



38^e congrès annuel de l'AQSSS

« Est-ce qu'on en C assez sur le potentiel de nos sols ? »

Chalets et Spa Lac St-Jean, Chambord

28-30 mai 2024

Programme scientifique

CONSEIL D'ADMINISTRATION 2023-2024

- Présidente : **Isabelle ROYER**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, 2560 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 2J3.
isabelle.royer@agr.gc.ca
- Vice-président : **Rock OUIMET**, retraité de la Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec QC G1P 3W8.
& Webmaître rock.ouimet@gmail.com
- Trésorière : **Lucie GRENON**, 4974 chemin Godbout, Dunham QC J0E 1M0
luciegrenon@hotmail.com
- Secrétaire : **Steeve PEPIN**, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sols et de génie agroalimentaire, 2480 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 0A6.
steve.pepin@fsaa.ulaval.ca
- Administrateurs : **Jonathan LAFOND**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, 2560 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 2J3.
jonathan.lafond@agr.gc.ca
- Maxime PARÉ**, Université du Québec à Chicoutimi, Département des sciences fondamentales, 555 boul. de l'Université, Chicoutimi QC G7H 2B1.
maxime.pare@uqac.ca
- Jacynthe DESSUREAULT-ROMPRÉ**, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sols et de génie agroalimentaire, 2480 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 0A6. jacynthe.dessureault-rompre@fsaa.ulaval.ca
- Membre étudiant : **Raphaël Deragon**, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sols et de génie agroalimentaire, 2480 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 0A6.
raphael.deragon.1@ulaval.ca

COMITÉ ORGANISATEUR DU CONGRÈS 2024

Le conseil d'administration de l'AQSSS

Association québécoise de spécialistes en sciences du sol

L'Association québécoise de spécialistes en sciences du sol est un organisme de bienfaisance enregistré regroupant les personnes intéressées à la science, à l'utilisation, à l'aménagement, à la conservation et à la santé des sols ainsi qu'à l'éducation sur les sols. Elle a pour objectifs de diffuser l'information scientifique, technique et générale relative aux sols et d'éclairer sur tout sujet d'intérêt concernant les sols, une ressource non renouvelable essentielle à la vie.

Toute personne œuvrant en science du sol au Québec peut devenir membre de l'association à condition d'en faire la demande en remplissant la fiche d'inscription disponible sur le site web de l'AQSSS, d'être admise par le comité d'admission et de payer la cotisation annuelle fixée par l'assemblée générale.

Membres de l'AQSSS – Prix honorifique

PRIX AUGUSTE-SCOTT

Le prix Auguste-Scott est décerné à un membre de l'AQSSS s'étant distingué par l'ensemble de son œuvre ou une contribution majeure à la science du sol. Cette contribution peut être une publication scientifique, un article de vulgarisation, un rapport scientifique ou technique, une thèse, une action publique ou une autre activité scientifique de type ponctuel dans le domaine des sciences du sol.

Le prix honorifique est constitué d'un trophée-pelle et d'un diplôme souvenir. Les mises en candidature doivent être présentées par un membre au président de l'association, qui est le seul membre non éligible. Le président formera un comité pour l'étude des dossiers et la nomination du récipiendaire. Depuis 2013, un appel de candidatures a lieu en début d'année tous les deux ans.

Auguste Scott (1901-1983) était un éminent pédologue québécois décoré du mérite agronomique. Il a obtenu plusieurs mentions et titres honorifiques. C'est sous l'égide de monsieur Scott que la pédologie a pris son véritable essor au Québec.

Étudiants membres de l'AQSSS – Prix

PRIX ROGER-BARIL – COMMUNICATION ORALE

Le prix Roger-Baril est décerné aux meilleures communications orales réalisées par les étudiants membres de l'AQSSS lors du congrès annuel. Ce prix est constitué de trois bourses et de certificats d'attestation de l'AQSSS.

PRIX RÉGIS-SIMARD – AFFICHE SCIENTIFIQUE

Le prix Régis-Simard est décerné aux meilleures affiches scientifiques réalisées par les étudiants membres de l'AQSSS lors du congrès annuel. Cette année, ce prix sera constitué d'une bourse et d'un certificat d'attestation de l'AQSSS.

L'attribution de ces prix a pour objectif de promouvoir la participation des étudiants de deuxième et troisième cycles au congrès et de maintenir un haut niveau de qualité dans la présentation de conférences et d'affiches scientifiques. L'évaluation des communications orales ainsi que des affiches scientifiques est effectuée par des comités d'évaluation formés de membres de l'AQSSS.

Roger Baril (1916-2007), agronome-pédologue de 1940 jusqu'en 1962, où il devint professeur et chercheur en pédologie au département des sols de la faculté d'agriculture de l'Université Laval jusqu'en 1984. Les enseignements de M. Baril ont contribué à former plusieurs agronomes-pédologues au Québec. Il fut le premier membre honoraire de l'AQSSS.

Régis Simard (1956-2002), agronome, pédologue puis chercheur engagé à la promotion de la science du sol. Il a été particulièrement actif au niveau de la recherche en chimie-fertilité du sol. Ses travaux ont eu des répercussions importantes, entre autres, sur notre compréhension de la capacité des sols à retenir le phosphore. Régis Simard a participé activement à l'AQSSS. Il en a été le président en 1991, 1992 et 1996.

Les prix de l'AQSSS seront remis à la fin de la journée du 29 mai durant le banquet.

HISTORIQUE DES ASSEMBLÉES GÉNÉRALES, DES PRÉSIDENTS, DES CONGRÈS ET DES ÉVÉNEMENTS

An	Assemblée générale	Président	Lieu	Thème du congrès	Événements
			Chicoutimi	ACFAS mai 1985 , Chicoutimi	Prémices
			Montréal	ACFAS mai 1986 , Montréal	Fondation
1	27 oct. 1987	Marton Tabi	Saint-Hyacinthe	ACFAS mai 1987, Ottawa Utilisation rationnelle des sols	Naissance
2	24 mai 1988	Fernand Pagé	Sainte-Foy	ACFAS 10-11 mai 1988, Moncton Les sols organiques, un milieu de culture à découvrir et à exploiter	Établissement
3	3 mai 1989	Fernand Pagé	Sainte-Foy	ACFAS 17 mai 1989, Montréal La fertilisation intégrée des cultures : Une approche à développer	Consolidation
4	25 oct. 1990	Claude Camiré	Saint-Lambert	AQSSS 14-17 mai 1990, Sainte-Foy Le dépérissement des érablières : Causes et solutions possibles	Indépendance
5	7 oct. 1991	Régis Simard	Drummondville	Colloque conjoint AQSSS-CPVQ Les amendements organiques et la productivité du sol	Diffusion
6	5 oct. 1992	Régis Simard	Beaupré	La qualité des sols	Expansion
7	12 oct. 1993	Léon-Étienne Parent	Sainte-Anne-de-Bellevue	La science du sol dans la dynamique environnementale	Prise de position
8	11 oct. 1994	Léon-Étienne Parent	Lennoxville	La variabilité spatio-temporelle des propriétés du sol	Premier mémoire
9	27 juil. 1995	Léon-Étienne Parent	Saint-Lambert	Congrès AQSSS-SCSS, Sainte-Foy Dynamique des éléments dans les écosystèmes terrestres	HA HA HA ... en russe svp
10	16 oct. 1996	Régis Simard	Saint-Hyacinthe	Les nouveaux défis en sciences du sol	Organisme de bienfaisance enregistré
11	25 août 1997	Denis Côté	Lac-Beauport	Congrès conjoint AQSSS-ORSTOM Le sol et l'eau : deux ressources à gérer en interrelations	Statuts 97
12	4 août 1998	Richard Beaulieu	Sainte-Foy	Congrès AQSSS-NEFSC (U. Laval) La science du sol au service du développement durable en foresterie et en agriculture	Site web de l'AQSSS
13	17 août 1999	Rock Ouimet	Sainte-Anne-de-Bellevue	La qualité des sols : du concept à la réalité	Sol emblème
14	31 nov. 2000	Rock Ouimet	Forêt Montmorency	La durabilité des ressources agricoles et forestières	Concours Le choix d'un sol emblème
15	22 août 2001	Rock Ouimet	La Pocatière	L'utilisation des sols et la ruralité	Le livre LES SOLS par Auguste Scott
16	12 juin 2002	Rock Ouimet	Normandin	Les écosystèmes agricole et forestier du pré-nord	Comité Promotion des sols et de l'AQSSS
17	10 juin 2003	Rock Ouimet	Sherbrooke	Le sol et la biodiversité	Livre Les Sols et site web renouvelé

An	Assemblée générale	Président	Lieu	Thème du congrès	Événements
18	8 juin 2004	Rock Ouimet	Baie-Saint-Paul	La recherche en sol : où en sommes-nous ?	Table ronde au congrès
19	15 juin 2005	Rock Ouimet	Saint-Ignace-de-Standbrige	Utilisons-nous nos sols adéquatement ?	Infosol et site web AQSSS
20	6 juin 2006	Martin Chantigny	Montréal	L'urbanisation et les sols	Table ronde devient Forum
21	4 juin 2007	Martin Chantigny	Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier	Congrès AQSSS-SCSS Les sols en milieux froids	Comité ad hoc Sol emblème Sainte-Rosalie
22	3 juin 2008	Martin Chantigny	Saint-Georges-de-Beauce	Utilisation et productivité des sols négligés	Programme bourse AFES - AQSSS
23	20 mai 2009	Martin Chantigny	Saint-Paulin	La rivière, reflet de la gestion des terres	Comité ad hoc Projet Global Soil Map
24	1 juin 2010	Martin Chantigny	Oka	Congrès AQSSS-SPPQ Vers des systèmes sol-plante sains et durables	Avenir de la pédologie au Québec
25	25 mai 2011	Anne Vanasse	Wendake	Les sciences du sol au 21^e siècle : Défis à relever pour une ressource à préserver	Site Web, un renouveau!
26	4 juin 2012	Gilles Gagné	Lac-Beauport	Congrès AQSSS-SCSS Les sols sous un climat en évolution : amis ou ennemis ?	Inscription au congrès en ligne
27	28 mai 2013	Gilles Gagné	Chicoutimi Saguenay	Les sols à bout de souffle ?	Programme bourses de participation à des congrès
28	27 mai 2014	Gilles Gagné	Victoriaville	Qualité des sols et productivité des cultures	Avenir de la pédologie au Québec
29	6 juillet 2015	Gilles Gagné	Montréal	Congrès ISMOM-SCSS-AQSSS 2015 Importance des interfaces du sol pour un développement durable / Soil Interfaces for Sustainable Development	Année internationale des sols
30	31 mai 2016	Gilles Gagné	Québec	Les 30 ans de l'AQSSS, vers de nouveaux horizons en sciences du sol	Programme éducatif SOL'ERE
31	30 mai 2017	Gilles Gagné	Trois-Rivières	Valorisation des sols et biodiversité	Programme bourses de participation à des congrès internationaux
32	13 juin 2018	Isabelle Royer	Québec	Congrès avec NAFSC-ISFS Écologie des sols et agroforesterie	Une première dans le Vieux-Québec en compagnie des forestiers
33	12 juin 2019	Isabelle Royer	Abitibi-Témiscamingue	À la découverte des sols de l'Abitibi-Témiscamingue	Première fois dans cette belle lointaine région et compensations des émissions de GES de l'autocar
34	5 novembre 2020	Isabelle Royer	Virtuelle	Les pesticides dans les sols : bilan et alternatives ANNULÉ	Première AGA virtuelle en raison de l'annulation du congrès annuel dû à la Covid-19.
35	8 décembre 2021	Isabelle Royer	Virtuelle	Terre à terre en virtuel (6-8 juin 2021)	Premier congrès virtuel
36	8 décembre 2022	Isabelle Royer	Virtuelle	SOLlicitons nos sols face aux changements climatiques (7-9 juin 2022)	Deuxième congrès virtuel

An	Assemblée générale	Président	Lieu	Thème du congrès	Événements
37	24 mai 2023	Isabelle Royer	Québec	Les sols dans la foresterie et l'agriculture urbaine	Premier congrès hybride
38	28 mai 2024	Isabelle Royer	Chambord	Est-ce qu'on en C assez sur le potentiel de nos sols ?	

RÉCIPENDIAIRES DU PRIX AUGUSTE-SCOTT ET MEMBRES HONORAIRES

An	Année	Auguste-Scott	Affiliation	Membre honoraire	Affiliation
	1985				
	1986				
1	1987				
2	1988	Thi Sen Tran	MAPAQ	<i>Roger Baril</i>	<i>Université Laval</i>
3	1989	Marcel Giroux	MAPAQ		
4	1990	Fernand Pagé	MAPAQ	<i>Sylvio Bourget</i>	<i>AAC</i>
5	1991	Christian de Kimpe	AAC	<i>Lauréan Tardif</i>	<i>MAPAQ</i>
6	1992	Angus F. Mackenzie	McGill University		
7	1993	Michel Nolin	AAC		
8	1994	Denis Côté	MAPAQ		
9	1995	Marton Tabi	MAPAQ		
10	1996	Léon-Étienne Parent	Université Laval		
11	1997	Régis Simard	AAC		
12	1998	Lucien Bordeleau	Biolistik Ltée		
13	1999	Adrien N'dayegamiye	IRDA		
14	2000	Marc Laverdière	Université Laval		
15	2001	Lucie Grenon	AAC	<i>Thi Sen Tran</i>	<i>IRDA</i>
16	2002	Claude Camiré	Université Laval		
17	2003	Denis Angers	AAC	<i>Marton Tabi</i>	<i>MAPAQ</i>
18	2004				
19	2005	André Brunelle	MAPAQ		
20	2006	Rock Ouimet	MFFP		
21	2007	Antoine Karam	Université Laval		
22	2008	Gérard Laflamme	IRDA		
23	2009	Michel P. Cescas	Université Laval		
24	2010	Guy Mehuys	McGill University		
25	2011	Luc Lamontagne	AAC		
26	2012			<i>Michel Nolin</i>	<i>AAC</i>
27	2013	Hani Antoun	Université Laval		
28	2014				
29	2015	Jean Caron	Université Laval		
30	2016				
31	2017	Martin Chantigny	AAC		
32	2018				
33	2019	Joann Whalen	McGill University		
34	2020			<i>Léon-Étienne Parent</i>	<i>Université Laval</i>
35	2021	Noura Ziadi	AAC		
36	2022				
37	2023	Marc-Olivier Gasser	IRDA		

AAC : Agriculture et Agroalimentaire Canada

IRDA : Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

MAPAQ : ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

MFFP : ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec

RÉCIPIENDAIRES DES PRIX ET DES BOURSES

An	Année	Prix Roger-Baril 1991-	Prix AQSSS (1996-2002) Prix Régis-Simard 2003-	Bourse AFES 2009- Bourse SCSS 2014- Bourse internat. 2018-	Bourse AQSSS
5	1991	Daniel Avon ^{UL}			
6	1992	Martin Chantigny ^{UL}			
7	1993	Bernard Pelletier ^{UMcG}			
8	1994	Robert Bradley ^{UMcG}			
9	1995	Isabelle Royer ^{UL}			
10	1996	1. Jean-Pierre Mvondo Awonno ^{UL} 2. Mauro Pezzente ^{UMcG} 3. Isabelle Breune ^{UL}	Noura Ziadi ^{UL}		
11	1997	1. Louis Duchesnes ^{UL} 2. François Marquis ^{UL} 3. Jacinda Richman ^{UMcG}	Annie Clark ^{UdeS}		
12	1998	1. Marie-André Saint-Pierre ^{UL} 2. Rebecca Tremblay ^{UL} 3. Sonja Kosuta ^{UMcG}	Benoît Hamel ^{UQAM}		
13	1999	1. Caroline Côté ^{UdeM} 2. Catherine Périé ^{UL} 3. Bernard Pelletier ^{UMcG}			
14	2000	1. François Marquis ^{INRS} 2. Jacques Langlois ^{UMcG} 3. Louis Hudon ^{UL}	Danya Brisson ^{UL}		
15	2001	1. Martin Lavoie ^{UdeS} 2. Jacques Langlois ^{UMcG} 3. Richard Jeannotte ^{UMcG}			
16	2002	1. Jacques Langlois ^{UMcG} 2. Frank Grenon ^{UdeS} 3. Jacynthe Dessureault-Rompré ^{UL} Richard Jeannotte ^{UMcG}	Habiba Ben Mansour ^{UL}		
17	2003	1. Marie Bipfubusa ^{UL} 2. Benoît Lapointe ^{UdeS} 3. Rosalbina Gomez ^{UL} Karine Prévost ^{UdeS}	Gilles Joanisse ^{UdeS}		
18	2004	1. Alicia Moreno ^{INRS} 2. Renée Lalancette ^{UL} 3. David Vallières ^{UL}	Luc Michelot Casséus ^{UL}		
19	2005	1. Cargele Nduwanungu ^{UL} 2. Karine Therrien ^{UL} Vincent Poirier ^{UL}	Arnaud De Coninck ^{UL} Sébastien Lange ^{UL}		
20	2006	1. Kevin Tiessen ^{UMcG} 2. Nikita Erikson-Hamel ^{UMcG} 3. Vincent Poirier ^{UL}	Anaïs Charles ^{UL}		
21	2007	1. Kevin Tiessen ^{UMcG} 2. Julie Guérin ^{UL} 3. Pierre-Antoine Gilbert ^{UL}	Mustapha Bakry ^{UL} Karine Vézina ^{UdeS}		
22	2008	1. Julie Guérin ^{UL} 2. Vincent Leblanc ^{UL} 3. Karine Labrecque ^{INRS}	Irina Compte ^{UQAM}		
23	2009	1. Marie-Hélène Perron ^{UL} 2. Jérôme Laganière ^{UQAM} 3. Aimé Jean Messiga ^{UL}	Dalel Abdi ^{UL} Mathieu Quenum ^{UL}	Aimé Jean Messiga ^{UL} AFES	

RÉCIPIENDAIRES DES PRIX ET DES BOURSES (suite)

An	Année	Prix Roger-Baril 1991-	Prix AQSSS (1996-2002) Prix Régis-Simard 2003-	Bourse AFES 2009- Bourse SCSS 2014- Bourse internat. 2018-	Bourse AQSSS
24	2010	1. Éliane Bergeron Piette ^{UL} 2. Vicky Lévesque ^{UL} 3. Marcio Martins ^{UEPB}	Aimé Jean Messiga ^{UL}		
25	2011	1. Vincent Poirier ^{UMcG} 2. Loïc D'Orangeville ^{UMcG} 3. Sébastien Marchand ^{UL}	Gregory Musset ^{INRA}		
26	2012	1. Loïc D'Orangeville ^{UMcG} 2. Yann Périard ^{UL} 3. Émilie Maillard ^{UL}	Ezequiel Miola ^{UFSMB}	Tarek Rouissi ^{INRS} AFES	
27	2013	1. Caroline Halde ^{UofM} 2. Thomas Jeanne ^{UL}	Dalel Abdi ^{UL}		Dalel Abdi ^{UL} Anaïs Charles ^{UL} Vincent Pelletier ^{UL} Claudia Sylvain ^{UL}
28	2014	1. Marie-Noëlle Thivierge ^{UL} 2. Diane Bulot ^{UL} 3. Valérie Lecomte ^{UdeS}	Vincent Pelletier ^{UL}	Dalel Abdi ^{UL} AFES Valérie Lecomte ^{UdeS} SCSS	Alexey Kastyuchik ^{UL} Diane Bulot ^{UL} Valérie Lecomte ^{UdeS}
29	2015	1. Lili Perreault ^{UQAT} 2. Mathieu Vaillancourt ^{UL} 3. Vicky Lévesque ^{UL}	Yann Périard ^{UL}		Vicky Lévesque ^{UL} Mélanie Aubin ^{UQAC} Mathieu Vaillancourt ^{UL} Martine Fugère ^{UdeS}
30	2016	1. Emmanuelle D'Amours ^{UL} 2. Yann Périard ^{UL} 3. Joanie Piquette ^{UQAC}	Laurence Gendron ^{UL}	Nody Civil ^{UL} AFES	Catherine Tremblay ^{UQAC} Joanie Piquette ^{UQAC} Mélicha Quinche ^{UL} Yann Périard ^{UL} Haixiao Li ^{UL}
31	2017	1. Josée-Anne Lévesque ^{UQAC} 2. Élodie Larouche ^{UdeM} 3. Jean-Pascal Matteau ^{UL}	Benoît Bérubé ^{UL}	Joanie Piquette ^{UQAC} SCSS	Xavier Plante ^{UQAC} Catherine Tremblay ^{UQAC} Jean-Pascal Matteau ^{UL} Wilfried Dossou-Yovo ^{UL}
32	2018	1. Jean-Baptiste Floc'h ^{UdeM} 2. Karolane Bourdon ^{UL} 3. Stéphanie Houde ^{UL} Clément Chedzer-Clarc ^{UL}	Samuel Gagné ^{UL}	Stéphanie Houde ^{UL} Intl. Catherine Tremblay ^{UQAC} AFES	Cindy Denoncourt ^{UL} Stéphanie Houde ^{UL} Claude-Alla Joseph ^{UL} Cedrick V. Guedessou ^{UL}
33	2019	1. Cindy Denoncourt ^{UL} 2. Karolane Bourdon ^{UL}	Nicolas Martin ^{UL} Mohammed Henneb ^{UQAT}	Chih-Yu Hung ^{UMcG} Intl. Cindy Denoncourt ^{UL} SCSS	Cindy Denoncourt ^{UL} Julie Forest-Drolet ^{UL} Karolane Bourdon ^{UL}
34	2020			Marie-Élise Samson ^{UL} Intl. Léa Farrier ^{UL} SCSS	
35	2021	1. Raphaël Deragon ^{UL} 2. Anthony Pelletier ^{UQAC} 3. Ana Maria Quiroga Arcila ^{UL} 3. Karolane Bourdon ^{UL}	Pablo Ragué ^{INRAE-UL}		
36	2022	1. Raphaël Deragon ^{UL} 2. Louis-Étienne Lessard ^{UL} 3. Karolane Bourdon ^{UL}	Félix L'Heureux-Bilodeau ^{UL}	Krisztina Mosdossy ^{UMcG} Intl.(SSSA) Louis-Étienne Lessard ^{UL} SCSS	

RÉCIPIENDAIRES DES PRIX ET DES BOURSES (suite)

An	Année	Prix Roger-Baril 1991-	Prix AQSSS (1996-2002) Prix Régis-Simard 2003-	Bourse AFES 2009- Bourse SCSS 2014- Bourse internat. 2018-	Bourse AQSSS
37	2023	1. Thomas Jeanne ^{UL} 2. Karolane Bourdon ^{UL} 3. Raphaël Deragon ^{UL}	Michaël Brière ^{UL}	Joannie D'Amours ^{UL} AFES Anthony Pelletier ^{UQAC} SCSS	Kasandra Bradette ^{UQAC} Michaël Brière ^{UL} Karolane Bourdon ^{UL} Raphaël Deragon ^{UL}
38	2024			Yelena E. Gomez Lara ^{UL} Intl Joannie D'Amours ^{UL} SCSS	Prabin Ghimire ^{UL} Cindy Denoncourt ^{UL} Anthony Pelletier ^{UQAC}

INRA; Institut national de la recherche agronomique, France
 INRS : Institut national de la recherche scientifique
 UdeM : Université de Montréal
 UdeS : Université de Sherbrooke
 UEPB : Universidade Estadual Paulista, Brésil
 UFSMB : Université Fédérale de Santa Maria, Brésil

UL : Université Laval
 UofM : Université du Manitoba
 UMcG : Université McGill
 UQAC : Université du Québec à Chicoutimi
 UQAM : Université du Québec à Montréal
 UQAT : Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

38^e congrès annuel de l'AQSSS du 28 au 30 mai 2024
« Est-ce qu'on en C assez sur le potentiel de nos sols ? »
Chalets et Spa Lac St-Jean, Chambord

LE CONGRÈS ANNUEL 2024 DE L'AQSSS EST EN COURS D'ACCRÉDITATION AUPRÈS DE
L'ORDRE DES AGRONOMES DU QUÉBEC

SOMMAIRE DU PROGRAMME

	Mardi 28 mai	Mercredi 29 mai	Jeudi 30 mai
Matinée	<p>8h15 – 8h55. Inscription</p> <p>9h – 12h15. Forum</p> <ul style="list-style-type: none"> • Est-ce qu'on en C assez sur le potentiel de nos sols ? <p>Conférenciers invités</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sylvain Pellerin, chercheur à INRAe, France • Émilie Maillard, chercheuse à AAC, Québec. • Patrick Faubert, professeur, UQAC, Chicoutimi, QC 	<p>8h15 – 8h55. Inscription</p> <p>9h00 – 12h00. Sessions de présentations orales</p>	<p>8h00 – 17h00. Tournée post-congrès</p> <p>Ferme Clan Gagnon Métabetchouan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visite dépôt juxtaglaciaire • Géomorphologie SLSJ <p>Plantation agricole de C Boréal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Profil de sols : Série Chicoutimi (argile calcaire) <p>Mashteuiatsh</p> <ul style="list-style-type: none"> • Culture des Pekuakamiulnuatsh • Dîner <p>Bleuetière Enseignement Recherche</p>
Midi	12h15 – 13h30. Dîner	12h00 – 13h15. Dîner	<ul style="list-style-type: none"> • Profil de sols : Série Parent <p>AAC à Normandin</p>
Après-midi	<p>13h30 – 15h00. Session d'affiches</p> <p>15h00 – 17h00. Session de présentations orales</p>	<p>13h15 – 14h45. Session d'affiches</p> <p>14h45 – 16h45. Sessions de présentations orales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Profil de sols : Série Normandin (argile non-calcaire) • Survol des dispositifs de recherche
Soirée	<p>17h00 – 19h00. 5 à 7 et Assemblée générale de l'AQSSS</p> <p>19h00. Souper</p>	<p>17h00 – 19h00. 5 à 7</p> <p>19h00 – 23h00. Banquet et remise des prix de l'AQSSS</p>	

Le comité organisateur se réserve le droit de changer l'horaire et les activités.
Si des changements ont lieu, nous vous en ferons part par courriel et sur notre site Web.
Pour de plus amples détails, visitez www.aqsss.com

Mardi 28 mai 2024 – AM

8h15 – 8h55

INSCRIPTION
Pavillon d'accueil
Au Chalets et Spa Lac St-Jean, Chambord

8h55 – 9h00

OUVERTURE
Isabelle Royer, présidente de l'AQSSS

9h00 – 12h15

FORUM – Pavillon d'accueil – 2^e étage
Modérateur : Maxime Paré

9h00 **Stocker des matières organiques dans les sols agricoles : un levier pour atteindre la neutralité carbone ?**
SYLVAIN PELLERIN

9h40 **Potentiel d'accumulation en C du sol dans différents systèmes de cultures pérennes au Québec**
ÉMILIE MAILLARD

10h20 **PAUSE**

10h40 **Le carbone en sols agricole et forestier : symbioses par l'écologie industrielle et la lutte aux changements climatiques**
PATRICK FAUBERT

11h20 **DISCUSSION**

12h15 – 13h30

DÎNER
Restaurant - Pavillon Bosket

13h30 – 15h00

SESSION D’AFFICHES – 1^{re} présentation

Pavillon d’accueil – 2^e étage

- 1. Planter des saules pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre, une solution viable?**
JÉRÔME GINGRAS DEBIEN*, PATRICK BENOIST, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ, MICHEL LABRECQUE
- 2. Améliorer l’empreinte carbone des fermes laitières : par où commencer?**
FRÉDÉRIKA NADON*, ÉDITH CHARBONNEAU, SIMON BINGGELI, JEAN-PASCAL MATTEAU
- 3. Suivi du carbone du sol après 30 années de différentes pratiques culturales**
JEAN LAFOND, GENEVIÈVE TELMOSSÉ
- 4. Portrait de l’état de santé des sols maraîchers du Québec**
ALEXANDRA BÉLANGER*, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ, RICHARD HOGUE
- 5. Impact de la fertilisation conventionnelle et avec sous-produits industriels sur les émissions de gaz à effet de serre en bleuette**
ANTHONY J. PELLETIER*, PATRICK FAUBERT, JEAN LAFOND, NORMAND BERTRAND, JEAN LEGAULT, ROCK OUMET, DAVID PELSTER, ANDRÉ PICHETTE, CLAUDE VILLENEUVE, NOURA ZIADI, MAXIME C. PARÉ
- 6. Impact de l’utilisation du bois raméal fragmenté sur la dynamique et la minéralisation du carbone dans les sols**
FÉLIX L’HEUREUX BILODEAU*, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ, ÉVELYNE THIFFAULT, DIANE BULOT
- 7. Émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et d’oxyde nitreux (N₂O) dans différentes zones de gestion de tourbières cultivées en Montérégie**
TU LANG LAM*, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ, FÉLIX L’HEUREUX BILODEAU
- 8. Évaluation de l’impact de la distance de protection des brise-vent dans la réduction de l’érosion éolienne sur les sols organiques dans les paysages agricoles en utilisant la technologie LiDAR**
SABA DAEICHIN*, JEAN CARON, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ

9. **Utilisation d'un biofiltre pour traiter les eaux de rinçage de pesticides**
JONATHAN A. LAFOND, JACYNTHE MASSE, GEORGES THÉRIAULT, NADIA GOUSSARD, ERIC COURCHESNE, CLAUDIA SHEEDY
10. **Utilisation de biochar de *Miscanthus* comme amendement biologique d'un résidu minier acide cultivé avec de l'avoine**
RAGHAD SOUFAN*, ANTOINE KARAM, AHMED AAJANE
11. **Cultures de couverture et séquestration de carbone dans les sols organiques : Quels indicateurs permettraient d'évaluer un stockage à long terme ? Quels sont les enjeux ?**
GARYNECHELE SAIMPHA*, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ, JACYNTHE MASSE, JUDITH NYIRANEZA
12. **La métagénomique pour mieux comprendre nos sols maraîchers**
GUILLAUME GAUTHIER*, THIAGO GUMIERE, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ, HERVÉ VAN DER HEYDEN
13. **Incubation de sol organique avec différentes doses de biochar et impact sur les émissions de gaz à effet de serre (CO₂ et N₂O)**
MAINA SARA ORELHOMME*, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ
14. **Éléments traces métalliques des sols agricoles du Québec : État des lieux**
JEAN-BENOIT MATHIEU, MARC-OLIVIER GASSER, EDUARDO CHAVEZ
15. **Les effets bénéfiques de la réduction des émissions de polluants atmosphériques acidifiants sur les érablières**
LOUIS DUCHESNE, ROCK OUMET, DANIEL HOULE, ROSALIE FRISKO*, MARIE-ÈVE ROY
16. **Effet d'interaction sur les propriétés et éléments traces métalliques du sol : travail du sol conventionnel versus réduit combiné à une fertilisation avec engrais de ferme ou minérale**
MARIE-LINE LECLERC, CATHERINE PINSONNEAULT, MARTIN CHANTIGNY, ISABELLE ROYER
17. **Diagnostic de la santé des sols par télédétection dans le bassin versant de la baie Missisquoi**
AUBERT MICHAUD, MARC-OLIVIER GASSER, MOHAMMED NIANG, EDUARDO CHAVEZ
18. **Optimiser la prédiction du carbone organique dans les sols : l'impact du choix des paramètres des modèles de machine learning**
JEAN-PASCAL MATTEAU, ANTOINE GAGNON, PIERRE-LUC CHAGNON
19. **Impact of biochar application and amendment synergy on crop yield attributes and soil health under lettuce cultivation**
KRISHNA POUDEL*, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ

- 20. Determining soil particle size distribution and organic matter content using a dual image machine vision approach**
ANDRES RELLO RINCON*, VIACHESLAV ADAMCHUK, MARC-OLIVIER GASSER
- 21. Évaluation de l'impact des agrosystèmes de canneberges sur les services éco-hydrologiques : approche microbiologique et isotopique**
ADOU KOUAO ANTOINE N'GUETTA*, THIAGO GUMIERE, SILVIO GUMIERE
- 22. The impact of the Three Sisters polyculture system on molecular microbial biomass and soil heterotrophic respiration**
PRABIN GHIMIRE*, NOURA ZIADI, LORI A. PHILLIPS, AIMÉ J. MESSIGA, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ

Mardi 28 mai 2024 – PM

15h00 – 17h00

SESSION I – Gestion des sols et de l'environnement

Modérateur : Jean Lafond

Pavillon d'accueil – 2^e étage

- 15h00 **Interactions entre la durée du cycle de production du bleuets sauvage, la fauche, les fongicides et la fertilisation sur les rendements en fruits et les analyses foliaires**
JEAN LAFOND, MAXIME C. PARÉ
- 15h15 **Impact de la fertilisation sur la volatilisation de l'azote en bleuetière au Lac-Saint-Jean**
ANTHONY J. PELLETIER*, PATRICK FAUBERT, JEAN LAFOND, MAXIME C. PARÉ
- 15h30 **Impacts des pratiques agricoles dans la production de bleuets sauvages sur le potentiel du sol à fournir de l'azote et du phosphore**
JULIE DOUILLARD, JOANN WHALEN, JEAN LAFOND, MAXIME C. PARÉ
- 15h45 **PAUSE**
- 16h15 **Temps de transit de l'eau souterraine de la Bleuetière d'enseignement et de recherche de Normandin au Saguenay-Lac-Saint-Jean**
JULIEN WALTER, CHAIMA MILED, ROMAIN CHESNAUX, LAMINE BOUMAIZA, MAXIME PARÉ

16h30 **Recherche sur la biofertilisation au phosphore de roche en culture de bleuets sauvage sur la Côte-Nord du Québec**

HICHAM BOUSSIF-FORÊT*, CHRISTINE LETHIELLEUX-JUGE, MARC-ANTOINE CHIASSON, LYDIA AID, THIAGO GUMIERE

16h45 **Effets du drainage contrôlé sur les hauteurs de la nappe et les flux d'eau, d'azote et de phosphore au drain dans quatre champs de la Montérégie**

AUBERT MICHAUD, WILLIAM HUETAS, ARIANNE BLAIS-GAGNON, EVELINE MOUSSEAU

Mardi 28 mai 2024 – FIN PM

17h30 – 19h00

Pavillon d'accueil – 2^e étage

5 à 7 - ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE DE L'AQSSS

&

19h00

SOUPER

Mercredi 29 mai 2024 – AM

8h15 – 8h55

INSCRIPTION
Pavillon d'accueil

9h00 – 10h15

SESSION II – Fertilité des sols
Modératrice : Athyna Cambouris
Pavillon d'accueil – 2^e étage

- 9h00 **Expérimentations à la ferme : comment réussir à publier**
ATHYNA N. CAMBOURIS
- 9h15 **Analyse du recyclage des matières résiduelles fertilisantes au Québec : Impact sur le rendement et l'équilibre nutritif du maïs grain sur deux sites expérimentaux**
JEAN-DOMINIC CÔTÉ*, LOTFI KHIARI
- 9h30 **Impacts de la fertilisation azotée, de la texture du sol et de l'intensité de travail du sol sur trois gènes fonctionnels du cycle de l'azote dans le maïs grain**
JOSSELIN BONTEMPS*, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ, THIAGO GUMIERE, GABRIEL DESLAURIERS, ALAIN N. ROUSSEAU
- 9h45 **Bleuet sauvage cultivé : Résultats d'un essai combinant le travail du sol, l'irrigation et la fertilisation**
CARL BOIVIN, LÉLIA ANDERSON, JÉRÉMIE VALLÉE
- 10h00 **L'application de fumiers augmente préférentiellement les teneurs en N et en C dans la matière organique particulaire : une méta-analyse globale**
CINDY DENONCOURT*, MARTIN CHANTIGNY, DENIS ANGERS ET CAROLINE HALDE
- 10h15 **PAUSE**

Mercredi 29 mai 2024 – AM

10h45 – 11h45

SESSION III – Gestion des sols organiques

Modérateur : Jonathan Lafond

Pavillon d'accueil – 2^e étage

11h00 **Évaluation de l'efficacité des stratégies de drainage : rotation de saule vs tranchées drainantes dans les sols organiques cultivés**

YELENA ESTHER GOMEZ LARA*, JEAN CARON, JONATHAN LAFOND, SILVIO GUMIERE

11h15 **Érosion éolienne des sols organiques : Mesures sur le terrain et en soufflerie**

ANDRES FELIPE SILVA-DIMATE*, ALAIN ROUSSEAU, JEAN CARON

11h30 **Érosion éolienne des particules fines de sols organiques cultivés – Synthèse des travaux**

CHARLES FRENETTE-VALLIÈRES*, ALAIN N. ROUSSEAU, DANIEL CAMPBELL, NICHOLAS LEFEBVRE, JEAN CARON

11h45 **Conserver et restaurer les sols organiques cultivés au Québec : mécanismes de dégradation et solutions prometteuses**

CARON, J., GLOUTNEY, A, MONTMINY, G., DERAGON, R., BOILY, C., BULOT, D. BOURDON, K., RÉMY, M., GRÉGOIRE, V., L'HEUREUX-BILODEAU, F., KANGA, S.I. GÓMEZ LARA, Y., SILVA DIMATE, A.F., DAECHIN, S., BERNARD, C., GUEDESSOU, C.V., FRENETTE-VALLIÈRES, C., FORTIN, J., LEFEBVRE, N ROUSSEAU, A.N., TREMBLAY, S., LIBBRECHT, C., DESSUREAULT-ROMPRÉ, J.

11h45 – 13h15

DÎNER

Restaurant - Pavillon Bosket

13h15 – 14h45

SESSION D’AFFICHES – 2^e présentation

Pavillon d'accueil – 2^e étage

14h45 – 15h30

SESSION IV – Valorisation des sols et biodiversité

Modératrice : Jacynthe Dessureault-Rompré

Pavillon d'accueil – 2^e étage

- 14h45 **Évaluation de l'application répétée de matières résiduelles fertilisantes (MRF) : essais en parcelles expérimentales instrumentées**
MARIE-MICHELLE CORBEIL, MYLÈNE GÉNÉREUX, JOËL D'ASTOUS-PAGÉ,
DENIS POTVIN, CAROLINE CÔTÉ, RICHARD HOGUE
- 15h00 **Différenciation microbienne entre des sols agricoles pouvant soutenir ou non le rendement d'une culture de maïs grain avec une réduction en engrais azotés**
THOMAS JEANNE, MYLÈNE MARCHAND-ROY, CHRISTINE LANDRY,
RICHARD HOGUE
- 15h15 **Comparaison des effets de systèmes de grandes cultures conventionnels et de l'introduction d'une prairie de trois ans avant le retour des cultures principales sur les communautés bactériennes et fongiques**
RICHARD HOGUE, JOËL D'ASTOUS-PAGÉ, MÉLANIE GAGNON, PIERRE RÉMILLARD, THOMAS JEANNE
- 15h30 **PAUSE**
-

Mercredi 29 mai 2024 – PM

16h00 – 16h45

SESSION V – Pédologie
Modératrice : Lucie Grenon
Pavillon d'accueil – 2^e étage

- 16h00 **Que sait-on sur nos sols : État des lieux et outils en développement**
CATHERINE BOSSÉ, EDUARDO DAVID CHAVEZ, MARC-OLIVIER GASSER,
MAUDE LAPOINTE, LUCIE GRENON
- 16h15 **ProfilSol : une application mobile pour qualifier la structure du sol au champ**
MARC-OLIVIER GASSER, EDUARDO CHAVEZ, ARMAND BANDIANG
MASSOUA, MAMADOU MALADHO BARRY, CATHERINE BOSSÉ,
ABDOULAYE BANIRÉ DIALLO
- 16h30 **Est-ce que les carbonates du sol devraient être considérés dans l'estimation des stocks de carbone des sols Québécois? Une cartographie préliminaire**
SIMON CORBEIL, CATHERINE BOSSÉ, MARC-OLIVIER GASSER, MARIE-ÉLISE SAMSON

17h00 – 19h00

5 à 7

19h00

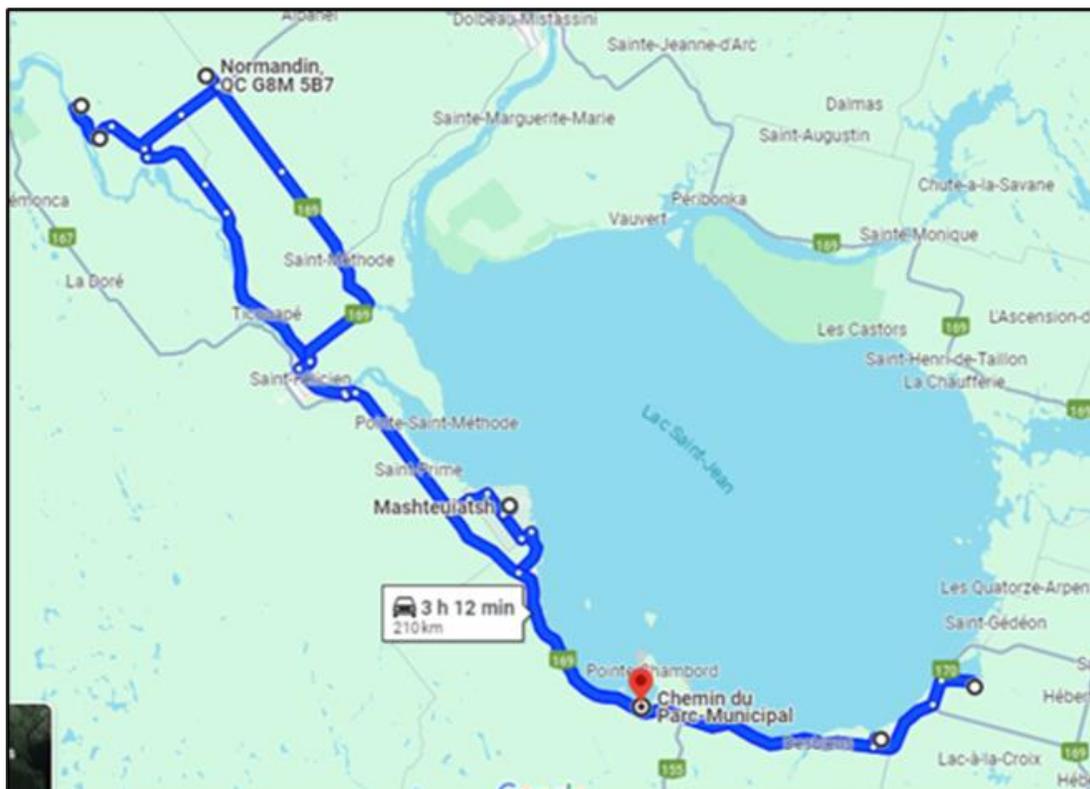
Banquet et remise des prix de l'AQSSS

Jeudi 30 mai 2024

8h00 – 17h00

Tournée post-congrès

Heure	Endroit	Activité
8h00	Chalet Spa Lac St-Jean	• Départ : Début de la tournée post-congrès
8h00-8h20	Direction : Ferme Clan Gagnon à Métabetchouan	
8h20-9h00	Ferme Clan Gagnon	• Visite dépôt juxtaglaciaire • Cours accéléré sur la géomorphologie du SLSJ
9h00-9h15	Direction : Plantation agricole de C Boréal	
9h15-10h15	Plantation agricole de C Boréal	• Profil de sols : Série Chicoutimi (argile calcaire) • Plantation agricole de C Boréal
10h15-11h00	Direction : Mashteuiatsh	
11h00-12h30	Mashteuiatsh	• Atelier d'initiation à la culture des Pekuakamiulnuatsh • Dîner
12h30-13h30	Direction : Bleuetière Enseignement Recherche (BER), site BER1	
13h30-14h30	BER1	• Profil de sols : Série Parent • Survol des dispositifs de recherche
14h30-14h45	Direction : Bleuetière Enseignement Recherche (BER), site BER2	
14h45-15h00	Direction : AAC à Normandin	
15h00-16h00	AAC à Normandin	• Profil de sols : Série Normandin (argile non calcaire) • Survol des dispositifs de recherche
16h00-17h00	Direction : Chalet Spa Lac St-Jean	
17h00	Chalet Spa Lac St-Jean	• Arrivée : Fin de la tournée post-congrès

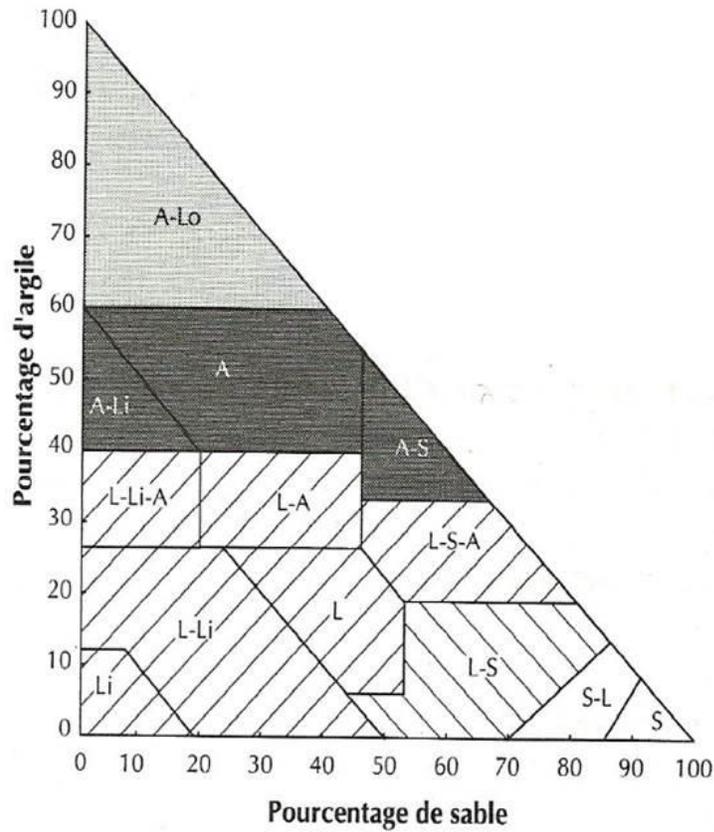


Voici le code QR pour la tournée terrain!



N'hésitez pas à l'utiliser !

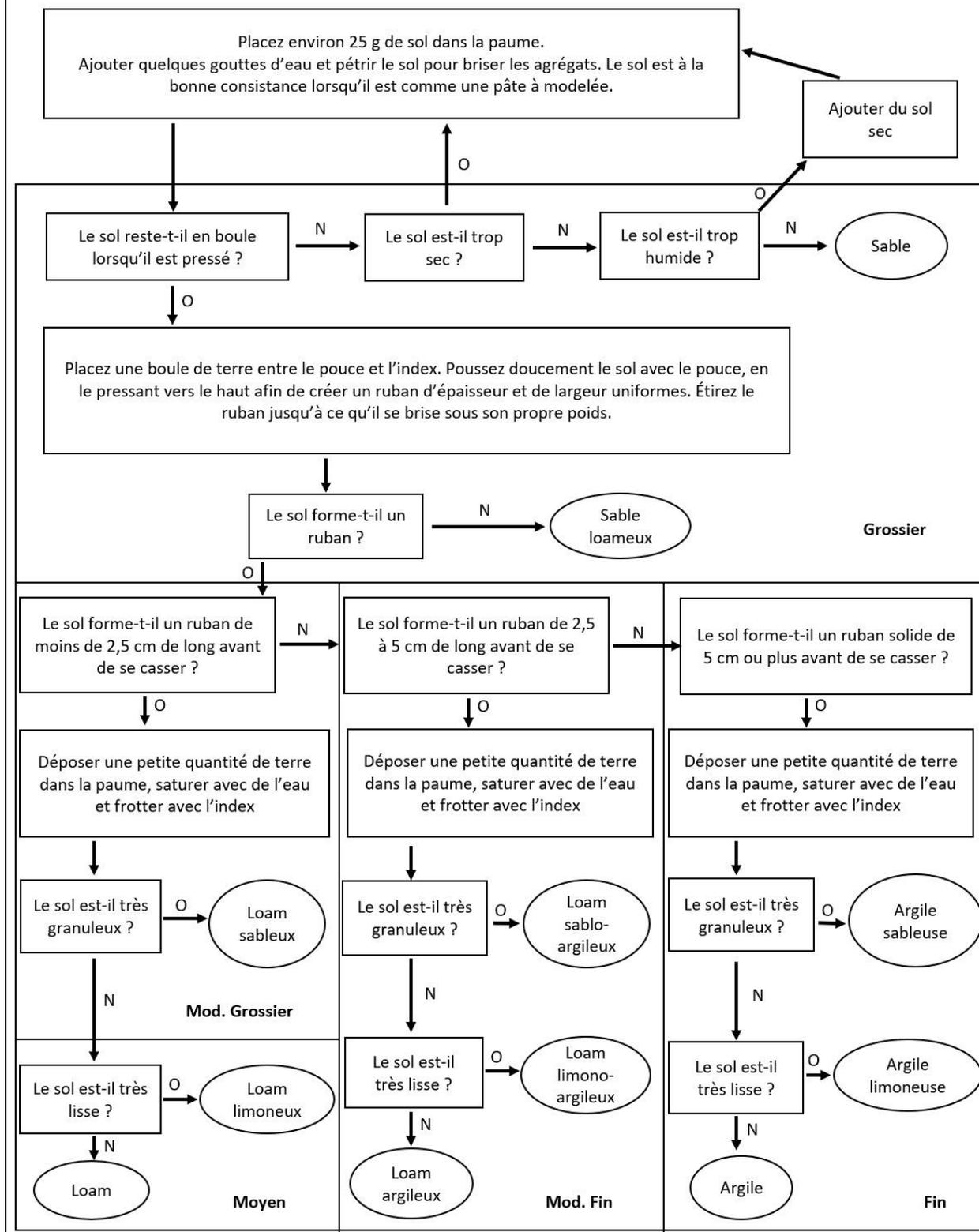
Abaque utilisé au Canada



Classes de texture des sols	
Symbole	Contenu
A	Argile
A-Li	Argile limoneuse
A-Lo	Argile lourde
A-S	Argile sableuse
L	Loam
L-A	Loam argileux
L-Li	Loam limoneux
L-Li-A	Loam limono-argileux
L-S-A	Loam sablo-argileux
L-S	Loam sableux
Li	Limon
S	Sable
S-L	Sable loameux

Fig. Abaque des classes granulométriques des sols au Canada. Lafond et al. 1992. Pédologie Forestière.

Évaluation tactile de la texture du sol



RÉSUMÉS DU FORUM

« Est-ce qu'on en C assez sur le potentiel de nos sols ? »

Stocker des matières organiques dans les sols agricoles : un levier pour atteindre la neutralité carbone ?

SYLVAIN PELLERIN¹

¹ INRAE, Centre Bordeaux Nouvelle-Aquitaine, 71, Avenue Edouard Bourlaux, 33883 Villenave d'Ornon Cédex, France
sylvain.pellerin@inrae.fr

Mots clés : sol, carbone organique, atténuation, neutralité carbone, France

Introduction

Le rapport spécial du GIEC de 2018 a établi que pour contenir la hausse de la température moyenne du globe en dessous de +1,5°C il était nécessaire d'atteindre la neutralité carbone au plus tard en 2050. La France s'est dotée d'une Stratégie Nationale Bas Carbone visant cet objectif. Cela suppose de diviser par 6 ses émissions (480 MtCO_{2e} hors UTCATF¹ au début de la scénarisation), et de doubler ses puits de carbone, pour atteindre la neutralité en 2050 (80 MtCO_{2e} d'émissions résiduelles compensées par 80 MtCO_{2e} fixées par des puits de carbone). Des résultats récents conduisent à revoir à la baisse la contribution attendue du puits forestier, déjà impacté par le changement climatique. Ce contexte remet à l'ordre du jour le puits que pourrait représenter les sols agricoles. L'objectif de ce travail a été de chiffrer le potentiel de stockage additionnel de carbone dans les sols agricoles français, le coût additionnel de mise en place de ces pratiques « stockantes » pour les agriculteurs et de proposer une stratégie coût-efficace de stockage.

Méthodologie

Le potentiel de stockage additionnel de carbone a été évalué par simulation à résolution spatiale fine (de l'ordre du km²) en utilisant le modèle de culture STICS. L'évolution du stock de carbone a été simulée sur 30 ans sous deux scénarios : (i) un maintien des pratiques actuelles et (ii) l'adoption de nouvelles pratiques favorables au stockage. Huit pratiques agricoles « stockantes » ont été évaluées : la généralisation des cultures intermédiaires; l'apport au sol de nouvelles ressources organiques (biodéchets compostés); le remplacement du maïs ensilage par des prairies temporaires; le développement de l'agroforesterie; la plantation de haies; l'intensification modérée des prairies extensives; la substitution fauche/pâture; l'enherbement des vignobles.

Résultats

Le potentiel de stockage additionnel de carbone dans les sols agricoles français est de 28,2 MtCO_{2e}/an. Le potentiel d'atténuation atteint 59 MtCO_{2e}/an si l'on tient compte du stockage de C dans la biomasse (cas de l'agroforesterie et des haies) (Bamière et coll. 2023). Ce potentiel se trouve surtout en régions de grandes cultures (Launay et coll., 2021). Les trois principaux leviers sont la généralisation des cultures intermédiaires, l'agroforesterie et les haies et le remplacement du maïs ensilage par des prairies temporaires. L'adoption de ces pratiques permettrait de compenser 13 % des émissions françaises (436 MtCO_{2e} en 2019).

Conclusions

Pour un pays comme la France, le stockage additionnel de carbone dans les sols ne peut être qu'un complément à l'effort de réduction des émissions. Le potentiel estimé pourrait cependant représenter 73 % du puits de carbone nécessaire en 2050 pour équilibrer les émissions résiduelles et atteindre la neutralité.

Références

Bamière, L., et coll. 2023. A marginal abatement cost curve for climate change mitigation by additional carbon storage in French agricultural land. *Journal of Cleaner Production*, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135423>
Launay, C., Constantin, J., Houot, S., Martin, R., Pellerin, S., Therond, O. 2021. Estimating the carbon storage potential and greenhouse gas emissions of French arable cropland using high-resolution modeling. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.15512>

¹ Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie

Potentiel d'accumulation en C du sol dans différents systèmes de cultures pérennes au Québec

ÉMILIE MAILLARD

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec
Emilie.Maillard@agr.gc.ca

Mots-clés : potentiel d'accumulation en carbone du sol, cultures pérennes herbacées, système agroforestier, arbres

Comparativement aux cultures annuelles, les cultures pérennes herbacées vont de pair avec un réseau important de racines, des apports de matière organique (MO) plus élevés et moins de perturbation du sol. Généralement, les cultures pérennes herbacées présentent donc un potentiel élevé d'accumulation du carbone (C) tout en améliorant la santé du sol comparativement aux cultures annuelles (Maillard et coll. 2016). Les systèmes agroforestiers ont aussi le potentiel d'accumuler du C dans leurs sols, en plus du C contenu dans les arbres, comparativement à des systèmes agricoles conventionnels (Cardinael et coll. 2017). En effet, la litière, les racines des arbres, ainsi que la végétation herbacée dans les allées d'arbres, contribuent aux apports de MO dans le sol (Rolo et coll. 2023).

Cependant, il existe une grande variabilité dans les valeurs de potentiel d'accumulation en C du sol dans les systèmes de cultures pérennes herbacées et dans les systèmes agroforestiers selon les conditions pédoclimatiques, les espèces, la durée depuis l'implantation, la profondeur d'échantillonnage, etc. Aussi, étant donné la variabilité spatiale des stocks de C du sol et les petits changements des stocks de C du sol au cours du temps, des études à long terme (≥ 5 ans) sont nécessaires afin de détecter et mesurer précisément les potentiels d'accumulation de C dans le sol. Au Québec, les données de potentiel d'accumulation de C du sol dans des systèmes pérennes, et plus particulièrement dans les systèmes agroforestiers, sont encore limitées.

Au cours des dernières années, les stocks de C du sol ont été mesurés dans trois études à long terme menées au Québec dans différents systèmes de cultures pérennes. Cette présentation sera donc l'occasion de découvrir les premiers résultats sur le potentiel d'accumulation du C du sol dans des rotations incluant des cultures pérennes fourragères, dans des cultures bioénergétiques pérennes herbacées et dans un système agroforestier intercalaire.

Références :

- Cardinael, R., Chevallier, T., Cambou, A., Béral, C., Barthès, B.G., Dupraz, C., Durand, C., Kouakoua, E., and Chenu, C. 2017. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 236, 243-255.
- Maillard, É., Angers, D.A., Chantigny, M., Lafond, J., Pageau, D., Rochette, P., Lévesque, G., Leclerc, M.-L., and Parent, L.-É. 2016. Greater accumulation of soil organic carbon after liquid dairy manure application under cereal-forage rotation than cereal monoculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 233, 171-178.
- Rolo, V., Rivest, D., Maillard, É., and Moreno, G. 2023. Agroforestry potential for adaptation for climate change: A soil-based perspective. *Soil Use and Management*, 00, 1-27.

Le carbone en sols agricole et forestier : symbioses par l'écologie industrielle et la lutte aux changements climatiques

PATRICK FAUBERT

Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, 555, boul. de l'Université, Chicoutimi (Québec) G7H 2B1, Canada

pfaubert@uqac.ca

Mots clés : émissions de GES, sous-produits industriels, agriculture, foresterie, agroforesterie

Les émissions de gaz à effet de serre (GES), notamment celles du CO₂, et les pertes de puits de carbone dues aux activités humaines sont les principales causes du réchauffement climatique mondial de plus de 1 °C par rapport à l'ère préindustrielle. Malgré les engagements internationaux, les émissions de CO₂ ont augmenté de 63 % depuis 1990. Des moyens urgents et durables sont donc nécessaires pour faire face à cette menace et tenter d'atteindre les objectifs de l'Accord de Paris. Des moyens de lutte aux changements climatiques par des solutions basées sur la nature ont un potentiel avéré d'éliminer du CO₂ de l'atmosphère et ainsi réduire le bilan des émissions de GES dues à l'activité anthropique. Des activités des secteurs de l'agriculture et de la foresterie ont un rôle important dans l'application de ces solutions, où le sol a un rôle central de puits et réservoir de carbone. De plus, l'écologie industrielle peut être un véhicule pour l'application concrète de ces solutions. L'écologie industrielle, intégrée à l'économie circulaire, est un ensemble de pratiques et de moyens par lesquels des résidus et sous-produits d'une industrie deviennent des matières premières pour une autre. Dans cette conférence, je présenterai un sommaire de travaux en écologie industrielle sur la gestion de sous-produits industriels fertilisants provenant du secteur forestier et d'autres secteurs. Ces travaux ont comme point commun le sol en secteurs agricole et forestier et son rôle dans la lutte aux changements climatiques. De plus, je présenterai comment le boisement et reboisement, via l'infrastructure de recherche Carbone boréal, peut contribuer à combler un manque de connaissances sur le bilan du carbone dans le sol. Au final, les éléments présentés visent à stimuler la réflexion et les discussions pour répondre à cette fameuse question thématique du congrès : *Est-ce qu'on en C assez sur le potentiel de nos sols?*

RÉSUMÉS DES PRÉSENTATIONS ORALES
(par ordre alphabétique du premier auteur)

Bleuet sauvage cultivé : Résultats d'un essai combinant le travail du sol, l'irrigation et la fertilisation

CARL BOIVIN¹, LÉLIA ANDERSON¹, JÉRÉMIE VALLÉE¹

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 2700 Einstein, Québec, G1P 3W8

lelia.anderson@irda.qc.ca

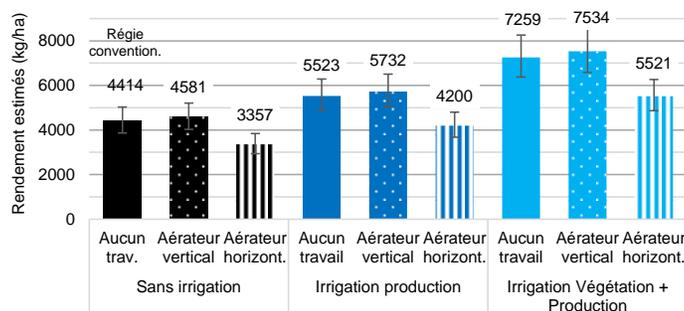
Mots clés : bleuet sauvage, irrigation, travail du sol, fertilisation

Ce projet visait à mesurer l'impact d'un travail du sol et de l'absence de conditions propices au stress hydrique et aux carences nutritives sur la productivité d'une bleuëtière. Des essais ont été réalisés au S.-L.-St-J. (Normandin) durant un cycle complet de production en 2021 et 2022, soit respectivement en années de végétation et de production. Trois facteurs ayant trait au travail du sol ont été appliqués : « Aérateur rotatif » (Imants, Shockwave EQU SW210), « Aérateur vertical » (Toro, Procore serie SR72) et « Aucun travail ». Les trois facteurs ayant trait au régime hydrique ont été : irrigation par aspersion en « Végétation et production », en « Production » seulement et « Aucune irrigation ». Trois traitements de fertilisation ont été appliqués : en « Végétation », en « Végétation et production » et « Aucun engrais ». Les 27 combinaisons de traitements (Travail du sol x Irrigation x Fertilisation) ont été répétées 4 fois. Le sol (température, résistance à la pénétration, pouvoir de minéralisation), les conditions météorologiques, l'exportation en eau du système cultural, la hauteur du couvert végétal, la biomasse aérienne et le rendement en fruits ont fait l'objet de suivi.

Les saisons 2021 (végétation) et 2022 (production) ont été propices au stress hydrique où, respectivement, 10 et 4 épisodes d'irrigation ont été nécessaires pour maintenir la culture en confort hydrique. L'irrigation en « Végétation et production » a mené à un gain de rendement de 65 %, comparativement au contexte non irrigué. L'irrigation, en année de « Production », a permis un gain de rendement de 25 %. Le travail du sol de type « Aérateur rotatif » a eu un impact négatif sur les rendements en fruits (-24 %), comparativement à la régie « Aucun travail ». Le travail « Aérateur vertical » a permis de diminuer la résistance du sol à la pénétration sans affecter négativement les rendements. La fertilisation n'a pas eu d'effet clair sur les rendements dans le contexte de cette étude. Aucune interaction n'est ressortie significative entre les trois facteurs à l'étude. Sans qu'il n'ait été possible de le valider dans le cadre de ce projet, le travail du sol « Aérateur vertical » pourrait avoir un impact bénéfique à moyen terme sur l'enracinement d'une bleuëtière, et conséquemment, diminuer de la vulnérabilité au stress hydrique. Dans un contexte où d'autres facteurs limitatifs que le stress hydrique sont écartés (fertilisation, pollinisation, compaction, etc.), l'irrigation démontre un bon potentiel de rentabilité pour le bleuet sauvage cultivé.

Ce projet a été financé par l'entremise du programme Innov'Action agroalimentaire, mis en œuvre en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, selon une entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec. Merci aux partenaires de réalisation : Bleuets Boréaux Normandin, Turf Care Canada et Pierre-Olivier Martel (DRSLSJ, MAPAQ).

Rendements (kg/ha) selon Boivin et coll. (2023). (Les barres d'erreurs représentent l'intervalle de confiance 95 %.)



Référence

Boivin, C., J. Vallée et L. Anderson. 2023. Améliorer les conditions environnementales du bleuet sauvage cultivé à l'aide de pratiques culturales ayant trait au travail du sol, à la régie de l'eau et à la fertilisation. Rapport final. IRDA. 73 p.

Impacts de la fertilisation azotée, de la texture du sol et de l'intensité de travail du sol sur trois gènes fonctionnels du cycle de l'azote dans le maïs grain

JOSSELIN BONTEMPS¹, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ¹, THIAGO GUMIERE¹, GABRIEL DESLAURIERS², ALAIN N. ROUSSEAU³

¹Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC

²Groupe Pleine Terre, Napierville, QC

³Centre Eau Terre Environnement, INRS, Québec, QC

JOSSELIN.BONTEMPS.1@ULAVAL.CA

Mots clés : fertilisation, maïs grain, santé des sols

Les modèles actuels de recommandation pour la fertilisation azotée ne prennent pas en compte l'état de la santé des sols dans leurs calculs alors que ce paramètre influence nécessairement de multiples facteurs liés à la capacité du sol à fournir les nutriments essentiels aux cultures. Ainsi, les aspects physiques, chimiques, biochimiques et microbiologiques se doivent d'être évalués lorsque l'on veut connaître l'état de santé d'un sol. La prise en compte de ce bilan est une nécessité pour améliorer la conservation des sols et la gestion de la fertilisation afin d'assurer la durabilité des agroécosystèmes. Dans ce contexte, en se concentrant sur les aspects microbiologiques, il est pertinent d'étudier l'impact des doses de fertilisant, de la texture du sol et de l'intensité du travail de sol sur certains gènes clés du cycle de l'azote. La première hypothèse étant que l'apport de forte dose de fertilisant cause une diminution de la présence de microorganismes présentant des gènes fonctionnels liés au cycle de l'azote. La deuxième hypothèse étant que la régie en semis direct (et par extension la baisse de l'intensité du travail de sol) favorise la présence de microorganismes présentant des gènes fonctionnels liés au cycle de l'azote. La dernière hypothèse étant que la texture du sol a un effet sur la présence de ces microorganismes.

Pour répondre à cette problématique, 25 à 30 sites par année ont été sélectionnés en 2021, 2022 et 2023 (pour un total de 84 sites) dans les principales régions productrices de maïs-grain incluant une variété de types de sol et d'intensité de travail du sol. Sur chaque site, une parcelle expérimentale a été établie incluant 3 blocs aléatoires composés de 5 traitements de fertilisation azotée en post-levée: 0 (T1), 50 (T2), 100 (T3), 150 (T4) et 200 (T5) kg N/ha. Dans ce volet de l'étude, les trois parcelles de chacun des deux traitements extrêmes (T1 et T5) ont été échantillonnées sur 0-20 cm au moment de la récolte du maïs. La texture des sols de chaque site a été caractérisée puis classée en G1, G2 et G3. L'intensité de travail du sol a été classée en trois niveaux qui sont Conventionnel (labour), Réduit et Semis direct. L'ADN des microorganismes de chacun des 6 échantillons de chaque site a été extrait puis une quantification par qPCR pour trois gènes fonctionnels du cycle de l'azote a été réalisée. Les trois gènes quantifiés sont amoA (relié à la nitrification), nifH (relié à la fixation de l'azote) et nirK (relié à la dénitrification). Les quantités de chaque gène fonctionnel ont été transformées en log pour mieux refléter les impacts réels des différences au niveau biologique.

Pour chacun des trois gènes fonctionnels (amoA, nifH et nirK), un modèle de régression linéaire mixte a été établi incluant l'effet fixe de la dose d'azote et l'effet aléatoire représentant la structure d'échantillonnage des blocs nichés dans les sites. Pour étudier les effets du travail du sol et de la texture, étant donné que ces paramètres sont constants sur un même site, un modèle de régression linéaire classique a été établi incluant les effets fixes du groupe de texture, de travail du sol et de l'interaction afin d'en mesurer l'impact sur la moyenne de la quantité des gènes fonctionnels pour le site.

Les résultats des modèles mixtes démontrent une baisse significative (valeur-p <0.001) de la quantité du gène fonctionnel en lien avec la fixation (nifH) avec l'apport d'une forte dose d'azote, une hausse significative (valeur-p <0.001) de la quantité du gène fonctionnel en lien avec la nitrification (amoA), mais une absence d'effet significatif (valeur-p >0.90) de cet apport sur la quantité de gènes fonctionnels lié à la dénitrification (nirK). Les modèles de régression classiques incluant les effets fixes du Groupe de Texture et de Travail du Sol ne montrent pas d'effet significatif de ces deux paramètres sur la quantité des gènes fonctionnels, quel que soit le gène. Les modèles de régression révèlent des tendances claires entre les doses de fertilisation et la présence de certains gènes fonctionnels du cycle de l'azote. Ces observations offrent des pistes pour optimiser les pratiques agricoles en favorisant des approches qui préservent la santé des sols tout en assurant des rendements élevés.

Que sait-on sur nos sols : État des lieux et outils en développement

CATHERINE BOSSÉ¹, EDUARDO DAVID CHAVEZ¹, MARC-OLIVIER GASSER¹, MAUDE LAPOINTE¹, LUCIE GRENON²

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

² Pédologue et agronome retraitée, Conseillère spécialisée en pédologie
catherine.bosse@irda.qc.ca

Mots clés : pédologie, agropédologie, structure de sol.

Nature des sols et santé des sols, deux concepts indissociables pour comprendre le fonctionnement de nos sols, leur potentiel agricole, leur capacité de séquestration du carbone et ultimement la résilience des sols face aux changements climatiques. Depuis 2020, le MAPAQ octroie à l'IRDA un mandat divisé en quatre activités : diffusion des données pédologiques, vulgarisation de l'information en agropédologie, développement d'un indicateur de qualité structurale des sols et évaluation des approches en pédologie numérique.

Deux produits permettent d'obtenir de l'information sur les sols : les cartes pédologiques et les cartes de potentiels agricoles. Une importante mise à jour des données géographiques de la cartographie des sols (pour 152 850 ha) permet d'offrir aux utilisateurs une couverture la plus complète et la plus récente. De plus, la carte de l'Inventaire des terres du Canada pour la Montérégie et autres régions (ITC-Détaillé) est maintenant disponible sur le site internet de l'IRDA.

Dans le but de renouveler l'information pédologique disponible, des fiches synthèses sur les principales séries de sols ont été publiées et d'autres suivront régulièrement chaque année. Ces fiches résument un profil modal de la série en plus de fournir des éléments d'interprétation de nature agropédologique. Une série de capsules vidéo « L'Appel de la pelle » a été créée dans le but de faciliter l'utilisation du profil agropédologique pour établir un diagnostic sur l'état du sol. Une étude de cas chez un producteur agricole est présentée annuellement. À ce jour, quatre études de cas sont disponibles pour le visionnement et 6 autres capsules web détaillent chaque étape de la réalisation du profil de sols.

Historiquement en pédologie, l'état structural du sol a toujours été qualifié à partir de plusieurs descripteurs pédomorphologiques (structure, consistance, porosité). Cette technique d'évaluation a servi de pierre d'assise pour le développement d'un indicateur de la qualité structurale des sols. Chaque descripteur a été pondéré en fonction des classes texturales des horizons (reclassées en cinq groupes) par un comité d'experts en pédologie. Pour finir, une note est attribuée pour chaque horizon évalué dans un profil de sols. L'outil prendra la forme d'une application mobile qui sera disponible sur les plateformes de téléchargements en septembre 2024. Cet outil viendra répondre aux besoins des conseillers et des producteurs qui n'ont pas accès à des mesures physiques de sols, comme c'est le cas dans le domaine de la recherche. Deux méthodes d'évaluation seront disponibles via l'application : soit la méthode manuelle ou celle par analyse d'images.

Recherche sur la Biofertilisation au Phosphore de roche en culture de bleuets sauvages sur la Côte-Nord du Québec

HICHAM BOUSSIF-FORÊT¹, CHRISTINE LETHIELLEUX-JUGE², MARC-ANTOINE CHIASSON¹, LYDIA AID¹, THIAGO GUMIERE¹

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, Québec, Canada

² Irrigation NORCO Inc.

hicham.boussif-foret.1@ulaval.ca

Mots clés : Fertilisation, microorganismes, phosphore, bleuets

L'apatite est un biofertilisant utilisé comme source de phosphore pour les plantes et qui favorise les interactions symbiotiques avec les microorganismes du sol. Il représente une alternative potentielle aux engrais traditionnels, notamment dans des conditions de faible disponibilité, tels que les sols acides forestiers. Dans ce contexte, cette étude vise à évaluer l'utilisation de l'apatite extraite du sous-sol de la région de Sept-Îles, micronisée et granulée, comme biofertilisant agricole sur des cultures de bleuets sauvages de l'espèce *Vaccinium angustifolium*.

Trois expériences ont été réalisées dans les régions de Gallix et Longue-Rive sur la Côte-Nord du Québec au Canada et de Sacré-Cœur au Saguenay. Cinq traitements différents ont été utilisés : i) Apatite ; ii) Actisol (fumier de volaille) ; iii) un mélange Apatite-Actisol ; iv) un engrais chimique traditionnel ; v) un contrôle (non fertilisé). La physico-chimie du sol ainsi que l'abondance et la diversité des champignons mycorhiziens éricoïdes associés aux racines ont été évaluées à la fin de la deuxième année de culture et comparées aux paramètres du sol de la première année végétative de culture. De plus, un inventaire floristique a été réalisé afin d'évaluer la présence de plantes envahissantes.

Les résultats préliminaires indiquent une forte présence de plusieurs genres d'Ascomycètes de l'ordre des Héliotales formant des mycorhizes éricoïdes, notamment *Pezoloma*, *Oidiodendron*, et *Phialocephala* (Dark Septate Endophyte considéré comme bénéfique en bleuetière sauvage) ainsi que de nombreux genres d'Agaricomycètes et de Basidiomycètes, typiques de la forêt boréale. Nous avons également observé un pH significativement plus élevé à Sacré-Cœur par rapport aux autres régions et des différences significatives concernant les taux de matière organique entre les régions. Les structures mycorhiziennes ont été colorées et observées. Cependant, le taux de mycorhization n'a pas pu être calculé malgré l'adaptation des protocoles.

Les résultats de cette étude soutiennent le développement de l'utilisation de biofertilisants comme solution durable pour fertiliser les bleuets sauvages le long de la côte nord du Québec. En conclusion, cette étude contribue à l'avancement de l'agriculture durable en explorant l'utilisation d'engrais alternatifs respectueux de l'environnement et qui favorisent la santé des sols.

Expérimentations à la ferme : comment réussir à publier

ATHYNA N. CAMBOURIS

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, 2560, Boul. Hochelaga, Québec, QC G1V 2J3, Canada

athyna.cambouris@agr.gc.ca

Mots clés : cocréation avec les agriculteurs, compétences, connaissances, agriculture de précision, fertilisation

L'expérimentation à la ferme existe depuis longtemps, à preuve on retrouve la première publication sur le sujet en 1940 selon Toffolini et Jeuffroy (2022). Récemment, un engouement explicite pour les expérimentations réalisées dans les exploitations agricoles en collaboration avec les agriculteurs a conduit à une définition renouvelée et spécifique de «l'expérimentation à la ferme» (OFE) (Lacoste et coll. 2022). Mais il semble que plusieurs scientifiques soient réticents et craignent de ne pouvoir publier avec ce type de données. Le but de cette présentation est de vous présenter les différentes étapes du processus de cocréation redéfinies par la nouvelle littérature sur le sujet et mon expérience personnelle de 27 années de recherche en expérimentation à la ferme avec ou sans cocréation avec les producteurs dans le domaine de l'agriculture de précision. Le tout se fera au travers d'un exemple d'expérimentation à la ferme où les connaissances et compétences essentielles pour les membres de votre équipe et vous-même vous seront également présentées.

Références

Lacoste, M., Cook, S., McNee, M. et coll. On-Farm Experimentation to transform global agriculture. *Nat Food* 3, 11–18 (2022). <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00424-4>

Toffolini, Q., Jeuffroy, MH. On-farm experimentation practices and associated farmer-researcher relationships: a systematic literature review. *Agron. Sustain. Dev.* 42, 114 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00845-w>

Conserver et restaurer les sols organiques cultivés au Québec : mécanismes de dégradation et solutions prometteuses

JEAN CARON¹, GLOUTNEY¹, A, MONTMINY¹, G., DERAGON¹, R., BOILY¹, C., BULOT¹, D., BOURDON¹, K., RÉMY¹, M., GRÉGOIRE¹, V., L'HEUREUX-BILODEAU¹, F., KANGA¹, S.I., GÓMEZ LARA¹, Y., SILVA DIMATE¹, A.F., DAECHIN¹, S., BERNARD², C., GUEDESSOU¹, C.V., FRENETTE-VALLIÈRES¹, C., FORTIN¹, J., LEFEBVRE¹, N., ROUSSEAU³, A.N., TREMBLAY³, S., LIBBRECHT¹, C., DESSUREAULT-ROMPRÉ¹, J.

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval

² Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

³ Institut national de la recherche scientifique : eau Terre environnement

jean.caron@fsaa.ulaval.ca

Mots-clés : sols organiques, compactage, drainage, l'érosion éolienne, amendement organique, production de biomasse, Agirrsol

Les sols organiques sont très productifs pour la production maraîchère, mais sont très sensibles à la dégradation. Un programme de conservation des sols organiques en cours a permis de quantifier les mécanismes clés impliqués dans leur dégradation et d'étudier des solutions possibles de conservation et de restauration. À l'échelle annuelle, l'érosion éolienne, la décomposition et l'affaissement contribuent de manière presque égale à la perte de sols organiques et les données ont montré que les sols organiques perdent en moyenne environ 2,1 à 2,4 cm de hauteur par an. De plus, le drainage est progressivement perturbé en raison du développement croissant de couches de sol compactées, résultant principalement du passage d'équipement agricole. En conséquence, l'ajout de biomasse est efficace pour compenser la décomposition et les brise-vent sont nécessaires pour réduire les pertes dues à l'érosion par le vent. Le drainage doit également être amélioré en augmentant la densité des drains, en creusant des tranchées ou en cultivant des espèces permanentes dotées de systèmes racinaires profonds. Un outil logiciel a été créé pour aider au diagnostic, à l'optimisation et à la mise en œuvre de stratégies de conservation de précision afin d'optimiser les investissements à faire à l'échelle du champ.

Évaluation de l'application répétée de matières résiduelles fertilisantes (MRF): essais en parcelles expérimentales instrumentées

MARIE-MICHELLE CORBEIL¹, MYLÈNE GÉNÉREUX¹, JOËL D'ASTOUS-PAGÉ¹,
DENIS POTVIN¹, CAROLINE CÔTÉ¹, RICHARD HOGUE¹

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 2700 rue Einstein, Québec, QC, G1P 3W8
mm.corbeil@irda.qc.ca

Mots clés : matières résiduelles fertilisantes, valorisation agricole, microbiome, hygiène du milieu agricole, qualité environnementale de l'eau

La Stratégie de valorisation de la matière organique vise à recycler ou valoriser 70 % des résidus organiques d'ici 2030. Le recyclage des MRF sur les terres agricoles est une alternative qui permet d'atteindre divers objectifs agronomiques et environnementaux, incluant la conservation de la matière organique du sol et une gestion optimisée de la fertilisation azotée. Toutefois, il est impératif que cette pratique préserve la qualité et la santé des sols et de l'écosystème environnant. Il importe de préciser les bénéfices agronomiques et les impacts environnementaux associés à l'utilisation des MRF. En effet, l'acquisition de nouvelles connaissances scientifiques doit permettre aux agriculteurs et à leurs conseillers agricoles de développer des pratiques performantes et sécuritaires.

À cet effet, un projet de recherche a été initié en 2022 à la ferme expérimentale de l'IRDA située à Saint-Lambert-de-Lauzon pour approfondir les connaissances sur certains aspects agronomiques liés à l'utilisation des MRF en présemis incorporé. 12 traitements, dont huit MRF, un fumier et trois fertilisants minéraux sont appliqués annuellement sur des parcelles expérimentales munies d'un système de collecte permettant de récupérer les eaux de drainage et de ruissellement issues de chacune des 48 parcelles individuelles pour évaluer leur qualité environnementale. Les effets de l'application printanière des MRF sur le rendement des cultures et la qualité agronomique des sols sont étudiés et l'évolution du microbiome du sol est analysée grâce à des prélèvements composites de sol pour chaque parcelle et à quatre différents moments pendant la saison de culture. La présence des bactéries *E. coli*, utilisées comme microorganismes indicateurs de contamination fécale, est également évaluée et quantifiée dans le sol et dans l'eau.

Les résultats préliminaires démontrent que l'utilisation des MRF n'a pas influencé les rendements de maïs fourrager lors de la première année d'application, ni ceux du maïs grain l'année suivante. Toutefois, l'application de certaines MRF a entraîné une augmentation des niveaux de calcium et/ou de sodium dans le sol, de même que des changements dans la composition du microbiome par rapport à celle des parcelles témoins. La poursuite des essais au courant des prochaines années permettra de valider les effets à long terme inhérents aux activités de recyclage des MRF sur la qualité des sols et des récoltes.

Le carbone inorganique est-il un enjeu pour la mesure des stocks de carbone dans les sols du Québec?

SIMON CORBEIL¹, MARIE-ÉLISE SAMSON¹, CATHERINE BOSSÉ², MARC-OLIVIER GASSER²

¹ Département de sols et génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC

² Institut de recherche et développement en agroenvironnement, Québec, QC
simon.corbeil.3@ulaval.ca

Mots clés : Carbonates, stocks de carbone, carbone organique, carbone inorganique

Nous assistons actuellement à un intérêt sans précédent pour la mesure et le suivi des stocks de carbone des sols agricoles. La méthode de référence, par combustion sèche, mesure le carbone total, qui comprend à la fois le carbone organique (COS) et le carbone inorganique (CIS) des sols. Le CIS provient principalement du matériau parental et est fortement influencé par la pédogenèse des sols. Le climat continental froid et humide du Québec a généralement favorisé la formation de sols acides et le lessivage des carbonates en surface. Pour cette raison, on ne retrouve au Québec que les classes de sols non calcaires (< 1%), faiblement calcaires (1 à 6 %) et fortement calcaires (6 à 40 %).

À l'heure actuelle, on estime que la quantité de CIS sous la forme de carbonates dans les sols agricoles du Québec est si faible qu'on peut considérer que la combustion sèche permet d'obtenir une mesure directe du COS. Cependant, aucune étude ou publication officielle ne supporte actuellement cette prémisse. Les efforts d'évaluation des stocks de carbone des sols pourraient demander une réévaluation de cette supposition, entre autres vu l'intérêt pour le carbone profond, se trouvant dans un horizon de sol pouvant contenir davantage de carbonates et mener à une surestimation des stocks de COS par la méthode de référence. L'objectif de ce projet était d'explorer la probabilité de retrouver des quantités significatives de carbonates sur le territoire agricole du Québec et de définir si la présence de carbonates devrait être prise en compte pour la mesure et le suivi des stocks de carbone dans les sols agricoles québécois.

Méthode. Une cartographie de la présence des carbonates dans le matériau parental des sols agricoles québécois a été réalisée à partir d'une base de données de l'IRDA, regroupant les classes calcaires des unités cartographiques de l'ensemble des études pédologiques de la province. La répartition des carbonates a été analysée selon les différentes régions administratives et provinces pédologiques du Québec, ainsi qu'en fonction des différents types de dépôts de surface. Des calculs ont également été réalisés afin d'estimer l'impact théorique de la présence de carbonates sur la mesure du carbone total du sol pour les différentes classes calcaires à partir de la masse molaire du carbonate de calcium (CaCO₃).

Résultats. Une cartographie de la répartition des classes de sols faiblement et fortement calcaire à travers la zone agricole québécois a été réalisée. Environ 11 % des sols agricoles cartographiés contiendraient des carbonates dans leur matériau parental (excluant l'horizon de surface), à parts égales entre les classes faiblement et fortement calcaire. Les carbonates se retrouvent à peu près dans toutes les régions agricoles du Québec, mais plus de la moitié des sous-sols calcaires se trouvent en Montérégie et en Abitibi-Témiscamingue, suivi du Centre-du-Québec et du Bas-Saint-Laurent. En considérant que le carbone représente 12 % de la masse des carbonates et que les sols contiennent généralement de faibles teneurs en carbone, des sols de classes faiblement ou fortement calcaires pourraient contenir suffisamment de CIS pour mener à une surestimation des stocks de COS.

Conclusion. La cartographie préliminaire de la présence de carbonates permet de mettre en lumière certaines régions et types de sols où la teneur en carbonates pourrait rendre nécessaire la prise en compte du CIS dans l'analyse du carbone organique du sol. D'autres travaux de validation en laboratoire avec des échantillons de sols québécois seraient nécessaires afin de définir s'il existe un risque de surestimation du COS lors de l'utilisation de la méthode simple de combustion sèche pour la mesure et le suivi des stocks de COS dans les sols agricoles du Québec.

Analyse du recyclage des matières résiduelles fertilisantes au Québec : Impact sur le rendement et l'équilibre nutritif du maïs grain sur deux sites expérimentaux

JEAN-DOMINIC CÔTÉ¹, LOTFI KHIARI¹

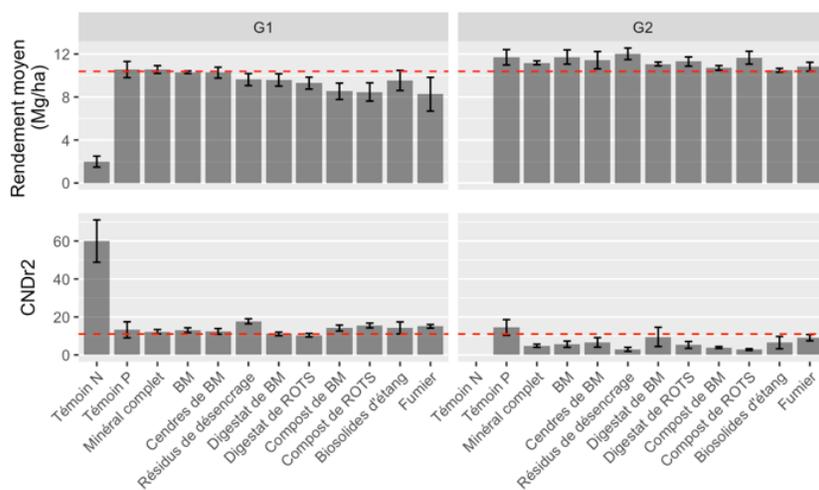
¹ Département des sols et génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, G1V0A6, Canada

JDCOT8@ulaval.ca

Mots clés : Matières résiduelles fertilisantes (MRF), analyse compositionnelle des nutriments (CND) et diagnostic tissulaire

Le recyclage des matières résiduelles fertilisantes (MRF) en agriculture est la méthode de disposition la plus respectueuse de l'environnement tout en substituant une portion des engrais minéraux. Cependant, aucune information n'est rendue disponible concernant l'effet des MRF sur l'équilibre nutritif des cultures. C'est pourquoi un essai en conditions de champ a été mis en place sur deux sols à textures contrastées, soit un loam argileux (G1) et un loam limoneux (G2). Le but de l'expérience est de montrer l'impact des huit MRF les plus couramment recyclées au Québec sur l'équilibre nutritif et le rendement du maïs grains (*Zea mays* L.). Cette étude est la première du genre à explorer cet aspect spécifique. Au site G1, lorsque fertilisé avec l'un ou l'autre des digestats, le maïs montrait une composition plus équilibrée de ses 10 éléments nutritifs qu'avec les autres traitements. Cependant, ce sont les granules de boues municipales (BM) et les cendres de BM qui ont produit les plus hauts rendements. Au site G2, tous les traitements ont produit des plants en état d'équilibre nutritif ($CNDr^2 \leq 11,00$) et ayant des rendements comparables au traitement minéral ($\sim 11,20 \text{ Mg ha}^{-1}$). Les rendements maximaux ont cependant été observés auprès des parcelles fertilisées avec les résidus de désencrage ($12,01 \text{ Mg ha}^{-1}$), les granules de BM ($11,72 \text{ Mg ha}^{-1}$) et le compost de ROTS ($11,65 \text{ Mg ha}^{-1}$). Le compost de ROTS et les résidus de désencrage se démarquent en produisant un maïs un peu plus équilibré ($CNDr^2 \leq 2,9$) que les autres traitements au site G2. Les MRF supplémentées de fertilisants minéraux affectent l'équilibre nutritif et le rendement du maïs grain. Dans certains cas, elles ont même permis de produire un rendement supérieur jusqu'à 830 kg ha^{-1} par rapport à des parcelles recevant une fertilisation entièrement minérale.

Rendement en grain et équilibre nutritif du maïs grain aux deux sites en fonction du traitement de fertilisation



Les fumiers augmentent préférentiellement l'azote et le carbone dans la matière organique particulaire : une méta-analyse globale

CINDY DENONCOURT^{1,2}, MARTIN CHANTIGNY¹, DENIS ANGERS¹, CAROLINE HALDE²

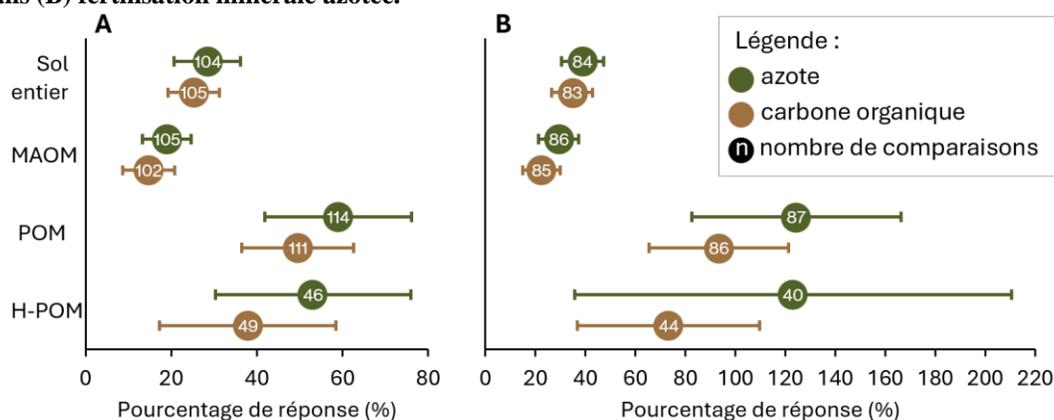
¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, 2560 boulevard Hochelaga, Québec, QC, G1V 0A6

²Université Laval, Département de phytologie, 2425 rue de l'Agriculture, Québec, QC, G1V 2J3
cindy.denoncourt.1@ulaval.ca

Mots clés : Fractionnement physique, POM, MAOM, lisier, sols agricoles

Les fumiers sont une source importante de nutriments pour les cultures. Leur apport répété permet d'augmenter la teneur en matière organique (MO) du sol, améliorant ainsi sa fertilité. Récemment, de nouveaux modèles de formation et stabilisation de la MO dans les sols ont été élaborés sur la base de fractions physiques pour mieux prédire la dynamique du C organique et du N du sol (par exemple, le MEMS 2.0 de Zhang et coll., 2021). Cependant, peu d'études globales ont évalué l'effet de l'application de fumiers sur les fractions physiques de la MO et les études disponibles sont souvent spécifiques à un site. L'objectif de cette étude est de déterminer comment les apports de fumiers modifient la teneur et la répartition du N et du C organique dans différentes fractions physiques de la MO des sols agricoles en effectuant une méta-analyse. Les résultats de 49 études, totalisant 52 sites expérimentaux, montrent que l'application de fumiers augmente les teneurs en N et C organique du sol entier, mais l'effet est plus marqué pour la MO particulaire et la MO particulaire lourde que pour la MO associée aux minéraux. La MO particulaire et la MO particulaire lourde seraient des indicateurs de la capacité des sols à fournir de l'azote. Une relation linéaire positive est observée entre la dose de fumier appliquée et la réponse des teneurs en N et C organique du sol entier ainsi que de toutes les fractions. Les réponses à l'application de fumier étaient plus élevées dans les régions avec un climat sec que dans les régions avec un climat humide. La réponse du N et du C organique de la MO particulaire est plus élevée avec les fumiers solides, comparativement aux lisiers et dans les sols à pH alcalin, comparativement aux sols à pH acide. Cette méta-analyse permettra d'adapter au contexte agricole les nouveaux modèles de formation de la MO des sols jusqu'ici développés pour les systèmes naturels.

Figure 1 : Réponse relative globale des concentrations de N et de C organique du sol entier, de la matière organique associée aux minéraux (MAOM), de la matière organique particulaire (POM) et de la matière organique particulaire lourde (H-POM) à l'application de fumier par rapport à un traitement de référence avec (A) ou sans (B) fertilisation minérale azotée.



Référence : Zhang, Y., Lavallee, J. M., Robertson, A. D., Even, R., Ogle, S. M., Paustian, K., & Cotrufo, M. F. (2021). Simulating measurable ecosystem carbon and nitrogen dynamics with the mechanistically defined MEMS 2.0 model. *Biogeosciences*, 18(10), 3147-3171.

Impacts des pratiques agricoles dans la production de bleuets sauvages sur le potentiel du sol à fournir de l'azote et du phosphore

JULIE DOUILLARD¹, JOANN WHALEN², JEAN LAFOND³, MAXIME C. PARÉ¹

¹Laboratoire sur les écosystèmes terrestres boréaux (EcoTer), Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, Québec

²Natural Resource Sciences, McGill University, Sainte-Anne de Bellevue, Québec

³Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, Normandin, Québec

Présentateur : Maxime Paré. maxime.pare@uqac.ca

Mots clés. *Vaccinium angustifolium*, fauche, brûlage, fongicide, fertilisants minéraux, fertilisants organiques, azote potentiellement minéralisable, phosphore potentiellement minéralisable

La production de bleuets sauvages (*Vaccinium angustifolium* Aiton et *V. myrtilloides* Michx) est importante pour le Québec avec près de 38 000 hectares aménagés en culture et plus de 59 millions de dollars en retombées économiques annuellement. Différentes pratiques agricoles reliées à la fauche, aux contrôles des maladies fongiques et à la fertilisation sont couramment utilisées pour améliorer la croissance des plants et les rendements en fruits. Cependant, la façon dont ces pratiques influencent les dynamiques de minéralisation de l'azote (N) et du phosphore (P) n'a jamais été mesurée et établie.

Pour répondre à ce manque de connaissances, un dispositif de recherche localisé à la Bleuétière d'Enseignement et de Recherche (BER) à Normandin a été échantillonné après six années de pratiques. Sur ce dispositif, trois pratiques sont simultanément étudiées selon un dispositif en tiroirs à trois facteurs [Fauche (thermique vs mécanique); Fongicide (avec vs sans); Fertilisation (organique vs minérale vs sans)]. L'échantillonnage des sols a eu lieu à l'automne 2021 selon deux profondeurs : en surface (LFH, 5-0 cm) et plus en profondeur (Ae et Bf, 0-15 cm). Des incubations aérobiques ont par la suite été réalisées afin d'estimer le N et le P potentiellement minéralisables sur une saison de croissance simulée en incubateur.

Globalement, les quantités d'ammonium (N-NH₄) minéralisées par saison de croissance simulée étaient plus de cinq fois supérieures aux quantités de nitrate (N-NO₃). Seuls les horizons de surface (LFH, 5-0 cm) étaient significativement impactés par les pratiques à l'étude. Le type de fauche ainsi que l'utilisation de fongicide ont eu des impacts relativement mineurs sur les propriétés mesurées, alors que la fertilisation a eu des impacts significatifs et importants. En comparaison à l'engrais organique, les engrais minéraux ont permis d'augmenter de 74 kg ha⁻¹ les quantités de N-NH₄ minéralisées tout en diminuant de 98 kg ha⁻¹ les quantités de N-NO₃ minéralisées. Par rapport au témoin non fertilisé, la fertilisation organique a augmenté les quantités de N-NO₃ minéralisées (+51 kg ha⁻¹), sans pour autant significativement affecter les quantités d'N-NH₄ minéralisées. Une augmentation du pH du sol occasionné par l'engrais organique explique ce résultat. Par rapport au témoin non fertilisé, les fertilisants minéraux et organiques ont permis d'augmenter les quantités de P minéralisées de 116 kg ha⁻¹ et de 161 kg ha⁻¹ et l'indice de saturation en phosphore (ISP) de 0,7 et de 1,4 %, respectivement. Cette étude a permis de mettre en évidence l'impact des pratiques agricoles sur les processus de minéralisation du N et du P dans les sols de bleuétières. Ces nouvelles informations sont d'une grande importance puisqu'elles nous informent sur la durabilité de ces pratiques agricoles et sur la résilience des systèmes de production utilisés pour produire le bleuets sauvage.

Érosion éolienne des particules fines de sols organiques cultivés – Synthèse des travaux

CHARLES FRENETTE-VALLIÈRES¹, ALAIN N. ROUSSEAU², DANIEL CAMPBELL³,
NICHOLAS LEFEBVRE¹, JEAN CARON¹

¹Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC

²Centre Eau Terre Environnement, Institut national de la recherche scientifique, Québec, QC

³Faculté des sciences, de génie et d'architecture, Université Laurentienne, Sudbury, ON

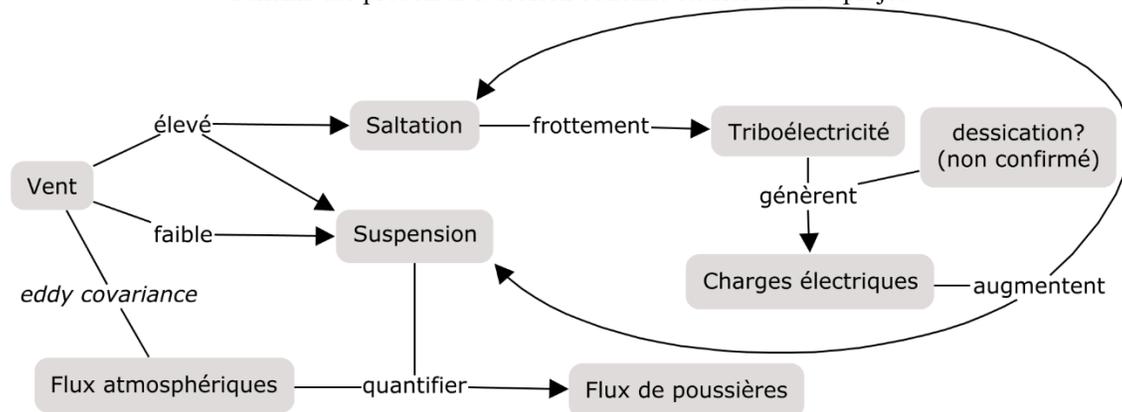
charles.frenette-vallieres.1@ulaval.ca

Mots clés : érosion éolienne, aérosols, covariance des tourbillons, sols organiques

Les sols organiques cultivés sont réputés pour leur productivité et leur valeur marchande supérieures aux sols minéraux. Or, ils sont soumis à de nombreux mécanismes de dégradation qui menacent leur existence à long terme dans le portrait agricole québécois et mondial. En plus de la décomposition par minéralisation de la matière organique dans le sol, des processus physiques tels que l'érosion éolienne représentent des risques élevés de dégradation à cause de leur forte érodibilité comparativement aux sols minéraux (masse volumique apparente très faible, particulièrement lorsqu'ils sont secs). Puisque l'érosion éolienne a été étudiée principalement sur les sols minéraux, ce projet vise à mieux comprendre les processus d'arrachement et de mise en suspension des aérosols, puis à quantifier les flux de poussières susceptibles de générer des pertes importantes de sol organique.

Ce projet comporte trois volets principaux : (1) Déterminer les vitesses de vent seuils pour initier les processus de saltation et de mise en suspension (expérience au champ); (2) Étudier l'effet des charges électriques sur les mécanismes de soulèvement et de déposition (expérience en laboratoire); et (3) Calculer les flux de poussières au champ à l'aide de la méthode de covariance des tourbillons (*eddy covariance*).

Schéma des processus d'érosion éolienne étudiés dans ce projet.



Nos travaux ont permis de mieux comprendre certains mécanismes rapportés dans la figure précédente. En effet, nos essais ont démontré l'existence de charges électriques provenant du frottement et vraisemblablement de l'assèchement de la surface du sol. Ces charges maintiendraient les poussières organiques en suspension, qui seraient ensuite déplacées par les vents ascendants et horizontaux. Bien que visibles lors d'événements érosifs, nos premières estimations indiquent que ces suspensions génèrent relativement peu de pertes sur une base annuelle, représentant moins d'un tiers de tonnes de sol organique perdu au cours d'une année, par rapport à des pertes annuelles par décomposition pouvant atteindre plus de 15 t par hectare par année (L'Heureux-Bilodeau, F., 2023). En pratique, l'implantation de cultures de couverture pourrait permettre de créer une zone d'inertie et maintenir les aérosols près de la surface, tout en réduisant le risque d'assèchement. Des travaux de terrain devront donc être éventuellement mis en place pour confirmer l'efficacité réelle de cette méthode.

Références

L'Heureux-Bilodeau, F. (2023). Émission de gaz à effet de serre en sols organiques cultivés. *Mémoire de maîtrise*, Université Laval.

ProfilSol: une application mobile pour qualifier la structure du sol au champ

MARC-OLIVIER GASSER¹, EDUARDO CHAVEZ¹, ARMAND BANDIANG MASSOUA²,
MAMADOU MALADHO BARRY², CATHERINE BOSSÉ¹, ABDOULAYE BANIRÉ DIALLO²

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC, G1P 3W8

² Laboratoire de Bio-Informatique de l'Université du Québec à Montréal, Montréal, QC, H2X 3Y7
marc-o.gasser@irda.qc.ca

Mots clés : structure des sols, évaluation visuelle, pédomorphologie, VESS, analyse d'images

À partir d'informations recueillies lors de l'Étude sur l'état de santé de sols agricoles du Québec des résultats (EESSAQ) (Gasser et coll., 2023a,b), deux indicateurs qualifiant la structure du sol ont été développés et intégrés dans une application mobile (ProfilSol). Un premier indicateur a été dérivé des caractéristiques pédomorphologiques communément recueillies lors d'inventaires pédologiques (classe, type et grade de la structure, consistance, porosité fine et moyenne) et développé avec un panel d'experts en pédologie pour pondérer l'effet de ces caractéristiques, de la texture et des horizons échantillonnés (Chavez, 2024; Bossé et coll., 2023). Cet indicateur visuel a été comparé au VESS, un autre indicateur utilisé par la communauté internationale pour qualifier la structure du sol au champ, aux sols témoins et cultivés de l'EESSAQ ainsi qu'à d'autres propriétés physiques des sols (Chavez, 2024). Malgré une certaine corrélation avec le VESS et le meilleur état des sols témoins par rapport aux sols cultivés, les corrélations avec les autres propriétés physiques des sols étaient relativement ténues. Des travaux sont en cours pour améliorer la relation entre cet indicateur visuel basé sur des caractéristiques pédomorphologiques et les propriétés physiques des sols.

Le deuxième indicateur a été développé à partir de l'analyse en intelligence artificielle (réseau de neurones convolutifs, CNN) de plus de 4500 images de sol défait sur un coroplaste, prises en même temps que la caractérisation pédomorphologique des profils de sol de l'EESSAQ, évaluées et qualifiées sur une échelle de 1 à 5 par un panel d'expert. Vu certaines contraintes l'architecture du modèle MobileNet_V2 a été choisie. Le modèle retenu classe les images en trois classes avec une précision (accuracy) de 71,4 % et un score F1 de 61,0 % sur un jeu indépendant de données (test). Cependant, des améliorations sont encore possibles et les travaux seront poursuivis pour améliorer les performances de l'analyse d'image, en collectant davantage de données, avec une formation des échantillonneurs pour la prise d'image de qualité.

Les deux indicateurs qualifiant la structure du sol au champ ont été intégrés dans l'application ProfilSol, développée pour iPhone dans un premier temps dans une architecture ouverte sur AWS, combinant base de données MongoDB et langage JavaScript et Python. Une version grand public sera disponible en septembre 2024. Une démonstration des différentes facettes de l'application sera présentée, ainsi que son potentiel pour acquérir de l'information sur des profils de sols géoréférencés et datés, permettant dans une approche ouverte, de cumuler de l'information sur la condition physique des sols à l'échelle parcellaire de la ferme et à l'échelle régionale.

Références

- Chavez, E. 2024. Développement d'un indicateur visuel de la qualité structurale du sol. Mémoire de maîtrise déposé à l'Université Laval.
- Bossé, C., Lapointe, C., Lemire, P.-L., Chavez, E., Martinelli, G., Gasser, M.O. 2023. Mise à niveau, diffusion et acquisition de nouvelles données pédologiques pour une agriculture durable et une gestion optimale du territoire. Rapport final présenté au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). IRDA. 36 pages.
- Gasser, M.-O., Bossé C., Clément, C.C., Bernard, C., Grenon, L., Mathieu, J.-B., Tremblay, M.-E. 2023a. Rapport 1 de l'Étude sur l'état de santé des sols agricoles du Québec : État de santé des principales séries de sols cultivées. Rapport final présenté au MAPAQ. IRDA. 190 pages.
- Gasser, M.-O., Massoua, A. B., Diallo, A. B., Bossé, C., et Chavez Benalcazar, E. 2023b. Analyses d'images d'agrégats de sol et développement d'une application mobile pour quantifier l'état structural du sol. Rapport final. IRDA et partenaires. 33 pages.

Évaluation de l'efficacité des stratégies de drainage : rotation de saule vs tranchées drainantes dans les sols organiques cultivés

YELENA ESTHER GOMEZ LARA¹, JEAN CARON¹, JONATHAN LAFOND², SILVIO GUMIERE¹

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC

² Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, QC

yegoll@ulaval.ca

Mots clés : drainage, sol organique, saule, tranchée drainante, propriétés physiques.

Les sols organiques, une fois drainés à des fins agricoles, deviennent très sensibles à la dégradation. L'abaissement de la nappe phréatique dû au drainage entraîne une série de processus qui entraînent des modifications des propriétés physiques du sol en provoquant la formation d'une couche compacte qui limite l'infiltration de l'eau. Malgré les recherches effectuées pour trouver une solution, aucune méthode appliquée n'a permis de résoudre ce problème à long terme. L'objectif de cette étude était de déterminer l'effet de la rotation de saule et de l'installation de drains en tranchées drainantes sur l'effet et la durée du drainage. À cette fin, pour le drainage par rotation de saule (DRS), une section comprenant une rotation de deux ans (2W) et une rotation de quatre ans de saule (4W) ont été mises en culture. Le drainage par tranchée drainante (DTD) a été évalué sur le terrain et en laboratoire. Le dispositif de terrain consistait en deux drains parallèles installés en tranchées drainantes remplies de biomasse et de sol organique. Le dispositif de laboratoire consistait en une boîte rectangulaire remplie de sol organique dans laquelle un vieillissement accéléré d'une tranchée drainante a été effectué avec des applications d'eau variables pour induire le drainage. Pour chaque méthode, un suivi annuel des propriétés physiques du sol et de la position de la nappe phréatique a été effectué. Les résultats pour le DRS ont montré une amélioration significative de la conductivité hydraulique saturée (K_{sat}) en profondeur et un taux de drainage supérieur à 30 cm j^{-1} (Norme de drainage du Québec) pour les deux rotations de saule (4W et 2W), dont l'effet a persisté après quatre ans de la destruction des haies de saule. En ce qui concerne le DTD sur le terrain, la K_{sat} a temporairement amélioré le rabattement de la nappe phréatique, mais cet effet a disparu au cours de la deuxième année d'étude. Pour le DTD effectué en laboratoire, les résultats montrent que les propriétés hydrauliques du sol diminuent avec le temps, mais la tranchée drainante reste efficace même après trois années de drainage simulées. Finalement, les essais montrent que la méthode de DRS représenterait l'alternative la plus efficace pour l'amélioration à long terme du problème de drainage dans les sols organiques, dont les effets positifs ont duré au moins quatre ans.

Comparaison des effets de systèmes de grandes cultures conventionnels et de l'introduction d'une prairie de trois ans avant le retour des cultures principales sur les communautés bactériennes et fongiques

RICHARD HOGUE¹, JOËL D'ASTOUS-PAGÉ¹, MÉLANIE GAGNON², PIERRE RÉMILLARD², THOMAS JEANNE¹

¹Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement, Québec, QC G1P 3W8, Canada

²Agrinova, Saint-Nicolas, QC G7A 4Z4, Canada

richard.hogue@irda.qc.ca

Mots clés : Grandes cultures, plantes fourragères pérennes, microbiome du sol

Introduction

Dans le contexte des grandes cultures, les passages répétés de la machinerie et les rotations courtes contribuent à la dégradation de la qualité des sols, la dissémination des maladies et la perte de biodiversité. L'introduction de plantes fourragères pérennes dans une rotation de trois ans peut avoir un impact positif sur la structure et la biologie du sol et la productivité des cultures. Le marché de vente de foin commercial peut permettre de rentabiliser la rotation de trois ans, habituel frein à son adoption. Le projet visait à comparer les performances agroéconomiques de systèmes de cultures et pratiques conventionnels par rapport à l'adoption d'une rotation de trois ans de plantes fourragères pérennes pour la production de foin. La conférence présentera le volet du projet qui visait à mesurer les effets de ces systèmes de cultures et pratiques sur la diversité et la composition des communautés bactériennes et fongiques des sols cultivés.

Méthodologie

Le volet comportait huit fermes regroupant quatre systèmes de rotation de grandes cultures, sous régie biologique ou conventionnelle, avec ou sans culture de couverture (CC), en labour, travail réduit ou semis-direct et avec fertilisation organique ou minérale. Chaque ferme a implanté une prairie de plantes fourragères pérennes pour trois années avant le retour à la culture principale identique à celle cultivée dans le système de rotation conventionnelle. Trois composites de quatre carottes de sol (0-15 cm) par prairie et trois par culture conventionnelle ont été broyés et tamisés <2mm. Les sols ont été prélevés à l'automne de la première (T1) et la troisième (T2) année de rotation et à l'automne du retour de la culture principale (T3). Les ADN ont été extraits avec la trousse d'extraction FastDNA Spin kit for Soil (MP Biomedicals, Solon, OH, E.U.). Les paramètres utilisés pour déterminer les effets sur les communautés bactériennes et fongiques sont : la quantification qPCR des biomasses microbiennes, le ratio dénombrements Bactéries/Champignons, l'indice de diversité de Shannon, la distance de Bray-Curtis de la différence entre la composition bactérienne ou fongique des sols prélevés aux temps T1 vs T2 et T2 vs T3.

Résultats

Les valeurs des ratios du dénombrement Bactéries/Champignons étaient plus élevées au T1 dans les sols des systèmes de cultures intégrant des CC sous régie de fertilisation organique et ce, autant pour les systèmes conventionnels que ceux intégrant la prairie. Les valeurs de ratio plus élevées ont été observées dans les sites aux sols labourés sous régie biologique ou conventionnelle. Les différentiels des indices de Shannon T2 vs T3 des communautés bactériennes et fongiques sont affectés principalement pour les sols sous régie biologique avec CC. Les sols sous régie du labour montrent les plus grandes variations du différentiel des indices de Shannon lorsque les cultures principales reviennent dans la rotation. Pour les communautés bactériennes, les valeurs de la différence des distances de Bray-Curtis entre la composition des sols de prairies et celle des sols sous régie témoin ont augmentées dans les fermes appliquant le labour et la fertilisation minérale. Pour les communautés fongiques, l'on a observé davantage de variabilité parmi les valeurs de la différence des distances de Bray-Curtis entre la composition des sols de prairie et celle des sols sous régie témoin, indiquant la très grande influence du facteur de la diversité botanique des systèmes de culture sur la diversité de composition des communautés fongiques.

Conclusion

Les connexions établies entre les données des systèmes de cultures des quatre systèmes de grandes cultures et celles de l'Étude de l'État de Santé des Sols du Québec (EESSAQ) ont facilité la mise en relation des différences observées avec les impacts du travail du sol et de la diversification des cultures. Nos résultats suggèrent que l'introduction de trois ans de plantes fourragères pérennes aura des effets sur la biomasse, la diversité en richesse et en composition qui peut varier selon le type de systèmes de cultures et de pratiques agronomiques qui est adopté par la ferme historiquement. Des recherches seront nécessaires pour mieux comprendre les mécanismes par lesquels les communautés microbiennes interagissent avec la succession des cultures et les pratiques de production agricole. Ceci permettra de développer des stratégies de gestion des sols qui puissent favoriser une diversité microbienne bénéfique au système de culture adopté.

Différenciation microbienne entre des sols agricoles pouvant soutenir ou non le rendement d'une culture de maïs grain avec une réduction en engrais azotés

THOMAS JEANNE¹, MYLÈNE MARCHAND-ROY¹, CHRISTINE LANDRY¹, RICHARD HOGUE¹

¹ Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement, Québec, QC G1P 3W8, Canada
thomas.jeanne@irda.qc.ca

Mots clés : Rapport au rendement, fertilisation azotée, composition microbienne

Introduction

La productivité de la culture du maïs-grain est fortement influencée par la santé du sol, qui dépend en partie de la diversité et de l'activité microbienne. Si certains sols agricoles sont très dépendants de l'apport de fertilisation minérale azotée, d'autres peuvent fournir naturellement une proportion importante des besoins en azote des cultures. Il est important de mieux identifier les différences biologiques entre ces contextes et d'étudier les liens entre la diversité microbienne, l'historique de régimes de culture, l'amélioration de la gestion de la fertilisation et le maintien de la santé des sols.

Méthodologie

Cette étude a porté sur 12 sites dans des sols loameux avec des historiques agronomiques différents (travail de sol et rotation des cultures). Pour chaque site, 3 blocs ont été implantés en culture de maïs grain avec ou sans fertilisation minérale azotée. Après les évaluations de rendement, le rapport au rendement (ROM) a été utilisé pour identifier deux groupes, ceux avec un gain faible à la fertilisation minérale azotée ($ROM < 2$) et ceux avec un gain important à la fertilisation minérale azotée ($ROM > 2$), en comparaison avec un rendement moyen régional.

Des échantillons de sol ont été prélevés et analysés pour caractériser la diversité des procaryotes, des champignons et des micro-eucaryotes. L'indice de diversité de Shannon a été utilisé pour comparer la richesse des groupes microbiens, la composition microbienne a été évaluée en utilisant les distances de Aitchison et en réalisant une analyse différentielle par l'approche ANCOM-BC.

Résultats

Les résultats ont montré que les sols capables de soutenir naturellement le rendement en maïs-grain présentaient une composition microbienne globale et spécifique différente de celle des sols plus dépendants de la fertilisation minérale azotée. Des variants génétiques de chaque règne microbien significativement plus importants dans les sols avec un faible ROM ont été identifiés. Nous avons détecté des variants génétiques procaryotiques (65), dont plusieurs sont impliqués dans la fixation d'azote et la régulation des émissions de N_2O . Des variants génétiques fongiques (5) interviennent dans la dégradation de la matière organique alors que des variants micro-eucaryotiques (12) sont reliés à la protection des plantes. De plus, les connexions établies entre les données des systèmes de cultures des deux groupements et celles de l'Étude de l'État de Santé des Sols du Québec (EESSAQ) ont facilité la mise en relation des différences observées avec les impacts du travail du sol et de la diversification des cultures.

Conclusions

Ces résultats suggèrent que la composition des communautés microbiennes du sol joue un rôle important dans la productivité de la culture du maïs-grain et le maintien de la santé des sols. Des recherches seront nécessaires pour mieux comprendre les mécanismes par lesquels les communautés microbiennes influencent la production agricole et pour développer des stratégies de gestion des sols qui favorisent une diversité microbienne bénéfique.

Interactions entre la durée du cycle de production du bleuet sauvage, la fauche, les fongicides et la fertilisation sur les rendements en fruits et les analyses foliaires

JEAN LAFOND¹, MAXIME C. PARÉ²

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et développement de Québec, Normandin, QC

²Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), Saguenay, QC

jean.lafond@agr.gc.ca

Mots clés : *Vaccinium angustifolium* Ait., fumier de volaille, engrais minéral

Peu d'informations sont disponibles sur les interactions possibles entre les différentes pratiques culturales sur les rendements en fruits du bleuet sauvage (*Vaccinium angustifolium* Ait) et sur les analyses foliaires. Des essais ont été établis en 2016 et en 2017 à la Bleuetière d'Enseignement et de Recherche (BER) située à Normandin (QC) afin de suivre les rendements en fruits et les concentrations foliaires en éléments nutritifs. La durée du cycle de production (deux et trois ans), le type de fauche (mécanique et thermique), l'application de fongicide et la fertilisation (organique et minérale) ont été évalués sur une période de six ans. La fauche mécanique et thermique sont réalisées à l'automne suivant la récolte aux deux ou trois ans selon les cycles. Le fongicide (Proline™) est appliqué une seule fois à l'année de végétation à la mi-juillet. Le fumier de volaille (Actisol) a été appliqué au printemps de l'année de végétation à une dose de 1000 kg ha⁻¹ afin d'apporter 50 kg N ha⁻¹, 30 kg P₂O₅ ha⁻¹ et 20 kg K₂O ha⁻¹. L'engrais minéral a apporté des quantités similaires. La source d'azote a été le sulfate d'ammonium et la source de potassium, le sulfate de potassium. Le phosphore a été apporté sous la forme de triple superphosphate. Les rendements en fruits ont été déterminés dans chacune des parcelles selon les cycles de production à l'aide d'une cueilleuse mécanisée d'une largeur de 152 cm. Les feuilles ont été prélevées à l'aoûtement du plant de bleuet lors de l'année de végétation. La fertilisation minérale et organique ont permis d'atteindre des rendements en fruits comparables et significativement plus élevés que ceux obtenus dans les parcelles témoins. Comparativement au cycle de trois ans, le cycle de deux ans a permis d'atteindre des rendements plus élevés. L'impact de la fauche mécanique et du brûlage a été non significatif sur les rendements en fruits. L'application de fongicide a légèrement augmenté les rendements en fruits, mais la différence a été non significative. Les concentrations en N, P, et K des feuilles ont été significativement plus élevées avec la fertilisation minérale et organique comparativement au témoin. La fertilisation minérale a diminué la concentration en Ca des feuilles uniquement au site 1 et a diminué la concentration en Mg des feuilles uniquement au site 2. La durée du cycle de production, le type de fauche et l'application de fongicide n'ont pas eu d'effet significatif sur les concentrations foliaires en éléments nutritifs. L'impact de la durée du cycle sur les rendements fruits est en fonction du rendement obtenu lors de la première année de production. Cet effet est grandement influencé par les conditions climatiques qui affectent le développement de la plante et sa productivité. Cette étude confirme que le brûlage ne favorise pas une plus grande productivité et que l'application de fongicide n'a pas parmi d'accroître la productivité en protégeant la culture des maladies. La fertilisation demeure le facteur qui a le plus d'impact sur la productivité. Le fertilisant minéral a semblé le plus efficace lors de deux premières années comparativement au fertilisant organique, mais les différences s'atténuent avec le temps. Les analyses foliaires demeurent en bon indicateur de l'état de santé de la culture et permettent de comparer efficacement les effets de la fertilisation, mais elles demeurent également sensibles aux conditions climatiques. L'interaction entre le fongicide et la fertilisation n'a pas été confirmée dans cette étude. L'explication possible serait la présence très faible des maladies du feuillage à ces sites situés à la BER.

Effets du drainage contrôlé sur les hauteurs de la nappe et les flux d'eau, d'azote et de phosphore au drain dans quatre champs de la Montérégie

AUBERT MICHAUD¹, WILLIAM HUETAS², ARIANNE BLAIS-GAGNON², EVELINE MOUSSEAU³

¹ Organisme de bassin versant de la Baie Missisquoi, Bedford, QC

² Institut de recherche et développement en agroenvironnement, Québec, QC

³ Groupe Pro-Conseil, Beloeil, QC

aubert.michaud@obvbm.org

Mots clés : drainage souterrain, drainage contrôlé, nappe d'eau, perte d'azote, perte de phosphore

Objectif et méthodologie

L'objectif principal de ce projet était d'évaluer les bénéfices agronomiques et environnementaux du drainage contrôlé sur deux sites de production, soit à Saint-Jean-Baptiste (Site A) et Saint-Angèle-de-Monnoir en Montérégie (Site B). Les sorties de drainage de deux champs adjacents (Témoin en drainage libre (DL) et drainage contrôlé (DC)) ont été instrumentées sur chaque site. Le drainage des champs DC a été contrôlé au moyen de chambres de contrôle, suivant une hauteur critique établie à 50 cm sous le niveau de la surface du sol. Les hauteurs de la nappe, les propriétés des sols (fertilité et condition physique/cylindres) et les rendements des cultures ont été évalués sur six points de mesure distincts pour chacun des quatre champs à l'étude (N=24). Les mouvements de la nappe d'eau aux 24 puits ont été enregistrés au pas de temps de 15 minutes au moyen de sondes à pression. Les quatre chambres de contrôle ont été équipées de débitmètres acoustiques (vitesse du courant) et de sondes à pression (hauteur de la section) afin de mesurer les débits. Un total de 16 et 20 campagnes d'échantillonnage synchronisées des eaux de drainage ont été réalisées aux sites A et B, respectivement, suivies d'analyses des teneurs en azote (NH₄+NO₃), phosphore (Total, réactif dissous et biodisponible) et MES. Les flux journaliers de nutriments ont été estimés suivant une approche statistique de régression linéaire de la concentration en fonction du débit des collecteurs de drain.

Résultats et conclusion

En période de drainage contrôlé (été et automne hâtif), les suivis hydrométriques en 2019 et 2020 témoignent de plus faibles hauteurs d'eau exportées dans les champs DC. En 2019 (période du 17 juillet au 17 octobre), une différence de 18 mm a été observée tant pour les sites A et B. En 2020, l'activation hâtive du contrôle au site A (23 mars) s'est traduite en une hauteur d'eau de 54 mm inférieure à celle du champ Témoin pour la période du 23 mars au 23 septembre. Au site B, l'activation plus tardive du contrôle (1^{er} mai) n'a pas induit de différence dans les hauteurs d'eau exportées. Les pertes d'azote et de phosphore en saison de croissance demeurent modestes, mais cependant moindres pour les champs DC aux deux sites à l'étude. En période automnale tardive, au site A, le maintien du contrôle jusqu'au 6 décembre 2020 s'est traduit en une hauteur d'eau moindre (-77 mm) et une exportation moindre de nutriments (-3,7 kg N/ha et -0,41 kg P/ha) qu'au champ au champ Témoin (DL). Ce maintien de la nappe dans le champ contrôlé n'a pas contribué à l'émission de ruissellement de surface. Au site B, compte tenu d'un rétablissement du drainage libre plus hâtif (29 octobre), les hauteurs d'eau drainées des champs DC et DL sont demeurées sensiblement les mêmes pendant la période de drainage contrôlé (22-25 mm). En période de printemps hâtif et pluvieux de 2021, l'activation hâtive du contrôle le 30 mars au site A a cette fois contribué à augmenter la hauteur d'eau exportée et la charge de nutriments (+3,1 kg N/ha et 0,04 kg P/ha) par rapport au champ Témoin, en favorisant l'accumulation d'eau dans le profil de sol, plutôt que son évacuation vers l'aquifère plus profond. La période hivernale, alors que les contrôles sont désactivés, a concentré la plus large part des pertes annuelles de nutriments. Au site A, les charges hivernales de N aux champs CD et DL totalisent pour les deux périodes 12 et 20 kg N/ha, respectivement. Au site B, les pertes d'azote hivernales cumulent à 121 (DC) et 182 (DL) kg N/ha pour la seule période hivernale 2019-2020. Ces charges excessives d'azote traduisent les apports élevés d'azote minéral et organique (195-284 kg N/ha), suivant une culture de légumineuses (luzerne et soja), sur un sol présentant un taux de matière organique à plus de 10 %. Globalement, les rendements des cultures observés sont supérieurs dans les parcelles avec contrôle de drainage (gradients de 6 % à 8 % au site A et de 2 à 5 % au site B). En conclusion, l'étude témoigne de bénéfices potentiels du drainage contrôlé, sur le plan du rendement des cultures et des pertes de nutriments. L'établissement trop hâtif du contrôle peut cependant être contre-performant en printemps humide, alors que le maintien tardif du contrôle à l'automne présente une opportunité de réduire les pertes de nutriments au drain. L'efficacité du drainage demeure toutefois conditionnée par la profondeur des cours d'eau jouxtant les champs. Une chambre de contrôle demeure en effet inefficace au printemps si le niveau de la nappe est déjà sous le niveau des drains. Enfin, les charges excessives de nutriments observées au site B en période hivernale témoignent de l'importance de la fertilisation raisonnée comme première ligne de défense agroenvironnementale.

Impact de la fertilisation sur la volatilisation de l'azote en bleuétière au Lac-Saint-Jean

ANTHONY J. PELLETIER¹, PATRICK FAUBERT^{1,2}, JEAN LAFOND³, MAXIME C. PARÉ¹

¹ Laboratoire sur les écosystèmes terrestres boréaux, Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, QC

² Carbone boréal, Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, QC

³ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, Normandin, QC
anthony.pelletier1@uqac.ca

Mots-clés : *Vaccinium angustifolium* Ait., bleuét sauvage, volatilisation, fertilisation azotée

La culture du bleuét sauvage (*Vaccinium angustifolium* Aiton et *Vaccinium myrtilloides* Michaux) s'étend sur près de 30 000 hectares (ha) au Saguenay-Lac-Saint-Jean (SLSJ) et 38 000 ha au Québec. Le cycle de production se déroule sur des cycles de deux ou trois années sur des sols acides, bien drainés et sableux. La fertilisation azotée s'effectue lors de la première année à l'aide d'engrais minéral (MIN) à base de sulfate d'ammonium (NH₄⁺). L'engrais organique (ORG) à base de fumier de poulet séché et granulé peut aussi être employé pour améliorer la croissance des bleuétiers. Cependant, l'hydrolyse des fertilisants azotés à base de NH₄⁺ combinée à la minéralisation de l'azote (N) organique augmente les risques de pertes de N ammoniacal par volatilisation. En bleuétières, les seules données disponibles sur les pertes de N par volatilisation proviennent de la Nouvelle-Écosse, où l'apport de N par la fertilisation est plus important qu'au SLSJ. De plus, aucune étude n'a révélé l'impact de l'engrais ORG sur la volatilisation du N en bleuétière, un engrais récemment incorporé en régie de fertilisation biologique. L'objectif du projet est donc de quantifier la volatilisation de l'NH₃ après l'application des engrais minéraux et organiques, sur un cycle de production complet.

Pour ce faire, une étude a été réalisée à la Bleuétière d'Enseignement et de Recherche (BER) à Normandin en 2022 et 2023 sur des parcelles de 330 m². Les traitements de fertilisation incluent un contrôle sans fertilisant puis les traitements MIN et ORG (apport en N : 50 kg N ha⁻¹). La fertilisation a été réalisée le 30 mai 2022 en phase de végétation seulement, mais les mesures de volatilisation ont été simultanément réalisées en phases de production pendant les 40 jours suivant la fertilisation (bloc = 4, total de 36 parcelles). La méthode de la chambre fermée et de la trappe acide a été utilisée pour mesurer la volatilisation *in-situ*.

Aucun effet des traitements de fertilisation n'a été observé en phases de végétation et de production. Les émissions cumulées moyennes en phase de végétation étaient faibles (0,29 ± 0,16 kg NH₃-N ha⁻¹) et inférieures à celles observées en Nouvelle-Écosse, alors que les émissions moyennes en phase de production étaient nulles (-0,12 ± 0,04 kg NH₃-N ha⁻¹). Les émissions de NH₃-N augmentaient rapidement après la fertilisation (247 % d'augmentation entre le jour 1 et 5). Le flux moyen observé après 30 jours était stable, mais très variable (0,014 ± 0,02 kg NH₃-N ha⁻¹ jr⁻¹). Cette étude fait office de premiers travaux sur la volatilisation de l'azote en bleuétière au Québec et fait état des faibles flux d'émission d'ammoniaque à la suite de la fertilisation du bleuét sauvage. Approfondir l'étude de la dynamique du N en bleuétière facilitera la gestion durable des intrants azotés en agriculture en plus de maintenir un environnement de qualité.

Érosion éolienne des sols organiques : Mesures sur le terrain et en soufflerie

ANDRES FELIPE SILVA-DIMATE¹, ALAIN ROUSSEAU², JEAN CARON¹

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC

² Institut Nationale de la Recherche Scientifique, Québec, QC

afsid@ulaval.ca

Mots clés : érosion éolienne, sol organique, soufflerie, perte de sol

L'érosion éolienne des sols organiques est un phénomène peu étudié, bien que les terres noires comme celles de la Montérégie-Ouest soient menacées par ce type d'érosion. Ce projet de recherche a permis, sur une période de quatre ans, de quantifier et d'étudier l'érosion éolienne des sols organiques dans le sud du Québec. L'objectif de cette étude est de présenter les principaux résultats de cette recherche, qui ont été obtenus à partir de mesures sur le terrain et en soufflerie. L'érosion éolienne a été mesurée dans deux champs de sols organiques de l'ouest de la Montérégie entre juillet 2019 et octobre 2022. Les mesures d'érosion ont été effectuées à l'aide d'échantillonneurs MWAC, qui ont recueilli des particules de sol érodé à quatre hauteurs différentes. Le matériel collecté par les échantillonneurs a été récupéré à différents moments selon l'occurrence des événements érosifs. Le matériel collecté lors d'un événement érosif majeur a été tamisé pour déterminer la distribution de la taille des agrégats et ainsi déterminer la fraction érodable des sols organiques. Dans les essais en soufflerie, des sols à différents niveaux de décomposition (fibrisol, mésisol et humisol) et à différents niveaux de potentiel matriciel (-5, -15, -30 et -45 kPa) ont été testés pour déterminer l'effet de ces deux variables sur les quantités de sols érodées par le vent.

En ce qui concerne les résultats des mesures sur le terrain, un événement d'érosion majeur a eu lieu au printemps 2020, lorsque des pertes d'environ 9,7 t ha⁻¹ ont été enregistrées dans l'un des champs de suivi. Les causes possibles de cet événement, outre les vents forts du sud-ouest, étaient les faibles précipitations, les températures élevées et l'absence d'une culture de couverture. Dans les sols minéraux, les particules de plus de 0,84 mm ne s'érodent pas (Lopez et coll. 2007), mais la distribution de la taille des agrégats du matériel collecté dans les échantillonneurs suggère que ce seuil ne peut pas être accepté pour les sols organiques, car des agrégats de plus de 0,84 mm ont été trouvés même à une hauteur de 85 cm. Les essais en soufflerie ont montré des pertes par érosion éolienne allant jusqu'à 1,6 t ha⁻¹ sur une période de 7 minutes. Les trois types de sol semblent perdre des quantités similaires de sol en termes de profondeur. Dans le cas des Humisols, ces pertes augmentent à mesure que le sol devient plus sec, alors que dans le cas des Fibrisols, ce comportement est différent et les pertes de sol ont été plus importantes dans les échantillons contenant plus d'eau. Ces résultats démontrent l'ampleur et la complexité du phénomène et soulignent la nécessité de mettre en place des mesures de contrôle pour lutter contre ce type d'érosion et assurer la pérennité des sols organiques dans la région de la Montérégie-Ouest.

Références

López, M. V., de Dios Herrero, J. M., Hevia, G. G., Gracia, R., & Buschiazzi, D. E. (2007). Determination of the wind-erodible fraction of soils using different methodologies. *Geoderma*, 139(3-4), 407-411. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.03.006>

Temps de transit de l'eau souterraine de la Bleuetière d'enseignement et de recherche de Normandin au Saguenay-Lac-Saint-Jean.

JULIEN WALTER^{1,2}, CHAIMA MILED^{1,2}, ROMAIN CHESNAUX^{1,2}, LAMINE BOUMAIZA³, MAXIME PARÉ^{1,4}

¹ Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), 555 boulevard de l'Université, G7H2B5

² Groupe de recherche Risque Ressource Eau (R2Eau - UQAC)

³ Université de Waterloo, 200 University Ave W, Waterloo, ON N2L 3G1

⁴ Centre de recherche sur la boréale (CREB - UQAC)

jwalter@uqac.ca

Mots clés : nappe phréatique, recharge de l'eau souterraine, chimie de l'eau souterraine, modèle numérique d'écoulement

Les activités agricoles sont connues pour générer des contaminants qui peuvent s'infiltrer dans les aquifères granulaires sous-jacents, se déplaçant ensuite dans les eaux souterraines et atteignant finalement les cours d'eau voisins. Pour bien comprendre les impacts environnementaux des exploitations agricoles, une première étape consiste à investiguer les caractéristiques hydrogéologiques des sites en exploitation. Une première étude hydrogéologique menée au cours des années 2021 et 2022 à la Bleuetière d'Enseignement et de Recherche (BER) de Normandin, au Saguenay Lac-Saint-Jean (Québec), visait à estimer le temps nécessaire à l'eau souterraine pour se déplacer dans l'aquifère granulaire présent sous certaines parcelles agricoles de la BER. Pour ce faire, des données de terrain, comprenant des forages, des échantillonnages de sol et d'eau souterraine, ainsi que des mesures de piézométrie, ont été combinées avec des analyses en laboratoire des propriétés hydrogéologiques du sol et des isotopes stables ($\delta^{18}\text{OH}_2\text{O}$ et $\delta^2\text{HH}_2\text{O}$) et radioactifs (^3H) des eaux souterraines prélevées. Après un suivi journalier des niveaux d'eau souterraine sur une période de plus d'un an, la recharge de l'aquifère a pu être estimée. La méthode analytique de Dupuit-Forchheimer a ensuite permis d'estimer que le temps de transit des eaux souterraines pour parcourir une distance linéaire de 1,2 km était de 7,75 ans, tandis que la méthode numérique tridimensionnelle FEFLOW et la méthode hydrogéochimique ont donné des estimations de 7,34 et 7,27 ans, respectivement. La concordance des trois estimations obtenues par des méthodes différentes suggère la bonne approximation du temps de transit des eaux souterraines de la BER. Ces résultats pourraient être renforcés par des essais de traçage in situ. La connaissance des temps de transit de l'eau souterraine de la BER constitue une donnée essentielle permettant maintenant d'envisager de nouvelles études portant sur les impacts environnementaux et sur les bonnes pratiques agricoles lors de l'exploitation du bleuet sauvage.

RÉSUMÉS DES AFFICHES
(par ordre alphabétique du premier auteur)

Portrait de l'état de santé des sols maraîchers du Québec

ALEXANDRA BÉLANGER¹, JACYNTHÉ DESSUREAULT-ROMPRÉ¹, RICHARD HOGUE²

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, QC, Canada

² Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC, Canada
alexandra.belanger.14@ulaval.ca

Mots clés : santé des sols, sols maraîchers du Québec, régies conventionnelle et biologique, sols minéraux et organiques, indicateurs de santé des sols

Les constats d'une nouvelle étude sur l'état de santé des principales séries de sols cultivées au Québec réalisée par l'IRDA révèlent que les sols subissent d'importants dommages liés aux pratiques agricoles intensives dans les cultures annuelles (Gasser et coll. 2023). Un portrait clair de l'état de santé des sols maraîchers du Québec reste toutefois à être établi. Bien que cultivés sur de moins grandes superficies, la demande pour les légumes est en hausse (de Marcellis-Warin et Peignier 2021), nécessitant une compréhension approfondie des sols sous ces cultures. Celles-ci sont confrontées à des défis uniques de gestion des sols en raison de leur cycle de croissance rapide et de leurs besoins élevés en intrants.

Ce projet veut donc évaluer l'état de santé des sols maraîchers du Québec tout en identifiant les indicateurs de santé des sols les mieux adaptés au contexte maraîcher et pouvant servir à un suivi régulier de l'état des sols. Il vise également à établir un portrait des pratiques culturales employées par les fermes en régie biologique et conventionnelle.

Afin de répondre à ces questions, la caractérisation des sols organiques ou minéraux et des pratiques culturales de 55 entreprises maraîchères en mode de culture biologique ou conventionnelle au Québec sera effectuée. Deux champs par ferme seront échantillonnés à trois profondeurs, soit 0-10, 10-20 et 30-50 cm. Une vingtaine d'indicateurs physiques, chimiques, biologiques et microbiologiques serviront à l'analyse de la santé des sols.

Des résultats préliminaires pour les fermes en sol minéral montrent que le taux moyen de matière organique (MO) des sols en culture biologique est plus élevé que les sols en culture conventionnelle pour les profondeurs 0-10 et 10-20 cm. De plus, à ces deux profondeurs en régie biologique, les champs productifs ont un taux moyen de MO plus élevé que les champs moins productifs. De plus, des cylindres de sol ont été prélevés aux profondeurs 0-5 et 10-15 cm pour déterminer la masse volumique apparente (MVA). La MVA moyenne des sols sous régie biologique était moins élevée que celle des sols sous régie conventionnelle. Finalement, les sols en régie conventionnelle ont des valeurs moyennes de pH et de conductivité électrique plus élevées que celles des sols en régie biologique.

Les résultats permettront de comparer les modes de production et de sensibiliser les acteurs et actrices du secteur à l'impact de leurs pratiques culturales sur la santé du sol de leurs champs. Le projet favorisera l'innovation par les connaissances nouvelles sur la santé des sols maraîchers et contribuera à identifier des facteurs favorables à la résilience de l'agriculture maraîchère au Québec et à son adaptation aux changements climatiques.

Références

Gasser, M.-O., Bossé C., Clément, C.C., Bernard, C., Grenon., L., Mathieu, J.-B., Tremblay, M.-E. (2023). Rapport 1 de l'Étude sur l'état de santé des sols agricoles du Québec : État de santé des principales séries de sols cultivées. Rapport final présenté au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). IRDA. 190 pages.

de Marcellis-Warin, N., Peignier, I. (2021). Baromètre de la confiance des consommateurs québécois à l'égard des aliments - 2^e édition - Analyses descriptives. 2021RP-08, Project Reports, CIRANO. <https://cirano.qc.ca/files/publications/2021RP-08.pdf>

Évaluation de l'impact de la distance de protection des brise-vent dans la réduction de l'érosion éolienne sur les sols organiques dans les paysages agricoles en utilisant la technologie LiDAR

SABA DAEICHIN¹, JEAN CARON¹, JACYNTHÉ DESSUREAULT-ROMPRÉ¹

¹Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC
Saba.daeichin.1@ulaval.ca

Mots clés : Érosion éolienne, Distance de protection, Conservation des sols organiques, Montérégie, LiDAR

Les sols organiques sont cruciaux pour préserver la productivité agricole, notamment dans des régions comme la Montérégie au Québec, où ils permettent la production de cultures horticoles de grande valeur. Cependant, les pratiques agricoles intensives et l'érosion éolienne augmentent le risque de perte de qualité de ces sols agricoles. L'érosion éolienne représente environ la moitié des pertes annuelles de sols organiques. Cette étude examine l'impact de la distance de protection des brise-vent vis-à-vis des vents dominants (est et sud) sur la réduction de l'érosion éolienne des sols organiques dans les paysages agricoles, en combinant des mesures sur le terrain et la technologie LiDAR.

Notre étude, située dans la région de Napierville en Montérégie, est protégée par des haies brise-vent et des forêts naturelles. Nous avons mesuré le taux moyen annuel de variation de la profondeur du sol en fonction de la distance les séparant de la protection de brise-vent. La distance de protection a été calculée comme la moyenne pondérée des distances de protection vis-à-vis des vents dominants de la région (est et sud). Le krigeage ordinaire et l'analyse semi-variographique ont été utilisés pour cartographier les variations de profondeur du sol mesurées sur le terrain. Les images LiDAR obtenues de l'outil Web Info-Sols fourni par le MAPAQ datant de 2011 et 2020 ont été utilisées à cette fin. Nous avons employé des modèles de régression pour explorer la relation entre la distance de protection pondérée et la variation de la profondeur du sol.

Les deux cartes (mesures sur le terrain et LiDAR) révèlent des tendances générales quant à l'efficacité des brise-vent. Les haies offrent une protection plus uniforme, tandis que l'efficacité des forêts varie en raison des turbulences du vent, altérant les schémas d'érosion. La carte LiDAR dévoile des détails plus précis et une distribution hétérogène des taux d'érosion, soulignant l'importance de la résolution spatiale dans l'évaluation de l'érosion des sols. Les analyses de régression linéaire mettent en évidence une corrélation modérée entre les variations annuelles moyennes de la profondeur du sol mesurées par LiDAR et celles obtenues sur le terrain, avec un coefficient de détermination (R^2) de 0,49. Les mesures sur le terrain montrent une corrélation modérée entre la distance de protection et la variation annuelle moyenne de la profondeur du sol ($R^2 = 0,32$). L'analyse de régression utilisant les données LiDAR révèle des différences notables dans la dynamique de l'érosion en fonction de la distance de protection, avec un coefficient de détermination ($R^2 = 0,54$), soulignant ainsi l'utilité du LiDAR pour prédire l'érosion des sols à différentes distances de protection.

En conclusion, la distance de protection des brise-vent joue un rôle crucial dans la préservation des sols organiques contre l'érosion éolienne. L'utilisation du LiDAR met en évidence l'importance de la résolution spatiale pour comprendre précisément les processus d'érosion des sols. Bien que les modèles de régression confirment une corrélation significative, mais modérée entre la distance de protection et les changements de profondeur du sol, leurs implications pratiques pour la gestion des sols dans la région de Montérégie restent à approfondir.

Les effets bénéfiques de la réduction des émissions de polluants atmosphériques acidifiants sur les érablières

LOUIS DUCHESNE¹, ROCK OUMET¹, DANIEL HOULE², ROSALIE FRISKO³, MARIE-ÈVE ROY¹

¹ Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec, QC

² Environnement et Changement climatique Canada, Montréal, QC

³ Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, Québec, QC

Louis.Duchesne@mrfn.gouv.qc.ca

Mots clés : pluies acides, cycle biogéochimique, litière, fertilité, dépérissement de l'érable à sucre

En plus des gaz à effet de serre à l'origine des changements climatiques, la consommation de combustibles fossiles génère des émissions atmosphériques de polluants acidifiants comme le dioxyde de soufre (SO₂) et les oxydes d'azote (NO_x). Ces polluants sont à l'origine des « pluies acides », un phénomène qui contribue à l'appauvrissement et à l'acidification des sols des écosystèmes forestiers, ce qui menace le maintien à long terme de la productivité des forêts. Ce phénomène a entre autres contribué au déclin contemporain de la régénération et de la croissance de l'érable à sucre et à la prolifération du hêtre à grandes feuilles au Québec. Pour remédier aux problèmes causés par la pollution atmosphérique transfrontalière, le Canada et les provinces ont conclu des accords nationaux et internationaux, dont la mise en place de diverses mesures s'est concrétisée par une réduction des émissions de polluants atmosphériques.

Les connaissances de l'impact des pluies acides sur les écosystèmes forestiers ont été générées majoritairement à partir de suivis environnementaux de bassins versants forestiers à différents endroits dans le monde. Au Québec, la Direction de la recherche forestière (DRF) du ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF) réalise le suivi environnemental de bassins versants calibrés représentatifs de chacune des trois grandes zones forestières du Québec. Notre étude vise à identifier les principaux effets de la baisse des émissions de polluants atmosphériques acidifiants sur la santé d'une érablière en dépérissement à partir de ces suivis environnementaux.

Les suivis révèlent une hausse marquée du pH (baisse de l'acidité) de la précipitation qui est passé de 4,3 à 5,3 entre les cinq premières années de mesures (1989 à 1993) et les 5 années les plus récentes (2016 à 2020). Parallèlement, on observe notamment une baisse de 64 % (4,0 à 1,5 mg L⁻¹) de la concentration de SO₄ dans la solution de sol, accompagnée d'une baisse de 69 % (0,95 à 0,29 mg L⁻¹) du Ca et de 52 % (0,11 à 0,05 mg L⁻¹) du Mg au cours de la même période de référence. Certains indicateurs suggèrent que les arbres réagissent positivement à cette amélioration de la qualité de la précipitation. Nous observons entre autres que la litière qui tombe au sol chaque année est 33 % plus riche en Ca (7,2 à 9,5 g kg⁻¹) et 59 % plus riche en Mg (0,8 à 1,2 g kg⁻¹) à la fin des années 2010 comparativement au début des années 1990, ce qui indique une amélioration du statut nutritionnel des arbres. La couche de matière organique au sol est aussi 52 % plus riche en Ca (976 à 1488 mg kg⁻¹) et 250 % plus riche en Mg (50 à 175 mg kg⁻¹) à la fin des années 2010 comparativement à la fin des années 1980. À moyen terme, ces changements devraient se traduire par l'amélioration de la croissance et de la régénération de l'érable à sucre dans cette érablière dépérissante.

La métagénomique pour mieux comprendre nos sols maraîchers.

GUILLAUME GAUTHIER¹, THIAGO GUMIERE¹, JACYNTHÉ DESSUREAULT-ROMPRÉ¹,
HERVÉ VAN DER HEYDEN²

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC

² Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de St-Jean-sur-Richelieu, QC
Guillaume.gauthier.6@ulaval.ca

Mots clés : métagénomique, cycle du carbone, cycle de l'azote, cycle du phosphore, santé des sols

Introduction;

Au Québec, les terres maraîchères sont d'une grande importance à l'alimentation de la population. Il est donc important d'avoir une bonne compréhension des interactions y ayant lieu. Afin de pouvoir les utiliser de manière optimale et durable. Dans le cadre de mon projet, je vais utiliser la métagénomique comme outil afin d'approfondir notre compréhension de l'impact des pratiques culturales sur le microbiote de nos sols maraîchers. *Qu'est-ce que la métagénomique et pourquoi l'utiliser?* La métagénomique est l'étude de la structure et des fonctions de séquences de nucléotides entières isolées et analysées de tous les organismes dans un échantillon global. Les analyses métagénomiques produites directement à partir d'un échantillon provenant d'un sol nous permet d'obtenir une capture de la composition du microbiote du sol prélevé au moment de l'échantillonnage. Cette capture nous permet de contourner la contrainte ayant rapport à l'impossibilité de cultiver une grande proportion du microbiote des sols. L'utilisation des données métagénomiques produites nous permettra d'observer la composition des communautés microbiennes participant à plusieurs cycles biochimiques très importants des sols tels que les cycles du carbone, de l'azote et du phosphore. Mes questions de recherches sont les suivantes. Observons-nous des différences dans la composition du microbiote actif dans les cycles du C/N/P produit avec les résultats de métagénomique entre les différents lieux d'échantillonnage? Comment la gestion des sols (bio vs conventionnelle) affectera la composition du microbiote bactérien des sols maraîcher? Quelles sont les différences observées lors du séquençage d'un même échantillon lorsqu'il est analysé avec une 3^e génération comparée à son analyse avec une 2^e génération? Mes hypothèses sont que nous allons observer des différences dans la composition du microbiome participant dans les cycles du C/N/P entre les fermes, mais qu'il y aura de nombreuses similitudes dans les échantillons provenant d'une même ferme à cause de la redondance fonctionnelle. Les sols sous gestion organiques présenteront une plus grande diversité dans les populations microbiennes. Finalement, les résultats des séquençages seront très similaires entre les 2 générations de séquençage, mais que j'observerais moins de chimères avec le séquençage de 3^e génération. J'espère donc au cours de mes analyses identifier des populations ou des groupes microbiens pouvant être utilisés comme des indicateurs relatifs de la santé des sols maraîchers au Québec. Ces dernières pourront éventuellement être utilisées pour la conception d'outils permettant d'évaluer la santé relative des sols maraîchers du Québec.

Méthodologie;

Afin de répondre aux questions et pour confirmer mes hypothèses de recherche, je vais échantillonner sur 3 fermes expérimentales soit les fermes de l'IRDA à St-Bruno, de l'AAC situé en Acadie et la ferme du CETAB+. Deux de ces 3 fermes sont en sol minéral soit l'IRDA et l'AAC. Tandis que la ferme du CETAB+ est située en sol organique. L'IRDA et le CETAB+ sont en gestion biologique et l'AAC est gestion conventionnelle. Ces fermes ont été choisies étant donné qu'elles font déjà parti d'un plus grand projet de la professeure Jacynthe Dessureault-Rompré, de l'Université Laval, auquel mon projet est rattaché. Tous les échantillonnages seront effectués au cours de la même journée. Je vais effectuer deux types de séquençage. La première est une technique de séquençage de 2^e génération à l'aide de la technologie AVITI et la seconde sera une analyse de 3^e génération à l'aide de la technologie Oxford Nanopore. La technologie qPCR/ddPCR sera également utilisée afin de quantifier la présence de gènes d'intérêt participant aux cycles du C/N/P. Les données métagénomiques seront comparées à l'aide d'analyses physico-chimiques qui seront effectuées par une autre équipe travaillant sur un autre axe du projet de Jacynthe Dessureault-Rompré.

The impact of the Three Sisters polyculture system on molecular microbial biomass and soil heterotrophic respiration

PRABIN GHIMIRE^{1,2}, NOURA ZIADI², LORI A. PHILLIPS³, AIMÉ J. MESSIGA⁴, JACYNTHÉ DESSUREAULT-ROMPRÉ¹

¹ Department of Soil and Agri-Food Engineering, Université Laval, Quebec, QC, Canada

² Quebec Research and Development Center, Agriculture and AgriFood Canada, Quebec, QC, Canada

³ Harrow Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Harrow, ON, Canada

⁴ Agassiz Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Agassiz, BC, Canada

Prabin.ghimire.1@ulaval.ca

Keywords: monoculture, corn, DNA, CO₂, cropping system

Introduction

The Three Sisters cropping system has garnered recent attention for its potential to impact soil health and agricultural sustainability. While crop diversification and intercropping have been shown to influence soil physiochemical properties and microbial abundance and activity, there is a scarcity of data specifically addressing the impact of the Three Sisters cropping system on soil health, as well as the underlying drivers of the relationship between microbial abundance, organic matter cycling, and soil heterotrophic respiration. This study is a part of the project that aims to investigate the comprehensive sustainability aspects of the Three Sister polyculture system. This specific study aims to investigate the effect of the traditional Three Sisters polyculture system on molecular microbial biomass and soil heterotrophic respiration.

Methodologies

Field trials were conducted at the Agriculture and Agri-Food Canada research stations in Saint-Augustin-de-Desmaures, Quebec, and Agassiz, British Columbia, during the year 2023. The trials tested three different polyculture systems: 1. sunflower/bean/squash; 2. corn flour/bean/ squash; and 3. corn nixtamalization/bean/squash. The polyculture systems were compared to the monoculture of sunflower, corn flour, and corn nixtamalization. The experimental design established was a randomized complete block design with three replications. Soil samples were collected from two depths at both sites: 0-10 cm, 10-30 cm from Agassiz, and 0-15 cm, 15-30 cm from Saint-Augustin-de-Desmaures. Soil samples were analyzed for molecular microbial biomass (bacteria, fungi and archaea) and soil respiration by qPCR and incubation method, respectively.

Results

Results indicate a higher molecular microbial biomass in corn monoculture compared to polyculture, and a higher microbial biomass in sunflower polycultures compared to monoculture. Specifically, corn monoculture (corn flour and corn nixtamalization) had 11.95% and 15.54% higher molecular microbial biomass in Agassiz, and 19.81% and 5.76% higher molecular microbial biomass in Saint-Augustin-de-Desmaures, compared to their respective polycultures. Sunflower polyculture had a 4.41% and 22.71% higher molecular microbial biomass than sunflower monoculture in the same sites, respectively. Significant differences were observed among treatments and depths regarding soil molecular microbial biomass, with a higher microbial biomass observed at the top 15 cm depths. Soil heterotrophic respiration did not show significant differences among treatments, but depth was a significant factor. Correlation analysis revealed a weak positive relationship (0.18) between soil respiration and microbial biomass in Agassiz and a moderate positive relationship (0.50) in Saint-Augustin-de-Desmaures.

Conclusions

While this preliminary study has provided interesting results, there is much more to uncover. To identify specific plant-microbe associations, a more comprehensive analysis of soil microbial diversity, network complexity, and DNA sequencing is planned for fall 2024. Furthermore, two more cropping seasons of research and in situ gas measurement are planned, promising a deeper understanding of these relationships across various environmental conditions. These future endeavors will significantly contribute to the scientific foundation of this polyculture system and open doors for investigating its sustainability.

Planter des saules pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre, une solution viable?

JÉRÔME GINGRAS DEBIEN^{1,2}, PATRICK BENOIST², JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ², MICHEL LABRECQUE¹

¹ Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal, Québec, Canada

² Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, Canada

jerome.gingras.debien@umontreal.ca

Mots clés : Phytoremédiation, Séquestration de carbone, Changements climatiques

Les saules sont de plus en plus reconnus pour leur capacité de phytoextraction et leur utilisation en phytoremédiation de sites contaminés. En effet, les saules ont la capacité de prospérer sur des terres marginales extrêmement pauvres en nutriments et même d'emmagasiner une partie des contaminants présents dans les sols dans leurs tissus. Par la suite, une partie de cette biomasse peut être collectée sous la forme de recépage de la biomasse aérienne pour extraire les contaminants du milieu et en disposer d'une manière ou d'une autre. Cependant, l'impact de ce type de plantations sur l'environnement à plus long terme est encore mal documenté. Plus précisément, il serait intéressant de déterminer si les plantations de saules plus âgées démontrent une caractéristique similaire à celle de forêts matures : la capacité d'agir en tant que puits de carbone à long terme. Dans cette optique, mon projet de recherche est consacré à la caractérisation des stocks et des flux de carbone au niveau des sols de plantations de saules, de même que l'impact que de telles plantations pourraient avoir sur les communautés microbiennes des sols, communautés qui jouent un rôle extrêmement important dans le cycle du carbone. J'émetts l'hypothèse que les parcelles plantées en saules vont séquestrer des quantités de carbone plus élevées que les parcelles laissées à l'abandon, de même qu'une variation sera observable dans la capacité de séquestration des saules tout dépendant du cultivar planté.

Pour ce faire, nous avons échantillonné 10 sites situés dans la grande région de Montréal sur lesquels des plantations de saules étaient déjà établies. Sur chaque site, nous avons échantillonné des parcelles plantées en saules, puis les avons comparées à des parcelles "témoins" qui avaient été laissées à l'abandon. Nous avons tenu compte de plusieurs variables d'intérêt lors de l'échantillonnage, notamment l'âge des plantations, le cultivar planté sur chaque parcelle, l'historique de recépage et les amendements qui y ont été ajoutés. Chaque échantillon a été séparé selon l'horizon duquel il provenait, soit l'horizon de surface (0 - 30 cm) et l'horizon profond (30 - 60 cm). En tout et partout, plus de 280 échantillons ont été collectés. Pour chacun de ces échantillons, nous comptons quantifier le carbone et l'azote total et les fractions organiques du carbone, notamment la matière organique fine et la matière organique particulaire, étant donné que celles-ci varient rapidement face à des perturbations. Nous allons aussi identifier l'activité enzymatique, l'activité microbienne dans les sols et la respiration microbienne pour nous permettre d'identifier les stocks et les flux de carbone au sein des sols.

Jusqu'à maintenant, uniquement les quantités de carbone et d'azote totales ont été analysées. Les résultats que nous avons obtenus semblent montrer des tendances assez différentes de celles auxquelles nous nous attendions. En effet, les parcelles non plantées montrent des pourcentages de carbone supérieurs aux parcelles plantées en saules. Cependant, on peut aussi observer qu'une tendance selon les cultivars plantés semble être présente. Le cultivar *Salix discolor* par exemple, un cultivar indigène à l'Amérique du Nord, contient des pourcentages de carbone plus élevés que les autres cultivars de manière assez constante. Étant donné que les stocks totaux de carbone sont extrêmement complexes, il est possible que des tendances claires prennent très longtemps avant d'être visibles. C'est pourquoi il sera intéressant de se pencher par la suite sur le fractionnement du carbone dans les sols, notamment les taux de matière organique, pour voir si les tendances observées jusqu'à maintenant se maintiennent ou non.

Ce projet permettra de caractériser avec détail les interactions au niveau des sols de plantations à courte rotation de saules. Sur le plan social, ce projet nous permettra de déterminer si l'établissement de ce type de plantations agira comme puits ou comme source de carbone. Si ces plantations agissent comme puits, cela offrira une solution environnementale auprès de compagnies qui veulent réduire leurs émissions de gaz à effet de serre et qui pourraient monétairement en profiter grâce aux crédits carbone. Les agriculteurs qui cherchent une manière écologique nécessitant peu d'entretien afin de rétablir la fertilité de leurs sols pourraient eux aussi en profiter grandement. Ce projet offre donc un approfondissement des connaissances scientifiques concernant le cycle du carbone dans les sols tout en ayant le potentiel de faire part d'une solution environnementale remarquable.

Suivi du carbone du sol après 30 années de différentes pratiques culturales

JEAN LAFOND¹, GENEVIÈVE TELMOSSE¹

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, Normandin, QC
jean.lafond@agr.gc.ca

Mots clés : orge, travail du sol, pH, carbone

Les pratiques de conservation sont caractérisées par une perturbation minimale du sol et impliquent que les résidus de culture demeurent en surface ou soient peu incorporés au sol. Les impacts des pratiques réduites sur le sol dans l'est du Canada sont peu documentés, particulièrement pour les systèmes de production incluant uniquement des céréales produites sur une longue période. L'objectif de cette étude était donc d'évaluer les effets des pratiques culturales sur le carbone (C) du sol sous une monoculture d'orge. L'expérience a débuté à l'automne 1990 sur un sol de type argile limoneuse de la série Labarre à la Ferme de Recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Normandin, Lac-Saint-Jean, Québec (Canada). Les traitements ont consisté en différentes pratiques: soit la charrue à l'automne suivi par deux passages de vibroculteur au printemps (conventionnel), le chisel à l'automne suivi deux passages de vibroculteur au printemps (réduit), un travail de printemps avec une herse suivi par un semis conventionnel (minimum) et finalement un semis direct, sans aucun travail de sol. La paille a été retournée au sol après la récolte. Des échantillons de sol ont été prélevés à l'automne 2006 et 2020 jusqu'à 100 cm, et subdivisés en tranche de 10 cm. Le C du sol a été déterminé par combustion sèche. Le C du sol a diminué de 2006 à 2020 pour l'ensemble du profil de 59,6 T ha⁻¹, soit une diminution de 37 %. En 2006, les effets des travaux de sol ont eu un impact sur le C du sol jusqu'à une profondeur de 30 cm tandis qu'en 2020, des effets ont été mesurés jusqu'à une profondeur de 60 cm. En 2006, les quantités de C ont été plus faibles dans les parcelles sous le travail conventionnel comparativement aux parcelles sous les autres pratiques. En 2020, les quantités de C ont été plus faibles dans les parcelles sous le travail conventionnel et réduit en comparaison aux parcelles sous travail minimum. Les quantités de C dans les parcelles sous semis direct ont été comparables aux quantités mesurées dans les parcelles sous le travail conventionnel, réduit et minimum. Ainsi, des réductions de l'ordre de 16 % de C ont été mesurées en 2006 entre le travail conventionnel et les autres pratiques. En 2020, les réductions de C avec le travail conventionnel ont été de 16 % comparativement au travail réduit et de 55 et 96 % comparativement au semis direct et au travail minimum. Le travail minimum a incorporé les résidus dans le sol tandis que le semis direct les a laissés en surface, ne favorisant pas leur décomposition, ce qui pourrait expliquer la différence entre ces deux pratiques sur le C du sol. Ainsi, sous ce système de production d'orge cultivée en monoculture, le C du sol a diminué significativement, peu importe la pratique culturale appliquée au champ au cours des 30 dernières années. Néanmoins, les réductions sont moins importantes pour le travail minimum et le semis direct. Les apports de paille aux parcelles ont été insuffisants pour maintenir les quantités de C du sol sous les conditions d'expérimentation.

Utilisation d'un biofiltre pour traiter les eaux de rinçage de pesticides

JONATHAN A. LAFOND¹, JACYNTHE MASSE², GEORGES THÉRIAULT¹, NADIA GOUSSARD¹, ERIC COURCHESNE³, CLAUDIA SHEEDY^{4,#}

¹ Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Centre de recherche et de développement de Québec, QC

² AAC, Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu, QC

³ AAC, Site expérimental de Frelighsburg, Frelighsburg, QC

⁴ AAC, Centre de recherche et de développement de Lethbridge, AB; # à titre posthume

jonathan.lafond@agr.gc.ca

Mots clés : gestion des sols et de l'environnement, dégradation de pesticides, qualité de l'eau

L'eau de rinçage des équipements d'application de pesticides en milieu agricole est généralement collectée et redistribuée sur certains champs, ou encore tout simplement laissée pour infiltration dans le sol à l'endroit du rinçage. Ces deux pratiques causent dans le premier cas une pollution diffuse dans un secteur qui ne requière sans doute pas ce cocktail de pesticides; et dans le deuxième cas une pollution ponctuelle très concentrée en divers pesticides. Les deux cas peuvent occasionner des problèmes environnementaux, notamment de qualité de l'eau. Diverses sources mentionnent qu'environ 40 à 90 % de la contamination par les pesticides peut provenir d'une mauvaise gestion des eaux de rinçage. Une pratique de gestion bénéfique des eaux de rinçage de pesticides est d'utiliser un biofiltre de manière à retenir ou traiter les contaminants par dégradation, adsorption et/ou phytoremédiation. Le biofiltre, ayant vu le jour en Suède il y a environ une trentaine d'années (Castillo et coll., 2008), est une matrice, qu'on appellera biomixture, classiquement composée de paille, tourbe et sol dans un ratio volumétrique de 50-25-25%. La performance du système dépend surtout de 2 facteurs : (1) la capacité de la biomixture à dégrader et adsorber les pesticides; et (2) la gestion de l'eau du biofiltre et son fonctionnement hydrodynamique. En 2018-2019, avec l'initiative de la regrettée Dre Claudia Sheedy, la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) de Frelighsburg a procédé à la construction et l'installation de 2 biofiltres d'environ 5 × 2,5 × 1,1 m, adaptés pour la recherche. Nos travaux de recherche ont pour objectif d'évaluer la performance de ces biofiltres, afin ultimement de favoriser l'adoption de cette pratique auprès des producteurs agricoles.

Ces biofiltres d'AAC ont été instrumentés et échantillonnés pour l'eau et la biomixture en 2021 seulement, en raison de la pandémie en 2020. Six échantillonnages d'eau ont été réalisés en 2021 à 3 endroits spécifiques : (1) dans le réservoir avant l'application sur les biofiltres (affluent); (2) après le passage dans le 1^{er} biofiltre (effluent 1); et (3) après le passage de l'eau dans le 2^e biofiltre (effluent 2). À chaque échantillonnage d'eau, des bouteilles étaient minutieusement emballées et livrées au Centre de recherche et de développement (CRD) d'AAC de Lethbridge pour l'analyse des pesticides, alors qu'un autre ensemble de bouteilles était livré au CRD d'AAC de Québec pour l'analyse de qualité physico-chimique de l'eau (pH, CE, N, P, C, etc.). Des sondes de température et d'humidité ont aussi été déployées dans la biomixture des deux biofiltres à trois profondeurs (0-30, 30-100 et > 100 cm), avec des mesures horaires.

Malgré le fait que la littérature foisonne d'exemples d'efficacité de tels systèmes pour divers pesticides, les résultats d'analyses de pesticides n'ont malheureusement pas été concluants avec cette seule année de données. Un nouvel essai est prévu pour valider l'efficacité de ces biofiltres à retenir les pesticides. En termes de qualité physico-chimique de l'eau, les résultats montrent une nette amélioration avec notamment des concentrations de N-total (mg/L) 5 à 10 fois inférieures et de P-total (mg/L) 10 à 20 fois inférieures, entre l'affluent et l'effluent 2. Les analyses microbiologiques ainsi que des phénomènes d'adsorption/désorption viendront nous renseigner sur le fonctionnement de la biomixture.

Ces travaux visent à encourager l'adoption de biofiltres sur les exploitations agricoles. Au Québec, les fermes expérimentales d'Agriculture et Agroalimentaire Canada sont en train de suivre l'exemple de la ferme de Frelighsburg en installant graduellement des biofiltres. Beaucoup de recherche reste à faire afin d'optimiser les performances de la biomixture et potentiellement intégrer d'autres matériaux offrant des caractéristiques de rétention supplémentaires.

Références

Castillo, M. d. P., Torstensson, L., & Stenstrom, J. (2008). Biobeds for Environmental Protection from Pesticide Use - A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 6206-6219. doi:10.1021/jf800844x

Émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et d'oxyde nitreux (N₂O) dans différentes zones de gestion de tourbières cultivées en Montérégie

TU LANG LAM¹, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ¹, FÉLIX L'HEUREUX BILODEAU¹

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC.

tu-lang.lam.1@ulaval.ca

Mots clés : tourbières cultivées, émissions de GES, zones de gestion, dioxyde de carbone, oxyde nitreux

Les sols organiques fertiles de la plaine du sud-ouest de Montréal, reconnus comme étant parmi les plus productifs au Québec, présentent une vulnérabilité à la dégradation par la suite du drainage initial pour l'agriculture (Kroetsch et coll. 2011). La recherche menée par Deragon et coll. (2022) ont déterminé trois zones de gestion des sols organiques basées sur l'épaisseur restante de sol organique. L'objectif de cette étude est de vérifier si les zones de gestion peuvent être utilisées pour prédire les émissions de CO₂ et N₂O.

Trente-six colonnes de sol (PVC hauteur : 40 cm, diamètre : 15 cm) ont été prélevées chez 3 fermes participantes (R4, R5 et R9) et trois zones de gestion (Z1 < 60 cm; Z2 60–100 cm; Z3 > 100 cm) par ferme, le tout répliqué 4 fois. L'étude a été réalisée en conditions contrôlées de serre avec un maintien de la tension du sol à environ -10 kPa. L'expérimentation a adopté un design entièrement aléatoire et les mesures de gaz ont été effectuées hebdomadairement à l'aide de chambres statiques fermées via l'analyseur FTIR multi gaz GT5000 Terra – Splashproof de GASMET. La température et l'humidité ont été également relevées dans l'air et le sol pour chaque échantillon de gaz. Pour l'analyse statistique, les flux de gaz ont été calculés en utilisant un modèle non linéaire (HMR), et un modèle mixte a servi à évaluer l'influence des zones de gestion. Un seuil de signification de $p=0,05$ a été établi pour tous les tests statistiques, réalisés sur la plateforme Rstudio (version R 3.6.3).

Les résultats préliminaires ont révélé qu'après environ 900 degrés-jour, aucune différence significative n'a été observée dans les flux de CO₂ en fonction des zones de gestion et des fermes. La perte moyenne de carbone dans la Z1 était de 68,9 mg C-CO₂/m²/h (IC : 52,5–100,4 mg C-CO₂/m²/h), tandis que pour la Z2 et Z3, les pertes étaient respectivement de 67,2 mg C-CO₂/m²/h (IC : 51,4–96,9 mg C-CO₂/m²/h) et 72,3 mg C-CO₂/m²/h (IC : 54,4–107,6 mg C-CO₂/m²/h). Une corrélation significative a été établie entre l'émission de CO₂ et la température sur la période étudiée ($p=0,0357$). Concernant les émissions de N₂O, elles se sont élevées à 121,99 µg/m²/h pour la Z1, 201,39 µg/m²/h pour la Z2, et 179,94 µg/m²/h pour la Z3. Toutefois, aucune différence significative de flux entre les zones n'a été constatée. Il est donc possible de conclure que les flux de CO₂ et de N₂O ne diffèrent pas significativement d'une zone de gestion à l'autre et que ces dernières ne constituent pas un indicateur fiable de la dynamique des flux.

Des études supplémentaires seront réalisées pour examiner la corrélation entre les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols et les émissions de gaz à effet de serre.

Références

Deragon, R., Julien, A.-S., Dessureault-Rompré, J., & Caron, J. (2022). Using cultivated organic soil depth to form soil conservation management zones. *Canadian Journal of Soil Science*, 102(3), 633-650. <https://doi.org/10.1139/cjss-2021-0148>

Kroetsch, D. J., Geng, X., Chang, S. X., & Saurette, D. D. (2011). Organic Soils of Canada : Part 1. Wetland Organic soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 91(5), 807-822. <https://doi.org/10.4141/cjss10043>

Effet d'interaction sur les propriétés et éléments traces métalliques du sol : travail du sol conventionnel versus réduit combiné à une fertilisation avec engrais de ferme ou minérale

MARIE-LINE LECLERC, CATHERINE PINSONNEAULT, MARTIN CHANTIGNY, ISABELLE ROYER

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, QC
marie-line.leclerc@agr.gc.ca

Mots clés : élément trace métallique, engrais de ferme, travail du sol

Dans le cadre de ce projet de recherche, nous évaluons l'impact de l'application printanière de différents types d'engrais de ferme sur la disponibilité des éléments traces métalliques (ETM) suivant une première rotation blé(2)-maïs-soya. L'expérimentation de longue durée est située à la Station agronomique de Saint-Augustin localisée tout près de Québec. Le dispositif expérimental a été répliqué sur deux sites ayant une texture de sol différente (site 1 : loam sableux et site 2 : argile limoneuse). Pour le site 1, les sols sont caractérisés principalement par un gradient dans le pourcentage de sable, alors que le site 2 est davantage caractérisé par une grande variation de pH (5,2-7,9). Chaque dispositif comprend 60 parcelles (3 blocs) organisées selon un plan divisé (split-plot) factoriel à trois niveaux (2 x 5 x 2). Le type de travail du sol est le facteur principal : travail réduit (TR) et labour conventionnel (LA). La sous-parcelle est le traitement de fertilisation : témoin sans azote (PK), fertilisation minérale (NPK), lisier de porc (LP), lisier de bovin (LB) et fumier solide de volaille (FV). Le dernier niveau de division est la gestion des résidus de culture : résidus de culture laissés au champ (RES) ou exportés (EXP). Les échantillons de sols ont été prélevés au printemps 2009 (caractérisation initiale) et à l'automne (2009, 2010, 2011 et 2013). Les propriétés de sols mesurées sont les ETM totaux et disponibles (Cu, Zn, Co, Ni, Cd, Cr, Be, Pb) et autres propriétés (pH, CEC, Ca, P, N, Mg, Mn, C, K, Al, Fe). Une base de données de 480 observations (condition initiale et finale seulement) a été analysée à l'aide d'une analyse factorielle en composantes principales (ACP). Les scores factoriels des quatre premiers facteurs ont été conservés et analysés selon une procédure PROC MIXED dans le logiciel SAS. De plus, les variables importantes représentées par chacun des facteurs ont été analysées individuellement à l'aide de la même procédure statistique (ensemble des années).

À partir des résultats de l'ACP, le premier facteur contribue à séparer les 2 sites à l'étude : site 1 étant caractérisé par un plus faible potentiel de fertilité et le site 2 ayant un potentiel inhérent plus élevé. Le facteur 1 est représenté positivement par les ETM totaux, la CEC, les teneurs totales en C et N. Ce facteur permet de bien distinguer le site 1 et 2. Le deuxième facteur est qualifié positivement par le pH et les ETM disponibles (Zn, Cu, Mn, Co) et à l'opposé par l'Al disponible. Le troisième et quatrième facteur sont positivement caractérisés par la disponibilité et le contenu total en P du sol. La mise en relation de l'ensemble des analyses statistiques réalisées nous indique que le travail du sol réduit était davantage associé à une stratification du pH et autres propriétés du sol, particulièrement dans le site 2 (potentiel de fertilité plus élevé). De plus, les teneurs totales en N et C du sol étaient plus élevées à la surface du sol en comparaison au travail conventionnel pour les deux sites étudiés. Le niveau d'ETM totaux (0-30 cm) comparé aux formes disponibles était en augmentation à la fin de la rotation, plus particulièrement dans le travail conventionnel du sol. L'analyse des données des années subséquentes au projet, c.-à-d. de 2014 à aujourd'hui, viendront confirmer ou infirmer ces observations de ce premier cycle de rotation.

Impact de l'utilisation du bois raméal fragmenté sur la dynamique et la minéralisation du carbone dans les sols

FELIX L'HEUREUX BILODEAU¹, JACYNTHÉ DESSUREAULT-ROMPRE¹, ÉVELYNE THIFFAULT², DIANE BULOT¹

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC

² Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, Québec, QC
felix.lheureux-bilodeau.1@ulaval.ca

Mots clés : Minéralisation du carbone, BRF, émissions de CO₂, Saules, agroforesterie

La culture de saules à croissance rapide (SCR) est une pratique agroforestière utilisée pour décontaminer des sols, restaurer des sites dégradés et capter du carbone atmosphérique. Les SRC sont donc étudiées pour leur capacité à séquestrer du carbone et ainsi participer à l'atténuation des bouleversements climatiques. Les SCR sont récoltés aux 3 ans pour la production de biomasse sous forme de bois raméal fragmenté (BRF). Ce produit peut servir pour amender les sols et en tant que paillis pour un grand nombre de cultures. Le carbone, qui était séquestré dans la biomasse aérienne, sera alors minéralisé sous forme de CO₂ et relâché dans l'atmosphère. Ce projet de recherche vise à mesurer la vitesse de minéralisation du paillis de BRF et d'établir un bilan carbone entre la captation par les SCR et le relargage de CO₂ du BRF.

L'expérience a eu lieu aux serres de l'Université Laval avec 72 colonnes de sol. Le dispositif factoriel contient 3 types de sols (argile, loam, sable), l'ajout ou non de BRF en paillis (176 Mg/ha) et la présence ou non de plantes (*élymus arenarius*). Des chambres dynamiques couplées à un analyseur infrarouge ont permis de mesurer les flux de CO₂ des sols et de calculer l'échange net de l'écosystème (ENE). La minéralisation du carbone du sol et du BRF a ainsi été modélisée par ENE. L'expérience a été menée sur 3600 degrés-jour (base 5) ce qui équivaut à 2 ans en champ dans la région de la Capitale-Nationale. La prise de données a été effectuée une fois par semaine avec les mesures de flux de CO₂, de température de l'air, de température du sol, de la teneur en eau du sol et de la luminosité. L'analyse statistique a été effectuée par modèle linéaire mixte dans R avec un terme d'autocorrélation. L'influence des traitements, du temps et des paramètres climatiques sur l'ENE a été testée et par la suite l'estimation des pertes de carbone du BRF a été effectuée.

Les résultats préliminaires indiquent que le type de sol, le BRF, les plantes, la température, la teneur en eau, la luminosité et le temps sont tous des facteurs influençant significativement l'ENE. En soustrayant le carbone total net émis (sol et BRF) par celui émis par le sol (témoin), on estime le carbone perdu par le BRF. Il est, en absence de plante, de 6,7 Mg C/ha/an pour l'argile, 7,6 Mg C/ha/an pour le loam et 4,2 Mg C/ha/an pour le sable. Ces chiffres représentent le potentiel de minéralisation pour chaque mélange sol-BRF. Les flux de CO₂ étaient plus élevés au démarrage de l'expérience et ont diminué jusqu'à atteindre un plateau à la toute fin des 3600 degrés-jour. Les flux de CO₂ en présence de plantes étaient plus élevés que sans dû à la respiration racinaire. L'échange net de l'écosystème avec plante a quant à lui été plus faible qu'en absence de plante, mais toujours positif.

Les SCR produisent en moyenne 10 Mg/ha/an de biomasse sèche, ce qui représente un stock de 4,57 Mg/ha/an de carbone pour la biomasse aérienne uniquement. Selon l'utilisation du BRF et les quantités appliquées, le carbone contenu dans la biomasse aérienne des saules représente un réservoir plus ou moins stable. En effet, suivant le potentiel de minéralisation d'un sol donné, les quantités requises de BRF afin d'atteindre un bilan carbone positif pourraient s'avérer supérieures à la capacité annuelle de fixation de carbone par la culture du saule, si on se base sur la logique qu'un hectare en production sert à amender un hectare de sol. Néanmoins, la portion du carbone du BRF qui est stabilisé dans les sols reste à être quantifiée pour avoir un bilan global. Enfin, des études sur la biomasse racinaire et le carbone transloqué vers le sol permettront également de mesurer l'apport des SCR au bilan total du carbone et au potentiel de séquestration.

Éléments traces métalliques des sols agricoles du Québec: État des lieux

JEAN-BENOIT MATHIEU¹, MARC-OLIVIER GASSER¹, EDUARDO CHAVEZ¹

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC, G1P 3W8
jean-benoit.mathieu@irda.qc.ca

Mots clés : Éléments traces métalliques, santé des sols, dégradation des sols, amendements organiques

Les éléments traces métalliques (ÉTM), tels que le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cobalt (Co), le nickel (Ni) et le plomb (Pb), peuvent à la fois se retrouver naturellement dans les sols et y être apportés via les amendements organiques, les engrais chimiques et les pesticides. Ils peuvent, lorsque présents en trop forte concentration, être dommageables pour l'environnement et représenter un risque pour la santé humaine. Du lot, certains sont nécessaires aux organismes vivants en faibles quantités (Cu, Zn, Cr, Ni) et sont parfois introduits dans les rations animales (Co), alors que d'autres n'ont pas d'utilités connues et sont reconnus comme étant strictement toxiques (Cd, Pb) (Giroux et coll., 1992). Le dernier inventaire faisant état des teneurs en ÉTM dans les sols agricoles du Québec date de 1990, et avait identifié certains enrichissements en Cr, Cd et Pb disponible dans les sols sous monocultures, et ce principalement dans les régions de l'Abitibi-Témiscamingue et de la plaine du Saint-Laurent (Tabi et coll., 1990). L'*Étude sur l'état de santé des sols agricoles du Québec* (EESSAQ) publiée en 2023 a permis de constater qu'il existe un enrichissement en Cu des sols cultivés par rapport aux témoins dans plusieurs séries de sols argileux et glaciaires, et, dans une moindre mesure, un enrichissement en Zn de certaines séries de sols glaciaires (Gasser et coll., 2023). Des différences significatives avaient également été relevées en fonction des différentes pratiques agricoles, les sols ayant reçu des apports fréquents en amendements organiques ont des teneurs significativement plus élevées en Cu/Zn dans l'ensemble du profil. La présente analyse vise donc à faire l'état des lieux des accumulations en ÉTM dans les sols du Québec, sur les sols échantillonnés de l'EESSAQ. Les données non traitées de cinq éléments extraits à la solution Mehlich-3 (Cd, Co, Cr, Ni et Pb) issus de 57 séries de sols représentant l'ensemble des sols agricoles de la province ont été compilés et comparés entre sols cultivés et sols témoins. Ces sols ont ensuite été regroupés en fonction des pratiques culturales déclarées afin de déterminer l'effet de ces pratiques sur les niveaux d'ÉTM disponibles.

Les résultats préliminaires montrent que, sauf deux exceptions, les sols cultivés n'ont pas des teneurs en Cd_{M-3} plus élevées que les sols témoins. Les sols glaciaires présentent les teneurs naturelles les plus élevées de tous les matériaux parentaux, mais aucun groupe de série de sols ne dépasse l'indice recommandé de la teneur en Cd_{M-3} de 0,25 mg/kg déterminée par Giroux et coll., en 1992. Le même constat se dégage pour le plomb, où les teneurs significativement plus élevées en Pb_{M-3} ont été observées plus fréquemment dans les sols témoins que dans les sols cultivés. Des teneurs significativement plus élevées en Cr_{M-3} Ni_{M-3} et Co_{M-3} ont été relevées dans plusieurs séries de sols cultivés, pour la plupart dans les régions de la plaine de Montréal et du Centre-Du-Québec. Très peu de dépassements aux indices recommandés ont cependant été relevés.

L'analyse des teneurs en ÉTM en fonction des pratiques culturales sera également présentée pour une meilleure appréciation de l'effet des cultures sur les enrichissements observés. Une analyse supplémentaire est également en cours afin de mesurer l'évolution des teneurs depuis les trente dernières années.

Références

- Gasser M.-O., Bossé C., Clément C.C., Bernard C., Grenon L., Mathieu J.-B., Tremblay M.-E. 2023. Rapport 1 de l'Étude sur l'état de santé des sols agricoles du Québec : État de santé des principales séries de sols cultivées. Rapport final présenté au Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). IRDA. 190 pages.
- Giroux M., Rompré M., Carrier D., Audesse p., Lemieux M. 1992. Caractérisation de la teneur en métaux lourds totaux et disponibles des sols du Québec. *Agrosol*, 5 : 46 – 55.
- Tabi M., Tardif, L., Carrier, P., Laflamme, G. et Rompré, M. 1990. Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec. Rapport Synthèse. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Publication no 90-130156. 65 p.

Optimiser la prédiction du carbone organique dans les sols : l'impact du choix des paramètres dans les modèles de machine learning

JEAN-PASCAL MATTEAU¹, ANTOINE GAGNON¹, PIERRE-LUC CHAGNON²

¹ Département de phytologie, Université Laval, Québec, QC

² Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de St-Jean-Sur-Richelieu, QC
jean-pascal.matteau@fsaa.ulaval.ca

Mots clés : Spectroscopie du sol, Analyse multivariée, Régression PLS, Random Forest, Carbone organique du sol

Le recours à de larges bases de données spectroscopiques et aux capacités de l'intelligence artificielle promet de faciliter grandement l'estimation et la prédiction de différentes propriétés du sol, dont le carbone organique. En comparaison avec les méthodes traditionnelles, une telle approche diminue grandement le temps et les coûts d'analyse, et permet d'augmenter significativement la profondeur des jeux de données, avec d'importantes implications au niveau géostatistique. Cependant, ces méthodes sont sensibles au choix des différents paramètres de modélisation utilisés, et aucun consensus n'a encore émergé quant aux meilleures pratiques à adopter. Il est donc impératif de continuer l'exploration méthodologique afin de bien guider cette combinaison de la spectroscopie avec le machine learning, afin d'en tirer le plein potentiel.

Cette étude vise à optimiser l'utilisation de deux modèles de machine learning populaire, soit la régression PLS et le Random Forest en examinant l'impact du choix des paramètres sur leur performance à prédire le carbone organique du sol de surface. Pour ce faire, nous avons utilisé la base de données publique « Open Soil Spectroscopy » pour entraîner et tester les modèles. L'analyse de sensibilité a été réalisée en ajustant les paramètres de chacun des modèles, soient (1) le nombre de composantes pour la PLSR et (2) le nombre d'arbres et le nombre de prédicteurs par arbre pour le Random Forest. Les données ont été partitionnées en utilisant différentes méthodes (*k*-fold et Bootstrap) en considérant trois dimensions de la base de données (10 %, 50 % et 100 %) afin d'évaluer leur impact sur la robustesse des prédictions.

Les résultats indiquent que le réglage des paramètres peut montrer une amélioration significative de la prédiction du carbone organique. Cependant, un compromis doit être fait pour assurer un temps de calcul raisonnable. Les résultats soulignent l'importance d'une sélection rigoureuse des méthodes de partitionnement et des paramètres de modèles pour améliorer les estimations de carbone organique.

Des outils très puissants sont disponibles pour les chercheurs qui souhaitent prédire des valeurs de propriété du sol. Cependant, il reste important de bien maîtriser le paramétrage de ces outils et de s'attarder au sens biologique supportant les différentes métriques de performance des modèles.

Diagnostic de la santé des sols par télédétection dans le bassin versant de la Baie Missisquoi

AUBERT MICHAUD¹, MARC-OLIVIER GASSER², MOHAMMED NIANG², EDUARDO CHAVEZ²

¹ Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM), Bedford, QC

² Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC

aubert.michaud@obvbm.org ; marc-o.gasser@irda.qc.ca

Mots clés : Santé des sols, télédétection

L'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM) et l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) travaillent à l'élaboration d'un système d'information géographique convivial pour les conseillers et producteurs agricoles du bassin versant de la baie Missisquoi, au Québec, permettant de diagnostiquer plus efficacement le drainage de surface, la condition physique des sols, les zones critiques d'émission de ruissellement, perte de sol et nutriments, la productivité des cultures et globalement, l'état de santé des sols. À terme, la cartographie réalisée épaulera les agronomes-conseils et les producteurs dans l'identification de pratiques culturales et d'aménagement des terres permettant la remise en condition des sols dégradés.

La réalisation de l'étude s'appuie sur deux volets d'étude complémentaires. Le volet d'étude en télédétection met à profit des observations acquises par des capteurs satellitaires, aéroportés et terrestres (2017-2023) pour développer l'outil à référence spatiale. L'analyse est appliquée aux superficies cultivées en maïs et soya recensés dans la BDPPAD de la FADQ et dans l'Inventaire des cultures du Canada, qui représentent 76 à 87 % des 409 km² de superficie cultivée à l'étude. L'approche multifacette combine la collecte et l'analyse de données météorologiques (précipitations et degrés-jour) pour la classification agroclimatique des sept années de culture, des relevés Lidar pour concevoir des indices du drainage de surface, des images multispectrales et radar de printemps pour bâtir des indices d'humidité du sol, des images multispectrales d'été pour l'élaboration d'indices de développement des cultures et des cartes de rendement géolocalisé de maïs-grain pour témoigner des zones les moins/plus productives dans un même champ. Sur le plan conceptuel, l'approche pour la détection des zones de sol présentant une mauvaise condition physique du sol repose sur l'hypothèse que les zones d'humidité persistante dans les sols plus lourds, tout comme les zones plus sèches dans les sols plus légers, révélées par les données optiques et radar en période printanière, sont corrélées à des indices de développement de la végétation relativement faibles issus de capteurs optiques. Les indices topographiques (TWI, TPI) dérivés du relevé LiDAR de même que le groupe textural et le groupe hydrologique du sol documentés pour la région d'étude sont également mis à contribution dans l'explication des zones d'humidité persistante et de zones trop sèches. Une approche par apprentissage automatique tentera de définir ces zones de sols dégradées au niveau de la condition physique en interpellant ces indices d'humidité du sol, du développement des cultures, de la topographie et des propriétés du sol.

En parallèle, le volet d'étude réalisé en collaboration avec des entreprises agricoles de la région permet de valider les résultats obtenus par télédétection sur la base de données de gestion et de l'expertise des exploitants agricoles. Le groupe de producteurs participe aussi à l'interprétation des causes du déficit de rendement dans leurs champs et à l'identification de solutions sur mesure, alliant des pratiques culturales de conservation des sols, ou des améliorations apportées au drainage de surface des terres. Les bénéfices attendus sont « gagnant-gagnant », tant pour les entreprises agricoles et la communauté du bassin versant, dans la mesure où les sols moins perméables génèrent les plus importantes émissions de ruissellement de surface, qui entraînent sol et éléments fertilisants vers les cours d'eau, et ultimement la Baie Missisquoi. Investir sur mesure dans la santé des sols, c'est donc aussi contribuer à améliorer la qualité de l'eau.

Améliorer l’empreinte carbone des fermes laitières : par où commencer?

FRÉDÉRIKA NADON¹, ÉDITH CHARBONNEAU¹, SIMON BINGGELI¹, JEAN-PASCAL MATTEAU²

¹ Département des sciences animales, Faculté des sciences de l’agriculture et de l’alimentation, Université Laval

² Département de phytologie, Faculté des sciences de l’agriculture et de l’alimentation, Université Laval

frederika.nadon.1@ulaval.ca

Mots-clés : carboneutralité, gaz à effet de serre, séquestration de carbone, pratiques de gestion bénéfique

La production de lait engendre des émissions de gaz à effet de serre (GES) tels que du méthane (CH₄), du protoxyde d’azote (N₂O) et du dioxyde de carbone (CO₂). Les plantes ont la capacité de capter ce CO₂, de le séquestrer dans leurs tissus ainsi que de le retourner dans le sol sous forme de carbone (C) organique. Les Producteurs de lait du Canada se sont fixé l’objectif d’atteindre la carboneutralité pour la production laitière à la ferme d’ici 2050. Dans cette optique, les Producteurs de lait du Québec ont mis sur pieds le Laboratoire vivant – Lait carboneutre. Ce projet a pour but d’améliorer l’empreinte C des fermes laitières en diminuant les GES et en augmentant la séquestration de C. Au total, 20 fermes laitières de quatre régions du Québec ont décidé d’entreprendre une démarche pour améliorer leur empreinte C en mettant de l’avant des stratégies d’approche intégrée. Dans le but de réaliser le bilan C de chacune des 20 fermes participantes au projet, les producteurs et productrices ont fourni une documentation détaillée de leur entreprise pour l’année 2022. Les documents concernaient la gestion du troupeau, l’alimentation des animaux, la gestion dans les champs, la gestion du fumier et de la litière, la gestion technico-économique, ainsi que la gestion de l’énergie. Une visite de chacune des fermes a par la suite été effectuée et un questionnaire sur les différentes pratiques de gestion à la ferme a été rempli. La compilation de ces données permettra la réalisation des bilans C, qui seront réalisés à l’aide de quatre calculateurs (Holos, Cool Farm Tool, Logiag et Agriclimate). Les résultats des différents calculateurs seront par la suite comparés afin de valider leurs conclusions. Lorsque des différences seront observées entre les calculateurs, leur origine sera ciblée et des ajustements seront suggérés afin de les incorporer dans ces calculateurs. Par la suite, les bilans C seront présentés aux producteurs et aux productrices et des pistes de réduction plus générales seront abordées. Les opinions des producteurs et des productrices sur ces pistes seront considérées pour l’élaboration de pratiques de gestion bénéfique plus spécifiques à chacune des fermes. S’en suivra l’implantation de différentes pratiques de gestion bénéfiques (PGB) visant à réduire les émissions de GES et à favoriser la séquestration du carbone dans les sols. Une réunion de co-développement entre les chercheurs, les producteurs et productrices et leurs conseillers et conseillères aura lieu afin de bien choisir les PGB à implanter sur chacune des entreprises. Les PGB implantées cibleront autant l’étable que les champs et auront pour objectif premier de réduire les émissions de GES et de séquestrer davantage de C dans les sols. En 2026, suite à l’implantation de PGB sur les 20 fermes, les bilans C seront réalisés à nouveau afin d’évaluer l’impact de ces dites PGB sur les émissions.

Évaluation de l'impact des agrosystèmes de canneberges sur les services éco-hydrologiques : approche microbiologique et isotopique

ADOU KOUAO ANTOINE N'GUETTA, THIAGO GUMIERE, SILVIO GUMIERE

Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, Canada
adou-kouao-antoine.nguetta.1@ulaval.ca

Les agrosystèmes de canneberges sont souvent sujets à des pratiques agricoles intensives, ce qui peut potentiellement influencer la santé du sol, la qualité de l'eau et d'autres services éco-hydrologiques. En effet, la substitution des composantes naturelles du paysage lors de l'implantation des champs de canneberges pourrait influencer le cycle biogéochimique des nutriments du sol, la dynamique de la diversité microbienne du sol et, par conséquent, les services écologiques. Cependant, l'impact de cette substitution entre ces deux systèmes est peu connu. Il est donc nécessaire de mieux comprendre ces impacts afin de fournir des recommandations pour une gestion plus durable de ces systèmes agricoles. En mettant en œuvre une approche novatrice, combinant des techniques microbiologiques et isotopiques, cette recherche évaluera les effets de la gestion de l'eau (irrigation, inondation des champs, drainage...) ainsi que son impact sur la communauté microbienne et la santé globale des sols en culture de canneberge. Il s'agira plus spécifiquement d'effectuer une étude comparative des services éco-hydrologiques des milieux agricoles avec ceux des composantes du paysage naturel environnant (milieux humides, milieux forestiers ...). Pour atteindre ces objectifs, nous ferons appel au séquençage 16S, une méthode qui permet d'identifier et de mesurer la présence de bactéries dans un échantillon environnemental. Nous avons également l'intention d'utiliser le séquençage ITS pour l'étude des champignons des sols des champs de canneberges et des écotones environnants. Grâce à ces analyses moléculaires, nous pourrions évaluer l'influence de la culture des canneberges sur la biodiversité microbienne du sol et explorer les interactions entre les micro-organismes et les plantes. D'autre part, une analyse isotopique de l'eau sera réalisée afin de déterminer les diverses sources d'eau impliquées dans les agrosystèmes de canneberge.

Incubation de sol organique avec différentes doses de biochar et impact sur les émissions de gaz à effet de serre (CO₂ et N₂O)

MAINA SARA ORELHOMME¹, JACYNTHE DESSUREAUL-ROMPRÉ¹

¹Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, 2480 boul Hochelaga, Québec, Québec, Canada G1V 0A6

maina-sara.orelhomme.1@ulaval.ca

Mots clés : Sols organiques cultivés, émission de GES, biochar

Introduction

Les sols organiques se forment dans des environnements très humides, dans lesquels peu ou pas d'oxygène ralentit la décomposition de la matière organique. La teneur de cette dernière est supérieure à 30 % (Musy & Soutter, 1991). Ces sols étant saturés, pour les cultiver, il faut les drainer. Les caractéristiques des sols organiques drainés les rendent très fertiles et productifs (Dessureault-Rompré et coll., 2018). Par contre, le drainage déclenche les processus de décomposition de ces sols, conduisant à une libération importante de GES. L'incorporation de biochar dans les sols devient une solution polyvalente pour améliorer la qualité des sols, et réduire les émissions de gaz à effet de serre. L'objectif que cette incubation c'est de mesurer l'effet de différente dose de biochar sur les émissions de CO₂ et de N₂O.

Méthodologie

Cette expérience se réalise en serre, avec des sols prélevés à Napierville dans des colonnes de 25 cm de diamètre et de 34,5 cm de hauteur. Quatre doses de biochar ont été testées : 0 ; 1; 5; et 10 tonnes (T) par hectare (ha). Les mesures d'émissions sont prises une fois par semaine, un Gasmeter est utilisé pour la mesure des concentrations et les flux sont calculés par la méthode de HMR. Pour les analyses statistiques, une ANOVA sera faite, puis des contrastes polynomiaux en utilisant le logiciel R.

Résultats et Conclusion

Les résultats préliminaires indiquent que les flux de CO₂ pour la dose 1 sont moins élevés, mais ils varient chaque semaine de manière non linéaire. He et coll., (2017) ont démontré que les flux de CO₂ peuvent fluctuer au fil du temps après l'application de biochar. En ce qui concerne le N₂O, les doses ne montrent aucune différence. D'autres mesures sont en cours sur les colonnes afin de vérifier l'effet des doses en fonction du temps. Une étude sera réalisée sur une période plus longue, en tenant compte du type de biochar et de deux types de sols différents.

Références

- Dessureault-Rompré, J., Thériault, L., Guedessou, C. V., et Caron, J. (2018). Strength and permeability of cultivated Histosols characterized by differing degrees of decomposition. *Vadose Zone Journal*, 17(1), 1-5.
- He, Y., Zhou, X., Jiang, L., Li, M., Du, Z., Zhou, G., ... & Xu, C. (2017). Effects of biochar application on soil greenhouse gas fluxes: A meta-analysis. *GCB Bioenergy*, 9(4), 743-755.
- Musy, A., & Soutter, M. (1991). *Physique du sol* (Vol. 6), PPUR presses polytechniques

Impact de la fertilisation conventionnelle et avec sous-produits industriels sur les émissions de gaz à effet de serre en bleuetière

ANTHONY J. PELLETIER¹, PATRICK FAUBERT^{1,2}, JEAN LAFOND³, NORMAND BERTRAND⁴, JEAN LEGAULT⁵, ROCK OUIMET⁶, DAVID PELSTER⁷, ANDRÉ PICHETTE⁵, CLAUDE VILLENEUVE², NOURA ZIADI⁴, MAXIME C. PARÉ¹

¹Laboratoire sur les écosystèmes terrestres boréaux, Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, QC

²Carbone boréal, Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, QC

³Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, Normandin, QC

⁴Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, Québec, QC

⁵Laboratoire d'analyse et de séparation des essences végétales, Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, QC

⁶Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec, Québec, QC

⁷Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Ottawa, Ottawa, ON

anthony.pelletier1@uqac.ca

Mots-clés : *Vaccinium angustifolium* Ait., bleuet sauvage, gaz à effet de serre, fertilisation azotée, amendement

La culture du bleuet sauvage (*Vaccinium angustifolium* Aiton et *Vaccinium myrtilloides* Michaux) s'étend sur près de 30 000 hectares (ha) au Saguenay-Lac-Saint-Jean (SLSJ) et 38 000 ha au Québec. La fertilisation s'effectue lors de la phase végétative généralement avec l'engrais minéral (MIN) ou organique (ORG), pour améliorer la croissance des bleuets. Cependant, les engrais conventionnels sont associés à un coût élevé pour les producteurs. Les biosolides papetiers (BP) et l'anhydrite sont deux sous-produits industriels pouvant respectivement améliorer la fertilité et la teneur en calcium du sol. Ainsi, les BP et l'anhydrite pourraient être utilisés selon une perspective d'écologie industrielle afin de substituer les engrais conventionnels en bleuetière. Cependant, l'impact de la fertilisation sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) en bleuetière demeure méconnu, particulièrement avec l'usage de sous-produits industriels. L'objectif du projet est donc d'évaluer les émissions de GES à la suite d'épandage de BP et d'anhydrite en production de bleuet sauvage en comparaison à la fertilisation conventionnelle. Spécifiquement, les émissions de protoxyde d'azote (N₂O), de méthane (CH₄) et de dioxyde de carbone (CO₂) seront comparées entre les traitements. Pour ce faire, une étude a été réalisée à la Bleuetière d'Enseignement et de Recherche à Normandin en 2021 (phase végétative) et en 2022 (phase productive) sur des parcelles de 10 m². Les traitements à l'étude incluaient un contrôle sans fertilisant et sept variations de fertilisant ou amendement : MIN, ORG, BP, 1A, 2A, BP+1A, BP+2A (apport en azote [N] : 50 kg N ha⁻¹, BP = 8 500 kg ha⁻¹ [32 kg Ca ha⁻¹], 1A = 6 000 kg ha⁻¹ [1 558 kg Ca⁻¹]). La fertilisation a été réalisée au printemps (mai 2021) avant l'émergence des tiges (bloc = 4, total de 32 parcelles). Les émissions de GES ont été mesurées à intervalles réguliers entre mai et octobre 2021 (23 dates) et 2022 (14 dates) à l'aide de chambres de type « non-flow through, non-steady-state ». Aucune application de fertilisant ou d'amendement n'a induit d'émissions de N₂O par rapport au contrôle : les émissions de N₂O étaient négligeables (0,076 ± 0,028 kg N₂O ha⁻¹). Les émissions de CO₂ et de CH₄ n'ont pas été affectées par aucun traitement, mais une absorption de CH₄ a été observée (-1,88 kg ± 0,34 kg CH₄ ha⁻¹). Bien que la fertilisation n'affecte pas les émissions de GES, il est nécessaire d'adresser l'empreinte carbone et l'impact des sous-produits industriels sur la productivité du bleuet sauvage avant d'émettre des recommandations quant à leur usage dans la culture du bleuet sauvage.

Impact of Biochar application and Amendment synergy on crop yield attributes and soil health under lettuce cultivation

KRISHNA POUDEL¹, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ¹

¹ Faculty of Agriculture and Food Sciences, Université Laval, Quebec city, QC
krishna.poude1.l@ulaval.ca

Keywords: Organic amendments, Biochar, Soil health, Yield attributes

The escalating global population demands a substantial rise in vegetable production. However, conventional approaches including imbalanced inorganic fertilization impose threats to soil health and ecosystem services, ultimately jeopardizing crucial yield parameters. Despite these, soil health and crop quality in vegetable cropping have been overlooked with major priorities on food crop production. While organic approaches promote long-term soil fertility and soil health, their ability to fulfill growing demands is limited. Hence, exploring techniques to enhance soil health without compromising yield is crucial. Considering this, the project was started to explore the impact of biochar, organic, and inorganic fertilization and their blend on soil health indices and crop yield attributes under lettuce production. The research was conducted in the agriculture farm of Laval University, Quebec in June 2023 in a split-plot design with two factors: biochar (Yes/No) as the main factor, and fertilizer (four levels) as the subfactor including Pelletized Poultry Manure (Actisol), Mineral Fertilizer (NPK), Mixture of Actisol and NPK (Mixture), and unfertilized control. The treatments were replicated four times. Biochar (maple leaf extracted) was applied at 5 t/ha; Actisol and NPK at 70:20:20 NPK (crop-specific recommendations by CRAAQ, 2010) and the mixture with the combination of 70% NPK and 30% Actisol. Yield and, specific leaf area (SLA) as Yield parameters, with some soil health parameters before and after the growing season were evaluated.

Biochar integration with any amendment group did not significantly increase yield. However, the fresh yield of lettuce in the mixture (NPK+Actisol) tended to be higher or at least maintain a yield as high as with the NPK only (Figure 1). This finding underscores the potential of reducing the need for NPK fertilizer. The lower yield observed with Actisol possibly due to its slow nutrient release highlights the limitation of organic sources in immediate yield enhancement. Moreover, SLA, a crucial indicator of photosynthesis, was as high in the mixture compared to NPK fertilization only further emphasizes the potential benefits of inorganic sources in improving yield via enhanced photosynthetic efficiency (Figure 2). Some preliminary soil health results will be presented at the Congress.

The research improves our understanding of the efficacy of different soil-based amendments in yield attribute optimization and resource utilization. While further analysis of soil-based parameters is underway, the results presented herein offer significant insights into agricultural practices to improve vegetable crop productivity.

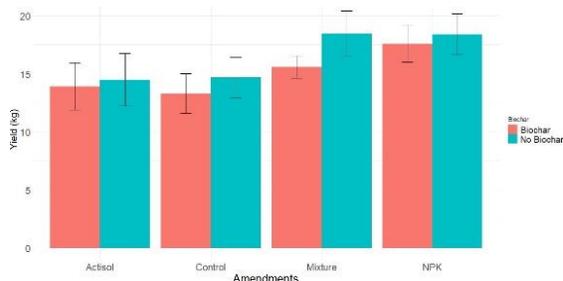


Figure 1. Effects of biochar and amendments interactions on fresh yield of lettuce crop (total fresh yield per experimental unit)

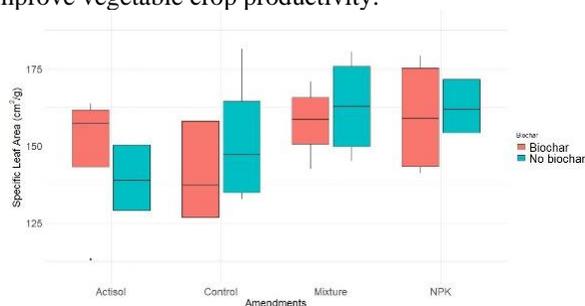


Figure 2. Effect of biochar and amendments interactions on Specific Leaf Area of lettuce crop

References :

CRAAQ. (2010). Le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. CRAAQ. <https://www.craaq.qc.ca/>

Determining soil particle size distribution and organic matter content using a dual image machine vision approach

ANDRES RELLO RINCON¹, VIACHESLAV ADAMCHUK¹, MARC-OLIVIER GASSER²

¹ Department of Bioresource Engineering, McGill University, 21,111 Lakeshore Road, Ste-Anne-de-Bellevue, QC, H9X 3V9, Canada

² Research and Development Institute for the Agri-Environment (IRDA), 2700 Einstein St., Quebec, QC, G1P 3W8, Canada
relloandres@gmail

Keywords: machine vision, soil texture, digital microscopy, soil organic matter

Introduction

Soil texture and soil organic matter (SOM) are two important properties of soil and can directly impact crop yield. Sedimentation based methods like the pipet method and hydrometer method used to measure soil mineral content are accurate but suffer from some drawbacks (slow, qualified personnel needed and expensive). New electronic methods, like laser diffraction, have been proposed but the equipment needed is expensive (Kuang et al., 2012). Recently image-based methods have been proposed (Qi et al., 2019). The equipment needed in this case is not expensive and with the help of new deep learning models soil texture and soil organic matter (SOM) can be predicted from images.

The objective of this research was twofold. First build a prototype to simultaneously take two photos of a soil sample using a camera and a microscope to build a set of images from diverse types of soil. Second, use a ConvNet model to predict soil texture and SOM using both images for each sample. The results were compared with equivalent models that only used one of the images.

Methodology

The first step was to build the image acquisition prototype using a camera, a microscope, and a raspberry pi to control them. Photos were taken for 793 soil samples provided by IRDA. Texture information was obtained using the hydrometer method and SOM using loss-on-ignition method in IRDA labs. The soils used were diverse and representative of the province of Quebec.

The soil data set was divided into two sets using an 80%-20% split, the first set was used to train models and the second one to test them. In total 6 types of models were used given by the combination of high/low resolution images and camera image, microscope image or both images.

To evaluate the models the technique of cross validation, where several instances of the same model are trained and tested, was used along with a series of statistical tests to check for difference significance between models.

Results

All models showed capacity to predict soil texture. Models using both images and with high resolution performed the best with clay and silt RMSE close to 6%. Sand RMSE was close to 8%. Models using high resolution images were consistently better than models using low resolution images. Using camera images only resulted in the worst performance and using only microscope was better but not as good as using both images.

Conclusions

Successful soil texture and SOM predictions were performed using soil images obtained using a camera and a microscope. As expected, models using both images performed better than equivalent models using only one. The influence of images was also tested, proving that resolution can influence performance.

References

- Kuang, B., Mahmood, H. S., Quraishi, M. Z., Hoogmoed, W. B., Mouazen, A. M., & van Henten, E. J. (2012). Sensing Soil Properties in the Laboratory, *In Situ*, and On-Line. In D. L. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy* (Vol. 114, pp. 155–223). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394275-3.00003-1>
- Qi, L., Adamchuk, V., Huang, H.-H., Leclerc, M., Jiang, Y., & Biswas, A. (2019). Proximal sensing of soil particle sizes using a microscope-based sensor and bag of visual words model. *Geoderma*, 351, 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.05.020>

Cultures de couverture et séquestration de carbone dans les sols organiques : Quels indicateurs permettraient d'évaluer un stockage à long terme ? Quels sont les enjeux ?

GARYNECHELE SAIMPHA¹, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ¹, JACYNTHE MASSE², JUDITH NYIRANEZA³

¹Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC

²Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de St-Jean-sur-Richelieu, QC

³Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Charlottetown, IPE

garynechele.saimpha.1@ulaval.ca

Mots clés : séquestration carbone, cultures de couvertures, sols organiques, indicateurs, carbone

Les tourbières sont des écosystèmes naturels humides contenant plus de 40 cm de tourbe et sont caractérisées par une accumulation de matériel végétal partiellement décomposé. Elles sont caractérisées par des conditions anaérobies et de faibles taux de renouvellement de la matière organique. Elles jouent un rôle essentiel dans les processus d'atténuation du changement climatique et constituent des éléments naturels à long terme de séquestration de carbone. Les sols des tourbières sont classifiés comme étant des sols organiques ou histosols. Au sud du Québec, les sols organiques drainés, à partir d'anciennes tourbières, sont très fertiles et représentent 4% de ce territoire soit environ 12000 ha, et sont les plus intensément cultivés de la région (Dessureault-Rompré et coll., 2020). Le drainage de ces tourbières à des fins agricoles et d'autres usages provoque des pertes de sols de 1,10 à 1,48 cm.an⁻¹ qui se produisent par affaissement, oxydation et érosion (Deragon et coll., 2023). Ces changements abaissent le niveau de la nappe phréatique et stimulent la minéralisation de la matière organique augmentant les émissions de gaz à effet de serre (CO₂, N₂O) dans l'atmosphère ainsi que le lessivage des nutriments vers les cours d'eau.

Dans les sols organiques drainés et aérés, les mécanismes de stabilisation de la matière organique sont très peu connus puisque la fraction minérale du sol est peu importante et le mécanisme d'agrégation très peu développé. L'objectif de ce projet est d'explorer et d'évaluer l'impact des cultures de couvertures et la contribution de leurs systèmes racinaires à la création de réservoirs stables de carbone dans les sols organiques cultivés, en évaluant certains indicateurs biochimiques considérés comme étant récalcitrants en sols minéraux tels que les protéines, les carbohydrates, la nécromasse microbienne, l'enzyme phénol oxydase et les composés phénoliques.

Les cultures de couverture de pleine saison et d'automne seront évaluées. Dans la région de Montérégie Ouest, un dispositif en plan entièrement aléatoire, 3 répétitions et 3 traitements (sans cultures de couvertures, monocultures, mélanges) sera implanté à l'automne 2024 sur 3 fermes spécialisées en cultures maraîchères dans la zone de gestion 3 (>100 cm). Pour les cultures de couvertures de pleine saison, ce dispositif concernera une seule ferme où les 3 traitements seront placés sur une parcelle, mais sans répétitions, les 5 points d'échantillonnage placés aléatoirement dans chaque unité expérimentale d'une superficie de 1 ha seront les pseudorépétitions. Dans chaque parcelle, un suivi de décomposition de la biomasse aérienne et racinaire des cultures de couverture sera fait sur 17 mois à l'aide des sacs à litières (litter bags). Les résultats de ce projet permettront de comprendre la dynamique du carbone dans les sols organiques cultivés et les impacts de la biomasse aérienne et racinaire des cultures de couvertures et d'amener les producteurs agricoles vers l'adoption et/ou l'optimisation de cette pratique de conservation de sols pour une gestion agricole durable.

Références

Deragon R., Saurette D.D., Heung B., et Caron J. 2023. Mapping the maximum peat thickness of cultivated organic soils in the southwest plain of Montreal. *Canadian Journal of Soil Science*, 103(1), p. 103-120. DOI : 10.1139/cjss-2022-0031

Dessureault-Rompré J., Gloutney A., et Caron J. 2020. Nutrient Availability under Lettuce Grown in Rye Mulch in Histosols. *Nitrogen*, 1(2), p. 137-150. DOI : 10.3390/nitrogen1020012

Utilisation de biochar de *Miscanthus* comme amendement biologique d'un résidu minier acide cultivé avec de l'avoine

RAGHAD SOUFAN, ANTOINE KARAM, AHMED AAJJANE

ERSAM, Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada
G1V 0A6
raghad.soufan.1@ulaval.ca

Mots clés : phytoremédiation, mise en végétation, résidus miniers sulfureux, avoine

Les biochars, qui sont riches en carbone organique (Ippolito et coll., 2019) et persistants dans les sols (Rasse et coll., 2017), peuvent jouer un rôle important dans les processus de réhabilitation, de phytostabilisation ou de mise en végétation des sols dégradés et des terrains miniers (Barrow, 2012; Ghosh et Maiti, 2017; Ghosh et Maiti, 2023; Padhi et coll., 2024). De manière générale, la pyrolyse de la biomasse de *Miscanthus* peut contribuer à l'amélioration de la fertilité du sol (Khan et coll., 2017) et à la séquestration efficace du carbone dans le sol (An et coll. 2023).

Une expérience a été menée en serre pendant quatre semaines pour déterminer l'effet de l'application de biomasses aériennes de *Miscanthus giganteus* ayant subi une pyrolyse ($t : 350^{\circ}\text{C}$, $10^{\circ}\text{Cmin}^{-1}$ pendant 3h; débit de $\text{N}_2 : 2\text{-}4\text{L/min}$) (BM) sur la croissance et les quantités de biomasses aériennes fraîches (BF) et sèches (BS) de l'avoine (*Avena sativa* L.) cultivée dans un échantillon composite de résidus miniers sulfureux fortement acides (RMA) provenant de l'ancienne mine Aldermac (Rouyn-Noranda, Abitibi-Témiscamingue). Les traitements consistaient en quatre doses (p/p) de BM (T0 =témoin, T1= 1 %, T2 = 2,5 %, T3 = 5 %). Les substrats miniers ont reçu une fertilisation de base (N-P-K). Les traitements ont été répétés trois fois.

Les résultats obtenus ont montré que l'addition de BM au RMA provoque l'augmentation des teneurs en carbone organique et en éléments nutritifs du RMA. L'analyse statistique ANOVA a révélé un effet très hautement significatif ($p < 0,001$) de la dose de MB sur les valeurs de pH_{eau} des substrats miniers ($p < 0,001$), la hauteur des plants, la teneur en chlorophylle de la biomasse fraîche, et les quantités de BF et de BS de l'avoine. En comparaison avec le traitement témoin (T0), les traitements T1, T2 et T3 ont augmenté les quantités de BF de 39 %, 59 % et 76 % respectivement, et les quantités de BS de 47 %, 61 % et 80 % respectivement. Les valeurs de BF étaient positivement corrélées ($p < 0,001$) avec les paramètres suivants : pH_{eau} des substrats miniers, hauteur des plants et teneur en chlorophylle de la biomasse fraîche. Ces résultats préliminaires soutiennent l'hypothèse selon laquelle l'apport BM est bénéfique à la croissance de la plante. Les résidus miniers acides amendés avec le BM et fertilisés peuvent donc constituer un substrat propice pour la croissance et le développement de l'avoine.

Références

- An D.H., Chang D.-C., Kim K.-S. et coll. (2023). Miscanthus-derived biochar enhanced soil fertility and soybean growth in Upland soil. *Agriculture*, 13(9), 1738.
- Barrow C.J. (2012). Biochar: potential for countering land degradation and for improving agriculture. *Applied Geography*, 34: 21-28.
- Ghosh D., Maiti S.K. (2017). Application of biochar for restoration of mine degraded sites: A review. *Journal of Environmental Engineering and Science* 59(1):309-320.
- Ghosh D., Maiti S.K. (2023). Invasive weed-based biochar facilitated the restoration of coal mine degraded land by modulating the enzyme activity and carbon sequestration. *Restoration Ecology*, 31(3). e13744.
- Ippolito J. A., Cui L., Novak J.M., Johnson M.G. (2019). Chapter 5 - Biochar for mine-land reclamation. *Biochar from Biomass and Waste Fundamentals and Applications*, 75-90.
- Khan W.-U.-D., Ramzani P. M. A., Anjum S. et coll. (2017). Potential of miscanthus biochar to improve sandy soil health, in situ nickel immobilization in soil and nutritional quality of spinach. *Chemosphere*, 185:1144-1156.
- Rasse D. P., Budai A., O'Toole A. et coll. (2017). Persistence in soil of Miscanthus biochar in laboratory and field conditions. *PLoS One*, 12(9): e0184383.

