

Améliorer les pratiques de gestion des sols et des cultures pour parvenir à la carboneutralité dans les paysages agricoles au Canada

Contexte

Cette proposition de projet est soumise au Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) et au Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH) dans le cadre du programme de l'Initiative de soutien à la recherche pour une agriculture durable (ISRAD). Ce programme soutient la recherche universitaire afin de « lancer ou d'accélérer le développement de solutions qui seront nécessaires pour un secteur agricole durable, résilient et rentable dans une économie carboneutre ». Ce faisant, ce programme aidera le gouvernement fédéral à atteindre son objectif de carboneutralité d'ici 2050. Il s'agit d'un programme de recherche de 72 millions de dollars, qui offre jusqu'à 8 millions de dollars sur quatre ans à des équipes de chercheurs pour faciliter leur travail avec des collaborateurs et des organisations partenaires.

Proposition

La raison d'être de la recherche proposée

Les pratiques historiques de gestion des sols et des cultures ont entraîné la dégradation des terres agricoles dans tout le Canada. La culture intensive en particulier a provoqué une grave érosion des sols des terres vallonnées, entraînant des pertes massives de terre végétale riche en matières organiques au sommet des collines et l'accumulation de cette terre érodée au pied des collines. Par conséquent, l'érosion des sols et la manière dont elle est gérée ont une incidence sur la production et la séquestration du carbone organique (CO) ainsi que sur la production et l'émission de gaz à effet de serre (GES : CO₂, CH₄, N₂O).



Figure 1. Terres cultivées gravement érodées en Saskatchewan dans les années 1980. Cette figure illustre la nature de la situation décrite. Elle montre la répartition et la gravité des pertes et des accumulations de sol dans les terres vallonnées utilisées pour la production végétale des années 1960 à 1980, lorsque les pratiques de travail du sol dites classiques dominaient presque toutes les formes de production végétale sur la quasi-totalité des terres cultivées au Canada.

La gravité de la perte de sol

Les zones de champs modérément à sévèrement érodées ont connu des taux de perte de sol supérieurs de 11 à 22 t ha⁻¹ an⁻¹ (Modéré = 11-22 t ha⁻¹ an⁻¹, Élevé = 22-33 t ha⁻¹ an⁻¹, Très élevé = >33 t ha⁻¹ an⁻¹) pendant de nombreuses années (Lobb et coll., 2010, 2016, 2023). Les taux durables de perte de sol au Canada sont considérés comme inférieurs à 6 t ha⁻¹ an⁻¹, moins de 3 t ha⁻¹ an⁻¹ sur les sols et paysages sensibles. La conséquence à long terme de ces taux élevés de perte de sol est l'enlèvement complet de la couche arable d'origine et l'exposition du sous-sol (pertes et gains cumulés de 30 à 60 cm, et parfois de plus de 100 cm), ce qui modifie considérablement la nature du

sol et réduit sa capacité à produire des récoltes. L'érosion par le travail du sol, c'est-à-dire le mouvement progressif du sol vers le bas de la pente pendant le travail du sol, est reconnue comme la cause principale de cette érosion du sol dans les paysages cultivés, topographiquement complexes (vallonnés), avec des taux annuels de perte de sol au sommet des collines dépassant généralement $50 \text{ t ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$, dépassant souvent $100 \text{ t ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ (Lobb, 2011). L'érosion éolienne et l'érosion hydrique dégradent le sol lorsqu'il est transporté à l'intérieur d'un champ et peuvent l'en retirer sous forme de sédiments. En revanche, le sol érodé par le travail du sol est retiré des zones convexes (sommet des collines) et s'accumule sur les zones concaves (bas des collines) : il n'y a pas de perte nette à l'échelle du champ. En général, la variabilité naturelle des propriétés du sol dans un champ s'amplifie considérablement avec le temps (Lobb, 2011). Avec des taux de perte de sol aussi élevés, le sol peut se dégrader modérément ou gravement en quelques décennies, comme cela a été le cas dans une grande partie du Canada.

L'ampleur de la perte de sol

Au Canada, la superficie des terres cultivées qui subissent actuellement une érosion modérée à grave est estimée à 10 % (3,7 millions d'hectares sur 35,2 millions d'hectares en 2016), même si les pratiques de contrôle de l'érosion des sols sont largement adoptées (Lobb et coll., 2023). Dans le passé, jusqu'à 40 % (14,7 millions d'hectares sur 39,8 millions d'hectares en 1981) des terres cultivées ont été modérément ou gravement érodées lors de l'utilisation maximale des pratiques de travail du sol classiques (intensives) dans les années 1970 et 1980. Il est important de noter que les pertes cumulées du passé persistent largement et continuent de se traduire par des niveaux de matière organique du sol, une croissance des cultures et des rendements céréaliers très faibles (généralement inférieurs de 30 % à ceux des zones non érodées). Il est aussi important de noter que la plupart des matériaux érodés sont simplement déplacés dans le paysage et une grande partie d'entre eux s'est accumulée dans les zones concaves (bas des pentes), qui sont estimées à 10 à 20 % de la superficie des terres cultivées.

Le coût de la perte de sol pour les agriculteurs

On estime que cette perte de terre arable entraîne une perte d'environ 10 % de la production agricole totale du Canada, soit environ 3 milliards de dollars par an (dollars de 2016) (Lobb, 2017, Badreldin et Lobb, 2023). Même avec l'adoption généralisée de pratiques de conservation des sols au cours des 40 dernières années, cette perte de 10 % de la production agricole est restée à peu près la même (moins de surface, mais plus sévèrement érodée), et avec l'augmentation des niveaux de production agricole et des valeurs de marché au cours de cette période, le coût de la perte de la couche arable a été multiplié par trois, passant d'environ 1 milliard de dollars par an depuis les années 1980 (en dollars de 2016). Cette perte constitue une menace sérieuse pour la sécurité alimentaire du Canada et le bien-être des exploitations individuelles, des communautés agricoles et du secteur agricole. Des observations et des conclusions similaires ont été faites dans le nord des États-Unis (Thaler et coll., 2021) et, dans les deux cas, la perte de sol par érosion due au travail du sol a été déterminée comme la principale cause de la perte économique.

L'incidence sur la séquestration du CO et les émissions de GES

Le sol déplacé par l'érosion est riche en carbone organique et en azote, et le sous-sol mis à nu est pauvre en carbone organique et en azote et souvent riche en carbone inorganique. L'incidence de l'érosion des sols sur la séquestration du CO et les émissions de GES sont peu étudiées et, par conséquent, mal comprises, mais il est certain que l'incidence est massive lorsqu'elle est examinée à l'échelle de l'exploitation agricole et de l'industrie (ou à l'échelle du paysage et à l'échelle nationale) (Lobb et coll., 2003). Dans les zones de perte de sol, le CO est inférieur à la capacité naturelle du sol, ce qui crée un potentiel d'augmentation et de stabilisation du CO dans ces zones.

Toutefois, ce potentiel pourrait ne jamais être exploité en raison de la faible capacité du sol érodé à produire de la matière organique par la croissance des plantes. L'enfouissement du CO dans les zones où le sol érodé s'accumule dans le paysage représente une énorme quantité de « séquestration », car le CO enfoui est en grande partie soustrait aux processus biologiques qui produisent des GES à la surface ou près de la surface (Lobb et McConkey, 2006). La variabilité accrue des propriétés du sol et de la capacité biologique augmente l'inefficacité des intrants de la production agricole tels que l'azote, ce qui accroît la probabilité de pertes de N₂O dans les zones où le sol érodé, les éléments nutritifs et l'augmentation des eaux de ruissellement se concentrent dans le paysage.

Les avantages de la conservation et de la restauration des sols

Il existe d'importantes possibilités d'améliorer les pratiques de gestion des sols et des cultures afin de conserver les stocks de CO des sols dans tous les paysages agricoles, et d'augmenter ces stocks dans des zones importantes de la plupart des paysages, car la plupart des paysages ont subi une érosion modérée à sévère. En stoppant l'érosion des sols (conservation), la variabilité des sols dans le paysage qui contribue aux conditions à l'origine des émissions de GES n'augmentera pas et, par conséquent, les émissions de GES ne devraient pas augmenter. En inversant l'érosion du sol (restauration), la variabilité du sol au sein du paysage diminuera; il deviendra plus uniforme et plus stable dans ses propriétés, permettant une utilisation plus importante et plus efficace de l'azote et de l'humidité et augmentant sa capacité photosynthétique, ce qui devrait réduire le potentiel de production et d'émission de gaz à effet de serre.

Les pratiques sélectionnées de gestion des sols et des cultures

Ce projet se concentre sur l'utilisation de pratiques de gestion des sols et des cultures dans les paysages érodés comme moyen de parvenir à la carboneutralité. Les pratiques de gestion étudiées pour leur potentiel d'augmentation de la séquestration du CO dans le sol et de réduction des émissions de gaz à effet de serre provenant du sol sont les suivantes :

- (i) l'**amélioration du travail de conservation du sol** pour réduire l'érosion des sols et prévenir toute dégradation supplémentaire;
- (ii) des **pratiques de culture avancées** pour produire plus de matière organique pour le sol;
- (iii) une utilisation plus efficace des **sources de matières organiques de rechange** sur site et hors site;
- (iv) la nouvelle pratique de gestion des sols qui consiste à retourner les sols érodés des zones d'accumulation vers les zones de perte, soit la **restauration des sols et des paysages**.

L'approche de la recherche

Pour maximiser son incidence, le projet se concentre sur l'utilisation de pratiques sur les terres agricoles vallonnées qui ont été érodées par la gestion passée, ce qui représente la majorité des paysages agricoles au Canada. La recherche sera menée dans trois systèmes de culture prédominants dans le pays : la production de blé et de canola dans l'ouest du Canada, la production de maïs et de soja dans le centre du Canada et la production de pommes de terre et d'orge dans l'est du Canada. Il est important de noter que la recherche sera effectuée sur des champs d'agriculteurs qui reflètent la variabilité des sols et des cultures typiques de ces régions. Les activités de recherche seront concentrées dans quatre universités : Université de l'Alberta, Université du Manitoba, Université de Guelph et Université de Dalhousie, et impliqueront une équipe de 17 chercheurs en sciences naturelles et sociales. Rassemblées en 6 thèmes de recherche coordonnés et intégrés, ces activités explorent de nombreuses questions de recherche grâce aux efforts de 6 étudiants au postdoctorat, 18 étudiants au doctorat, 17 étudiants à la maîtrise et de nombreux assistants de recherche de premier et de deuxième cycle. La recherche proposée s'appuie sur un projet

préparatoire financé par le CRSNG, qui a facilité une consultation précieuse avec de nombreuses parties prenantes de l'industrie et du gouvernement. Un conseil composé de ces parties prenantes supervisera la conception et l'exécution du projet, avec un intérêt pour la mobilisation des connaissances acquises auprès de toutes les parties prenantes, y compris les agriculteurs individuels et le monde universitaire.

Les objectifs et les résultats

Les objectifs de cette recherche sont les suivants : (i) évaluer le rendement agronomique, environnemental et économique potentiel de ces pratiques de gestion des sols et des cultures dans les paysages érodés. Pour ces pratiques, nous fournirons des données plus exhaustives, plus exactes et plus précises, **qui seront utilisées pour modéliser les émissions nettes de GES**. (ii) évaluer les relations entre l'érosion des sols et leur rendement dans ces paysages. Cela permettra d'**étendre l'application ou l'incidence dans le pays**. (iii) Comprendre comment les connaissances sont transférées dans l'industrie et les communautés agricoles, quels sont les moteurs qui transforment l'information en innovation et en action et l'information en connaissance, et ce qui rend les programmes et les politiques efficaces dans la transformation de la gestion de l'agriculture. Cela permettra d'évaluer l'**étendue et le taux d'application ou d'incidence sur les communautés**. Ces trois résultats sont nécessaires pour évaluer les progrès accomplis dans la réalisation de l'objectif de carboneutralité d'ici 2050. Les recommandations tiendront compte de ces pratiques dans le cadre d'une **approche intégrée** – laquelle des pratiques, où et par qui, et, si possible, dans le contexte d'autres pratiques et programmes.