origine humaine ou animale, pourrait être la solution. La doctorante Joanne Thiessen Martens décrit les résultats prometteurs de l'utilisation de la struvite dans les cultures de luzerne, même en sol alcalin, où la struvite se libère lentement et produit un effet à long terme, (p.11). Il reste à déterminer, entre autres, si la struvite peut être récupérée depuis les eaux usées d'origine humaine sans transporter de contaminants, mais cela demeure prometteur.

Les recherches incroyables faites par le biais de la GSB nous procurent de nouvelles perspectives, de nouveaux outils à mettre en place sur nos fermes ! Bien que la GSB3 couvre beaucoup plus que la santé des sols promue dans ce numéro, nous demeurons convaincus que des sols en santé produisent des écosystèmes et des fermes en santé. Je suis ravie de planifier mes rotations annuelles de cultures de couverture et rendre ma ferme plus résiliente, et fière du travail accompli par le CABQ et la FBC pour réaliser tous ces projets de recherche qui font une différence pour toutes nos fermes.

Sincèrement,
Rebecca Kneen
Membre du conseil d'administration
Fédération biologique du Canada

Nouvelles brèves

Margaret Graves, Emma Geldart, Emmanuella Ellis
Centre d'agriculture biologique du Canada, Université Dalhousie



Parcelles de l'IRDA (photo de Mylène Généreux)

DE MEILLEURES MICROVERDURETTES : OPTIMISER LA PRODUCTION DE POUSSES BIOLOGIQUES DANS LES TERRES NOIRES

Caroline Côté, de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) et son équipe, ont entrepris de développer un système de production de jeunes pousses idéal pour les terres noires; ces travaux ont été soutenus par la Grappe Scientifique Biologique 3 et Vert Nature, la ferme d'entreprise de VegPro International, le plus grand producteur de légumes au Canada. L'objectif principal était de gérer les mauvaises herbes et les insectes nuisibles, et d'optimiser le rendement.

Deux expériences ont été menées en 2018 et 2019 à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique de l'IRDA à St-Bruno-de-Montarville, au Québec. La produc-

tion de laitue romaine verte et d'épinards a fait l'objet de la première expérience; la seconde expérience se penchait sur la production de laitue frisée rouge, de laitue romaine rouge et de roquette.

Les résultats ont démontré que les rendements de laitue romaine verte étaient significativement plus élevés avec l'utilisation de fumier de bovin composté, tandis que les granules de fumier de poules ont augmenté le rendement des épinards. Les différents amendements n'ont pas eu d'impact sur les populations de mauvaises herbes.

Le système d'irrigation était jaugé par des tensiomètres dans le sol. Un tensiomètre est un tube rempli d'eau avec un manomètre ou détecteur de pression et une pointe en céramique qui est insérée dans le sol. Il mesure la tension d'humidité du sol, c'est-à-dire la force avec laquelle le sol retient l'eau et, conséquemment, la force requise par la plante pour extraire l'eau. Dans ce cas, le système d'irrigation était réglé pour se déclencher à des valeurs de



tension de l'eau comprises entre -25 et -30 kPa pour la laitue. Les pertes en eau dues à l'évaporation et à l'absorption par les cultures survenaient principalement dans les dix premiers centimètres du sol.

Les différentes cultures de couverture testées (pois fourrager, avoine ou témoin) n'ont eu aucun impact sur les rendements de laitue et d'épinards, ni sur les populations de mauvaises herbes.

Les diverses cultures pièges qui incorporent plusieurs espèces attiraient davantage l'altise à tête rouge que la culture piège uniquement composée d'amarante. Une bonne irrigation et une bonne gestion des mauvaises herbes se sont avérées importantes pour établir et maintenir une culture piège efficace.

Les résultats des deux saisons ont démontré que l'irrigation jouait un rôle important en stimulant l'émergence des mauvaises herbes pendant la période de faux semis. Le faux semis encourage la germination des graines de mauvaises herbes dans le sol, lesquelles pourront être élimi-

I Nouvelles brèves

Margaret Graves, Emma Geldart, Emmanuella Ellis
Centre d'agriculture biologique du Canada, Université Dalhousie



Parcelles de féverole à Fourth Sister Farm en août 2021. (Photo soumise par Tiffany Traverse)

nées avant l'ensemencement de la culture. Il ne semble pas nécessaire d'irriguer le faux semis plus d'une fois. Les parcelles irriguées une ou deux fois avaient une quantité similaire de mauvaises herbes à la récolte.

L'utilisation de bioinsecticides, seuls ou combinés avec des prédateurs naturels, n'a pas réduit les dommages causés par insectes lors de la récolte de laitue frisée rouge et de roquette. L'utilisation de prédateurs naturels peut être intéressante lorsqu'on ne dispose d'aucun produit phytosanitaire approprié.

L'étude a démontré l'importance d'ajuster correctement l'équipement de désherbage mécanique. Lorsque bien ajustée, la herse étrille s'est avérée plus efficace que d'autres outils de désherbage mécanique comme le sarcler à cage. En 2019, l'utilisation de la herse étrille a réduit la densité des mauvaises herbes d'environ 23%.

Bien que cette étude, qui s'est déroulée sur deux ans, ait engendré des résultats prometteurs, d'autres essais sont requis afin de consolider les tendances observées, notamment en ce qui a trait à l'utilisation de prédateurs naturels, à l'impact de l'irrigation sur les mauvaises herbes durant les faux semis et pour calculer les coefficients culturaux (lien entre l'assimilation en eau et l'évapotranspiration). D'autres données sont également nécessaires pour parfaire les modèles de levée des mauvaises herbes.

POUR DAVANTAGE D'INFORMATION

Pour en savoir davantage sur l'activité 12, consultez www.dal.ca/OACC/OSCIii

UN PROJET DE RECHERCHE SUR LE COMPOSTAGE À LA FERME S'APPUIE SUR DIVERSES FAÇONS D'APPRENDRE

Fourth Sister Farm, de Tiffany Traverse, dans le nord de la Colombie-Britannique, agit comme laboratoire de recherche alternatif pour les systèmes intégrés. En mettant l'accent sur les semences, la récolte à l'état sauvage et une diversité de légumes et d'animaux, Traverse est enracinée dans la communauté et s'implique de plusieurs façons, tout en contribuant à la science!

Avec une équipe de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, dirigée par Bharat Shrestha, Traverse étudie l'impact de 5 amendements différents, soit le fumier composté de ses chevaux, bovins,

I Nouvelles brèves

Margaret Graves, Emma Geldart, Emmanuella Ellis
Centre d'agriculture biologique du Canada, Université Dalhousie

porcs, poulets et le lombricompost, sur des variétés de féverole et d'avoine ancestrales. Le compostage se fait à la ferme.

Qui plus est, ce projet est inspiré des peuples autochtones. Traverse est d'origine Secwépemc et a conçu son système agricole en s'inspirant de ses mentors autochtones. Lors de la conception du projet, elle déterminait elle-même la taille des parcelles et les dates de plantation, tandis que Shrestha et son équipe ont contribué au dispositif expérimental incluant la randomisation et un traitement témoin. Cette collaboration est rendue possible grâce au Programme de partenariats en sciences agricoles autochtones (Indigenous Agricultural Science Partnerships Program).

Ce riche système agricole et ses différentes sources d'éléments nutritifs en boucle fermée seront décrits scientifiquement en analysant la structure du sol, de l'activité biologique du sol et des rendements des cultures. Ils examineront les éléments nutritifs présents dans le sol et ceux absorbés par les plantes. Une expérience interculturelle et rigoureusement conçue pour découvrir un système agricole autochtone qui associe étroitement le bétail et les cultures : ce projet est une lueur d'espoir.

MESURER LA VALEUR DE DOUZE ANNÉES DE RECHERCHE DE LA GRAPPE SCIENTIFIQUE BIOLOGIQUE

Quelle est la valeur de la recherche agricole pour la société et l'environnement ? La recherche a-t-elle créé des avantages dans le monde « réel », au-delà du milieu universitaire ? Évaluer l'impact de la recherche scientifique nous permettra de répondre à ces questions. L'impact est la mesure des avantages économiques, sociaux et environnementaux engendrés par la recherche lorsque les résultats sont mis en pratique.

La recherche en agriculture vise à assurer la sécurité alimentaire tout en protégeant l'environnement et en relevant les défis liés aux changements climatiques – ce sont là de grands objectifs. Les chercheurs, les facilitateurs de recherche et les bailleurs de fonds (qui incluent les contributeurs lorsque les travaux sont financés par des fonds publics), doivent savoir si les résultats de la recherche ont permis de réaliser les objectifs établis.

Le programme de la Grappe scientifique biologique (GSB) est en cours depuis 2009. Nous voulons savoir si une décennie de recherche dans le cadre de la GSB a changé la façon dont l'agriculture biologique est pratiquée au Canada. En consultant la littérature scientifique sur l'impact de la recherche, nous avons développé un cadre pour obtenir ces réponses. Il s'agit d'un processus d'évaluation en 6 étapes qui relie les intrants, les extrants, les résultats et les impacts et qui est fondé sur 5 catégories d'impact : social, économique, environnemental, politique et capital humain

(personnes formées). Le cadre ouvre également la voie à une plus grande adoption des résultats et à des avantages pour les projets futurs.

Le processus se déroule en consultant les personnes qui appliquent les pratiques, les connaissances et utilisent les outils qui découlent de la recherche. Nous avons complété nos consultations auprès des chercheurs qui ont partagé des idées intéressantes sur leurs travaux et leur impact auprès des producteurs. Plusieurs d'entre eux étaient ravis de parler d'anciens projets et de constater comment ils ont continué de porter fruit (et, si ce n'était pas le cas, pourquoi).

La prochaine étape consiste à discuter avec ceux qui ont utilisé des résultats de recherche. Nous voulons savoir si les producteurs ont pris connaissance de la recherche et savoir, le cas échéant, si elle leur a été bénéfique. Si vous avez modifié votre façon de faire en raison d'un projet de recherche ou de certains résultats, faites-le nous savoir!

POUR DAVANTAGE D'INFORMATION

Smit, P. J. and Hessels, K. L. (2021). The production of scientific and societal value in research evaluation: a review of societal impact assessment methods. *Research Evaluation*, pp. 1-13 <https://doi.org/10.1093/reseval/rvab002>

Morton, S. (2015). Progressing research impact assessment: A "contributions" approach. *Research Evaluation* 24, pp.405-419 <https://doi.org/10.1093/reseval/rvv016>

I Nouvelles brèves

Margaret Graves, Emma Geldart, Emmanuella Ellis
Centre d'agriculture biologique du Canada, Université Dalhousie

L'ÉNIGME DES PARASITES RÉSOLUE GRÂCE AUX MONTONS SOUS RÉGIE BIOLOGIQUE

Tous les producteurs de moutons ont du pain sur la planche lorsqu'il s'agit de gérer les parasites nématodes gastro-intestinaux (aussi appelés « vers »). La différence à laquelle les producteurs de moutons biologiques sont confrontés est qu'ils ne peuvent pas utiliser systématiquement des vermifuges. La clause 6.6.11 de la Norme biologique canadienne ne permet l'utilisation de vermifuges que lors de circonstances exceptionnelles. Ces restrictions sont contraignantes, mais dans le cas de *Haemonchus*, elles ont évité aux producteurs biologiques de l'est du Canada d'avoir des parasites résistants aux médicaments. Nous l'avons appris lors d'une récente entrevue avec la Dre Paula Menzies et le Dr Andrew Peregrine, tous deux vétérinaires, professeurs et chercheurs à l'Université de Guelph.

Il y a une dizaine d'années, en Ontario, on observait une hausse significative de la mortalité chez les moutons due à *Haemonchus contortus* (le ver « enseigne de barbier » ou strongle). Un parasite peut pondre 10 000 œufs par jour – et 1 000 vers dans l'intestin d'un agneau peuvent drainer le sang de l'animal et le tuer en quelques semaines. *Haemonchus* avait développé une forte résistance aux médicaments – les vermifuges n'avaient plus d'effet dans certaines fermes.

Ce parasite étant problématique pour tous les producteurs, la recherche sur le cycle de vie de *Haemonchus* a été financée dans le cadre de la Grappe scientifique biologique 1 (2009-2014). La Dre Menzies



Un étudiant prend une pause lors de l'évaluation des pâturages en 2007 à Brookside, en Nouvelle-Écosse. (Photo prise par Nancy McLean)

(maintenant à la retraite) et le Dr Peregrine ont constaté que *Haemonchus* n'hivernait pas dans les pâturages de l'Ontario et du Québec, comme le font certains vers. Les troupeaux de brebis étaient vermifugés pendant l'hiver ; seuls les œufs des parasites qui pouvaient survivre à la vermifugation hivernale se retrouvaient dans les pâturages au printemps. Ces vers résistants aux médicaments se reproduisaient rapidement et infectaient les brebis et les agneaux, entraînant une mortalité élevée. C'est cette vermifugation hivernale qui a engendré un développement rapide de la résistance aux médicaments.

La solution à ce problème, largement encouragée pendant des années, est l'uti-

lisation stratégique de vermifuges : ne vermifuger que les moutons qui en ont besoin, quand ils en ont besoin. D'autres pratiques sont aussi nécessaires, comme la sélection d'animaux qui sont en mesure de développer une immunité contre les parasites, la surveillance du nombre d'œufs dans les matières fécales et la rotation des pâturages. Les moutons canadiens sont dans l'ensemble en meilleure santé grâce à la recherche, qui a bénéficié de l'observation de différents résultats dans les fermes biologiques et conventionnelles.

I Nouvelles brèves

Margaret Graves, Emma Geldart, Emmanuella Ellis
Centre d'agriculture biologique du Canada, Université Dalhousie



Une récolte de semences d'oignons Dakota Tears à Broadfork Farm en août 2021. (Photo prise par Emma Geldart)

LA RECHERCHE SUR LES SEMENCES À LA FERME – BIEN PLUS QUE LA SÉLECTION DE NOUVELLES VARIÉTÉS

Les producteurs de partout au Canada bénéficient de leur participation à la sélection et à l'essai de nouvelles variétés de légumes et de céréales. Ils rapportent avoir acquis des connaissances pratiques, développé des liens communautaires et découvert de nouvelles opportunités de marché – un effet d'entraînement qui va au-delà de la sélection de nouvelles variétés pour l'agriculture biologique.

gramme de Sème l'avenir). Au Manitoba, un projet participatif similaire en sélection végétale de grandes cultures est en cours depuis neuf ans. La sélection végétale participative permet aux agriculteurs, aux sélectionneurs et aux autres intervenants de travailler ensemble pour développer de nouvelles variétés – et la recherche a démontré l'excellent rendement des variétés sélectionnées.

L'une des particularités de ces projets est le niveau d'engagement à travers le Canada, facilité par un solide réseau de fermes, de chercheurs et de coordinateurs régionaux de l'Initiative Bauta. Depuis 2013, plus de 175 producteurs ont participé à des essais participatifs de sélection végétale ou à des essais de variétés et ce, d'un océan à l'autre.

Un récent sondage mené par l'Initiative Bauta a démontré que 93% des producteurs participants ont appris à mettre en place des essais de variétés sur leurs propres fermes. Chez Broadfork Farm, Jones explique que cela peut être très utile lorsque la mise en marché se fait directement avec les clients. En possédant les détails de la collecte de données sur leur propre ferme, ils peuvent expliquer ce qui est spécial à propos de chaque variété.

« Nous faisons souvent des essais de variétés par nous-mêmes », dit Jones, « cela étant dit, c'est agréable de faire partie de quelque chose de plus grand. » Elle explique que les essais créent l'occasion de tester des variétés intéressantes qui pourraient autrement être difficiles à trouver.

À travers le pays, près de 50% des producteurs qui ont fait des essais de sélection et de variétés ont commencé à vendre des semences commercialement et diversifié leurs activités, un résultat direct de ce programme.

Shannon Jones et Bryan Dyck exploitent Broadfork Farm, une ferme maraîchère biologique mixte en Nouvelle-Écosse. C'est l'une des nombreuses fermes au Canada qui a participé aux essais sur les variétés de légumes dans le cadre du programme d'Amélioration des légumes biologiques au Canada (ALÉBIO). Jones et Dyck ont testé différentes variétés de rutabaga, de carottes rouges et de poivrons. Pour le rutabaga, ils ont évalué la douceur et l'uniformité des racines, et par intérêt personnel, ils ont également comparé la saveur.

La recherche de l'ALÉBIO est soutenue par la Grappe scientifique biologique 3 et l'Initiative de la famille Bauta sur la sécurité des semences au Canada (un pro-

I Nouvelles brèves

Margaret Graves, Emma Geldart, Emmanuella Ellis
Centre d'agriculture biologique du Canada, Université Dalhousie

L'ALÉBIO est basée à l'Université de la Colombie-Britannique, dirigée par la Dre Solveig Hanson sous la supervision de la Dre Hannah Wittman ; on y sélectionne des carottes, des poivrons et plus encore. Les participants au programme dédié aux grandes cultures sélectionnent de l'avoine, du blé et de la pomme de terre, est basé au laboratoire d'Agriculture des systèmes naturels (Natural Systems Agriculture lab) de l'Université du Manitoba sous la direction de Dr Martin Entz.

POUR DAVANTAGE D'INFORMATION

"Is it a Turnip or Rutabaga?
Growing some special varieties"
<https://broadforkfarm.com/is-it-a-turnip-or-rutabaga-growing-some-special-varieties/>

Cultures maraîchères : ALÉBIO de l'Initiative Bauta <http://www.seed-security.ca/fr/programmes/creer-cultures-maraicheres>

Grandes cultures : Agriculture des systèmes naturels <https://www.umanitoba.ca/outreach/naturalagriculture/ppb.html>

LES SOUS-PRODUITS DE CANNEBERGES ET DE BLEUETS : DE LA POU-BELLE AU TUBE DIGESTIF

Un nouvel ingrédient alimentaire pour les animaux pourrait s'avérer une solution efficace en production biologique. Comme il s'agit d'un sous-produit, son utilisation en alimentation animale réduirait le gaspillage alimentaire. Il est multifonctionnel car



Un poulet au pâturage à Rosebank Farms en Colombie-Britannique en 2018, où certains des essais de supplémentation en marc de fruits ont eu lieu. (Photo de Margaret Graves)

il encourage les bonnes bactéries, détruit les mauvaises comme la Salmonella et l'E. coli, et stimule le métabolisme et le système immunitaire des poulets. Quelle est cette innovation? C'est le produit (marc) résiduel de l'extraction du jus des canneberges et des bleuets.

Nous avons récemment interviewé le Dr Moussa Diarra, un chercheur au Centre de recherche et de développement d'AAC de Guelph, qui a précisé que la santé intestinale est un obstacle important en production de poulets à griller. Le Dr Diarra a testé une solution : l'ajout du marc de bleuets et de canneberges biologiques comme additif alimentaire, dans le but de renforcer le système immunitaire des poulets à griller contre les infections pathogènes.

Les recherches du Dr Diarra ont révélé que sortir le marc du bac à déchets pour l'introduire dans l'appareil digestif des poulets améliorerait leur santé. L'ajout de marc a produit des performances de croissance similaires à celles de l'utilisation de l'anti-

biotique bacitracine dans l'alimentation ; le marc a des effets encore plus bénéfiques pour les oiseaux que de simplement tuer des microbes : il favorise une réponse immunitaire saine et promeut un microbiome intestinal en santé. Une utilisation plus répandue du marc de fruits dans l'alimentation des poulets pourrait entraîner une meilleure productivité et profitabilité, une diminution des déchets, et des bénéfices en santé animale et en santé publique.

Ce travail a suscité l'intérêt des producteurs biologiques et conventionnels qui recherchent un moyen plus sûr et efficace de gérer les bactéries pathogènes. La prochaine étape consiste à raffiner le processus et la formulation du marc de fruit pour en faire un ingrédient alimentaire profitable. Ce travail de pointe pave aussi la voie à la recherche sur l'utilisation de sous-produits d'autres fruits, comme la mûre et la goyave, pour lutter contre les bactéries pathogènes dans les produits frais et chez d'autres espèces animales.

I Nouvelles brèves

Margaret Graves, Emma Geldart, Emmanuella Ellis
Centre d'agriculture biologique du Canada, Université Dalhousie

GAGNANT DU CONCOURS DE PHOTO 2021

Le CABC est heureux d'annoncer que **Yulia Shcherbakova** est la gagnante du concours de photo 2021! Merci à tous ceux qui ont soumis des photos!

ÉQUIPE DE GESTION DE LA GRAPPE

Rencontrez l'équipe derrière la Grappe Scientifique Biologique!

Fédération biologique du Canada

Nicole Boudreau
Gestionnaire de la Grappe;
Coordonnatrice de la FBC

Emma Bryce
Gestionnaire des communications

Centre d'agriculture biologique du Canada, Université Dalhousie

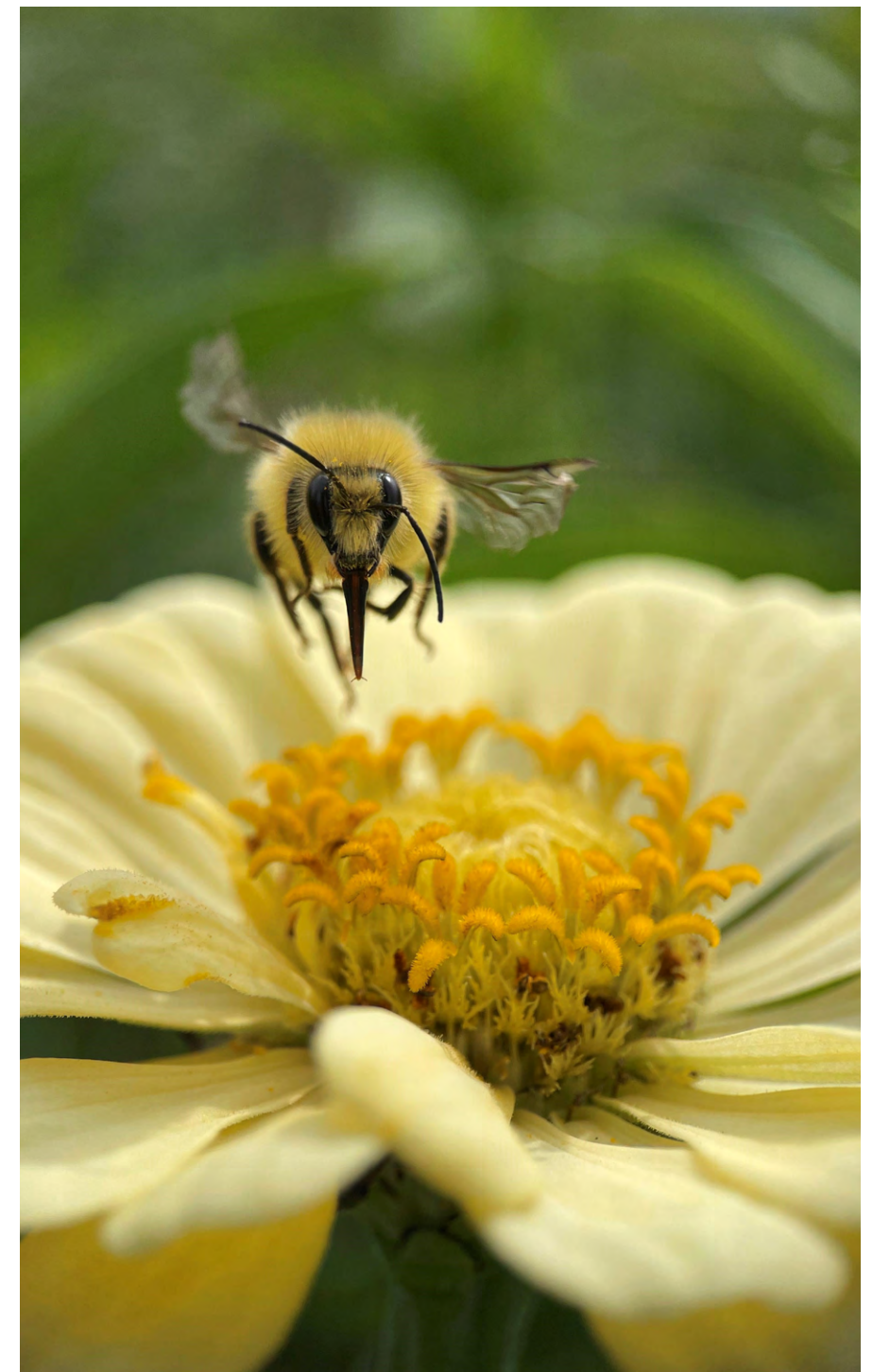
Dr Andrew Hammermeister
Directeur

Margaret Graves
Gestionnaire de programme

Emma Geldart
Agente des communications

Emmanuella Ellis
Associée de recherche

Rebecca Veenhuis
Assistante de programme



Un bourdon mâle qui sort sa langue en plein vol après avoir recueilli le nectar d'une fleur de zinnia (photo prise à la ferme de l'Université de la Colombie-Britannique). (Photo par Yulia Shcherbakova)

Est-ce que la struvite peut régler nos problèmes de phosphore ?

JOANNE THIESSEN MARTENS

CANDIDATE AU DOCTORAT, DÉPARTEMENT DES SCIENCES DU SOL, UNIVERSITÉ DU MANITOBA



L'engrais struvite Crystal Green®, produit par Ostara Nutrient Technologies à partir d'eaux usées municipales, a été utilisé pour tester la réponse des cultures biologiques à cette nouvelle source d'éléments nutritifs. (Photo de Joanne Thiessen Martens)

L'agriculture biologique a un problème de phosphore. L'exportation d'éléments nutritifs hors de la ferme, sans les remplacer, épuise le phosphore (P) du sol et peut entraîner une réduction des rendements des cultures. Ce problème est particulièrement important dans les systèmes biologiques à long terme lorsque l'accès au fumier de bétail est limité et que le sol est alcalin.

Nos lacs ont un problème de phosphore différent. Les éléments nutritifs qui sont exportés des fermes en composant les produits agricoles voyagent dans la chaîne alimentaire (y compris nos corps), entrent dans les systèmes de traitement des eaux usées et atteignent les cours d'eau où ils contaminent l'eau et stimulent la prolifération d'algues.

Et s'il était possible de résoudre simultanément ces deux problèmes en recyclant les éléments nutritifs issus des eaux usées vers les terres biologiques sous forme d'un engrais propre, facile à utiliser, abordable et riche en phosphore ? Selon Kim Wilton, une productrice de grains biologiques du centre du Manitoba, ce recyclage serait déterminant pour son exploitation.

Cette possibilité est en voie de devenir une réalité au Canada.

LE PROBLÈME DU PHOSPHORE

Le problème du phosphore est plus critique dans certaines régions. Sur une exploitation biologique de grain et d'élevage au Manitoba, l'absence d'une source de phosphore adéquate représente le plus grand défi de la ferme, même si le troupeau de bétail est important, est soumis au pâturage en rotation et fournit du fumier pour le compost. Les fermes voisines n'ont pas d'excédent de fumier à vendre, et les autres sources de phosphore permises (p. ex. le phosphate naturel) sont soit inefficaces dans les sols alcalins et argileux, soit trop coûteuses à appliquer à l'échelle d'un champ (p. ex. la farine d'os).

La croissance des cultures ralentit, en particulier celle des légumineuses, note le producteur. « Cela affecte sévèrement notre capacité de cultiver un bon engrais vert et de réapprovisionner le sol en éléments nutritifs. Nous avons rapidement besoin d'une solution à ce problème qui menace l'avenir de notre production biologique. »

STRUVITE: UN ENGRAIS RECYCLÉ

Le recyclage des éléments nutritifs des eaux usées vers les terres agricoles pourrait remédier au manque de phosphore et à la dégradation des cours d'eau.

Par exemple, dans cette forme d'« économie circulaire », la struvite est récupérée des eaux usées municipales et transformée en engrais phosphaté. La struvite est un minéral composé de magnésium, de phosphate, d'ammonium et d'eau, maintenus ensemble dans une structure cristalline qui précipite naturellement quand les conditions sont favorables. Lorsqu'ils sont produits sous des conditions soigneusement contrôlées dans des installations de traitement des eaux usées, les cristaux de struvite contiennent de très faibles niveaux de contaminants et forment des granules qui peuvent être utilisées comme engrais.

La struvite est un engrais unique. Contrairement aux engrais synthétiques couramment utilisés, la struvite ne se dissout pas bien dans l'eau. Ceci lui donne la réputation d'être un engrais à « libération lente » qui ne submerge pas les sols avec une abondance d'éléments nutritifs. Cependant, la struvite est plus soluble dans les sols que le phosphate naturel, particulièrement dans les sols alcalins où le phosphate naturel avantage peu les cultures. Avec une analyse N-P-K de 5-28-0, la struvite est une source de phosphore plus concentrée que la plupart des engrais autorisés en agriculture biologique, avec un coût inférieur par unité de phosphore. Sa faible solubilité peut réduire les risques de ruissellement dans l'environnement.

Ces qualités ont mené plusieurs experts à recommander que la struvite soit autorisée en agriculture biologique pour combler les carences en phosphore. Plusieurs producteurs biologiques sont d'accord. Dan DeRuyck, un producteur de céréales et de bœuf bio dans le centre-sud du Manitoba, souligne cette nouvelle façon de réapprovisionner les sols de sa ferme en phosphore.

« J'espère que la struvite pourra être utilisée en agriculture bio, » dit DeRuyck. « J'aime le fait que le phosphore provienne d'un processus de recyclage au lieu d'être extrait d'une mine, et d'éventuellement s'épuiser. La struvite me donnera un outil supplémentaire pour produire mes cultures. »

La struvite d'origine animale ou végétale a été ajoutée aux Listes des substances permises (LSP) dans les systèmes de production biologique en 2020. Cependant, même si les principes de l'agriculture biologique mettent l'emphase sur le recyclage des matériaux, la struvite d'origine humaine n'est pas autorisée en raison des préoccupations relatives aux contaminants. Malheureusement, la seule forme de struvite commercialement disponible dans l'Ouest canadien est d'origine humaine.

GESTION D'UNE NOUVELLE SOURCE D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS

En raison des propriétés uniques de la struvite, nous en savons très peu sur la façon de bien l'utiliser en tant qu'engrais. La recherche a démontré que les propriétés du sol, les variétés cultivées, ainsi que



Joanne Thiessen Martens, étudiante au doctorat, récolte du blé dans des parcelles fertilisées à la struvite à Libau, au Manitoba. (Photo de Martin Entz)

la taille des granules de struvite peuvent toutes influencer la réponse des cultures. De plus, le phosphore peut continuer à être libéré longtemps après la saison de croissance, même au cours de la deuxième ou troisième année suivant l'application.

Avec le soutien de la Grappe Scientifique Biologique (GSB) 3, j'ai mené des expériences sur le terrain en 2017-2019 dans le cadre de mes recherches doctorales pour tester l'effet de différents taux d'application de struvite sur le rendement du blé de printemps, du lin et du fourrage de luzerne-graminées. Le site d'étude près de Libau, au Manitoba, était typique de nombreuses fermes biologiques de la région. Suivant un historique d'exportation de foin de luzerne et aucune application d'éléments nutritifs, l'analyse du sol montrait un niveau de phosphore extrêmement faible

et la productivité des cultures avait diminué au fil des ans. Le sol alcalin a fourni un terrain d'essai difficile car la struvite a tendance à mieux fonctionner dans les sols neutres ou acides.

Pour le blé et le lin, nous avons appliqué la struvite dans le sillon avec la graine, à trois taux différents, ainsi qu'un traitement témoin, non fertilisé. L'expérience a été répétée dans chacune des trois années d'étude. Pour le fourrage luzerne-graminées, nous avons appliqué la struvite en bande sur un peuplement fourrager existant, au printemps 2017, à environ un pouce de la surface, à trois taux différents plus un témoin. Nous avons colligé la réponse des cultures sur une période de trois ans.

Les résultats ont été mitigés. Le blé a montré une réponse modérée avec des rendements légèrement plus élevés atteints avec chaque augmentation du taux d'application de struvite. Le taux d'application le plus élevé, soit le double du taux recommandé pour ce sol, a donné un rendement moyen de 38,9 boisseaux/ac au cours des trois années de l'étude, soit une augmentation de 35% par rapport au témoin non fertilisé (tableau 1). Les rendements en lin, en revanche, n'ont pas changé avec l'application de struvite, oscillant autour de 20 boisseaux/ac pour tous les traitements.

Tableau 1. Rendements de grain de blé et de lin fertilisé avec différents taux de struvite dans les expériences.

Taux d'application de phosphore*, sous forme de struvite	Rendement de blé (boisseaux/ac)	Rendement de lin (boisseaux/ac)
0 lb/ac P	28.5	19.5
18 lb/ac P	31.7	19.7
27 lb/ac P	34.6	19.4
36 lb/ac P	38.9	20.3

Les résultats sont des moyennes de trois années d'étude. *Pour convertir le taux d'application de P en P205, multipliez par 2,3.

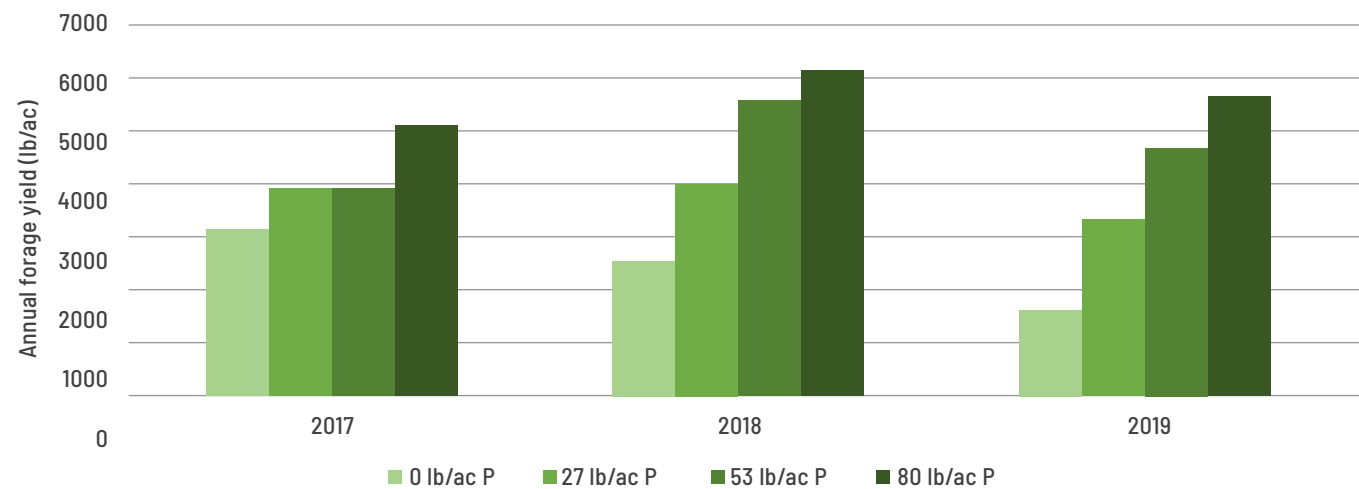


Figure 1. Rendement annuel total (somme de deux coupes) de fourrage luzerne-graminées fertilisé avec différents taux de phosphore sous forme de struvite. La struvite a été appliquée au printemps 2017.

Le fourrage de luzerne-graminées a réagi fortement à la struvite, particulièrement dans les deuxième et la troisième années après l'application. Au cours de la première année (2017), le taux d'application le plus élevé de struvite a augmenté le rendement de fourrage de 65 % par rapport au témoin non fertilisé (figure 1). Au cours de la deuxième année, les parcelles qui ont reçu le taux de struvite le plus élevé ont donné un rendement du plus du double de celui des parcelles témoin ; au cours de la troisième année, la différence a plus que triplé. Cette tendance a été causée en partie par l'augmentation du rendement dans le temps dans les parcelles avec les taux d'application élevés, mais aussi par une baisse des rendements dans les parcelles non fertilisées au fil du temps.

La Dre Kim Schneider, professeure adjointe à l'Université de Guelph et co-directrice de ce projet de la GSB3, trouve que la différence de réponse entre les cultures est particulièrement intéressante.

Nous devons poursuivre l'étude du mécanisme par lequel certaines cultures peuvent utiliser la struvite et d'autres pas, puis d'intégrer son utilisation dans nos systèmes agricoles!» explique Dr. Schneider.

Une approche consiste à utiliser stratégiquement les propriétés de « libération lente » dans nos rotations de cultures. Dans les expériences de blé et de lin, nous avons trouvé des restes de granules de struvite

dans le sol un an après l'application, ce qui signifie que plus de struvite pourrait être libérée pour les prochaines cultures. En comprenant mieux comment la struvite interagit avec le sol au fil du temps et comment certaines cultures utilisent la struvite, nous serons peut-être en mesure de développer des directives spécifiques pour savoir quand appliquer la struvite dans nos rotations de cultures afin d'en tirer le plus d'avantages possible pour les cultures.

Une autre question a été soulevée : comment la libération lente de struvite au fil du temps affectera-t-elle le ruissellement potentiel dans l'environnement?

La Dre Wilson, chercheur au Centre de recherche et développement d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Brandon, et co-directeur de ce projet, se penche sur cette question. En appliquant la struvite sur l'un des deux petits bassins versants d'un champ de luzerne-graminées et en mesurant le phosphore présent dans le ruissellement après la fonte des neiges au printemps, il est possible d'observer si le phosphore de la struvite s'échappe du sol pour se retrouver dans l'environnement.

Les résultats préliminaires sont très prometteurs. L'analyse du sol indique que le phosphore a augmenté dans la partie du champ fertilisé avec la struvite mais que la concentration en phosphore dans le ruissellement de la fonte des neiges est la même que dans la zone où aucune stru-

vite n'a été appliquée. Wilson explique : « ceci indique qu'il ne semble pas y avoir une grande quantité de ce phosphore résiduel lessivé dans la fonte des neiges. »

PERSPECTIVES D'AVENIR

Jusqu'à présent, nos résultats suggèrent que la struvite peut être un très bon amendement des sols dans les systèmes d'agriculture biologique. Il s'agit d'un apport de phosphore abordable qui est efficace dans les sols alcalins, au moins pour certaines cultures, avec un faible risque de pertes dans l'environnement. De plus, la struvite s'aligne bien avec les principes de l'agriculture biologique. Il y a encore beaucoup à apprendre sur la façon la plus efficace de l'utiliser, mais nos connaissances grandissent à chaque nouvelle expérience.

Le principal obstacle est de développer des sources de struvite d'origine animale ou végétale ou d'ajouter la struvite d'origine humaine aux LSP.

« Si la struvite fait l'objet d'une approbation complète, elle représente une option viable pour aider les producteurs à reconstituer les réserves de phosphore sur leurs fermes. Ceci est particulièrement important pour les régions des Prairies où l'approvisionnement en fumier de bétail est limité » explique Schneider.

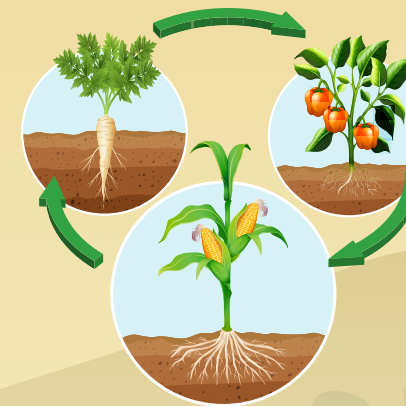
Ce serait un changement déterminant, en effet.

Améliorez votre productivité grâce à des sols en santé

Les sols en santé sont à la base d'un système agricole fertile et durable.



BÂTIR UN SOL EN SANTÉ DOIT D'ABORD INCLURE



Des rotations avec diverses cultures

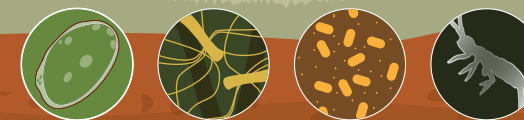
Les différentes cultures d'une rotation croissent différemment et à différentes périodes de l'année. Leurs structures racinaires, leurs modes d'absorption des nutriments et leur relation avec la biologie du sol et les maladies diffèrent.

Une gestion des éléments nutritifs

Le cycle des éléments nutritifs dans le sol dépend d'une communauté d'organismes en bonne santé. Nourrissez le sol avec une variété d'amendements organiques et de résidus de culture, et inoculez les cultures de légumineuses avec des rhizobiums qui captent l'azote de l'air.



VOICI CE QUE VOUS OBTIENDREZ



Une communauté vaste et diversifiée dans votre sol

Une poignée de terre peut contenir des milliards d'organismes, allant des vers de terre et des coléoptères aux champignons et aux bactéries. Ces organismes interagissent avec les minéraux du sol, les racines des plantes et les uns avec les autres pour former un écosystème sain.

Un cycle nutritif efficace

La diversité des organismes du sol stimule la décomposition de la matière organique et libère des nutriments que les plantes peuvent utiliser. Les champignons mycorhiziens se lient aux racines et explorent plus efficacement le sol à la recherche d'eau et de nutriments.

Une réduction de la pression des pathogènes

La biodiversité du sol limite l'action des bactéries et champignons pathogènes car elle maintient la compétition pour l'espace et les ressources, stimule la résistance des plantes, maintient une bonne aération du sol et décompose les résidus susceptibles d'abriter les pathogènes.

Pour plus d'informations sur la recherche relative à la santé des sols, veuillez consulter : dal.ca/oacc/soil-health

Substrats de croissance pour serres biologiques

JANET WALLACE

La demande d'aliments biologiques continue d'augmenter au Canada. Compte tenu de nos longs hivers et de la demande des consommateurs pour des produits frais et cultivés localement, il y a un intérêt croissant pour les produits biologiques de serre. Cependant, en 2019, seulement 6% des serres canadiennes étaient certifiées biologiques.

La conversion vers la production biologique peut sembler déconcertante pour les exploitants de serres conventionnelles, particulièrement dans une production de type hydroponique basée sur l'utilisation d'engrais et de pesticides synthétiques. La culture hydroponique ne peut être biologique parce toute agriculture biologique doit être produite dans le sol ; des exigences strictes encadrent la composition et la quantité minimale de sol utilisé pour chaque plante. Heureusement, au cours des trois dernières Grappes Scientifiques Biologiques (GSB), des chercheurs canadiens ont étudié comment créer un substrat de croissance idéal et fournir un approvisionnement équilibré en éléments nutritifs aux cultures en serre.

Selon la Norme biologique canadienne, le substrat de croissance utilisé dans un système de production en contenants et dans les autres types de productions en serre (telles que définies à la section 7.5) doit :

- « Contenir une fraction minérale (sable, limon ou argile, excluant la perlite et la vermiculite) et une fraction organique, qui contribuent à la structure physique du sol ; »
- « Contenir au moins 10 % en volume de compost (exception : les terreaux pour les semis et plants à repiquer peuvent contenir moins de 10 % de compost si des quantités moindres sont nécessaires pour assurer une germination/enracinement adéquat) ; » et
- « Contenir au moins 2 % en minéraux (sable, limon ou argile, excluant la perlite et la vermiculite) en poids sec ou en volume (suivant l'unité de mesure appropriée) au début du cycle de production. »

Les recherches de la GSB ont démontré que les rendements des cultures de tomates biologiques en serre peuvent être aussi élevés que les rendements des cultures non biologiques. Cependant, selon Valérie Gravel et Martine Dorais, chercheuses de la GSB, « la fertilisation biologique est souvent déséquilibrée » dans les serres. Il est plus difficile de bien ajuster l'approvisionnement en éléments nutritifs dans les serres que dans les champs où les producteurs peuvent améliorer la qualité et l'activité biologique du sol au fil des ans et faire la rotation des cultures. Dans les serres, il y a une forte demande en élé-

ments nutritifs étant donné que le rendement annuel par superficie est 10 fois supérieur à celui des cultures en champ. Une bonne récolte de tomates de serre (p. ex., une production de 50 kg/m²) peut nécessiter jusqu'à 1250 kg N/ha.

Une serre biologique qui fonctionne bien est un système au réglage précis où les exploitants, en se basant sur l'activité biologique du sol, synchronisent la libération des éléments nutritifs issus des amendements avec les besoins des cultures. Ceci est particulièrement difficile à l'étape des semis. Comme l'affirme la Dre Dorais, « la quantité d'engrais qui devrait être ajoutée au mélange doit être suffisamment faible pour que la salinité ne cause pas de dommages au système racinaire en développement, mais suffisamment élevée pour soutenir la croissance des plantes jusqu'au repiquage. »

La salinité, qui est mesurée par conductivité électrique, peut inhiber la germination et retarder la croissance des semis. Une forte proportion de compost ou autres engrais organiques peut entraîner une salinité élevée. La salinité est moins problématique lorsque le compost est à base de matière végétale plutôt que de fumier.

Une approche consiste à fournir des sources d'éléments nutritifs à libération lente, comme du compost, dans le substrat de croissance et d'appliquer des amendements supplémentaires sous forme de farines et sous forme liquide. L'équipe de la Dre Gravel a constaté que dans les contenants surélevés, les tomates biologiques cultivées dans un substrat à base de tourbe avaient un rendement aussi élevé que les tomates « conventionnelles » cultivées dans un substrat à base de fibre de coco, mais seulement dans la deuxième année où le substrat a été utilisé. Dans la première année, les plantes peuvent avoir souffert d'une libération plus faible des éléments nutritifs en raison d'une activité microbienne moins élevée. Dans la deuxième année, la communauté microbienne était mieux établie.

L'introduction de microorganismes dans le substrat de croissance peut aider à transformer les éléments nutritifs en des formes que les plantes peuvent utiliser. Par exemple, la Dre Gravel a constaté que *Trichoderma harzianum* (Rootshield®) stimulait l'activité biologique. En production de fraises, des applications de *T. harzianum* ont entraîné des concentrations plus élevées de polyphénols et d'anthocyanines (des composés phytochimiques associés à la saveur des fruits et aux bienfaits pour la santé humaine).

Pierre-Paul Dion, de l'Université Laval, a constaté que différents engrais avaient des effets différents sur l'activité biologique du sol, ce qui affectait la rapidité avec laquelle les éléments nutritifs étaient libérés. La farine de luzerne a entraîné une libération lente et à long terme de l'azote. Au contraire, la farine de sang et la farine de plumes ont entraîné une libération rapide et à court terme de l'azote. La farine de crevettes et le fumier de volaille granulé ont entraîné « une fertilisation biologique

plus équilibrée soutenant des communautés microbiennes diversifiées et réduisant le besoin d'intrants minéraux autres que l'azote pour soutenir les besoins nutritionnels des plantes. » Cependant, la moitié de l'azote dans le fumier de volaille granulé a été libéré rapidement ; ce taux d'application trop élevé pourrait endommager les plantes.

L'approvisionnement en éléments nutritifs est une chose ; garder ces éléments dans le sol jusqu'à ce qu'ils soient utilisés en est une autre. Diverses activités de la GSB ont étudié comment le biocharbon (biochar) peut retenir les éléments nutritifs (réduisant ainsi le lessivage) et stimuler l'activité biologique du sol. L'ajout de 15% de biocharbon (par volume) au substrat de croissance a entraîné une augmentation des rendements de poivrons et de tomates. La Dre Vicky Lévesque explique que l'amélioration de la croissance était due à une augmentation du carbone, de l'azote et du phosphore assimilables, et que le biocharbon a entraîné un meilleur établissement

de bactéries bénéfiques pour les plantes. L'efficacité du biocharbon dépend des matériaux et des températures qui ont été utilisés pour le créer.

Les études de la GSB donnent aux exploitants de nouveaux outils pour optimiser la production biologique en serre. Les recherches futures de la GSB pourraient apporter encore plus de connaissances. Ceci encouragera les serriculteurs conventionnels à faire la conversion vers la production biologique et aidera à répondre à la demande toujours croissante de produits biologiques locaux.

POUR DAVANTAGE D'INFORMATION

La Grappe Scientifique Biologique: Levier majeur de la production biologique de légumes en serre <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/fr-accueil/grappe-scientifique-biologique/Grappe-biologique-3/latest-news/producer-bulletins.html>



100% biologique



100% recyclé

Les sols bio ont-ils besoin d'être régénérés?

NICOLE BOUDREAU
FÉDÉRATION BIOLOGIQUE DU CANADA

La santé des sols est devenue le sujet de l'heure : l'agriculture régénératrice est promue tous azimuts, tant par les tenants de l'agriculture intensive conventionnelle, tel General Mills, que par l'Institut Rodale, qui a créé une forme de certification biologique en annexant l'application de pratiques régénératrices.

Le qualificatif 'régénératrice' est attirant : on veut tous se régénérer! C'est une promesse de jeunesse prolongée, de vivacité tant de nos personnes que de nos sols. Comment se qualifie l'agriculture biologique dans ce contexte de la promotion de l'agriculture régénératrice?

Dans les faits, a-t-on besoin de régénérer les sols biologiques? La Norme biologique canadienne (NBC) inclut-elle des pratiques qui soignent les sols et assurent la pérennité des cultures?

LA FERTILITÉ DU SOL

Le sol est la base incontournable de la production bio, comme en fait foi la section 5.4 intitulée Gestion de la fertilité du sol et des nutriments, qui prescrit d'établir et de maintenir la fertilité du sol en préservant et augmentant la matière organique qui le compose, tout en visant un équilibre optimal entre les nutriments et stimulant l'activité biologique du sol.

Un sol fertile est un sol en santé.

On favorise la fertilité du sol par la rotation des cultures, incluant engrais verts, cultures dérobées, légumineuses ou

plantes à enracinement profond (5.4.2 a), le recours au compost et aux déjections animales (5.4.2 b), et un travail du sol qui préserve son état physique, chimique et biologique. Il est prescrit de minimiser les dommages à la structure du sol et d'en prévenir l'érosion (5.4.3).

Qui plus est, les matières végétales et animales utilisées pour préserver et améliorer la santé du sol ne doivent pas contaminer les cultures, le sol et l'eau (surplus d'éléments fertilisants, pathogènes métalliques lourds ou autres substances interdites) (5.5.4). En fait, la section 5.5.2 est consacrée à l'épandage écologique des déjections animales.

La gestion des ravageurs (insectes, maladies et mauvaises herbes) comprend les pratiques culturales (rotations des cultures, variétés résistantes et maintien d'un écosystème équilibré), les méthodes mécaniques (travail du sol, paillis) et physiques (tel le brûlage des mauvaises herbes).

La Norme bio place donc la fertilité du sol en première ligne; elle interdit l'hydroponie et l'aéroponie. Mais depuis que l'agriculture régénératrice place le 'no-till', soit le semis direct sans travail du sol, comme pratique essentielle au maintien de la santé des sols, comment s'assurer que les sols biologiques demeurent en santé lorsque le travail du sol est utilisé pour contrôler les mauvaises herbes? Un sol bio est-il un sol en santé?

DE QUOI DÉPEND LA SANTÉ DU SOL?

La santé des sols est une cible mouvante. Les conditions météorologiques, le type de cultures, les pratiques agricoles, les cycles saisonniers... tous ces facteurs influent sur la qualité et la fertilité du sol. L'enjeu de tout producteur soucieux de préserver la santé de ses sols est donc de maintenir l'équilibre, d'analyser l'impact des pratiques culturales qu'il applique saison après saison et de faire les ajustements nécessaires.

Par exemple, après la production d'une culture à forte demande en nutriments, le sol sera traité avec un soin particulier. Ses réserves de nutriments et de matière organique seront reconstituées en semant des cultures de couverture, de l'engrais vert ou en appliquant du compost pour protéger et nourrir les micro-organismes du sol.

Lorsque le travail du sol est utilisé, le producteur plantera une culture fourragère, sèmera un engrais vert, appliquera un paillis ou fournira toute autre couverture végétale pour soutenir la vie du sol et rétablir les agrégats organiques qui composent la structure du sol. Ces pratiques compensent largement les inconvénients tant décriés du travail du sol qui demeure, par ailleurs, un outil précieux pour incorporer les engrais verts, les résidus de culture et les autres matières organiques qui contribuent à nourrir la vie du sol.

PRÉSERVER LA SANTÉ DU SOL

Le recours aux cultures dérobées (5.4.2 a) entre les saisons de culture piège les minéraux pour en limiter le lessivage tout en couvrant le sol; elles protègent le sol quand elles sont plantées entre les rangs des cultures principales.

Il faut aussi noter que l'interdiction de fertilisants, de fongicides et d'insecticides de synthèse en production biologique préserve la vitalité des organismes du sol qui décomposent la matière organique et la rendent assimilable par les végétaux, un paramètre important de la santé des sols.

Les principes et les pratiques de la NBC profitent donc à la santé des sols. La Regenerative Organic Alliance (dont Rodale est un membre important) a développé la Certification biologique régénératrice (ROC) qui requiert la certification biologique de base pour tout produit qui se qualifie comme étant issu de l'agriculture régénératrice. La ROC met l'emphase sur la couverture permanente des sols cultivables.

Dans les faits, les champs biologiques sont le plus souvent couverts. On voit rarement un sol biologique nu à cause du maintien obligatoire de la fertilité du sol (5.4.1) par la rotation des cultures, la culture d'engrais verts et l'application de compost, de fumier âgé et d'autres matières organiques.

LA RÉGÉNÉRATION DU SOL EN PRODUCTION EN SERRE

La NBC permet, depuis 2009, que les végétaux soient cultivés en contenants, typiquement dans les serres, mais sous strictes conditions (7.5). Un volume de sol minimal est prescrit en fonction du type de

culture; des conditions minimales doivent être respectées afin de maintenir la santé des sols des contenants; la structure physique du sol sera constituée d'une fraction minérale (sable, limon, argile) et d'une fraction organique. Le sol doit contenir au moins 10% en volume de compost et au moins 2% de minéraux en poids sec ou en volume. Des applications additionnelles de compost doivent faire partie du programme de fertilisation (7.5.2.4 a). La NBC recommande aussi de régénérer le sol des serres ou des autres structures par l'introduction de paillis végétaux biodégradables (paille ou foin) (7.5.9). Par ailleurs, toutes les substances permises au tableau 4.2 des Listes des substances permises peuvent être utilisées pour maintenir la fertilité des sols en contenants.

Un sol malade n'étant pas fertile, la Norme biologique s'attarde donc amplement à la santé du sol en serriculture. Cependant, les produits issus de la serriculture ne porteront jamais le label 'issu de l'agriculture régénératrice' étant donné que la norme actuelle de la Certification

biologique régénératrice ne permet pas de cultiver en contenants des plantes autres que les semis qui seront transplantés dans le champ.

Le choix de l'industrie biologique canadienne d'inclure la culture en serre dans la Norme biologique demeure cependant des plus légitime : la prolongation des saisons de cultures par la serriculture permet d'approvisionner localement en légumes fraîches les habitants des pays froids qui en ont bien besoin.

Les sols biologiques sont-ils en santé? La Norme biologique est révisée chaque cinq ans afin de réévaluer ou introduire les meilleures pratiques qui maintiendront la fertilité du sol. La qualité des sols dépend de l'ensemble des pratiques appliquées saison après saison; elle résulte de l'équilibre entre l'apport de nutriments au sol et l'assimilation des nutriments par les végétaux. Le sol se régénère quand on applique avec constance année après année les pratiques de la Norme biologique.

LA FÉDÉRATION BIOLOGIQUE DU CANADA

Une solide alliance d'associations provinciales et territoriale qui soutiennent le bio.

Nous coordonnons la recherche scientifique et sommes responsables du maintien de la Norme biologique canadienne afin de soutenir la croissance du bio d'un océan à l'autre.

LA GRAPPE SCIENTIFIQUE BIOLOGIQUE:
Un partenariat durable entre les chercheurs et l'industrie biologique canadienne.



Les partenaires de la Grappe scientifique biologique

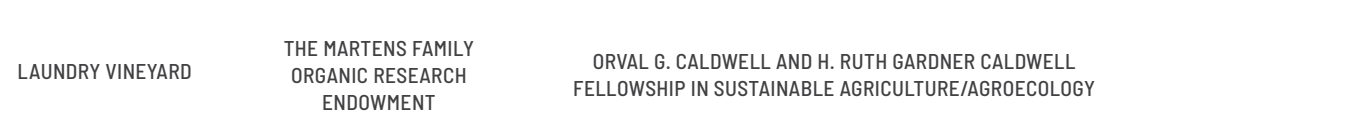


C'est avec gratitude que nous désirons reconnaître les partenaires de l'industrie pour leurs contributions et leur soutien à la Grappe scientifique biologique 3.

CONTRIBUTIONS MONÉTAIRES



Les partenaires de la Grappe scientifique biologique



CONTRIBUTIONS EN NATURE



ET PLUS DE 150 FERMES INDIVIDUELLES

Pâturage de cultures de couvertures : vous pouvez utiliser votre culture de couverture et aussi la manger

CAROLYN MARSHALL
NOVA SCOTIA FEDERATION OF AGRICULTURE

Gros plan sur la vesce velue, une culture de couverture à forte biomasse et à forte teneur en azote (Photo de Carolyn Marshall)

L'intégration de cultures de couverture dans les rotations de cultures est une pratique de gestion largement intégrée pour diverses raisons. La définition d'une culture de couverture est large et englobe toute culture dont le but principal est de ne pas d'être récoltée pour la vente.

Les cultures de couverture sont cultivées pour améliorer ou protéger le sol et cela peut être réalisé de plusieurs manières. Elles peuvent être choisies, par exemple, dans le but de réduire l'érosion du sol dans une période où le sol serait à nu (la définition littérale d'une culture de « couverture »), pour briser un cycle de maladie, pour ajouter des éléments nutritifs, pour améliorer la teneur en matière organique, et pour réduire le lessivage des éléments nutritifs.

Ces multiples utilisations des cultures de couverture signifie qu'il faut prendre beaucoup de décisions lors de l'intégration de cultures de couverture dans une rotation: quelles espèces végétales, le moment de la plantation, le moment de la terminaison ainsi que la méthode utilisée. En termes de méthodes de terminaison, les cultures de couverture peuvent être :

- Terminées chimiquement (dans les systèmes conventionnels)
- Terminées physiquement, soit par un travail du sol ou un rouleau crêpeur

- Terminées avec le temps pour qu'elles soient tuées par l'hiver

Une autre méthode qui n'a pas reçu beaucoup d'attention au Canada est le pâturage par le bétail.

La majorité des recherches sur le bétail en pâturage dans les cultures de couverture ont eu lieu dans le Midwest des États-Unis. Cependant, le Dr Martin Entz de l'Université du Manitoba et ses collaborateurs ont souvent préconisé l'intégration du bétail dans les rotations des cultures comme source de fourrages. Des essais de pâturage sur cultures de couverture sont en cours en Nouvelle-Écosse, y compris des essais à la ferme,



Vesce roulante : L'une des méthodes d'élimination parmi lesquelles on peut choisir, l'utilisation d'un rouleau à friser pour l'élimination sans labour (Photo de Carolyn Marshall)

Lorsqu'une culture de couverture est utilisée comme pâturage, vous ne choisissez pas seulement les espèces végétales qui répondent aux besoins du sol, mais vous devez aussi tenir compte des besoins du bétail. Les besoins du sol et du bétail peuvent souvent être satisfaits en utilisant des mélanges de cultures de couverture – souvent des combinaisons de céréales, de légumineuses, de brassicacées, ainsi que d'autres plantes à feuilles larges comme le tournesol. Par exemple, des mélanges bien planifiés peuvent fournir une bonne teneur en protéines pour une vache en croissance tout en évitant certains risques potentiels, comme le ballonnement, engendrer des avantages pour le sol tels que la suppression des nématodes.

Plusieurs de ces études sur les pâturages en cultures de couverture affichent des résultats similaires. Il y a peu d'amélioration de la santé des sols comparativement aux cultures de couverture terminées sans bétail, bien que certaines études aient démontré une augmentation de la stabilité des agrégats du sol – une mesure importante qui peut, par exemple, avoir un impact sur la propension du sol à l'érosion et l'activité microbienne du sol. Cependant, bon nombre de ces études ne s'étalent que sur quelques années. Étant donné que les réservoirs de carbone sont grands et qu'il faut des années, voire des décennies, pour observer des changements dus à la gestion, des études à long terme pourraient révéler des impacts sur la santé des sols qui ne sont pas détectables sur des périodes plus courtes.

Bien qu'à première vue, ces gains légers en matière de santé des sols puissent être

décourageants, ces mêmes études ont souvent conclu que l'intégration du bétail en pâturage dans les cultures de couverture cultivées en rotation présentait un avantage économique. Ainsi, bien que l'intégration du bétail dans les systèmes de rotation rende les opérations plus compliquées, il est possible non seulement d'améliorer la rentabilité, mais aussi de créer une stabilité économique grâce à la diversification. Ce type de diversification dans un système agricole renforce la résilience, et prendra de l'importance à mesure que nous faisons face aux changements climatiques et aux conditions météorologiques changeantes.

L'utilisation de cultures de couverture peut souvent engendrer des coûts financiers (à court terme) – bien qu'il y ait certainement des avantages à long terme en ce qui concerne la santé des sols et la résilience du système. Cependant, l'incorporation du pâturage pourrait transformer

ces coûts en gains. Ceci pourrait rendre les cultures de couverture plus attrayantes pour un plus grand nombre de producteurs, à condition qu'ils puissent accéder aux connaissances et au soutien requis pour mettre en place un système de pâturage de cultures de couverture. Un éleveur du Dakota du Nord, Gabe Brown, apparaît également dans le documentaire Kiss the Ground (disponible sur Netflix). Il utilise ses cultures de couverture d'hiver comme pâturage pour le bétail. Lorsqu'on l'interroge sur les questions environnementales et les préoccupations concernant la production animale, il répond, « Le problème ce n'est pas l'animal, le problème est où se trouvent les animaux ». Après des années de pertes de récoltes en raison d'événements météorologiques, la diversification de son exploitation a amélioré sa situation. « Je renforce la résilience dans un écosystème. »



La Milanaise a comme mission d'être un influenceur de l'agriculture et de l'alimentation. Nous produisons et transformons des aliments sains, simples et biologiques.

Nous avons comme plus grand engagement de mettre de l'avant et de faire évoluer la démarche agricole biologique.

Nos services pour les agriculteurs:

- Programme de transition vers le biologique personnalisé
- Programme d'analyse et de sélection variétale
- Accompagnement agronomique
- Suivi du rendement et de la rentabilité sur le terrain
- Contrat au long terme

Prendre soin de la vie dans votre sol

JANET WALLACE

Les cultures de couverture nourrissent les organismes du sol et protègent leur habitat de nombreuses façons, notamment en modulant la température du sol et réduisant le risque d'érosion. (Photo de Janet Wallace)

Imaginez un troupeau de moutons dans un pâturage luxuriant. Maintenant, retournez l'image, comme si vous regardiez un reflet dans un lac calme. Considérez qu'il y a probablement dans le sol un poids égal de formes de vie - plantes, insectes, autres invertébrés et microorganismes. Les agriculteurs biologiques ne se limitent pas à prendre soin des plantes et des animaux qui vivent à la surface du sol, ils nourrissent et protègent également la vie du sol.

Un sol en santé contient un nombre impressionnant d'organismes vivants. Une poignée de bon sol peut contenir plus d'organismes vivants que la population humaine mondiale. Ces organismes sont essentiels aux cultures et à l'élevage des animaux sous régie biologique.

QUI VIT DANS LE SOL

Des acariens aux taupes, des vers de terre aux endophytes, il existe une grande diversité de créatures vivant dans le sol. Nous nous concentrerons sur les microorganismes (p. ex. les bactéries, les champignons et les protozoaires) et les invertébrés (p. ex. les vers de terre, les nématodes et les coléoptères).

LES LEADERS DU SOL :

Voici quelques habitants du sol qui sont intéressants et influents :

Les actinomycètes sont des bactéries qui donnent au sol son odeur « terreuse » et laissent des filaments minces qui contribuent à l'agrégation du sol.

Les actinomycètes participent au cycle des éléments nutritifs, aident à contrôler les maladies des racines en inhibant les agents pathogènes et favorisent les régulateurs de croissance des plantes.

Les mycorhizes à arbuscules (MA) sont des champignons ayant des relations symbiotiques (mutuellement bénéfiques) avec les racines de plusieurs espèces de plantes, autres que les brassicacées (p.ex. le canola, le chou). Les MA augmentent la surface des racines, ce qui améliore la capacité des plantes à extraire du sol l'eau et les éléments nutritifs, en particulier le phosphore. Les MA aident également à protéger les plantes des champignons pathogènes (y compris *Fusarium* et *Pythium*), des nématodes nuisibles ou des autres stress, comme la sécheresse et la chaleur extrême. Les MA améliorent également la structure du sol.

Les vers de terre sont des indicateurs efficaces parce qu'ils sont simples à dénombrer et leur abondance reflète la santé globale du sol. Les vers de terre améliorent la porosité et la structure du sol en créant des tunnels, qui permettent à l'air et à l'eau de s'infiltrer, et en les tapissant de substances riches en éléments nutritifs qui aident à lier les particules du sol entre elles. Ils déplacent également les microorganismes et les éléments nutritifs dans le sol.

Les rhizobiums sont des bactéries qui vivent dans les racines des légumineuses. Ils fixent l'azote de l'air, qui devient disponible pour d'autres plantes quand les nodules sont éliminés des racines des légumineuses vivantes ou quand les légumineuses sont incorporées dans le sol.

CONTRIBUTION DE LA VIE DU SOL

La vie du sol est, en fait, le fondement de l'agriculture biologique. Les microorganismes et les invertébrés aident les plantes à accéder aux éléments nutritifs et à l'eau, et les protègent contre les maladies. Les chercheurs de la Grappe Scientifique Biologique (GSB) ont exploré comment les agriculteurs peuvent protéger la vie du sol afin que les microorganismes puissent remplir les fonctions critiques suivantes.



Les cultures de couverture nourrissent les organismes du sol et protègent leur habitat de nombreuses façons, notamment en modulant la température du sol et réduisant le risque d'érosion. (Photo de Janet Wallace)

La décomposition

Plusieurs formes de vie sont des décomposeurs actifs. Des insectes et des arthropodes, comme les cloportes, commencent le processus et les microorganismes le poursuivent. Cette équipe de démolition libère des éléments nutritifs contenus dans le matériel végétal et animal, y compris les cultures de couverture, les résidus de culture et le fumier composté. Les organismes fongiques (p.ex. les vers de terre) aident à transporter le matériel en décomposition et les éléments nutritifs dans le sol.

Le cycle des éléments nutritifs

En plus de libérer les éléments nutritifs de la matière organique en décomposition, les microorganismes du sol convertissent les éléments nutritifs des minéraux et des gaz en formes que les plantes peuvent utiliser. En fixant l'azote, les rhizobiums

La vie du sol est, en fait, le fondement de l'agriculture biologique. Les microorganismes et les invertébrés aident les plantes à accéder aux éléments nutritifs et à l'eau, et les protègent contre les maladies.

capturent l'azote de l'air; d'autres bactéries (nitrifiantes) transforment l'ammonium en nitrites puis en nitrates utilisables par les plantes. La chercheuse de la GSB, Dr Chantal Hamel, a constaté que les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) semblent

améliorer la capacité des plantes hôtes à utiliser les sources organiques de P et de N. Elle conclut que « les champignons MA peuvent extraire efficacement les éléments nutritifs et l'eau du sol, permettant à des sols peu fertiles de produire de bons rendements. »

Les plantes dont les racines ont un meilleur accès aux éléments nutritifs peuvent produire des aliments plus sains. La Dre Miranda Hart, chercheuse de la GSB, a constaté que des plants de tomates inoculés avec des champignons MA produisaient des fruits avec un niveau d'antioxydants plus élevé, une meilleure qualité nutritive et plus de caroténoïdes.

La séquestration du carbone

Alors que nous faisons face à la crise du climat, des chercheurs étudient comment le carbone peut être stocké dans le sol. La séquestration du carbone est un processus complexe et dynamique où les organismes du sol capturent et transforment le carbone.

Améliorer l'ameublissement du sol

Plusieurs formes de vie libèrent des substances qui aident aux particules de sol à se coller ensemble. Le « film visqueux » des vers de terre, les sécrétions des racines (exsudats), les hyphes fongiques et les filaments bactériens contribuent à l'agrégation des particules et à l'ameublissement du sol. De plus, les tunnels créés par les organismes fouisseurs permettent à l'eau (et l'air) de pénétrer dans le sol.

LA LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS

Une communauté abondante et diversifiée d'organismes du sol offre une solide protection contre les ravageurs à l'origine des maladies des racines. Dans les sols biodiversifiés, les organismes bénéfiques plus abondants peuvent supprimer les organismes nuisibles qui causent des maladies (pathogènes).

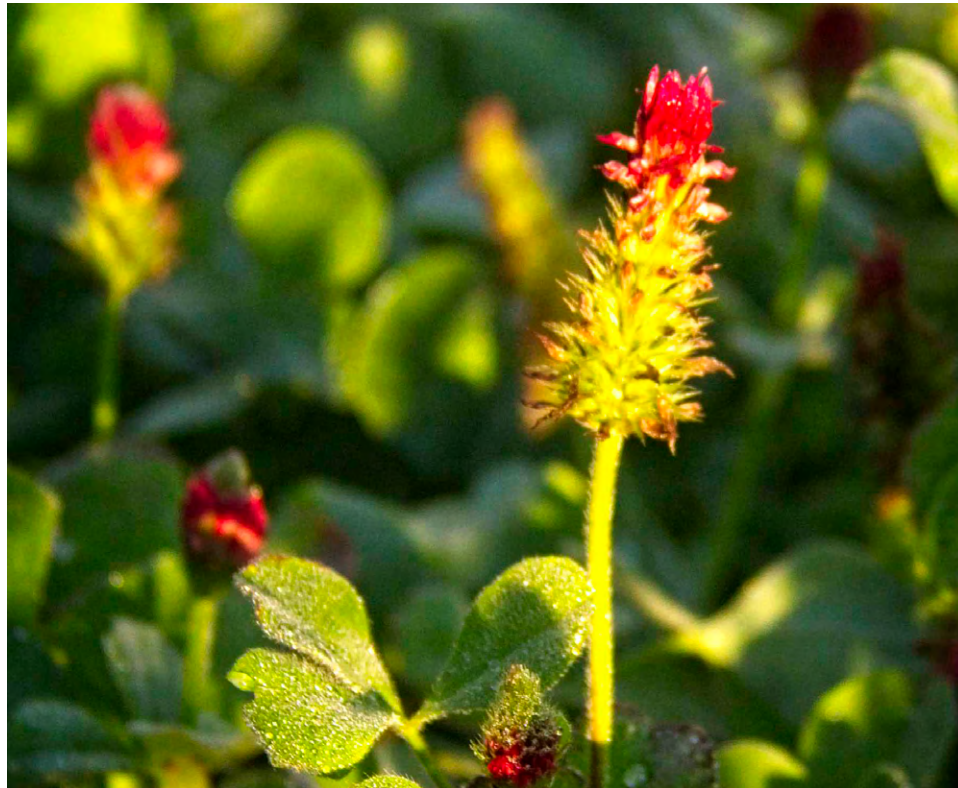
PROTÉGER LA VIE DU SOL

De nombreuses pratiques agricoles, telles que le travail du sol et l'utilisation de pesticides et d'engrais synthétiques, peuvent nuire aux organismes du sol. Heureusement, les producteurs peuvent nourrir et protéger la vie du sol en appliquant certaines pratiques biologiques de base:

- Diversifier la rotation des cultures, en incluant des cultures vivaces ou des cultures de couverture
- Éviter ou minimiser le travail du sol
- Garder autant que possible le sol couvert de cultures vivantes ou de résidus de culture
- Utiliser des sources d'éléments nutritifs biologiques (engrais verts, fumier composté) au lieu d'engrais synthétiques
- Prévenir les niveaux élevés de phosphore dans le sol
- Éviter l'utilisation de pesticides, y compris les insecticides, les biopesticides et les herbicides

Le Dr Martin Entz, de l'Université du Manitoba, a participé à plusieurs activités de recherche de la GSB, notamment en évaluant les effets à long terme des rotations des grandes cultures biologiques sur la santé des sols. Il a constaté que les rotations de cultures qui comprennent des plantes vivaces (fourragères) améliorent la santé des sols en augmentant la taille et l'activité des populations microbiennes du sol. Lorsque des plantes fourragères ou des engrais verts vivaces sont cultivés, le sol n'est pas perturbé par le travail du sol car il demeure entièrement couvert pendant toutes les saisons.

Le travail du sol peut endommager les invertébrés du sol ainsi que leur habitat en détruisant les tunnels et les agrégats de sol, ce qui réduit l'infiltration de l'eau et de l'air dans le sol. Les microorganismes peuvent aussi être affectés. Entz a constaté que le travail du sol peut réduire la colonisation des MA et perturber les réseaux fongiques.



Les cultures de couverture nourrissent les organismes du sol et protègent leur habitat de nombreuses façons, notamment en modulant la température du sol et réduisant le risque d'érosion. (Photo de Janet Wallace)

Cependant, la Dre Chantal Hamel a constaté que les microorganismes du sol étaient plus affectés par l'élimination des résidus de culture que par le travail du sol. Dr Hamel se concentre sur les champignons mycorhiziens à arbuscule et a participé à plusieurs activités de la GSB. Les résidus de culture sont une source de nourriture évidente pour les organismes du sol, mais les racines des cultures, qui nourrissent les organismes du sol pendant la saison de croissance et après la récolte, sont tout aussi importantes.

L'élimination des résidus de cultures peut être plus dommageable que le travail du sol parce que le couvert végétal (résidus de culture, paillis ou plantes) fournit un habitat et module l'humidité et la température du sol. Ceci est important parce que de nombreux organismes du sol, particulièrement les champignons MA, sont sensibles à la sécheresse, aux sols gorgés d'eau et aux températures extrêmes.

Les cultures de couverture peuvent fournir une couverture végétale dans les rotations et entre les rangées des cultures. Au Summerland Research and Development Center, à l'Université de Colombie-Britan-

nique, la Dre Miranda Hart a étudié les impacts des cultures de couverture sur la vie du sol dans les vignobles, et l'impact sur les vignes de l'inoculation avec des champignons MA. Son équipe a conclu que les cultures de couverture ont plusieurs effets bénéfiques sur la vie du sol. Plus particulièrement, ils ont constaté ce qui suit :

(1) L'augmentation de la diversité végétale (incluant les cultures de couverture et les mauvaises herbes) augmente la diversité microbienne du sol et inhibe les agents pathogènes transmis par le sol;

(2) La culture d'une gamme diversifiée de plantes (p. ex. légumineuses, brassicacées, autres plantes à feuilles larges et graminées de saison chaude et de saison fraîche) peut accroître les populations de microbes bénéfiques;

(3) Les brassicacées (p.ex. le radis et la moutarde) suppriment les maladies fongiques et favorisent les bactéries qui suppriment également les maladies (la moutarde blanche, en particulier, a entraîné une réduction des dommages aux racines et de la présence de l'agent pathogène *Ilyonectria*);



Les vers de terre sont d'excellents indicateurs de la santé du sol. (Photo de Janet Wallace)

(4) L'utilisation de plantes indigènes comme cultures de couverture peut favoriser les microorganismes bénéfiques du sol, y compris le champignon bénéfique *Beauveria bassiana*, et inhiber les agents pathogènes;

(5) Le travail du sol fréquent, et l'utilisation d'herbicides et de fongicides à base de cuivre peuvent nuire aux populations de microbes bénéfiques.

Martin Entz a également constaté que garder le sol couvert en hiver avec des cultures de couverture peut augmenter la colonisation des champignons MA. Les brassicacées, cependant, ne sont pas des hôtes pour ce type de champignon; les cultures de couverture comme la moutarde ou le radis ne l'aideront pas. Pour la même raison, les rotations de cultures avec l'utilisation fréquente de brassicacées ne génèrent pas de fortes populations de champignons MA. Cependant, la culture intercalaire avec des non-brassicacées ou des brassicacées, suivies par des légumineuses ou un engrais vert de graminées ou de céréales, peut être bénéfique.

CHOISIR DES ENGRAIS BIOLOGIQUES

Le carbone provenant de la matière végétale ou animale fournit de l'énergie aux microorganismes du sol. Les engrais synthétiques azotés ou phosphatés ne contiennent pas de carbone et, par conséquent, ils ne font que nourrir la plante, pas le sol: c'est à l'opposé de ce que font les producteurs biologiques.

Le choix de l'amendement organique du sol affecte la vie du sol. Le fumier de vache composté peut contribuer davantage à la vie du sol que le fumier de poulet granulé. Dans le cadre de la GSB2, la Dre Caroline Côté a étudié l'effet de la rotation des cultures et de différentes sources d'éléments nutritifs sur le rendement de la carotte et la vie du sol. L'étude portait sur les engrais verts (pois, avoine, témoin) et les engrais biologiques (fumier de volaille granulé, fumier de vache composté, témoin). De ces neuf scénarios, la population bactérienne était la plus élevée dans les parcelles de pois-compost et d'avoine-compost. Pour les formes de vie plus grandes, comme les champignons bénéfiques,

la diversité d'espèces était plus grande lorsque le fumier de vache composté était appliqué, par rapport au fumier de volaille granulé. Ceci est important non seulement d'un point de vue écologique, mais aussi parce que la prolifération de champignons bénéfiques dans le sol était liée à des rendements de carotte plus élevés.

L'effet de l'utilisation à long terme d'engrais phosphatés, incluant le phosphate naturel, sur la vie du sol a été étudié dans diverses activités de la GSB avec des résultats contradictoires. La Dre Hamel a constaté que la diversité des bactéries et des champignons du sol (mais pas les champignons MA) était affectée par la fertilisation phosphatée à long terme dans les champs de luzerne. Dans une autre étude, l'utilisation d'engrais phosphatés dans les champs de soja et de blé affectait la diversité et/ou l'abondance des champignons mycorhiziens à arbuscule.

INOCULATION

Les producteurs peuvent inoculer le sol, ou planter des graines ou des racines en symbiose avec des organismes bénéfiques. Inoculer des graines de légumineuses avec *Rhizobia* est une pratique courante. L'inoculation avec des champignons mycorhiziens à arbuscule est moins fréquente et plus compliquée, voire controversée.

Chantal Hamel a constaté que l'efficacité des champignons MA comme inoculants dépend de l'appariement de la souche appropriée aux propriétés du sol. De plus, les champignons MA déjà présents dans le sol affectent l'efficacité de l'inoculant à coloniser les racines.

Miranda Hart craint cependant que les inoculants commerciaux à base de champignons MA menacent les communautés naturelles de champignons MA. Elle affirme « qu'à partir des données disponibles, nous concluons que l'inoculation à base de champignons mycorhiziens à arbuscule est au mieux un pari, et au pire une menace écologique. »

L'Abri végétal: Des cultures bio savoureuses, cultivées intelligemment

JOANNIE D'AMOURS
ÉTUDIANTE À LA MAÎTRISE EN SCIENCES, UNIVERSITÉ LAVAL

Annie Lévesque, de l'Abri Végétal, au marché fermier de Compton, QC. (Photo soumise)

Les entreprises serricoles biologiques souhaitent utiliser plus efficacement la lumière, l'énergie et les ressources naturelles en serre pour une production maraîchère sur quatre saisons. On veut réduire l'empreinte écologique, renforcer la sécurité alimentaire et améliorer la durabilité et la rentabilité des fermes; Frédéric Jobin-Lawler et Annie Lévesque, propriétaires de l'Abri végétal, soutiennent cette approche en participant à une activité menée par Martine Dorais, chercheuse et professeur titulaire à l'Université Laval, qui compare l'agriculture biologique verticale à l'utilisation intelligente des serres dans le cadre de la Grappe scientifique biologique (GSB) 3.

L'Abri végétal est une ferme familiale située à Compton, dans les Cantons-de-l'Est, qui produit des légumes biologiques en serre (tomate, concombre, etc.), des fines herbes et des micro-verdures vendus localement et exportés États-Unis. Le but des deux propriétaires : réduire leur empreinte carbone, tout en s'adaptant aux nouvelles conditions du marché (diversification des légumes offerts, accroissement de la période d'exploitation saisonnière,

etc.) et soutenir la recherche scientifique.

Parallèlement aux essais effectués en laboratoire à l'Université Laval, l'Abri végétal est un site d'essai en situation réelle pour trois volets de la recherche de la Grappe biologique : 1) la production de micro-verdures en cabinet de croissance; 2) la culture intra-canopée; et 3) l'effet de biostimulants.

Les producteurs sèment différentes cultures qu'ils récoltent après 21 jours pour composer un mesclun de micro-verdures (bette à carde, pak choi, moutarde, shiso, amarante, etc.). Avant leur participation à la GSB, la qualité de leur produit dépendait grandement de la qualité du terreau; ils souhaitent maintenant optimiser leurs méthodes de production pour garantir la qualité gustative et nutritionnelle de leur produit et le différencier des produits des systèmes hydroponiques. Pour ce faire, ils évaluent les impacts de la luminosité et de l'utilisation de divers fertilisants et inoculants sur leur culture.

Sous le 1er volet du projet en cabinets de croissance, des luminaires à diodes électroluminescentes (DEL) ont été testés avec

différents types de spectres lumineux et différentes photopériodes :

- jours longs et courtes nuits (20h de soleil et 4h de noirceur);
- cycles de jours courts et très courtes nuits (5h de soleil et 1h de noirceur en alternance sur 24h);
- en comparaison avec un ensoleillement naturel complété par des luminaires à haute pression de sodium (HPS).

Ces comparaisons ont révélé que l'utilisation des DEL diminue la consommation énergétique et l'émission de chaleur. L'utilisation de DEL en cubicule de croissance est la solution idéale en culture de micro-verdures car la température produite par les luminaires HPS est insoutenable pour les plantes.

Frédéric voit d'un bon œil l'optimisation de leurs méthodes de production de micro-verdures en cabinets fermés. « Je vais avoir beaucoup de connaissances sur les effets des photopériodes et sur l'impact du spectre lumineux et je vais pouvoir appliquer ces connaissances par après ».



Frédéric Jobin-Lawler et Annie Lévesque, les propriétaires de l'Abri végétal. (Photo soumise)

Dans le cadre du 2e volet de l'activité de recherche, l'Abri végétal a cherché à optimiser les 3000 mètres carrés des serres en améliorant le rendement au mètre carré. Au lieu de faire le vide habituel entre deux cultures, ils ont fait se chevaucher deux cultures différentes afin de rentabiliser l'espace. Les deux cultures cultivées simultanément permettent d'augmenter le rendement au mètre carré pour une période donnée et, par le fait même, d'optimiser les coûts de chauffage.

Les serriculteurs ont donc planté de jeunes plants de concombres au pied de plants de tomates en fin de vie. La transplantation a été faite à un moment propice pour la jeune culture qui a besoin d'une luminosité adéquate. Ils ont donc diminué le feuillage de la vieille culture au profit de la jeune culture, et placé une lampe à l'intérieur de la canopée de la culture en fin de cycle pour que la jeune culture reçoive suffisamment de lumière. Frédéric a acquis une certaine expertise en participant à la mise en place du dispositif expérimental et souhaite installer de nouveaux luminaires un peu partout dans les serres.

Comme l'incidence des maladies est favorisée en cultivant en continu, différents traitements d'inoculum, soit des « bio-suppresseurs », seront testés durant le 3e volet de l'activité de recherche. Les bio-suppresseurs permettraient de limiter l'apparition de certains champignons, tel que le *Pythium*. Ils seront appliqués soit en inoculant le terreau avec un nouveau traitement, soit en utilisant un lessivat de leur sol, afin de mettre à contribution la microflore déjà présente. « On croit qu'il y a déjà un bon potentiel de phytoprotection dans le sol de notre serre » commente Frédéric.

Par cette mobilisation en recherche, l'Abri-végétal cherche avant tout à appuyer la science; les producteurs sont conscients que parfois, les résultats ne répondent pas aux attentes. « On sait qu'il y a une partie liée strictement à la science. C'est aussi important de savoir ce qui fonctionne, que de savoir ce qui ne fonctionne pas. »

Des réunions de planification avec l'équipe de recherche ont lieu tous les 6 mois, plus fréquemment au début. À la fin d'un cycle de recherche, les chercheurs résumant et vulgarisent les résultats de l'ensemble du projet chez les

divers partenaires. Frédéric apprécie ces présentations : « Ça nous permet d'avoir l'information rapidement sur ce qui s'est passé ailleurs et ça nous oriente vers de nouvelles pistes d'essais à faire chez nous ».

Les serriculteurs de l'Abri végétal ont une vision claire de l'avenir du bio en plein sol : « On a toujours cru au principe de la certification bio, qu'une plante doit pousser dans le sol ». Ils veulent offrir aux consommateurs des produits biologiques qui se démarquent par leur goût du terroir, en plus d'être des produits sans résidus de pesticides de synthèse.

En collaborant au projet de recherche de la GSB, ils espèrent démontrer que le sol est le meilleur vecteur de protection contre de nombreuses maladies des végétaux. Les résultats du prochain volet sur les bio-suppresseurs s'annoncent intéressants!

Cultures de couverture, un outil avéré pour un sol en santé

STÉPHANIE LAVERGNE¹ ET JOANNIE D'AMOURS²

¹ DOCTORANTE, UNIVERSITÉ DALHOUSIE, ² ÉTUDIANTE À LA MAÎTRISE ÈS SCIENCE, UNIVERSITÉ LAVAL

Mélanges de cultures de couverture plantés après la récolte des céréales en 2020. (Photo de Stéphanie Lavergne)

De nombreuses approches en gestion agricole sont applicables sur les fermes certifiées biologiques. Cependant, certaines approches nécessitent un travail du sol intensif pour la lutte contre les mauvaises herbes, altérant ainsi les propriétés physiques et biologiques du sol. Par contre, d'autres pratiques, comme l'usage de cultures de couverture, pourraient atténuer l'effet du travail du sol intensif en améliorant la santé du sol. Les cultures de couverture sont des cultures non commerciales, cultivées soit en pleine saison, en dérobée ou intercalées entre les rangs de cultures commerciales. Elles sont principalement utilisées afin de promouvoir la santé des sols, en favorisant la biodiversité et en réduisant l'érosion, mais peuvent également servir à lutter contre les mauvaises herbes, soutenir les pollinisateurs et réduire la pression des insectes ravageurs dans les cultures commerciales.

SANTÉ DES SOLS

La santé des sols peut être définie comme la capacité de l'écosystème d'un sol à accomplir ses fonctions vitales. De telles fonctions peuvent être, par exemple, de soutenir la croissance des plantes, de four-

nir des habitats à divers organismes, d'atténuer les changements climatiques, de réguler les inondations, de séquestrer du carbone, etc. Le sol est à la base de la production agricole. Il revêt une importance particulière en agriculture biologique, car la nutrition des cultures dans ces systèmes repose principalement sur l'activité des organismes du sol (le réseau trophique du sol).

Une récente étude du Dr Derek Lynch et de Mme Carolyn Mann portant sur la perception de la santé des sols chez les agriculteurs des provinces maritimes du Canada a révélé que les agriculteurs biologiques s'intéressent particulièrement à la santé biologique de leurs sols. À l'instar de l'évaluation de la santé humaine, la santé des sols est mesurée à l'aide d'une combinaison de tests. Alors que certains de ces tests physiques, chimiques et biologiques peuvent être effectués directement sur le terrain, d'autres analyses de la santé des sols sont effectuées en laboratoire sur des échantillons de sol représentatifs d'un champ. Les analyses de sol peuvent évaluer plus largement la santé globale du sol à l'échelle d'une ferme, ou évaluer plus précisément un problème ou une approche agronomique spécifique à un champ.

LES CULTURES DE COUVERTURE FOURNISSENT DE L'AZOTE AU MAÏS-GRAIN BIOLOGIQUE

Les cultures de couverture sont souvent semées en dérobée à l'automne par les producteurs biologiques canadiens afin de fournir une couverture du sol durant l'hiver, prévenant ainsi l'érosion du sol et les pertes en éléments nutritifs, en plus de fournir de l'azote pour la culture suivante. Les producteurs étaient curieux de savoir si les mélanges de cultures de couverture en dérobée pouvaient être plus performants que les semis purs de pois fourrager en dérobée (cv. 4010). Une équipe de chercheurs de l'Université Laval et d'Agriculture et Agroalimentaire Canada a mesuré la concentration en azote de la biomasse aérienne et racinaire des mélanges de cultures de couverture à base de pois, afin d'évaluer leur effet sur l'azote du sol disponible et le rendement du maïs-grain l'année suivante. L'étude sur le terrain a été menée au Québec sur un site de recherche expérimentale et chez un producteur de maïs-grain biologique. Trois mélanges de cultures de couverture contenant du pois fourrager ont été comparés à des semis purs de pois fourrager.

L'étude a révélé qu'en moyenne, les racines des cultures de couverture ne représentaient que 14 % de la concentration totale en azote des cultures de couverture. Les mélanges à base de pois avaient une biomasse aérienne plus faible, mais une biomasse racinaire plus élevée que le semis pur de pois fourrager. Le rendement du maïs-grain à la suite d'un semis pur de pois fourrager ou de mélanges à base de pois a été amélioré de 28 % par rapport à un témoin sans culture de couverture. Ainsi, les mélanges à base de pois sont une bonne alternative à un semis pur de pois fourrager pour fournir de l'azote au maïs-grain, car ils amélioreraient davantage la santé des sols et favoriseraient les services écosystémiques par leur plus grande biomasse racinaire.

En fouillant dans la littérature scientifique, les chercheurs ont également pu mettre en évidence que les cultures de couverture de légumineuses ou constituées de mélanges à base de légumineuses sont les mieux adaptées pour augmenter les concentrations en azote et en carbone dans le sol et pour améliorer les rendements, tandis que les non-légumineuses sont les mieux adaptées pour réduire l'azote résiduel du sol et lutter contre les mauvaises herbes. Lors du choix d'une culture de couverture semée en dérobée, les agriculteurs devraient donc envisager des mélanges d'espèces de légumineuses et de graminées, car ces mélanges offrent un bon compromis entre les bénéfices agronomiques et les services écosystémiques du sol.

SANTÉ DES SOLS DANS DES SYSTÈMES BIOLOGIQUES BASÉS SUR LE TRAVAIL DU SOL

Bien que l'utilisation de cultures de couverture puisse augmenter les rendements des cultures commerciales, des études récentes menées sur des fermes ont montré que des rotations diversifiées incluant des cultures de couverture sont tout de même associées à une augmentation de l'intensité du travail du sol et à un effet négatif sur

Tableau 1. Résumé des résultats de l'étude sur les mélanges de cultures de couverture.

Traitement	Proportion de légumineuses (%) dans la culture de couverture	Biomasse aérienne (t/ha) ¹	Azote minéral du sol (kg N/ha)	Rendement du maïs (t/ha) ²
Témoin	0	-	36	4.0
Semis pur de pois	100	19.5	51	5.6
Mélange de 2 espèces	60	19.7	44	5.3
Mélange de 6 espèces	45	19.4	40	4.4
Mélange de 12 espèces	45	20.3	41	5.2

¹ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880921003613>

² <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/agj2.20727>

APPUYÉS FIÈREMENT PAR

LES CONSEILS DE PETITS FRUITS
DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE



VISITEZ-NOUS À

bcraspberries.com

bcblueberry.com

bcstrawberries.com



Un ver de terre dans un champ de soja récolté. (Photo de Stéphanie Lavergne)

la santé des sols. Les gouvernements fédéral et provincial ont fixé des objectifs ambitieux en matière de conservation des sols afin d'améliorer à la fois la santé des sols et la séquestration du carbone dans les sols. La recherche doit nous aider à comprendre comment les pratiques de gestion du sol et les approches combinées influencent la santé des sols et la dynamique du carbone du sol.

La doctorante Stéphanie Lavergne (Université Dalhousie), le Dr Derek Lynch (Université Dalhousie) et la Dre Caroline Halde (Université Laval) collaborent avec 11 agriculteurs biologiques du Québec pour combler cette lacune en matière de recherche. Une étude des sols sur ces 11 fermes est en cours pour déterminer l'effet de certaines pratiques de gestion des sols sur les indicateurs de santé des sols et sur la dynamique des populations de vers de terre. Les vers de terre sont des indicateurs particulièrement précieux lorsqu'il s'agit de la santé des sols, car ils contribuent à la dynamique du carbone dans le sol et sont sensibles aux pratiques culturales.

Les agriculteurs biologiques sont curieux de savoir : comment la santé des sols varie-t-elle d'une ferme à l'autre? Quels indicateurs de la santé des sols sont influencés par leurs pratiques de gestion? Quelles fonctions de la santé des sols devraient-ils promouvoir et comment peuvent-ils les évaluer?

Les résultats préliminaires de cette étude effectuée sur des fermes en production de grains biologiques au Québec suggèrent que l'abondance en vers de terre et la diversité des espèces sont influencées par les concentrations en matière organique du sol et les pratiques de gestion, telles que l'intensité du travail du sol et la rotation des cultures. Plus concrètement, la quantité totale des vers de terre diminuerait avec l'augmentation de la fréquence du travail du sol – une plus grande fréquence de travail de sol serait associée avec une plus faible population de vers de terre.

Un producteur québécois participant au projet a été surpris par l'abondance de vers de terre dans ses champs en 2019. Ce producteur a adopté des pratiques de travail réduit du sol depuis plusieurs années et il se réjouit de l'effet positif réel sur la santé du sol de sa ferme.

Cette étude était toujours en cours à l'automne 2021. Les résultats sur l'influence des pratiques de gestion sur la santé des sols et la dynamique du carbone devraient être disponibles prochainement.

CONCLUSION

Les cultures de couverture de semis purs et de mélanges peuvent fournir de nombreux services écologiques, comme la gestion des mauvaises herbes, l'appro-



Un étudiant trie à la main des vers de terre sur le terrain. (Photo de Stéphanie Lavergne)

visionnement en azote, l'amélioration du rendement des cultures et des bénéfices au niveau de la santé des sols. L'amélioration des connaissances sur la contribution de différentes espèces de cultures de couverture à la biomasse aérienne/racinaire et aux concentrations en carbone et en azote aiderait les producteurs à choisir les espèces de cultures de couverture (ou les mélanges) qui répondent le mieux à leurs besoins. De plus, les recherches futures devraient clairement identifier les mécanismes sous-jacents à la minéralisation de l'azote du sol, à la stabilisation du carbone et aux bénéfices sur la santé des sols des cultures de couverture pour différents systèmes culturaux. Ces recherches devraient aider les agriculteurs et les différents intervenants à adapter leurs pratiques pour améliorer les rendements des cultures biologiques tout en maintenant la santé des sols.

POUR D'AVANTAGE D'INFORMATION

Pour plus d'informations sur la Grappe biologique 3 – Activité 27, voir www.dal.ca/OACC/OSC

Pour obtenir plus d'information sur les systèmes avec engrais verts dans l'Est du Canada : www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/en-home/organic-science-cluster/OSCI/latest-news-/producer-bulletins.html



L'équipe de recherche à proximité du maïs-grain prêt à être récolté au cours de la dernière journée de champ du projet. (Photo de Pascal Tessier)



Des étudiants de l'Université Laval prélèvent des échantillons de biomasse de cultures de couverture avant leur terminaison par le gel hivernal en octobre 2017. (Photo de Caroline Halde)

Plus il y en a, mieux c'est? Cultures de couverture multi-espèces comparativement à une seule espèce dans la production de la carotte

FRANK LARNEY¹, HALEY CATTON¹, CHARLES GEDDES¹, NEWTON LUPWAYI¹, TOM FORGE², REYNALD LEMKE³, ET BOBBI HELGASON⁴

Le traitement témoin qui était essentiellement une jachère, où prédominaient le chénopode, le gaillardet et l'amarante à racine rouge, le 30 juillet, 2018. Les mauvaises herbes ne sont pas si mauvaises après tout? ...tant qu'elles ne montent pas en graines avant l'incorporation au sol. (Photo de Frank Larney)

Agriculture et Agroalimentaire Canada;
¹Lethbridge, AB; ²Summerland, C-B;
³Saskatoon, SK; ⁴Dept. de la Science
du sol, Université de la Saskatchewan

Les cultures de couverture jouent un rôle vital dans les systèmes d'agriculture biologique. Elles offrent de nombreux avantages incluant l'amélioration de la matière organique et de la santé des sols, la rétention de l'azote, la suppression des mauvaises herbes, la conservation de l'humidité du sol, et par conséquent, une augmentation des rendements des cultures. Traditionnellement, les cultures de couverture sont composées généralement d'une, ou parfois deux espèces (p.ex. seigle d'automne ou orge/pois). Cependant, au cours des dernières années, divers mélanges ou « cocktails » qui contiennent jusqu'à 15 espèces de cultures de couverture ont gagné en popularité. Ces mélanges de cultures de couverture multi-espèces sont-ils vraiment meilleurs que leurs homologues moins sophistiqués?

Les cultures de couverture sont souvent cultivées pendant la saison principale (remplaçant une culture commerciale en rotation) ou semées à l'automne pour protéger le sol de l'érosion éolienne et hydrique tout au long de l'hiver et au début du printemps. Dans notre étude financée

dans le cadre par la Grappe Scientifique Biologique, nous avons comparé l'impact sur les paramètres du sol, les ravageurs et les mauvaises herbes de différentes cultures de couverture composées de plusieurs espèces et semées en saison principale. Nous voulions également évaluer les effets des cultures de couverture d'automne (p.ex. le blé d'hiver) et leurs impacts sur les vers fil-de-fer et les nématodes. En fait, ces ravageurs seraient avantagés par les cultures de couverture car ils semblent avoir un plus grand taux de survie en saison de non-croissance (l'hiver) lorsque des racines vivantes sont présentes.

Notre équipe de recherche était composée d'experts en science du sol, d'un entomologiste, d'un nématologue, d'un spécialiste des mauvaises herbes, de techniciens en champ et de techniciens de laboratoire, ainsi que de nombreux étudiants d'été. Nous avons collaboré avec Howard et Cornelius Leffers qui exploitent une ferme biologique irriguée près de Coaldale, en Alberta. Ils se spécialisent en production de carottes et de betteraves rouges pour les restaurants, les marchés publics et les épiceries qui vendent des aliments biologiques, et cultivent la luzerne, le blé d'hiver et les haricots secs. Nous avons évalué sept types de cultures de couverture avant la production de carottes. Les cultures de

couverture ont été établies en juin de la première année, comme suit :

- Sarrasin;
- Féverole;
- Brassicacées (moutarde blanche + moutarde brune);
- Mélange*;
- Mélange* suivi par l'orge qui a poussé jusqu'au premier gel meurtrier;
- Mélange* suivi par le blé d'hiver qui a survécu à l'hiver, a repris au printemps et a été terminé par le travail du sol; et
- Témoin (pas de culture de couverture, et on a laissé pousser les mauvaises herbes).

*Un mélange de cinq légumineuses, quatre graminées, deux brassicacées, de lin, de phacélie, de carthame et de sarrasin (15 espèces au total).

En août, tous les traitements et le témoin ont été incorporés au sol par disquage. Rien n'a été planté pendant l'hiver dans les parcelles témoin et les parcelles des traitements 1-4; on a laissé pousser les mauvaises herbes. Des cultures de couverture ont été semées dans les parcelles des traitements 5 et 6.

Au cours de la deuxième année, des carottes ont été plantées en juin et récoltées à l'automne. Nous avons terminé deux



De gauche à droite : Charles Geddes (Weed Ecology & Cropping Systems, AAC-Lethbridge); Howard Leffers (producteur-collaborateur, Coaldale, AB); et James Hawkins (récipiendaire Nuffield (2018), Neuarcurr, Victoria, Australie) dans la culture de couverture de 15 espèces, le 7 août 2018. (Photo de Frank Larney)

cycles de rotation de cultures de couverture-carottes (2018-19, 2019-20). Un troisième cycle, retardé en raison de la pandémie, est maintenant en cours.

Des échantillons de biomasse de cultures de couverture et de mauvaises herbes ont été prélevés juste avant le disquage en août de la première année. Nous avons mesuré les concentrations de carbone (C) et d'azote (N) des cultures de couverture et des principales espèces de mauvaises herbes. En 2018, les cultures de couverture multi-espèces, les brassicacées et le sarrasin étaient plus compétitives que les mauvaises herbes, montrant une biomasse de mauvaises herbes significativement plus faible. Cependant, il n'y avait pas de différence significative dans la biomasse des mauvaises herbes entre le traitement de féverole et le témoin. Dans cette composante de l'étude, nous sommes particulièrement intéressés à quantifier le retour du carbone et de l'azote au sol sous forme de biomasse de mauvaises herbes lors de l'incorporation. Cet aspect a été précédemment négligé et est donc sous-évalué.

Est-il possible que le témoin (pas de culture de couverture, seulement des mauvaises herbes) ait performé aussi bien que les cultures de couverture en termes d'effets sur la santé du sol ou du rendement/

qualité des carottes? Étant donné que les mauvaises herbes ont également été incorporées au sol en août, le traitement de féverole et le témoin ont retourné plus de C total au sol (en moyenne 2220 kg/ha) en raison d'une plus grande biomasse de mauvaises herbes que le sarrasin, les brassicacées ou le mélange multi-espèces (850-1330 kg/ha). De plus, la féverole étant une légumineuse fixatrice d'azote, ce traitement a retourné significativement plus d'azote au sol (99 kg/ha) que le sarrasin (60 kg/ha), mais pas le témoin (79 kg/ha). Les brassicacées et le mélange multi-espèces ont tous deux retourné des quantités d'azote significativement plus faibles (en moyenne, 38 kg/ha).

Quant à la santé des sols, le mélange multi-espèces a entraîné une plus grande activité microbienne que les cultures de couverture composées de brassicacées ou de sarrasin. Le traitement des cultures de couverture n'a eu aucun effet sur les populations de nématodes des lésions des racines avant ou après l'incorporation des cultures de couverture en 2018, ou avant la plantation de carottes en 2019.

Après la récolte de la deuxième année, notre équipe a classé les carottes dans les catégories de Classe A (visuellement attrayantes, sans déformations : idéales

pour les restaurants, les marchés publics et les épiceries d'aliments biologiques) et Classe B (déclassées en raison des dommages causés par les vers fil-de-fer, carottes fourchues ou autres déformations : ne conviennent qu'à la production de jus). Les carottes de Classe B valent environ un tiers des carottes de Classe A.

En 2019, il n'y avait pas de différence significative entre les traitements pour le rendement des carottes de Classe A. Cependant, les cultures de couverture multi-espèces avaient une plus grande proportion de carottes de Classe B, y compris des carottes fourchues. Les déformations des carottes peuvent être causées par un sol compact, une interférence avec des mauvaises herbes et par des insectes et des nématodes qui se nourrissent des racines en croissance. Quand le mélange multi-espèces a été suivi de cultures de couverture semées à l'automne (traitements 5 et 6), il y avait une légère hausse des dommages causés par les vers fil-de-fer. En 2020, le rendement total des carottes (Classes A et B) était 10% plus élevé quand le mélange était suivi de cultures de couverture semées à l'automne (orge, blé d'hiver) comparativement aux cultures de brassicacées. Cependant, il y a eu peu d'autres effets des traitements de cultures de couverture sur les paramètres de la carotte en 2020.

Certaines analyses de sol en laboratoire ont été retardées en raison de la pandémie. Celles-ci, ainsi que les résultats de notre troisième essai au champ (cycle culture de couverture-carotte 2021-22) aideront à solidifier nos conclusions et à déterminer les avantages et les inconvénients des cultures multi-espèces comparativement aux cultures de couverture mono-espèce en production de carottes biologiques irriguées.

POUR DAVANTAGE D'INFORMATION

Pour en savoir davantage sur l'activité 8 de la GSB3, consultez dal.ca/oacc/osciii

Économie vs environnement : compromis dans la gestion des éléments nutritifs en production de légumes biologiques

SEAN SMUKLER

FACULTY OF LAND AND FOOD SYSTEMS,
UNIVERSITÉ DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE

Objectifs économiques et environnementaux : les producteurs biologiques peuvent-ils cocher les deux cases en matière de gestion des éléments nutritifs? Un approvisionnement trop faible en éléments nutritifs peut entraîner une réduction des rendements et des revenus. La gestion des éléments nutritifs est l'une des principales raisons pour lesquelles les fermes

biologiques, en particulier les fermes maraîchères, ont des rendements inférieurs à ceux des fermes conventionnelles. Parallèlement, l'application d'azote (N) et de phosphore (P) au-dessus de ce que la culture peut utiliser peut entraîner le lessivage des éléments nutritifs et le ruissellement dans les cours d'eau, contribuer à la mauvaise qualité de l'air et à l'émission

des gaz à effets de serre responsables des changements climatiques. La gestion de ce compromis est difficile car les résultats peuvent varier considérablement en fonction des types d'amendements auxquels les producteurs ont accès, du climat et des conditions du sol.

Il ne s'agit pas de simplement ajouter du compost aux légumes chaque année. Il est important de connaître la quantité d'azote et de phosphore requise (et celle qui sera retirée du sol par la culture) et la teneur en azote et en phosphore contenue dans un amendement. Nous avons conçu une stratégie prometteuse (Faible Compost + N) qui permet aux producteurs un équilibre entre de bons rendements et la protection de l'environnement.

LA COMPLEXITÉ DU PROBLÈME

Il y a souvent un décalage entre le ratio azote/phosphore dont la culture a besoin et le ratio du compost ou du fumier. Par exemple, le ratio azote/phosphore idéal pour la pomme de terre est de 6/1 et de 7/6 pour l'épinard. Cependant, les ratios azote/phosphore provenant des fumiers et du compost peuvent être aussi bas que 1/3 et 0/6, respectivement. Le résultat de cette inadéquation est qu'au fil du temps, les agriculteurs qui appliquent du compost ou du fumier pour répondre aux besoins en azote de leurs cultures accumulent du P dans le sol, à un niveau qui pourrait dépasser les niveaux salubres pour l'environnement. De plus, la quantité totale d'azote présente dans les amendements se minéralise en azote assimilable par les plantes à des taux variables. Par exemple, des incubations en laboratoire de fumier de volaille composté ont démontré que la quantité totale d'azote minéralisé au cours d'une saison peut varier de 3 à 37 %.

Les taux de minéralisation sont largement déterminés par le rapport carbone/azote (C/N) des amendements, mais aussi par le type de sol, la température et l'humidité. Pour harmoniser avec précision l'apport en éléments nutritifs et les besoins des cultures, il faut donc non seu-

lement connaître la teneur en azote et en phosphore des amendements, mais aussi estimer la quantité susceptible d'être minéralisée pendant la saison de production. Grâce à ces informations, les producteurs peuvent utiliser des engrais autorisés pour compenser tout déséquilibre dans le rapport N/P.

Idéalement, une grande partie de l'azote et du phosphore appliqués à un champ proviendrait du recyclage d'éléments nutritifs des cultures de couverture cultivées en hiver. L'azote pourrait aussi être ajouté au système à l'aide de cultures fixatrices d'azote (plutôt que par l'ajout d'amendements). Cependant, le recours aux cultures de couverture n'est pas toujours efficace en Colombie-Britannique. Les producteurs disposent d'une courte période pour les établir, les hivers froids limitent la fixation de l'azote et la production de biomasse, et les oiseaux migrateurs peuvent complètement détruire les cultures de couverture.

Enfin, le coût du compost, du fumier et des engrais biologiques varie considérablement en fonction de leur disponibilité régionale. Cette multitude de facteurs signifie que la gestion efficace des éléments nutritifs est une tâche complexe et que les meilleures solutions varient considérablement d'une région à l'autre.

MESURER LES COMPROMIS PAR DES EXPÉRIENCES CONTRÔLÉES

Pour évaluer les résultats économiques et environnementaux des stratégies de gestion des éléments nutritifs dans les fermes maraîchères biologiques en Colombie-Britannique, le Sustainable Agricultural Landscapes Lab de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC) a lancé une étude avec le soutien de la Grappe Scientifique Biologique 3 en 2018. La Dre Kira Borden, boursière postdoctorale, a dirigé l'établissement d'une expérience contrôlée sur deux fermes en activité (« fermes mères ») qui avaient des historiques de gestion et des sols différents. La ferme de l'UBC dans la vallée du Fraser a des sols à texture grossière et Greenfire Farm, sur

Tableau 1. Quatre traitements de stratégie de gestion des éléments nutritifs répétés en 2018 et 2019

Traitement	Description
Compost Élevé	Compost appliqué à un taux ciblant les besoins en azote des cultures (retrait)
Faible Compost+N	Compost appliqué à un taux ciblant le retrait du P des cultures + N de farine de plumes correspondant au retrait de N des cultures
Typique	Compost et/ou engrais appliqué selon l'approche typique de la ferme
Témoin	Aucun compost appliqué

l'île de Vancouver, a des sols à texture fine. Sur chaque site, quatre traitements ont été établis sur des parcelles répliquées (Tableau 1). Les pommes de terre ont été cultivées la première année et le chou et le chou-fleur la deuxième année.

Des rendements plus importants (rendement par rapport au témoin) ont été observés pour les pommes de terre sous Compost Élevé par rapport à Faible Compost + N, mais aucune différence n'a été observée entre les stratégies de gestion des éléments nutritifs pour les brassicacées. Les gains en rendement des pommes de terre ont été plus prononcés à Greenfire Farm qu'à la ferme de l'UBC. Nous avons aussi observé une utilisation plus efficace de l'azote avec le traitement Faible Compost + N, la culture ayant récupéré (assimilé) de 20% à 100% de l'azote appliqué, tandis que moins de 20% de l'azote a été récupéré dans les parcelles de Compost Élevé. Cette tendance s'est reflétée pour la récupération du phosphore à la ferme de l'UBC, mais avec des exceptions spécifiques aux cultures.

ÉVALUER LES COMPROMIS ENTRE LES RÉGIONS

Pour évaluer comment les compromis économiques et environnementaux des différentes stratégies de gestion des éléments nutritifs varient selon les sols, les conditions climatiques et les coûts des

éléments nutritifs, nous avons établi des essais dans 20 fermes maraîchères mixtes (« fermes filles ») dans trois régions du sud-ouest de la Colombie-Britannique. Ces essais ont été menés par Amy Norgaard, étudiante à la maîtrise. Dans les fermes filles, nous avons comparé les mêmes traitements que dans les fermes mères (tableau 1), mais sans témoin, ce qui aurait pu entraîner une baisse de rendements.

Nous n'avons observé aucune différence dans les rendements lorsque les trois régions ont été prises en compte. Cependant, au cours de la deuxième année, dans la vallée du Fraser (une région dotée de sols riches en P et où les composts sont peu coûteux et à haute teneur en éléments nutritifs), nous avons observé des rendements plus élevés dans les parcelles Compost Élevé comparativement aux parcelles Typique. Nous n'avons pas constaté de différences constantes dans le coût des intrants, sauf dans la vallée du Fraser, avec le coût le plus bas dans les parcelles Typique.

De façon générale, les niveaux de phosphore laissés dans le sol étaient 21% plus élevés avec le traitement Compost Élevé comparativement au traitement Faible Compost + N. Par ailleurs, le traitement Compost Élevé a engendré des niveaux élevés de nitrates dans le sol après la récolte dans les fermes utilisant du compost à haute teneur en azote (échantillonné à une profondeur de 0-30 cm). Ces éléments nutritifs supplémentaires laissés dans



Établissement des parcelles à Greenfire farm sur l'île de Vancouver, Colombie-Britannique (photo soumise)

le sol pourraient être préoccupants pour l'environnement s'il n'y a pas de culture de couverture pour les absorber.

CONCLUSIONS ET PROCHAINES ÉTAPES

Les résultats de nos essais sur les « fermes mères » ont clairement démontré une utilisation des éléments nutritifs plus efficace avec le traitement Faible Compost + N. L'utilisation de cette approche peut amoindrir les compromis entre les objectifs d'ordre économique et environnemental. Les résultats des « fermes filles » étaient similaires, mais moins révélateurs en raison de la variabilité entre les régions et les différences dans la gestion des fermes. L'analyse des « fermes filles » a confirmé qu'une gestion inefficace des éléments nutritifs entraîne des risques environnementaux (en raison de la perte potentielle d'éléments nutritifs), mais aussi que de nombreux producteurs de la Colombie-Britannique gèrent déjà ces compromis efficacement. L'analyse économique détaillée en cours nous aidera à évaluer ces compromis potentiels. Une mise en garde importante : les stratégies de gestion des éléments nutritifs que nous avons utilisées devraient modifier progressivement les propriétés du sol telles que la teneur en phosphore et la matière organique. Il sera important pour les recherches futures d'évaluer les impacts à long terme de ces stratégies.

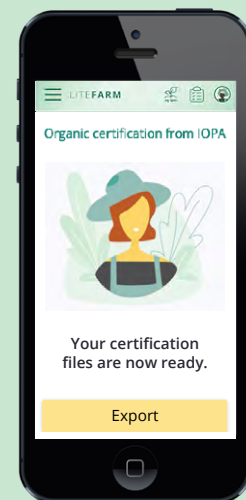
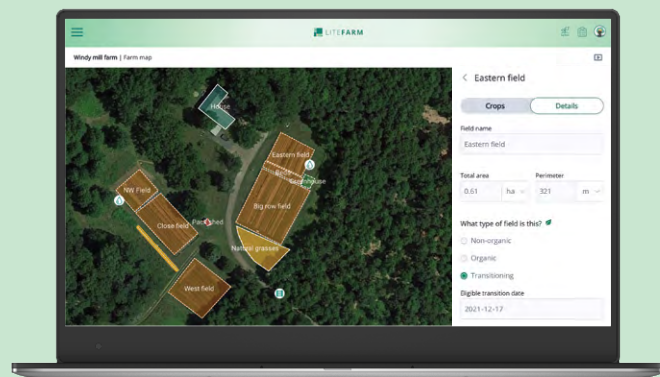


Kira Borden, boursière postdoctorale, en récolte dans les parcelles d'expérimentation de la ferme de l'UBC. (Photo soumise)



Rationalisez votre certification biologique

LITEFARM.ORG



Construit sur nos relations avec les agriculteurs



ACHAT BIO: AVOINE • LIN • ORGE

USA
952.983.1311

RYCROFT
780-833-5153

YORKTON
Avoine & Céréales Fourragères
306.786.4682



C'EST PLUS QUE DU LA TRANSFORMATION.
C'EST NOTRE *Promesse.*

grainmillers.com | 800.328.5188



*Nous contribuons par la recherche
au progrès de l'agriculture*



**Nous sommes le plus grand groupe
de producteurs qui finance la recherche
en agriculture au Canada**

Depuis **1981**,
le conseil d'administration
de la WGRF consulte les
producteurs sur
le financement
de la recherche
en agriculture



Les recherches sont
menées sur

15 cultures



WGRF.ca

 [@westerngrains](https://twitter.com/westerngrains)