

FICHE SYNTHÈSE

PROGRAMME D'APPUI À LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN AGRICULTURE (PALCCA)

TITRE :

Évaluation de l'impact à long terme des pratiques culturales sur la dynamique du carbone organique et de l'azote dans le contexte de lutte contre le changement climatique

ORGANISME : Centre de recherche sur les grains Inc. (CÉROM)

COLLABORATEURS : Université McGill, MAPAQ

AUTEURS : Marie Bipfubusa (CÉROM), Elias Andreos (Université McGill), Joann K. Whalen (Université McGill), Ayitre Akpakouma (MAPAQ), Martin Malenfant (MAPAQ)

INTRODUCTION

Plusieurs pratiques agricoles comme le travail du sol, la rotation des cultures et la gestion de résidus qui sont utilisées au Québec peuvent exercer une influence sur les stocks de carbone organique (C_{org}) et d'azote total (N_{tot}) dans le sol, et réduire les émissions de CO_2 vers l'atmosphère tout en augmentant la productivité et la résilience des entreprises agricoles face aux changements climatiques. Il est donc nécessaire d'évaluer les effets à long terme de ces pratiques s'impose dans le but d'accompagner les producteurs et conseillers à choisir les pratiques culturales qui permettent une meilleure gestion de l'azote et du carbone et donc la réduction de leur empreinte environnementale.

OBJECTIFS

Ce projet de recherche visait à évaluer l'effet à long-terme des pratiques culturales sur la dynamique du C_{org} et du N_{tot} du sol dans le contexte de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). De façon spécifique, cette étude avait comme objectifs de 1) comparer des effets à long terme de différentes pratiques culturales (travail du sol, rotations des cultures, gestion des résidus de récolte) sur le stockage et la stabilisation du C_{org} et du N_{tot} dans le sol ; 2) modéliser les prédictions du potentiel de séquestration du C_{org} , et 3) formuler des recommandations destinées aux producteurs pour faciliter la prise de décision quant à l'adoption de pratiques culturales permettant le stockage du C_{org} et du N dans le sol et la réduction GES.

MÉTHODOLOGIE

Le projet s'est déroulé dans deux dispositifs expérimentaux de longue durée. Le premier a été implanté en 2008 sur le site du Centre de recherche sur les grains (CÉROM) en Montérégie (zone 1) et compare deux modes de travail du sol (labour et semis direct), trois types de rotations (R1, R2 ou R3) et deux modes de gestion des résidus de culture (restitués au sol ou exportés). Durant la durée du projet, les séquences des cultures étaient : R1 : soya - blé de printemps - maïs-grain; R2 : maïs-grain - soya - blé de printemps ; R3 : maïs-grain en continu. Le second essai a été implanté en 1987 sur la ferme expérimentale du Centre de développement en bioalimentaire du Québec (CDBQ) dans le Bas-Saint-Laurent (zone 3). Il compare trois modes de travail du sol depuis 1990 (labour, travail réduit avec un chisel, semis direct) et trois rotations des cultures depuis 2020. Durant la durée du projet, les séquences des cultures étaient : ROTTÉ : soya - blé de printemps - maïs-grain ; ROTPF : Trèfle rouge à 2 coupes – blé de printemps – maïs grain ; ROTCC : Seigle (fourrage) + Trèfle rouge en dérobée – Blé d'automne + mélange de CC en dérobée – maïs-grain.

Les données de rendements des cultures principales et des coûts de production ont été collectées chaque année de l'étude et la rentabilité des pratiques culturales étudiées a été ensuite analysée la dernière année du projet à l'aide du logiciel Rotation\$+. Les stocks de C_{org} et de N_{tot} ont été mesurés sur base d'une masse équivalente de sol à partir d'échantillons prélevés en post-levée dans les horizons 0-10, 10-30 et 30-60 cm. Les stocks totaux de C_{org} , N_{tot} , C_{org} particulaire (POC), et ses fractions oxydable (POxC) analysés au permanganate de potassium, ses fractions non oxydable (NOC) au persulfate de potassium, de même que le rapport C/N ont été ensuite calculés pour l'horizon 0-60 cm du sol. Le taux d'accumulation du C_{org} a été évalué par deux méthodes : la méthode de perte de poids en utilisant des sacs de litière, et la mesure POC et POxC et NOC. Le potentiel de minéralisation de N et la respiration microbienne dans la couche 0-10 cm du sol ont été déterminés par des essais d'incubation dans des conditions contrôlées. Le modèle OGEMOS a été utilisé pour prédire l'évolution du taux d'accumulation du C_{org} au cours des 30 prochaines années (2022-2051).

RÉSULTATS

Le semis direct a été identifié comme la pratique culturelle la plus efficace pour augmenter à long terme les stocks de C_{org} et de N_{tot} dans la couche de surface du sol (0-10 cm). En revanche, les stocks de C_{org} et de N_{tot} dans la couche 10-30 cm étaient importants dans les sols labourés à cause de l'enfouissement des résidus, ce qui fait que les quantités globales de C_{org} et de N_{tot} stockés dans une masse de sol équivalente dans l'ensemble du profil 0-60 cm étaient comparables dans les différents types de travail du sol. L'analyse des différentes fractions du C_{org} a démontré que les stocks additionnels de C_{org} et de N_{tot} dans le sol en semis direct étaient associés à une augmentation de la fraction labile de la matière organique particulaire et à une augmentation de la respiration microbienne et du potentiel de minéralisation de l'azote dans les premiers 10 cm du sol.

La cinétique de la décomposition des résidus au champ a montré que les résidus laissés en surface des sols en semis direct se décomposaient plus lentement que les résidus enfouis dans les premiers 10 cm des sols travaillés, vraisemblablement à cause du faible contact entre les résidus et les microorganismes du sol. La perte de masse des résidus laissés en surface ainsi que la décomposition de leur fraction récalcitrante (hémicellulose et cellulose) étaient plus lentes que celles des résidus enfouis dans les sols travaillés, ce qui pourrait expliquer les stocks additionnels du C_{org} et du N_{tot} dans la couche superficielle des sols en semis direct. Cependant, le semis direct à long terme a favorisé la compaction dans la couche superficielle et réduit la rentabilité économique sur le site du CDBQ. En revanche, le semis direct à long terme était économiquement rentable dans toutes les rotations de cultures annuelles étudiées sur le site du CÉROM (Tableau 1). Selon le modèle OGEMOS, les sols en semis direct des deux sites maintiendront des niveaux de stocks de C_{org} plus élevés que ceux des sols en travail réduit et/ou des sols labourés au cours des 30 prochaines années (Figures 1 et 2).

Ces prédictions montrent que même en laissant les résidus des cultures au champ (Figure 2), le semis direct et la diversification des cultures annuelles à elles seules ne suffisent pas pour augmenter la séquestration du C_{org} et réduire les émissions de CO_2 . Le modèle prédit que pour atteindre un véritable impact en matière de séquestration du carbone et de réduction des émissions de CO_2 , il est essentiel de mettre en place une approche intégrée combinant la diversification des rotations des cultures avec ajout de PF et de CC pérennes et la restitution des résidus de culture au champ pour optimiser l'impact positif du semis direct sur le stockage du C_{org} dans le sol et inverser rapidement l'impact négatif du travail du sol sur la matière organique du sol.

Tableau 1. Impact à long-terme du travail du sol et de la rotation des cultures sur les marges moyennes au site du CÉROM de 2021 à 2023.

Rotation	Travail du sol	Marge moyenne (\$/ha)	Différence avec Labour (\$/ha)
R1	Labour	589,82	0,00
R1	Semis direct	590,58	0,76
R2	Labour	476,19	0,00
R2	Semis direct	818,86	342,67
R3	Labour	875,29	0,00
R3	Semis direct	958,33	83,04

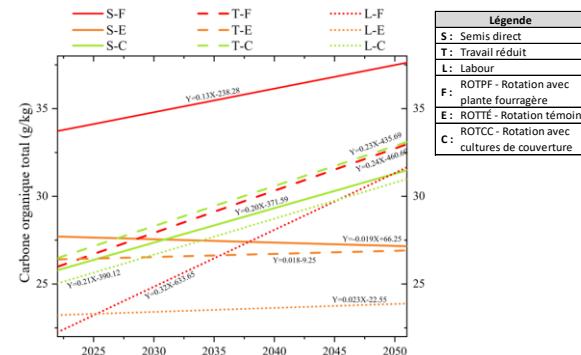


Figure 1. Évolution des stocks de C_{org} (g C kg⁻¹ sol) de 2022 à 2051 au site du CDBQ, telle que prédicté par le modèle OGEMOS.

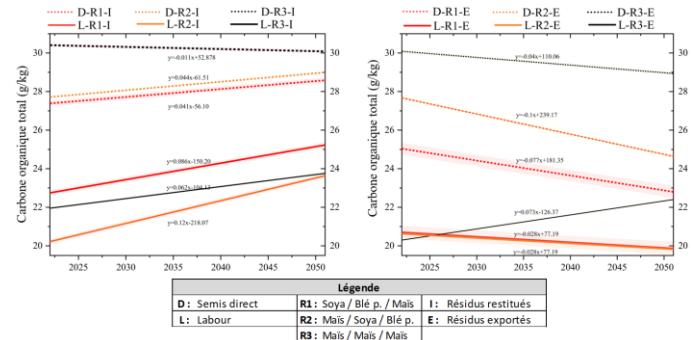


Figure 2. Évolution des stocks de C_{org} (g C kg⁻¹ sol) de 2022 à 2051 au site CÉROM, telle que prédicté par le modèle OGEMOS.

IMPACTS ET RETOMBÉES DU PROJET

Les résultats de cette étude contribueront à augmenter le nombre de producteurs agricoles adoptant des pratiques culturelles bénéfiques pour la séquestration du carbone dans le sol et réduire les émissions de CO_2 et le réchauffement climatique. Pour atteindre un véritable impact en matière de séquestration du carbone et de réduction des émissions de CO_2 , il est essentiel de mettre en place une approche intégrée combinant plusieurs des stratégies présentées en l'occurrence le semis direct, la diversification des rotations des cultures avec ajout de PF et de CC pérennes et la restitution des résidus des cultures au champ. Les effets synergétiques de ces pratiques permettront également aux producteurs d'améliorer la santé des sols et la résilience et la rentabilité de leurs exploitations agricoles face aux changements climatiques. Il est possible que, sous certaines conditions pédoclimatiques, l'adoption d'une ou plusieurs nouvelles pratiques puisse diminuer le rendement au moins à court terme. Il serait alors important d'instaurer des incitatifs financiers de la part du gouvernement pour accroître le taux d'adoption de ces pratiques et de maximiser la contribution des producteurs agricoles à la réduction des émissions de GES et à l'atténuation du réchauffement climatique.

Début et fin du projet

04-2021 / 02-2025

Pour information

Marie Bipubusa, Ph.D.

Chercheuse en régie des cultures, CÉROM
(450) 464-2715 / (581) 777-2221

marie.bipubusa@cerom.qc.ca