

## Les plus récents résultats de la recherche



## Le juste équilibre : stratégies de gestion pour aller de l'avant tout en résolvant les problèmes de santé des sols en régie biologique

2023

Soumis par Dre Bobbi Helgason

La région des Prairies produit la plupart des céréales et des légumineuses biologiques du Canada, et la demande croissante du marché pour ces produits incite de nouvelles exploitations à se lancer en production biologique. Certaines exploitations biologiques des Prairies sont très productives, mais d'autres affichent une baisse de rendement. Les raisons de ces baisses ne sont pas bien comprises, bien que la carence du sol en phosphore (P) soit un problème bien documenté. Des recherches récentes ont montré qu'un apport insuffisant en carbone (C) dans le sol pourrait constituer une autre limitation importante. Il est important de comprendre ce qui rend les systèmes d'agriculture biologique productifs ou improductifs pour assurer leur viabilité à long terme et leur croissance dans les Prairies canadiennes.

Dans ce projet, une approche systématique, pluridisciplinaire et transdisciplinaire a été appliquée pour caractériser les aspects positifs et les défis des systèmes biologiques à haut rendement, en vue d'identifier des solutions qui peuvent être adaptées aux systèmes biologiques à faible rendement. Une ferme biologique à haut rendement du sud de l'Alberta a été comparée à un système biologique à faible rendement de Scott, en Saskatchewan. Les évaluations comprenaient des évaluations agronomiques (sol, insectes, populations de mauvaises herbes), une analyse biophysique du sol et des considérations économiques.

Le travail consistait en trois activités distinctes :

- 1) Comprendre les avantages et les inconvénients des cultures de couverture sur une ferme biologique établie à Coaldale, AB ;
- 2) Restaurer à long terme la fertilité du sol dans le système biologique dans le cadre de l'étude à long terme Systèmes cultureux de remplacement (Alternative Cropping Study (ACS)) à Scott, SK, en appliquant des stratégies ciblées visant à augmenter les apports de C photosynthétique et à améliorer la fertilité en azote et en



phosphore grâce à l'amendement du sol avec du compost;

- 3) Améliorer l'Outil de gestion globale des nutriments à la ferme (WFNMT) afin d'inclure le carbone dans le processus de budgétisation de l'exploitation/du champ en utilisant l'information sur la dynamique du carbone spécifique aux systèmes agricoles des Prairies.

### Les avantages et les inconvénients des cultures de couverture dans un système biologique à haut rendement, Coaldale, AB

Sept traitements de cultures de couverture ont été évalués sous trois cycles de rotation cultures de couverture -carottes pendant la rotation de cinq ans planifiée à la ferme :

- 1) mélange de 15 espèces
- 2) mélange de 15 espèces, et orge semée à l'automne ;
- 3) mélange de 15 espèces et blé semé à l'automne ;
- 4) mélange de deux espèces de brassicacées ;
- 5) sarrasin;
- 6) féverole ;
- 7) jachère.

Au cours des trois années, le rendement en biomasse aérienne du mélange était supérieur ou comparable à celui du sarrasin, et significativement supérieur à celui des brassicacées et de la féverole. La production de biomasse a été similaire pour les brassicacées et la féverole au cours des trois années. À quelques exceptions près, la teneur en carbone et en azote des cultures de couverture correspondait en grande partie à la production de biomasse. Ainsi, si l'objectif principal de l'utilisation d'une culture de couverture est d'augmenter

la production de biomasse, le mélange ou le sarrasin serait le meilleur choix; cependant, les apports d'azote du mélange ont eu tendance à être plus élevés que ceux du sarrasin, de sorte que le mélange pourrait être le meilleur choix dans l'ensemble.

En général, la féverole n'a pas bien supprimé les mauvaises herbes, bien qu'elle ait eu un certain impact sur l'amarante à racine rouge. Le mélange, les brassicacées et le sarrasin ont supprimé le chénopode blanc, et le mélange et les brassicacées ont supprimé le gaillet gratteron. Le sarrasin a semblé particulièrement efficace pour supprimer l'amarante à racine rouge, mais a affiché un effet modeste sur le laitron. En général, l'ajout d'une culture de couverture semée à l'automne a fortement réduit la biomasse de mauvaises herbes mesurée avant le semis de carottes au printemps suivant.

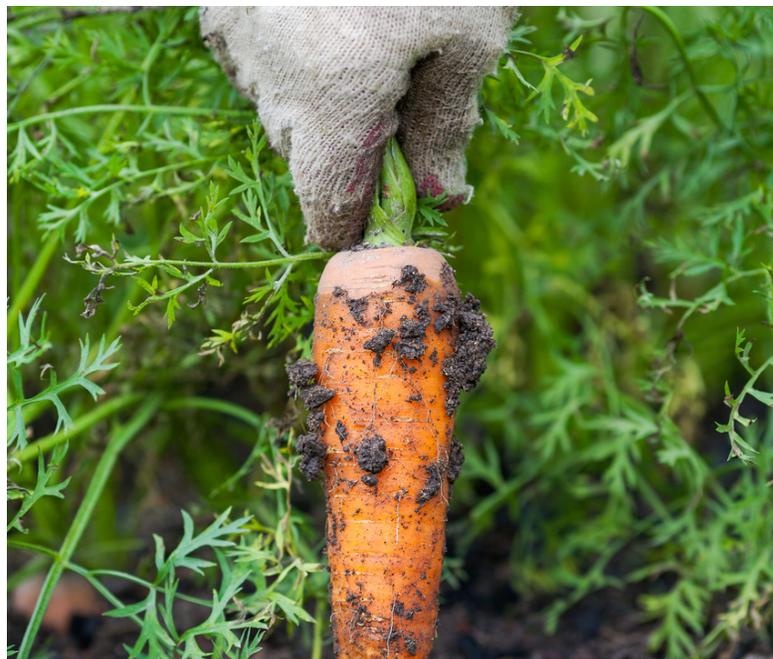
Dans cette étude, le traitement de la culture de couverture n'a eu que peu d'effets observables sur les propriétés du sol mesurées avant l'incorporation de la culture de couverture. Bien que des différences significatives aient été observées certaines années, aucun schéma cohérent n'a pu être discerné et aucune conclusion ferme n'a pu être établie. De même, les différences observées dans les mesures associées aux paramètres microbiens du sol sont peu significatives. Comme pour les autres paramètres du sol, le schéma de réponse était complexe et variait en fonction de l'année et de la période. Cela peut s'expliquer en partie par le fait que les apports de carbone et d'azote restitués au sol sont similaires lorsque l'on tient compte des apports de C et de N provenant des adventices. Les cultures de couverture à faible production de biomasse (par

exemple, la féverole) ont eu tendance à avoir une production de biomasse de mauvaises herbes plus élevée et, par conséquent, les apports finaux de C et de N au sol n'étaient pas très différents. De même, bien que des différences significatives aient été observées dans les paramètres de santé du sol, aucun schéma clair ou cohérent n'a pu être discerné. Cependant, cet ensemble de données servira d'excellente référence pour la comparaison avec d'autres ensembles de données déjà disponibles et pour des études futures.

Les mesures relatives aux carottes n'ont pas été affectées par le traitement de la culture de couverture, mais ont fortement varié en fonction de l'année. Le rendement total en masse de carottes n'a pas varié en fonction du traitement, quelle que soit l'année. Le pourcentage par masse de carottes de qualité A était d'environ 90 % dans tous les traitements en 2019, d'environ 60 % en 2020 et de 40 % en 2022, et n'a pas varié en fonction du traitement. De même, le pourcentage de masse résultant de la centrifugation a montré la tendance opposée en ce qui concerne les différences d'ampleur. Lorsque la valeur économique des carottes de qualité A, des carottes à jus et des carottes à jeter a été calculée en tant que "rendement économique", aucun effet de traitement n'a été détecté.

### **Rétablissement de la productivité perdue dans le système de céréales annuelles à long terme sous régie biologique dans le cadre de l'étude sur les systèmes cultureux de remplacement (ACS).**

Une expérience à long terme menée à Scott (SK) a servi de base à ce livrable. Des travaux antérieurs ont démontré que les rendements étaient systématiquement inférieurs dans le système de céréales annuelles biologiques par rapport au système conventionnel; les dernières recherches indiquent que la limitation du carbone, en plus de la carence en N et en P, limite la productivité dans ce système. Un sous-ensemble de traitements appariés, biologiques (BIO) contre conventionnels (CONV), obtenus depuis l'étude à long terme, a été sélectionné. La rotation des cultures sur les parcelles principales comprenait une rotation de 4 ans (orge - canola/moutarde - engrais vert/blé - pois fourrager) avec toutes les phases, toutes les années. Pour cette étude, la culture de pois d'engrais vert existante a été remplacée par un mélange d'avoine et de vesce velue afin de maximiser les apports de C photosynthétique. À l'automne 2018, les parcelles ont été divisées pour créer les 3 sous-traitements suivants:





**1)** Contrôle ; **2)** compost : 1X le taux appliqué annuellement ; **3)** compost : 4 X le taux appliqué une fois au début de l'étude.

Au cours de la première année de l'étude, l'application de compost au taux 4X recommandé a permis d'obtenir des rendements en paille significativement plus élevés par rapport au témoin, et une tendance similaire a été observée pour le rendement en graines, mais les différences n'étaient pas significatives. La comparaison des rendements en semences d'orge (culture commune) sur les parcelles de contrôle BIO et CONV a montré que les rendements en semences étaient inférieurs d'environ 30 % sur la parcelle BIO par rapport à la parcelle CONV - un résultat cohérent avec l'écart de rendement historique observé sur ce site. Cependant, le rendement en graines sur les parcelles BIO recevant le taux 4x de compost n'était que d'environ 5% plus bas que le traitement de contrôle CONV.

La deuxième année, le rendement en semences du système BIO était à nouveau significativement plus élevé avec le taux 4X de compost par rapport au témoin, mais il n'y avait pas d'impact significatif sur le rendement en paille. Les rendements en semences d'orge sur les parcelles de contrôle BIO n'étaient que d'environ 56% de ceux du contrôle CONV, et les rendements en semences sur le traitement BIO 4X de compost n'égalait qu'environ 60% de ceux du contrôle CONV. Des tendances similaires ont été observées pour les rendements en paille. Ainsi, bien que l'application de compost 4X ait semblé améliorer les rendements par rapport au contrôle dans le système BIO, la disparité des rendements entre le système biologique et le système conventionnel était beaucoup plus grande qu'au cours de la première année, ce qui suggère une diminution de la réponse au taux d'application 4X.

Au cours de la troisième année (2021) de l'étude, l'application de compost dans le système biologique n'a pas eu d'impact significatif sur le rendement en graines

ou en paille. Cependant, les rendements en semences d'orge étaient environ 25 % plus élevés dans le système biologique que dans le système CONV, tandis que les rendements en semences dans les parcelles du système biologique recevant les taux de compost 1X et 4X correspondaient à environ 86 % et 94 % des rendements dans le système CONV. Les niveaux de précipitations au cours de la saison de croissance 2021 ont été inférieurs d'environ 30 % à la moyenne sur 30 ans. Les conditions particulièrement chaudes du mois de juillet, associées à des précipitations extrêmement faibles (10 mm), doivent être prises en compte. L'humidité a donc été, de loin, le facteur le plus limitant au cours de cette saison de croissance et les rendements des deux systèmes ont été fortement limités par les conditions humides. Cependant, il semble que les rendements aient été plus fortement affectés dans le système CONV, ce qui s'est traduit par des rendements en grains similaires, voire inférieurs, à ceux du système BIO.

Dans le système BIO, la première année, l'azote et le phosphore des semences et le phosphore de la paille étaient tous significativement plus élevés sur les parcelles traitées avec 4X de compost que sur les parcelles traitées avec 1X de compost et les parcelles de contrôle; par ailleurs, la deuxième année, l'azote et le phosphore des semences étaient également significativement plus élevés sur les parcelles traitées avec 4X de compost que sur les parcelles de contrôle. La troisième année, il n'y avait pas de différence significative dans l'azote et le phosphore des semences, ce qui suggère que l'augmentation de la disponibilité de l'azote et en particulier du phosphore était en partie associée à l'augmentation des rendements de l'application 4X de compost au cours des deux premières années de l'étude.

La première année, l'activité de la bêta-glucosidase était significativement plus élevée dans le taux 4X que dans le contrôle pour les sols sous régime biologique. La

deuxième année, il n'y avait pas de différence significative dans les activités enzymatiques sur le système BIO, mais à la troisième année, l'activité de la bêta-glucosidase était à nouveau plus élevée en BIO sur le taux de compost 4X par rapport au contrôle. En général, une activité bêta-glucosidase plus élevée indique une activité microbienne plus importante, soit en raison d'une biomasse microbienne globale plus importante, soit en raison d'un ensemble de conditions environnementales plus appropriées. Cela suggère que l'effet positif d'une seule application de compost au taux 4X peut encore être mis en évidence au cours de la troisième année de l'étude. L'application de compost semble avoir un bon potentiel en termes de restauration de la productivité d'un sol dégradé, mais des taux d'application relativement élevés sont nécessaires pour obtenir des améliorations observables.

### **Incorporation du carbone dans le modèle de bilan nutritionnel de l'ensemble de l'exploitation agricole**

L'Université du Manitoba a mis au point un outil d'évaluation des nutriments pour les agriculteurs biologiques. L'un des objectifs est d'ajouter une composante carbone à l'outil, afin que les flux de C puissent être estimés sur les fermes biologiques. À cette fin, les données de production de biomasse à long terme pour les 30 dernières années de l'étude Glenlea ont été soigneusement organisées et utilisées pour développer une comptabilité détaillée de la production totale de biomasse aérienne (biomasse des cultures et des mauvaises herbes) pour trois cycles de rotation de quatre ans (2011-2022).

Les résultats indiquent que les systèmes de production biologique produisent moins de biomasse totale que les systèmes conventionnels. Par exemple, le système biologique le plus productif (rotation fourrage-céréales avec ajout de fumier pour remplacer le P exporté) a



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

produit 13 % de biomasse en moins que la rotation annuelle à base de céréales sous gestion conventionnelle. On a également observé que dans les systèmes biologiques présentant de faibles niveaux de P dans le sol, par exemple sous la rotation biologique fourrage-céréales sans ajout de fumier, la production de biomasse était inférieure de 38 % à celle obtenue avec l'ajout de fumier dans la rotation biologique. Dans l'ensemble, ces résultats montrent que même les meilleurs systèmes biologiques de Glenlea n'ont pas pu égaler la production de biomasse du système conventionnel à base de céréales, et que sans remplacement du P, les systèmes biologiques à base de céréales fourragères ont obtenu de très mauvais résultats en termes de production de biomasse. Il est important de noter que le système biologique à base de fourrages et de céréales entraîne également une plus grande absorption de biomasse du champ, puisque deux des quatre cultures de la rotation sont des cultures de foin de luzerne. Cependant, le C est également ajouté par le biais des ajouts de fumier. Notre futur travail consistera à compléter ces bilans de C pour l'étude Glenlea.





Pour plus d'informations, consultez la page web  
de l'activité 8 de l'OSC3 et/ou  
[DAL.CA/OACC/OSCIII](http://DAL.CA/OACC/OSCIII) &  
<https://organicfederation.ca/organic-science-clusters/>

#### **Chercheurs principaux :**

Dre Bobbi Helgason, Soil Science, U de  
Saskatchewan  
Reynald Lemke, AAC Saskatoon

#### **Cochercheurs :**

Francis Larney (AAC-Lethbridge)  
Haley Catton (AAC-Lethbridge)  
Newton Lupwayi (AAC-Lethbridge)  
Henry Chau (AAC-Lethbridge)  
Charles Geddes (AAC-Lethbridge)  
Tom Forge (AAC-Summerland)  
Joanne Thiessen Martens (U. du Manitoba)  
Martin Entz (U. du Manitoba)  
Sarah Wilcott (U. du Manitoba)  
Julia Leeson (AAC-Saskatoon)

#### **Partenaires contributeurs :**



**Organic Agriculture Fund Private Endowment**

**Leffers Brothers Organics**

**Orval G. Caldwell and H. Ruth Gardner Caldwell  
Fellowship in Sustainable Agriculture/Agroecology**

