



Groupe multiconseil agricole
Saguenay—Lac-Saint-Jean

Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région (PADAAR)

État de la situation du ratio carbone labile / carbone organique total des sols de la région du Saguenay-Lac-St-Jean

Rapport final

Rédaction:

Audrey Bouchard, agr., GMA SLSJ

Christine Landry, biol., agr., Ph.D, IRDA

Révision :

Anne-Catherine Guay, technicienne agricole

22 février 2020

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES	2
REMERCIEMENTS	3
MISE EN CONTEXTE	4
RÉSUMÉ	5
DÉROULEMENT DES TRAVAUX ET MÉTHODOLOGIE	6
Sélection des sites d'échantillonnage.....	6
Cueillette de données	6
Méthodologie d'échantillonnage.....	7
Analyses	7
RÉSULTATS	8
DISCUSSION	12
CONCLUSION	13
RÉFÉRENCES	14

Remerciements

Le GMA Saguenay-Lac-Saint-Jean souhaite remercier tous les collaborateurs qui ont rendu possible la réalisation de ce projet. Nous remercions tout d'abord Madame Christine Landry, professionnelle de recherche à l'IRDA, pour son expertise et son indispensable collaboration au projet. Nous remercions également l'équipe du laboratoire de l'IRDA et toutes les entreprises agricoles participantes (Ferme Boily, ferme Javie, Ferme Lacnor, Ferme Taillon et fils, Ferme Olofée, Ferme Pier-line, Les Entreprises Fortin Tremblay et fils, Ferme Roger Fortin et fils, Entreprise agro-forestière DJFL, Ferme CPR Grenon, Ferme Caroline Tremblay, Ferme Sébastien Girard, Ferme Léonard et Lise Côté, Ferme Markvens Joli).

Mise en contexte

Le carbone labile (actif) est une fraction du carbone organique. Le 8 janvier 2018, lors du colloque provincial sur la santé des sols, Mme Christine Landry, agr., PhD., chercheure à l'IRDA, a présenté le fruit de ses travaux sur le sujet. Considérant qu'il soit sous une forme très instable (quelques jours à quelques mois), le carbone labile provient principalement des ajouts récents de matières organiques. Il inclue les produits carbonés facilement dégradables tel le carbone de la biomasse microbienne, la matière organique particulaire ou les glucides du sol (hydrates de carbone). Le carbone labile est très sensible aux changements de régies de culture et il est la source majeure de nourriture (énergie) pour les microorganismes du sol (Landry, C. 2019). Selon ses études des dernières années, Mme Landry affirme que le carbone labile est un très bon indicateur de fertilité du sol. Les amendements organiques ayant un indice de stabilité biologique (ISB) plus faible apportent davantage de carbone labile au sol (ex. : engrais verts, fumier de volaille granulé (type actisol), lisiers). Les résultats de ses essais comparatifs avec les engrais verts sont particulièrement percutants. En effet, le contenu estimé en éléments fertilisants des engrais verts sous estimerait l'apport réel mesuré en azote du sol. Leur impact sur l'azote disponible du sol serait plus grand que la quantité estimée par son contenu. Mme Landry explique ces résultats par l'apport important de carbone labile au sol par l'engrais vert, stimulant ainsi la vie microbienne et la minéralisation par le fait même. Ses études démontrent également que le carbone actif joue un rôle dans la disponibilité du phosphore. Effectivement, l'application de biomasses de faible stabilité apporte au sol des composés organiques qui utilisent les mêmes sites de fixation que le phosphore dans le sol, ce qui diminue le taux de fixation du P inorganique et maintient une plus grande proportion disponible au prélèvement par la culture en croissance dans la solution du sol.

Résumé

Tout d'abord, ce projet a été conduit en collaboration avec Mme Christine Landry de l'IRDA. À ce titre, une première rencontre entre l'IRDA et le GMA SLSJ s'est tenue le 26 mars dernier afin d'éclaircir quelques aspects avec Mme Landry et orienter nos actions pour la saison 2019. Malgré les essais menés par Mme Landry et son équipe, l'état de la situation au Québec quant au contenu et au ratio de C labile / C organique total dans les sols est à ce jour inconnu. Ainsi, à la suite de cette rencontre, il a été convenu qu'une première étape devait primordialement consister à caractériser plusieurs champs, de classes texturales et de régions variables, afin de dresser l'état de la situation du ratio C labile / C organique total sous nos conditions régionales et de vérifier l'effet du contenu en carbone labile sur le potentiel de fourniture d'azote du sol. Ce projet d'échantillonnage en grandes parcelles ciblant le carbone actif du sol comme indice de fertilité est une première au Québec. Les résultats obtenus lors de cette enquête pourraient mener à un projet de partenariat avec l'IRDA de plus grande envergure pour la saison 2020.

Littérature

Selon une étude australienne, le ratio de C labile / C organique total variait de 0.7 % à 6.2 % (Weil, 2003). Une méta-analyse conduite aux États-Unis par Calderon et al. 2017, où 496 sols de régions variées étaient comparés, notent plutôt des ratios de 0.2% à 3 %.

Dans la littérature, tant le ratio POXC/C org. total que le contenu semblent utilisés. Le ratio serait principalement utilisé pour viser un seuil tandis que la donnée du contenu serait utilisée par les laboratoires et les tests au champ (Bongiorno et al. 2019)(Moebius-Clune et coll. 2016).

Objectifs

Objectif général

Dresser un portrait régional du C labile afin d'initier celui du Québec et débiter l'acquisition de connaissances permettant son utilisation comme indicateur de fertilité des sols.

Objectifs spécifiques

- Caractériser le ratio C labile / C total de plusieurs champs de classes texturales et de régions variées
- Comparer deux périodes d'échantillonnage afin de vérifier laquelle nous permet d'obtenir une meilleure relation entre le contenu en carbone labile et la fourniture en azote du sol.
- Documenter le lien entre la fraction labile du carbone et le contenu en azote (NO_3^-) du sol sous nos conditions climatiques régionales.

Déroulement des travaux et méthodologie

Sélection des sites d'échantillonnage

25 champs ont été ciblés par les agronomes du GMA. Les types de sol et les régions de culture des sites sélectionnés étaient variés. Les entreprises interpellées par cette enquête ont été sensibilisées sur la nature du projet. Différents secteurs de production ont été ciblés : grandes cultures avec production animale, grandes cultures sans production animale et horticulture.

Cueillette de données

Pour chacune des parcelles sélectionnées, l'historique des deux dernières années, une description générale de la région de culture, la pédologie ainsi que l'analyse physico-chimique ont été compilés. Cette cueillette de données permettra d'alimenter la suite du présent projet par une analyse plus approfondie des résultats obtenus selon la réalité, site par site. Ces données permettront également d'offrir une meilleure vulgarisation des résultats lors d'une éventuelle rencontre avec les entreprises participantes.

Méthodologie d'échantillonnage

Les périodes d'échantillonnage ont été déterminées par Christine Landry, selon la littérature disponible. Deux périodes ont ainsi été ciblées : 1) Au printemps, dès que le sol est ressuyé (avant l'application d'engrais et/ou d'amendements) et 2) Vers la fin du mois de juillet. Pour chacune des périodes, les prélèvements ont tous été effectués dans un délai de 2 jours afin de s'assurer de l'uniformité des conditions. Ainsi, les premiers échantillons ont été prélevés les 28 et 29 mai, et ceux de la deuxième période, les 29 et 30 juillet. Après chacune de ces périodes, les échantillons ont été conservés à 4 degrés Celsius pour ensuite être acheminés en lot à l'IRDA pour procéder aux analyses.

Afin de s'assurer de la stabilité des résultats, 3 échantillons composites de 10 carottes (méthode d'échantillonnage pour analyses standards) étaient effectués pour chacun des 25 champs. Ces 3 échantillons représentent des répétitions.

Analyses

Les types d'analyses retenus sont la méthode d'extraction au permanganate de potassium POXC pour l'évaluation du ratio C labile / C organique total et le test d'incubation 0-10 jours pour l'évaluation du nitrate et du potentiel de minéralisation du sol. Ces analyses ont été réalisées pour l'ensemble des sites, pour les deux périodes d'échantillonnage. La méthode POXC n'est pas la plus sensible, mais elle demeure toutefois la plus utilisée. En adoptant cette méthode, nos résultats pourront ainsi être comparés à ceux de la littérature actuelle. Bien que la méthode du carbone extrait à l'eau n'ait pas été retenue dans le protocole initial, elle a finalement été conduite par l'IRDA pour tous les échantillons prélevés au printemps dans le but de comparer les deux méthodes.

Résultats

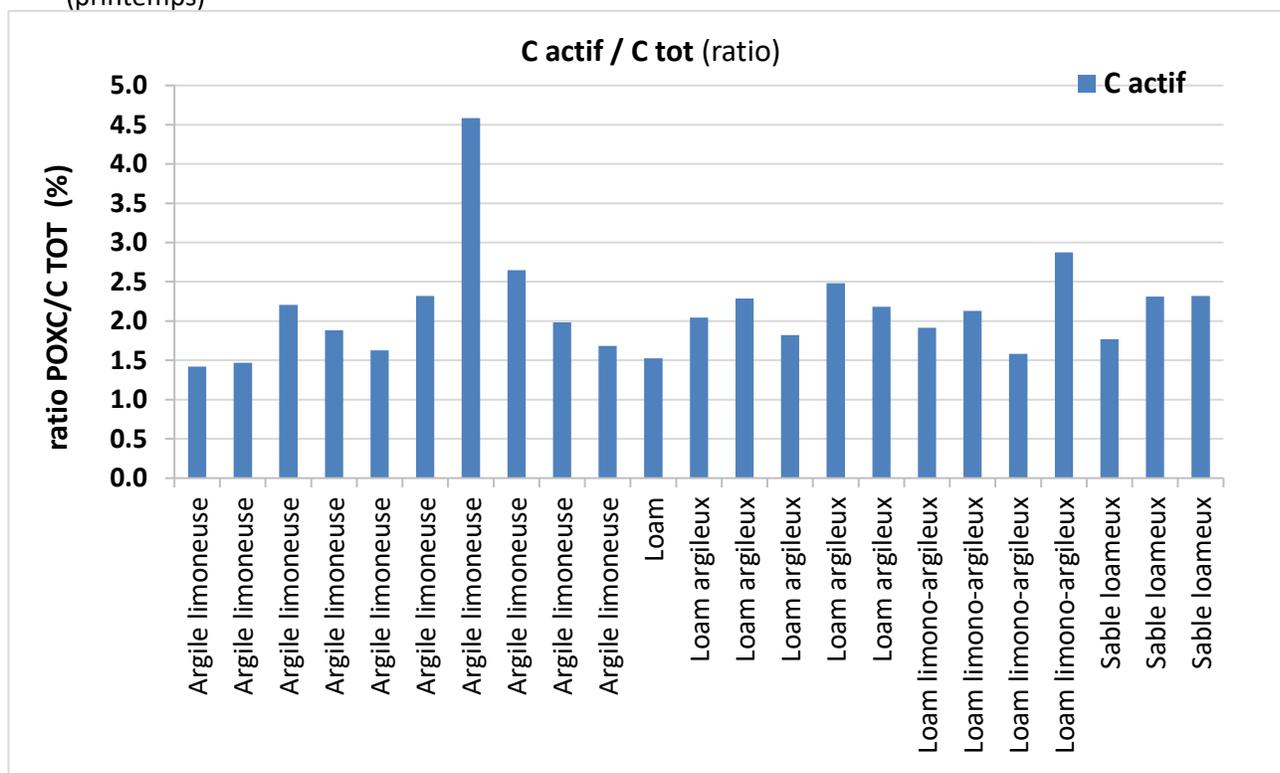
Ratio C actif / C organique total et contenu en C actif

Selon les résultats 2019, les seuils C actif (POXC) / C organique total obtenus varient de 0.79% à 4.58 %, pour une moyenne de 2.08 % pour l'échantillonnage de printemps, et de 0.8% à 2.93%, pour une moyenne de 2.06% pour l'échantillonnage d'été. Le contenu en carbone actif a, pour sa part, varié respectivement de 234.7 mg / kg à 1627.7 mg/kg et de 336.1 mg/kg à 1617.8 mg/kg pour les échantillonnages de printemps et d'été.

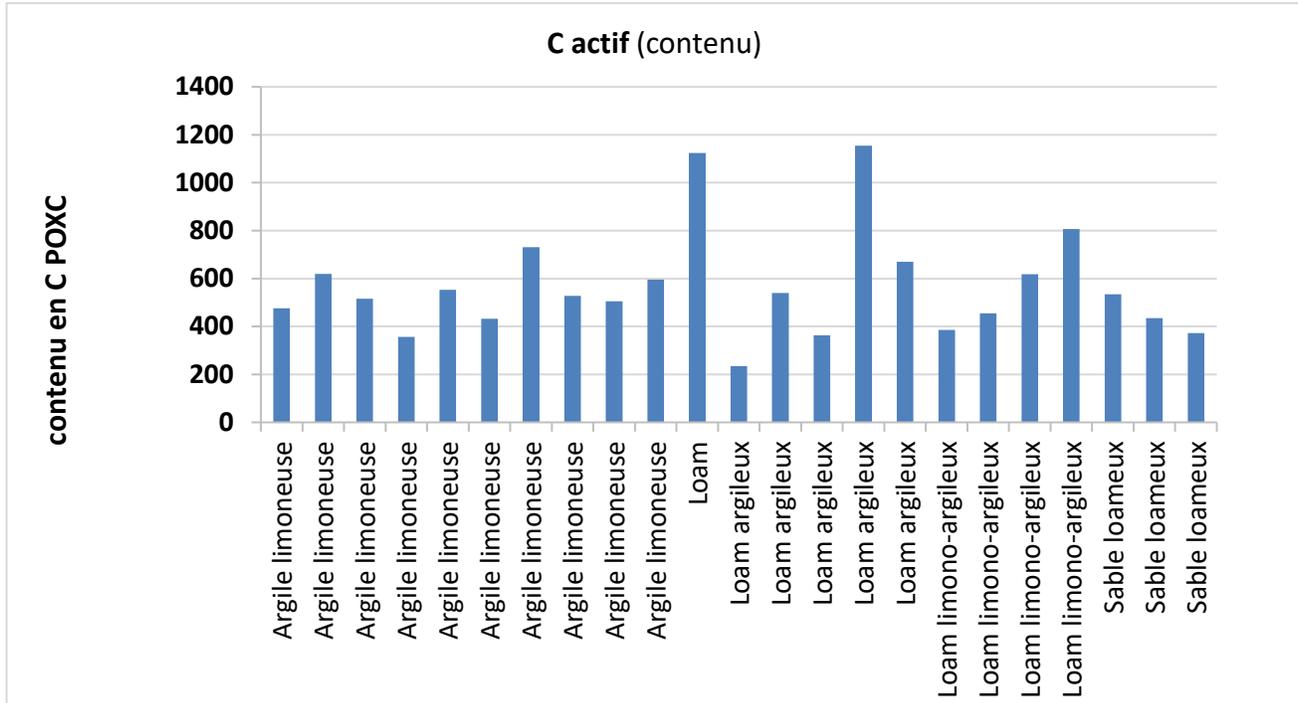
Les graphiques 1 et 2 présentent les ratios C labile (POXC) / C organique total et les contenus en C labile obtenus pour chacune des parcelles échantillonnées au printemps.

Ces graphiques illustrent la relation entre le carbone labile et la classe texturale des sites pour cette période d'échantillonnage. Les résultats obtenus ne permettent pas de lier le carbone labile (ratio et contenu) à la classe texturale du site.

Graphique 1. État des ratios C actif (POXC) / C total obtenus selon la classe texturale des sites (printemps)



Graphique 2. État des contenus en C actif (POXC) obtenus selon la classe texturale des sites (printemps)



Relation entre la teneur du sol en carbone labile et la fourniture en azote

Les graphiques 3 à 8 illustrent la relation obtenue entre le contenu en carbone labile (POXC et eau) et la quantité de nitrates du sol disponible au printemps et la capacité de fourniture en nitrate sur 10 jours d’incubation pour les deux périodes d’échantillonnage pour tous les sites. Selon les résultats d’analyses effectuées sur les échantillons du printemps, la fourniture en azote (N-NO3-) du sol est liée avec la teneur en carbone labile.

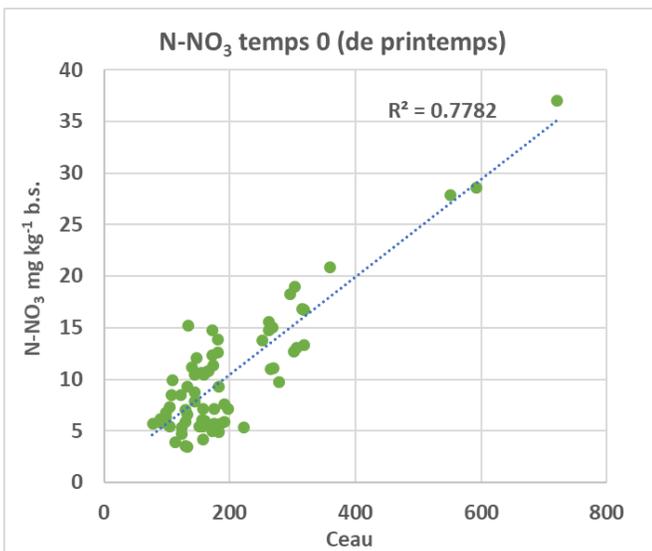
Méthode d’extraction du carbone labile – extraction au permanganate de potassium versus extraction à l’eau

La relation entre la fourniture en azote et le contenu en carbone labile, obtenus par une extraction à l’eau, s’est avérée plus forte (R^2) de 0.7882 et 0.6437 (Graphiques 3 et 4) qu’avec le C actif extrait au permanganate de potassium (R^2) de 0.5801 et 0.6391 (Graphiques 4 et 5)).

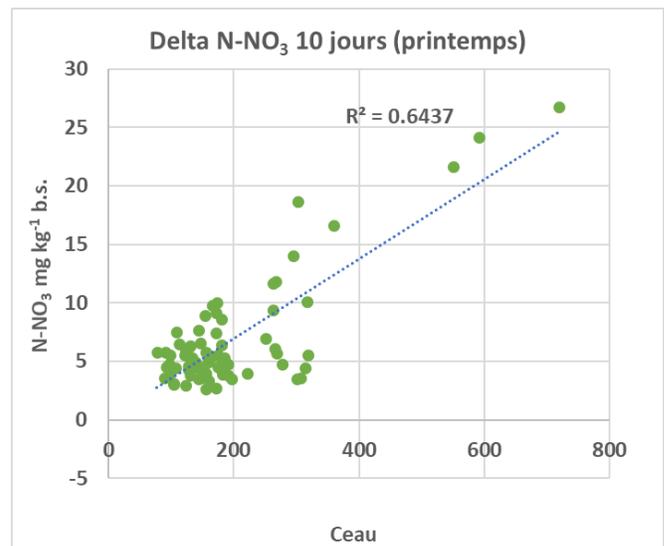
Période d'échantillonnage

Selon les résultats illustrés dans les graphiques 5 à 8, l'échantillonnage de printemps offre une relation définitivement plus intéressante entre le contenu en C labile et le potentiel de fourniture en azote du sol, avec des R^2 plus élevés.

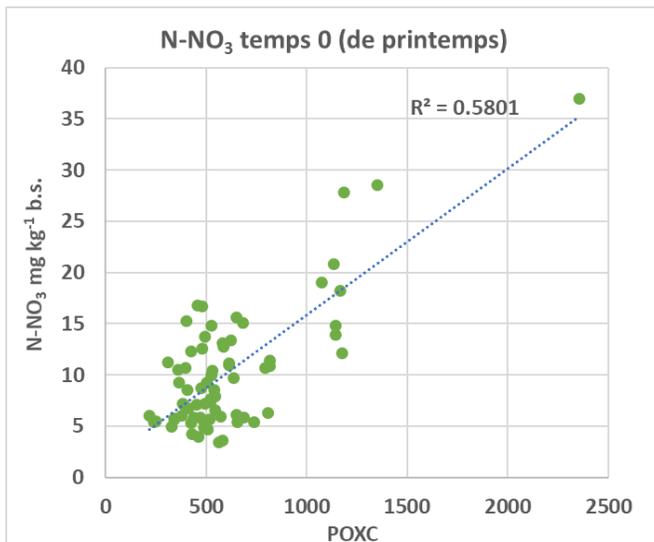
Graphique 3 -Effet du contenu en carbone actif (extrait à l'eau) sur la concentration en N-NO₃- (0 jour) du sol-Échantillonnage printemps



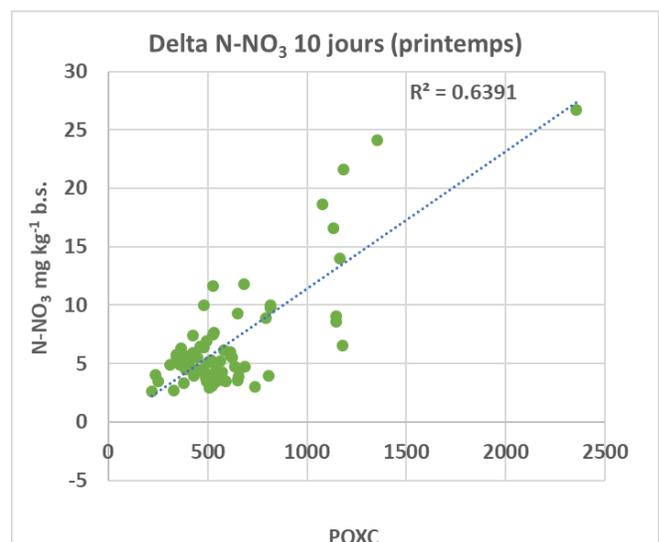
Graphique 4 -Effet du contenu en carbone actif (extrait à l'eau) sur la concentration en N-NO₃- (incubation 10 jours) du sol-Échantillonnage printemps



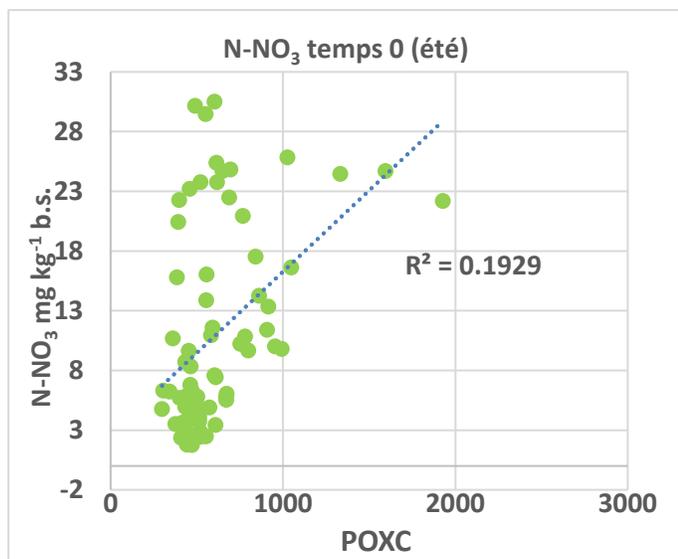
Graphique 5 -Effet du contenu en carbone actif (POXC) sur la concentration en N-NO₃- (0 jour) du sol-Échantillonnage printemps



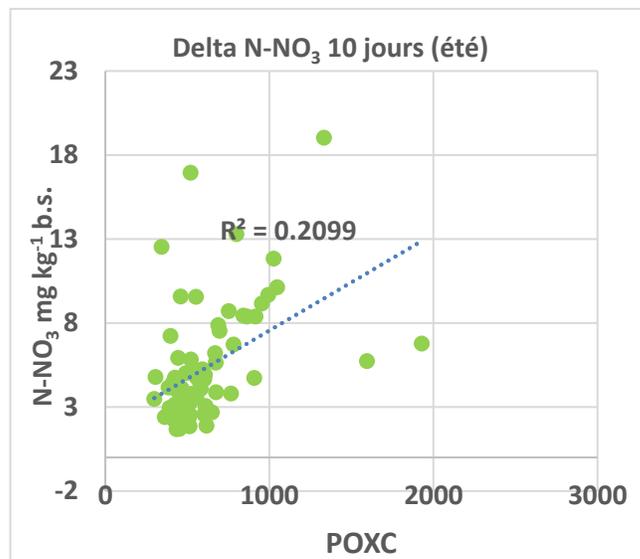
Graphique 6 -Effet du contenu en carbone actif (POXC) sur la concentration en N-NO₃- (incubation 10 jours) du sol-Échantillonnage printemps



Graphique 7 -Effet du contenu en carbone actif (POXC) sur la concentration en N-NO₃-(0 jour) du sol-Échantillonnage été



Graphique 8-Effet du contenu en carbone actif (POXC) sur la concentration en N-NO₃-(incubation 10 jours) du sol-Échantillonnage été



Discussion

Ce projet a permis d'initier l'état de la situation des ratios C labile / C organique total au Québec et de comparer les résultats obtenus avec la littérature existante. Les seuils atteints par cette campagne d'échantillonnage sont semblables à ceux relatés dans la méta-analyse américaine de Calderon et al. 2017 qui couvrent une très grande variété de systèmes culturaux et cultures.

La donnée du ratio C labile / C total est pertinente pour comparer les sols entre eux, toutefois, si on se réfère aux analyses de laboratoires commerciaux, c'est plutôt le contenu en carbone labile qui est utilisé comme indicateur. Selon les résultats 2019, la donnée du contenu a offert une meilleure relation avec le potentiel de fourniture en azote du sol que le ratio. Les résultats mentionnés plus haut sont basés sur 25 sites seulement. Davantage de données seront nécessaires pour confirmer ces tendances.

Selon les résultats obtenus des deux campagnes d'échantillonnage, la période de printemps offrirait de meilleurs résultats. Le lien obtenu entre le contenu en C actif au printemps et la fourniture en azote du sol est clair. Selon la littérature, les meilleures périodes d'échantillonnage seraient le printemps et l'automne. Comme ces mêmes périodes sont utilisées pour l'échantillonnage de routine des sols, l'analyse du contenu en carbone labile pourrait se faire au même moment.

Malgré que la méthode d'extraction au permanganate de potassium soit la plus utilisée ailleurs dans le monde, les teneurs en carbone actif obtenues par une extraction à l'eau ont conduit à une meilleure qualité de résultats. Ainsi, un ratio C actif (POXC) / C org. total permet de travailler sur une base commune à la littérature actuelle, tandis que la méthode d'extraction à l'eau semble plus appropriée et plus juste.

Conclusion

Les objectifs du projet 2019 ont été atteints et les résultats sont cohérents avec la littérature et les hypothèses initiales. Ce projet marquera certainement le début d'une démarche plus importante à l'échelle provinciale, permettant de cumuler davantage de données pour mieux comprendre le comportement et les rôles du carbone labile dans nos sols et ainsi offrir un indicateur fiable de qualité des sols. Cette donnée permettrait aux producteurs et aux conseillers de faire un suivi de l'impact des choix de cultures et de régies et du potentiel de fourniture en N du sol.

Ainsi, l'équipe du GMA et de l'IRDA souhaite poursuivre leurs efforts en 2020 afin de cumuler encore davantage de données régionales et provinciales. Pour cette deuxième année, des échantillonnages de printemps et d'automne seraient privilégiés. Également, le suivi du flux d'azote dans le sol, suite à l'incorporation de différents amendements organiques (engrais de ferme, engrais verts), pourrait faire partie des objectifs 2020. Une telle investigation permettrait de mieux synchroniser nos applications et enfouissements de matières organiques, selon leur type, avec les besoins de nos cultures sous nos conditions.

Tel que mentionné plus haut, plusieurs données ont été compilés pour chacune des parcelles (historique 2 ans, régie de culture, pédologie, physico-chimique). Cette cueillette de données n'a pas été présentée ici mais elle permettra une analyse plus approfondie des résultats obtenus selon la réalité, site par site, et facilitera l'orientation de la suite du projet. Une rencontre est prévue avec les entreprises participantes au cours de l'hiver 2020 afin de leur présenter les résultats du projet et discuter avec eux de la portée de ces derniers pour leurs entreprises.

Références

-Bongiorno et al. 2019. Sensitivity of labile carbon fractions to tillage and organic matter management and their potential as comprehensive soil quality indicators across pedoclimatic conditions in Europe. *Écological indicators* (2019) 38-50.

-Calderon et al. 2017. Quantification of Soil Permanganate Oxidizable C (POXC) using infrared spectroscopy. *Soil Biology and Biochemistry* 277-288.

-Khiari, L. 2014. Guide technique. Échantillonnage conventionnel des sols agricoles au Québec. De la planification à l'envoi au laboratoire. Québec. 20 pages.

-Moebius-Clune et coll. 2016. Comprehensive assessment of soil health. The Cornell framework. Third edition. Ithaca (New York). 134 pages.

-Weil et al. 2003. Estimating active carbon for soil quality assessment: a simplify method for laboratory and field use. *American journal of alternative agriculture*. P 3- 17.

- <http://www.soilquality.org.au/factsheets/labile-carbon.2019>. Australia