



**Québec
Manoir Montmorency
31 mai – 2 juin 2016**

30^e congrès annuel de l'AQSSS

« Les 30 ans de l'AQSSS, vers de nouveaux horizons en sciences du sol »

Programme scientifique



CONSEIL D'ADMINISTRATION 2015-2016

- Président : **Gilles GAGNÉ**, Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité (CETAB+), Cégep de Victoriaville, 475 rue Notre-Dame Est, Victoriaville, Québec, Canada. G6P 4B3. gilles.gagne@cetab.org
- Vice-présidente: **Isabelle ROYER**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures. 2560 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 2J3. isabelle.royer@agr.gc.ca
- Trésorière: **Lucie GRENON**, 4974 chemin Godbout, Dunham QC J0E 1M0
luciegrenon@hotmail.com
- Secrétaire: **Steeve PEPIN**, Université Laval, 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. steeve.pepin@fsaa.ulaval.ca
- Administrateurs : **Jonathan LAFOND**, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sols et de génie agroalimentaire, 2425 rue de l'Agriculture, Québec QC G1V 0A6. jonathan.lafond.2@ulaval.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
- Rock OUIMET**, Direction de la recherche forestière, Ministère des forêts de la faune et des parcs. Québec QC G1P 3W8. rock.ouimet@mffp.gouv.qc.ca
- Webmaître : **Rock OUIMET**, Direction de la recherche forestière, Ministère des forêts de la faune et des parcs. Québec QC G1P 3W8. rock.ouimet@mffp.gouv.qc.ca

COMITÉ ORGANISATEUR DU CONGRÈS 2016

Le conseil d'administration de l'AQSSS.

Mot du 30^e anniversaire de l'AQSSS

Et oui, 30 ans déjà ! Que de chemins parcourus au gré des congrès aux quatre coins du Québec, et même au Nouveau-Brunswick, depuis la fondation de l'AQSSS. Les membres fondateurs de notre association n'ont surement pas rêvé que 30 années plus tard nous serions toujours là encore plus nombreux afin de diffuser des connaissances, de faire connaître davantage, de soutenir et encourager la relève scientifique et de protéger de notre mieux ce capital-nature essentiel à l'humanité, les sols. Un constat qui va de soi pour nous, mais un message à continuellement marteler afin que nos décideurs et l'ensemble de la société prennent davantage conscience de l'importance des sciences du sol et celles connexes. L'Année internationale des sols 2015 décrétée par l'ONU fût une grande reconnaissance en ce sens. On a simplement à souligner que 95% des aliments de la planète proviennent du sol, cela devrait être amplement suffisant afin de vouloir découvrir, mieux comprendre et protéger un monde caché, riche, généreux, résilient, épurateur et recycleur essentiel à la vie.

Cet anniversaire a été rendu possible grâce à la passion et la persévérance de tous ceux qui se sont impliqués de près ou de loin afin de faire vivre, grandir et progresser notre association. D'une fidèle adhésion renouvelée à l'engagement des membres de ses conseils d'administration, l'AQSSS a pu compter sur le soutien d'une multitude de personnes ayant à cœur (et âme) les sols. À vous tous, je ne peux que vous dire merci ! Et impossible pour moi de ne pas souligner l'apport d'un pilier de notre organisation qui tient toujours le phare et le fort de l'AQSSS depuis sa fondation, Madame Lucie Grenon. À travers quelques bourrasques, elle a toujours été là pour nous rappeler notre mission, maintenir les finances à flot, assurer la mémoire et l'archivage, écouter, analyser et discuter des idées de chacun, faire découvrir de nombreuses séries de sols et bien d'autres choses encore. Au nom de tous les membres passés et présents, accepte Lucie nos remerciements et notre reconnaissance pour ce dévouement et cette implication exceptionnels.

Et à vous les *jeunes*, nous sommes confiants que vous serez là demain et après-demain pour poursuivre avec passion pendant de nombreuses décennies le travail effectué. Nous vous souhaitons de vivre et d'organiser de nombreux anniversaires de l'AQSSS sur notre bonne vieille terre avec des sols de plus en plus connus, protégés et conservés pour ceux qui vous suivront.

Nous vous souhaitons à tous un agréable congrès 30^e anniversaire et au plaisir de vous rencontrer et de vous entendre,

Gilles Gagné pour le CA de l'AQSSS

Dessins de Jacques Goldstyn pour les affiches du colloque et de l'excursion lors du 54^e congrès de l'ACFAS

1

Dans le cadre du 54^e congrès annuel de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences

Section de Pédologie

Invitation particulière au colloque

PODZOLISATION ET SOLS PODZOLISÉS

sous la direction de F. PAGÉ

le mercredi 14 mai 1986 à l'Université de Montréal

Situé au contact de l'écorce terrestre et de ses enveloppes, le sol est une entité naturelle, un milieu composite, dynamique, formé de matériel meuble résultant de la transformation de la roche mère sous l'action d'agents bio-physico-chimiques qui lui confèrent un aspect propre, une physiologie caractérisée par une disposition en couches de ses éléments.

L'excursion permettra, dans une première étape, de saisir quelques types de sols dans toutes leurs composantes qui résultent de l'interaction de multiples facteurs écologiques; elle permettra aussi, dans une deuxième étape, de dégager les processus bio-physico-chimiques qui président à la différenciation des horizons de quelques profils de sols podzolisés.

(Nous tenons à souligner la précieuse collaboration d'une équipe du collège MacDonald de l'Université McGill à la 2^e partie du programme.)

2

Dans le cadre du 54^e congrès annuel de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences

Section de Pédologie

Invitation particulière à l'excursion de terrain

ÉCOLOGIE, PODZOLISATION ET SOLS PODZOLISÉS

sous la direction de C. LAVERDIÈRE et F. PAGÉ

le jeudi 15 mai 1986

Département de Géographie Université de Montréal et Agriculture, Pêches et Alimentation du Québec

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 des sols et à l'éducation sur les sols. Elle a pour objectif de diffuser l'information scientifique et technique relative au sol pour éclairer sur tout sujet d'intérêt concernant l'utilisation, l'aménagement, la conservation et l'éducation de la ressource sol.

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 Internet de l'AQSSS (http://www.aqsss.com/spip.php?page=article&id_article=165), d'être admis 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 trois 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 à la meilleure affiche scientifique réalisée par un étudiant membre de l'AQSSS lors du congrès annuel. Ce prix est 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 lors du banquet qui aura lieu le soir du 1^{er} juin.
L'AQSSS encourage les membres et les étudiants à être présents lors de cette soirée.**

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

An	Assemblée générale	Président	Lieu	Thème du congrès	Évènements
			Chicoutimi	ACFAS mai 1985, Chicoutimi Rétrospective de la recherche sur les sols au Québec	Prémices
			Montréal	ACFAS mai 1986, Montréal La podzolisation des sols	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 mixte AQSSS - NEFSC (Université 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

HISTORIQUE DES RÉCIPENDIAIRES DES PRIX ET DES BOURSES

An	Année	Prix Auguste-Scott	Prix Roger-Baril 1991-	Prix AQSSS 1996-2002	Membre honoraire
	1985				
	1986				
1	1987				
2	1988	Thi Sen Tran MAPAQ			Roger Baril U. Laval
3	1989	Marcel Giroux MAPAQ			
4	1990	Fernand Pagé MAPAQ			Sylvio Bourget AAC
5	1991	Christian de Kimpe AAC	Daniel Avon		Lauréan Tardif MAPAQ
6	1992	Angus F. Mackenzie McGill U.	Martin Chantigny		
7	1993	Michel Nolin AAC	Bernard Pelletier		
8	1994	Denis Côté MAPAQ	Robert Bradley		
9	1995	Marton Tabi MAPAQ	Isabelle Royer		
10	1996	Léon-Étienne Parent U. Laval	1. Jean-Pierre Mvondo Awonno 2. Mauro Pezzente 3. Isabelle Breune	Noura Ziadi	
11	1997	Régis Simard AAC	1. Louis Duchesnes 2. François Marquis 3. Jacinda Richman	Annie Clark	
12	1998	Lucien Bordeleau Biolistik Ltée	1. Marie-André Saint-Pierre 2. Rebecca Tremblay 3. Sonja Kosuta	Benoît Hamel	
13	1999	Adrien N'dayegamiye IRDA	1. Caroline Côté 2. Catherine Périé 3. Bernard Pelletier		
14	2000	Marc Laverdière U. Laval	1. François Marquis 2. Jacques Langlois 3. Louis Hudon	Danya Brisson	
15	2001	Lucie Grenon AAC	1. Martin Lavoie 2. Jacques Langlois 3. Richard Jeannotte		Thi Sen Tran IRDA

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

An	Assemblée générale	Président	Lieu	Thème du congrès	Évènements
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 <i>Les Sols</i> et site web renouvelé
18	8 juin 2004	Rock Ouimet	Baie St-Paul	La recherche en sol : où en sommes-nous ?	Table ronde au congrès
19	15 juin 2005	Rock Ouimet	St-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	St-Georges-de-Beauce	Utilisation et productivité des sols négligés	Programme de bourse AFES - AQSSS
23	20 mai 2009	Martin Chantigny	St-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 21e 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 de 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

HISTORIQUE DES RÉCIPIENDAIRES DES PRIX ET DES BOURSES

An	Année	Prix Auguste-Scott Membre honoraire	Prix Roger-Baril 1991-	Prix AQSSS Prix Régis-Simard 2003-	Bourses AFES ou SCSS	Bourses AQSSS
16	2002	Claude Camiré U. Laval	1. Jacques Langlois 2. Frank Grenon 3. Jacynthe Dessureault-Rompré 3. Richard Jeannotte	Habiba Ben Mansour		
17	2003	Denis Angers AAC Marton Tabi IRDA	1. Marie Bipfubusa 2. Benoît Lapointe 3. Rosalbina Gomez 3. Karine Prévost	Gilles Joannis		
18	2004		1. Alicia Moreno 2. Renée Lalancette 3. David Vallières	Luc Michelot Casséus		
19	2005	André Brunelle MAPAQ	1. Cargele Nduwanungu 2. Karine Therrien 2. Vincent Poirier	Arnaud DeConinck Sébastien Lange		
20	2006	Rock Ouimet MFFP	1. Kevin Tiessen 2. Nikita Erikson-Hamel 3. Vincent Poirier	Anaïs Charles		
21	2007	Antoine Karam U. Laval	1. Kevin Tiessen 2. Julie Guérin 3. Pierre-Antoine Gilbert	Mustapha Bakry Karine Vézina		
22	2008	Gérard Laflamme IRDA	1. Julie Guérin 2. Vincent Leblanc 3. Karine Labrecque	Irina Compte		
23	2009	Michel P. Cescas U. Laval	1. Marie-Hélène Perron 2. Jérôme Laganière 3. Aimé Jean Messiga	Dalé Abdi Mathieu Quenum	Aimé Jean Messiga AFES	
24	2010	Guy Mehuys McGill U.	1. Éliane Bergeron Piette 2. Vicky Lévesque 3. Marcio Martins	Aimé Jean Messiga		
25	2011	Luc Lamontagne AAC	1. Vincent Poirier 2. Loïc D'Orangeville 3. Sébastien Marchand	Gregory Musset		
26	2012	Michel Nolin AAC	1. Loïc D'Orangeville 2. Yann Périard 3. Émilie Maillard	Ezequiel Miola	Tarek Rouissi AFES	
27	2013	Hani Antoun U. Laval	1. Caroline Halde 2. Thomas Jeanne 3. Anaïs Charles	Dalé Abdi		Dalé Abdi Anaïs Charles Vincent Pelletier Claudia Sylvain
28	2014		1. Marie-Noëlle Thivierge 2. Diane Bulot 3. Valérie Lecomte	Vincent Pelletier	Dalé Abdi AFES Valérie Lecomte SCSS	Alexey Kastyuchik Diane Bulot Valérie Lecomte
29	2015	Jean Caron U. Laval	1. Lili Perreault 2. Mathieu Vaillancourt 3. Vicky Lévesque	Yann Périard		Vicky Lévesque Mélanie Aubin Mathieu Vaillancourt Martine Fugère
30	2016					

SOMMAIRE DU PROGRAMME

LES CONGRÈS ANNUELS DE L'AQSSS SONT DES ACTIVITÉS DE FORMATION ACCRÉDITÉES
PAR L'ORDRE DES AGRONOMES DU QUÉBEC (OAQ).

	Mardi 31 mai	Mercredi 1 juin	Jeudi 2 juin
Matinée	<p>8h00 – 9h00 Inscription</p> <p>9h00 – 12h00 Forum <i>Les 30 ans de l'AQSSS, vers de nouveaux horizons en sciences du sol.</i></p> <p>Conférenciers invités : Lucie Grenon, AQSSS Martin Chantigny, AAC Vincent Poirier, UQAT Philippe Baveye, AgroParisTech</p>	<p>8h00 – 8h30 Inscription</p> <p>8h30 – 12h15 Présentations orales</p>	<p>8h15 – 16h15 Tournée post-congrès Sols et pédopaysages de la Côte-de-Beaupré</p>
Midi	<p>12h00 – 13h15 Dîner</p>	<p>12h15 – 13h30 Dîner</p>	
Après-midi	<p>13h15 – 14h30 Session d'affiches</p> <p>15h00 – 17h00 Présentations orales</p>	<p>13h30 – 14h45 Présentations orales</p> <p>15h00 – 15h45 Session d'affiches</p>	
Soirée	<p>17h00 – 19h00 5 à 7 Assemblée générale de l'AQSSS</p> <p>Souper libre</p>	<p>16h00 – 18h45 Tour <i>La chute Montmorency</i> <i>vue du téléphérique</i> et Cocktail</p> <p>19h00 Banquet et remise des prix</p>	

Mardi 31 mai 2016 - AM

8h00 – 8h55

INSCRIPTION
Manoir Montmorency

8h55 – 9h00

OUVERTURE
Gilles Gagné, président de l'AQSSS

9h00 – 12h00

FORUM – Salle Duc-de-Kent
Les 30 ans de l'AQSSS, vers de nouveaux horizons en sciences du sol
Modérateur : Gilles Gagné

9h00 **Grande et petites histoires de l'AQSSS : dynamiques et évolutives comme les sols**
LUCIE GRENON

9h30 **L'Association québécoise de spécialistes en science du sol : témoin d'une discipline en constante mutation**
MARTIN H. CHANTIGNY

10h00 **PAUSE**

10h15 **Nouveaux horizons en sciences du sol: creuser davantage pour connaître ses racines et voir plus loin**
VINCENT POIRIER

10h45 **La recherche interdisciplinaire est cruciale pour affronter les défis sociétaux associés aux sols: plus facile à dire qu'à faire...**
PHILIPPE C. BAVEYE

11h30 **DISCUSSION**

12h00 – 13h15

DÎNER – salle Montmorency

13h15 – 14h30

SESSION D’AFFICHES – 1^{re} présentation

Salle : Mary Patterson

- 1. Les champignons du sol associés au canola sont sélectionnés par les pratiques culturales et les conditions environnementales**
CHANTAL HAMEL, JEAN-BAPTISTE FLOC’H, NEWTON LUPWAYI, NEIL HARKER
- 2. Évolution des stocks de carbone dans les débris ligneux et le sol après récolte forestière**
JÉRÔME LAGANIÈRE, DAVID PARÉ, ÉVELYNE THIFFAULT
- 3. Interrelations entre les données pédologiques, environnementales et forestières par l’analyse diachronique et multivariée**
JEAN-SÉBASTIEN BERTHELOT, DIANE SAINT-LAURENT, VERNHAR GERVAIS-BEAULAC, MARTIN CHARLES
- 4. Apports d’azote des engrais verts en combinaison avec la fertilisation minérale ou organique**
MAUDE LANGELIER, MARTIN CHANTIGNY, DENIS PAGEAU, ANNE VANASSE
- 5. Engrais azoté à libération contrôlée : impact sur lessivage des nitrates sous production de la pomme de terre**
ISABELLE PERRON, ATHYNA N. CAMBOURIS, NOURA ZIADI, BERNIE J. ZEBARTH
- 6. Greenhouse gas emissions from organic muck soils under vegetable crop production**
HICHAM BENSLIM, JOANN K. WHALEN
- 7. Nitrogen mineralization from pelletized poultry manure in heavy clay soil**
HICHAM BENSLIM, JOANN K. WHALEN
- 8. Phytodisponibilité de l’aluminium dans un sol légèrement alcalin riche en plomb et en manganèse**
CLAVER RITCH NGUEMA-ONDO, BOCAR ALLAYE DIALLO, ANTOINE KARAM
- 9. Effet de l’acidification d’un sol pollué aux métaux sur la phytodisponibilité du plomb**
BOCAR ALLAYE DIALLO, CLAVER RITCH NGUEMA-ONDO, ANTOINE KARAM
- 10. Évaluation de la technique du géoradar pour diagnostiquer le drainage interne des champs de canneberges**
AWA MBODJ, SILVIO J. GUMIERE, JACQUES GALLICHAND, CHRISTIAN DUPUIS
- 11. Optimisation de la production d’amandes par la gestion de l’irrigation en temps réel**
GABRIEL COLLIN, JEAN CARON, JACQUES GALLICHAND

- 12. Gestion du lessivage par irrigation de précision basée sur la tension et suivi des nitrates par conductivité électrique en production de fraise en Californie**
GUILLAUME SAUVAGEAU, STEEVE PEPIN, CLAIRE DEPARDIEU, LAURENCE GENDRON, LÉLIA ANDERSON, JEAN CARON
- 13. La gestion de l'irrigation basée sur la mesure du potentiel matriciel dans le sol améliore l'efficacité d'utilisation de l'eau dans la culture de la fraise en Californie**
LAURENCE GENDRON, GUILLAUME LÉTOURNEAU, LÉLIA ANDERSON, GUILLAUME SAUVAGEAU, CLAIRE DEPARDIEU, RAYMOND LEVALLOIS, JEAN CARON
- 14. Modélisation des processus d'écoulements souterrains à l'échelle d'un champ de canneberges**
CINTIA RACINE, SILVIO J. GUMIERE, JONATHAN LAFOND
- 15. Modélisation hydrologique en support à la gestion des eaux de surface de la MRC Brome-Missisquoi**
MOHAMED NIANG, AUBERT MICHAUD, ARIANE DROUIN, SIMON LAJEUNESSE, PIER-PHILIPPE LABRIE
- 16. Effet de la fertilisation N, P, K sur le rendement de la canneberge commerciale**
REZA JAMALY, LÉON-ÉTIENNE PARENT

Mardi 31 mai 2016 - PM

14h45 – 15h00

PAUSE

15h00 – 17h00

SESSION I – Qualité des sols et de l'eau

Modératrice : Isabelle Royer

Salle : Duc-de-Kent

- 15h00 **Rôle des sols dans le phénomène d'invasion du hêtre dans les érablières**
ROCK OUMET, LOUIS DUCHESNE
- 15h15 **Analyse globale de l'incertitude liée à la mesure des stocks de carbone dans les sols de prairies tempérées**
ÉMILIE MAILLARD, BRIAN MCCONKEY, DENIS ANGERS
- 15h30 **Les effets de la rotation, du travail du sol et du type de fertilisation sur la décomposition de la matière organique dans un sol du Lac-Saint-Jean**
XAVIER PLANTE, MAXIME PARÉ, JEAN LAFOND, ROBERT BRADLEY

- 15h45 **Effets de différents traitements de sous-solage sur les rendements de maïs-grain mesurés à la batteuse ou estimés avec des modèles d'élévations relevés aux drones**
MARC-OLIVIER GASSER, MARIE-ÈVE TREMBLAY, FELIPE VARGAS, GILLES TREMBLAY
- 16h00 **Devenir de l'azote en travail conventionnel du sol et en semis direct avec ou sans incorporation rapide**
MARC-OLIVIER GASSER, MARIE-ÈVE TREMBLAY, AUBERT MICHAUD, MATTHIEU GIRARD, MARIE-HÉLÈNE PERRON
- 16h15 **Soybean root traits after a long-term corn-soybean rotation under different soil tillage and phosphorus fertilization**
HAIXIAO, LI, ALAIN, MOLLIER, NOURA, ZIADI, YICHAO, SHI, LÉON-ÉTIENNE, PARENT, CHRISTIAN, MOREL
- 16h30 **Pertes de néonicotinoïdes par ruissellement et lessivage à partir d'un système de culture de maïs-soja**
GEORGES THÉRIAULT, FRANÇOIS CHRÉTIEN, PATRICK GAGNON, ISABELLE GIROUX, JULIE CORRIVEAU, JEAN-THOMAS DENAULT
- 16h45 **Spéciation des sources diffuses de phosphore du ruisseau Brûlée, en Mauricie.**
AUBERT R. MICHAUD, MOHAMED NIANG, PATRICK DUBÉ, HÉLÈNE BERNARD, MAGLOIRE TCHOUANS

Mardi 31 mai 2016 - PM

17h00 – 19h00

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE L'AQSSS

Salle : Duc-de-Kent

Soirée

Souper libre

Mercredi 1^{er} juin 2016 - AM

8h00 – 8h30

INSCRIPTION
Manoir Montmorency

8h30 – 10h30

SESSION II – Fertilité et fertilisation

Modérateur : Maxime Paré

Salle : Duc-de-Kent

- 8h30 **Sources d'azote dans la production du bleuets sauvage**
JEAN LAFOND
- 8h45 **Établir une gestion de fertilisation, un premier pas pour la culture des camerisiers (*Lonicera caerulea* L.)**
CATHERINE TREMBLAY, MAXIME C. PARÉ, JEAN LAFOND, JULIE LAJEUNESSE
- 9h00 **Nutrition azotée des productions maraîchères en sols organiques**
MELISSA P. QUINCHE GONZALEZ, LÉON-ÉTIENNE PARENT
- 9h15 **Nutrition azotée et productivité du canola fertilisé avec une combinaison d'engrais vert et d'engrais minéral ou organique**
MATHIEU VAILLANCOURT, MARTIN CHANTIGNY, DENIS PAGEAU, DENIS ANGERS, ANNE VANASSE
- 9h30 **Les effets des changements climatiques sur la minéralisation de l'azote dans les sols boréaux**
JOANIE PIQUETTE, MAXIME C. PARÉ, HUBERT MORIN, DANIEL HOULE, NELSON THIFFAULT, ROBERT L. BRADLEY
- 9h45 **Applications répétées de lisier de bovins : les impacts sur les stocks d'azote du sol**
EMMANUELLE D'AMOURS, MARTIN CHANTIGNY, DENIS ANGERS, JEAN LAFOND, ANNE VANASSE
- 10h00 **PAUSE**

- 10h15 **Distribution en profondeur des réserves d'azote minéralisable dans les régions semi-arides de l'Ouest canadien**
JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ, BERNIE J. ZEBARTH, DAVID L. BURTON,
CYNTHIA A. GRANT.
- 10h30 **Des orientations pour améliorer la fertilité azotée des sols en grandes cultures de grains biologiques**
ZONLEHOVA COULIBALI, MARC-OLIVIER GASSER, GILLES TREMBLAY, LOTFI
KHIARI

Mercredi 1^{er} juin 2016 – AM

10h45 – 12h15

SESSION III – Microbiologie et valorisation de résidus

Modérateur : Jonathan Lafond

Salle : Duc-de-Kent

- 10h45 **Les nouveaux horizons de la biologie des sols et «l'effet Hubble» des analyses métagénomiques**
RICHARD HOGUE
- 11h15 **Déterminer des indicateurs biologiques de la productivité des sols en culture de pommes de terre à l'aide du séquençage nouvelle génération**
THOMAS JEANNE, RICHARD HOGUE, LEON-ÉTIENNE PARENT, YAN XU
- 11h30 **Installation naturelle des symbioses végétales racinaires chez les plantes réintroduites sur les sites de résidus miniers végétalisés de la région de Fermont**
CHRISTINE JUGE, NORMAND COSSETTE
- 11h45 **Effets du biochar sur les propriétés physiques et hydrauliques d'un oxisol tropical**
BORIS MERLAIN DJOUSSE KANOOU, SUZANNE E. ALLAIRE, ALISON D. MUNSON
- 12h00 **Potentiel de production de substrats à base de tourbe et d'écorce pour la production hors sol de fraise au Québec : irrigation fertilisante et stratégie d'irrigation**
CLAIRE DEPARDIEU, VALÉRIE PRÉMONT, CAROLE BOILY, JEAN CARON

Mercredi 1^{er} juin 2016 – PM

12h15 – 13h30

DÎNER – salle Montmorency

13h30 – 14h45

SESSION IV – Canneberges : gestion des sols et de l'eau

Modérateur : Steeve Pepin

Salle : Duc-de-Kent

13h30 Problème de drainage causé par la genèse d'un horizon anthropique dans la culture de canneberge

YANN PÉRIARD, SILVIO JOSÉ GUMIERE, ALAIN N. ROUSSEAU, MICHEL CAILLER, JACQUES GALLICHAND, JEAN CARON

13h45 Implication du transport des colloïdes sur la formation d'une couche compacte dans les sols sous cultures de canneberges

NODY CIVIL, YANN PÉRIARD, SILVIO J. GUMIERE, JONATHAN LAFOND

14h00 Influence des propriétés hydrodynamiques des sols sur le drainage et le rendement des canneberges

JONATHAN A. LAFOND, SILVIO J. GUMIERE, DIANE BULOT, JACQUES GALLICHAND

14h15 Classification des sols et développement d'une nouvelle norme de drainage pour la culture de la canneberge

YANN PÉRIARD, SILVIO JOSÉ GUMIERE, ALAIN N. ROUSSEAU, MICHEL CAILLER, JACQUES GALLICHAND, JEAN CARON

14h30 Synthèse de sept ans de recherche sur l'irrigation et le drainage de la canneberge

JEAN CARON, VINCENT PELLETIER, TIPHAINE JABET, YANN PÉRIARD, MARIE-ÉLISE SAMSON, SIMON BONIN, SILVIO GUMIERE

14h45 PAUSE

Mercredi 1^{er} juin 2016 – PM

15h00 – 15h45

SESSION D’AFFICHES – 2^{ième} présentation
Salle : Mary Patterson

16h00 – 18h45

Tour et Cocktail
La chute Montmorency
vue du téléphérique

19h00

Banquet
et
remise des prix de l’AQSSS

Jeudi 2 juin 2016 AM – PM

8h30 – 16h00

Tournée post-congrès

Sols et pédopaysages
de la Côte-de-Beaupré

RÉSUMÉS DU FORUM

« Les 30 ans de l'AQSSS, vers de nouveaux horizons en sciences du sol »

Grande et petites histoires de l'AQSSS : dynamiques et évolutives comme les sols

LUCIE GRENON ET SES PRÉSIDENTS

AQSSS, 4974 chemin Godbout Dunham QC J0E1M0

luciegrenon@hotmail.com

Mots clés : AQSSS, historique, histoire, congrès

Des prémices en 1985 à Chicoutimi, à la fondation en 1986 à Montréal lors du congrès de l'ACFAS, à la section pédologie autonome pour une première fois; et sous l'égide de notre mascotte « SOL », c'est la naissance de l'**Association québécoise de spécialistes en sciences du sol** (AQSSS) et c'est bien dit « de » et non des. À sa première assemblée générale le 27 octobre 1987 à Saint-Hyacinthe, l'AQSSS qui compte environ 60 membres, confirme ses statuts et entreprend son évolution, au gré de ses présidents et conseils d'administration.

Les 10 premières années : Poursuivre l'organisation d'un colloque ou d'un congrès scientifique à chaque année. Publier un bulletin. Créer une fondation. Remettre des prix honorifiques aux membres et des prix pour les meilleures présentations (orales et affiches) aux étudiants. Se faire reconnaître en organisant des congrès conjoints. Prendre position et produire des mémoires. Enregistrer l'AQSSS comme organisme de bienfaisance (1996) et modifier ses statuts en conséquence.

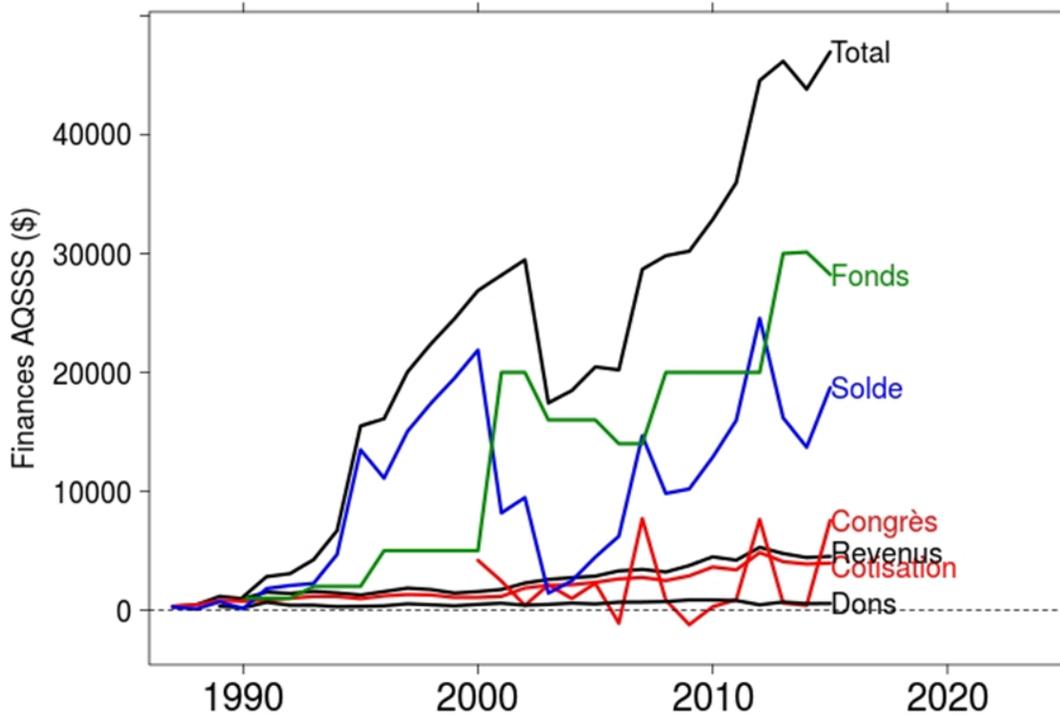
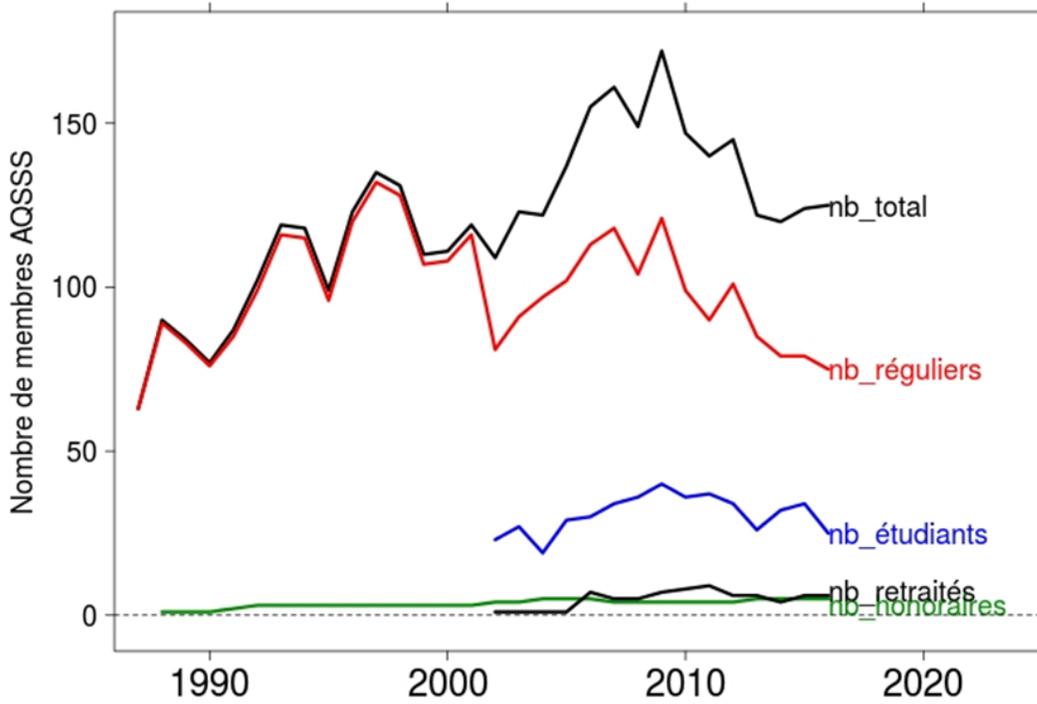
Les 10 suivantes : Créer et renouveler le site web AQSSS. Nommer un sol emblème pour le Québec. Promouvoir les sciences du sol. Acquérir les droits d'auteur et réimprimer le livre *Les sols* d'Auguste Scott. Organiser lors du congrès des tables rondes ou forums sur le thème du congrès et des symposiums sur des sujets spécifiques. Publier un bulletin électronique Infosol accessible à un large public.

Les 10 dernières : Le sol emblème, ça continue... Les communications électroniques par courriel ou en ligne via le site web AQSSS deviennent la norme et toutes les informations, les inscriptions et paiements sont disponibles en ligne. Donner des bourses de participation à des congrès dont l'AFES, la SCSS et l'AQSSS. Maintenir et protéger la pédologie au Québec. Profiter de l'Année Internationale des sols pour promouvoir les sols en général au public et faire connaître l'AQSSS, ses objectifs et ses activités; en organisant un colloque sur les sols et en développant un programme éducatif pour les élèves du primaire et du secondaire. Le sol emblème, c'est reparti...

Des tableaux sur l'historique des assemblées générales, des présidents, des congrès, des événements, des membres, des finances, des récipiendaires des prix et bourses seront publiés par période de 10 ans. Deux graphiques montreront l'évolution de l'AQSSS sur 30 ans.

Des horizons stables pour l'AQSSS et d'autres toujours en évolution... Le roc, c'est le regroupement des membres intéressés à la science du sol et son conseil d'administration. La roche mère ou le C, c'est le congrès scientifique annuel et son assemblée générale. Les B toujours en évolution, c'est la promotion de la recherche en sciences du sol avec la remise de prix et bourses aux étudiants et c'est l'avancement des connaissances sur les sols en général au public avec l'organisation de colloque et le développement de matériels et programmes éducatifs tels SOL'ERE. Les horizons A, plus ou moins riche en humus selon le temps qu'il reste pour les enrichir, ce sont les avis et les mémoires émis sur divers sujets concernant les sols ou enfin le Ap, perturbé et perturbant qu'est l'adoption de la série de sols Sainte-Rosalie comme sol emblématique du Québec. Pour terminer, les couches LFH très évolutives chapeautant le tout et un gros plus pour les communications que devient le site web de l'AQSSS. www.aqss.com

Évolution de l'AQSSS sur 30 ans



Références données : Lucie Grenon

Réalisation des graphiques : Rock Ouimet

L'Association québécoise de spécialistes en science du sol : témoin d'une discipline en constante mutation.

MARTIN H. CHANTIGNY

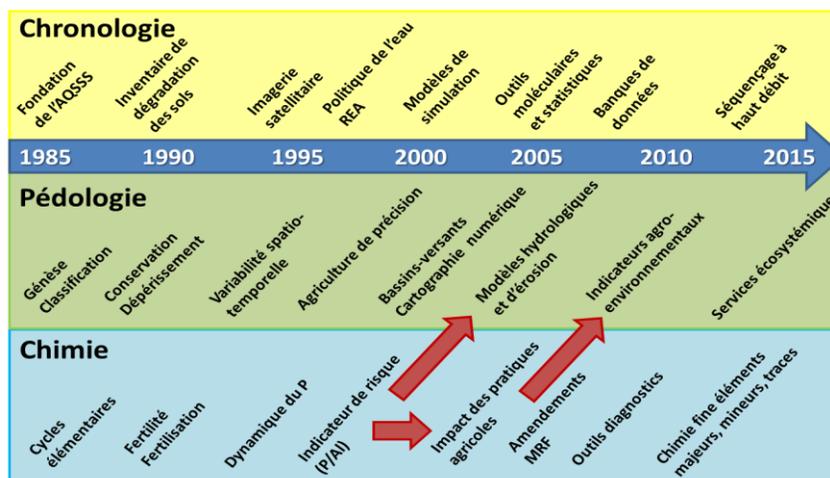
Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec.
Martin.chantigny@agr.gc.ca

Un retour sur le contenu scientifique des rencontres tenues depuis 1985, d'abord dans la section « agriculture » ou via des colloques sur les sol organisés dans le cadre de l'ACFAS, puis sous forme de congrès autonomes de l'AQSSS, ont permis de retracer l'évolution des thèmes de prédilection qui ont bénéficié, au cours des trente dernières années, de la seule tribune scientifique francophone vouée à l'étude des sols en Amérique du nord. D'une série de disciplines évoluant de façon plus ou moins parallèle, principalement la pédologie, la physique et la chimie du sol, ont émergé des thèmes dont la complexité n'a cessé d'augmenter à mesure que les outils analytiques, statistiques et informatiques se sont sophistiqués.

À titre d'exemple, alors que la pédologie occupait une niche bien définie concernant les notions de genèse et de classification, à la fin des années 80, les outils statistiques et d'imagerie à grande échelle ont permis d'intégrer les connaissances de base, menant à l'émergence des concepts d'agriculture de précision, de zones de gestion et de pédopaysage (Fig. 1). Dans la foulée de décisions politiques (Politique de l'eau, REA) et du développement d'outils de modélisation, ces concepts ont été rapidement intégrés aux études en bassins versants, permettant ainsi une compréhension accrue des répercussions des activités agricoles et sylvicoles sur la qualité de l'eau à une échelle humaine. Parallèlement, les notions de chimie du sol sur les interactions entre les éléments nutritifs et les phases du sol ont permis de développer et de maintenir une visibilité importante des thèmes de la fertilité et de la fertilisation des sols. Le cas du phosphore (P) est toutefois particulier. À partir de la prise de conscience de l'enrichissement des sols en P, au milieu des années 90, et de l'avènement de la politique québécoise de l'eau au début des années 2000, l'étude du phosphore a occupé une vitrine de choix lors des congrès de l'AQSSS. Bien que les études spécifiques à la dynamique des éléments nutritifs dans le sol se soient poursuivies, une convergence entre ces études spécifiques et celles en pédologie à plus grande échelle ont permis de magnifier la portée scientifique de ces thèmes respectifs, ouvrant la porte à une intégration toujours plus forte des connaissances, source essentielle d'information pour le développement d'indicateurs agroenvironnementaux, la validation des bonnes pratiques de gestion et l'acquisition de connaissances sur les services écologiques rendus par les sols.

Même si l'avenir précaire de la science du sol, et en particulier celui de la pédologie au Québec et au Canada, a souvent été évoqué au cours des assemblées de l'AQSSS, force est de constater que le dynamisme des membres de l'AQSSS a permis d'utiliser à bon escient les connaissances acquises au cours des décennies et de « recentrer » puis de maintenir le sol au cœur des considérations agronomiques, sylvicoles et environnementales au Québec. À l'heure où le microbiome, l'agroécologie et les services écologiques constituent de nouveaux horizons à explorer, l'AQSSS semble demeurer une tribune de choix pour diffuser et intégrer les nouvelles connaissances en science du sol.

Fig. 1. Évolution des concepts de base en pédologie et chimie du sol menant aux études intégrées à grande échelle



Nouveaux horizons en sciences du sol: creuser davantage pour connaître ses racines et voir plus loin

VINCENT POIRIER

Unité de recherche et de développement en agroalimentaire
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
79, rue Côté, Notre-Dame-du-Nord, QC, J0Z 3B0
vincent.poirier@uqat.ca

Mots clés : Changements climatiques, Séquestration du carbone dans les sols, Horizons profonds du sol, Traits racinaires, Recherche multidisciplinaire

Nous vivons actuellement une époque marquée par des changements globaux et des problématiques environnementales majeures tels qu'une diminution de la biodiversité, une augmentation de l'insécurité alimentaire et une croissance des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Or, les sols peuvent contribuer à la résolution de telles problématiques ainsi qu'à l'atteinte de plusieurs des Objectifs de Développement durable des Nations Unies. En effet, les sols abritent plus du quart de toutes les espèces vivantes sur Terre et constituent le plus grand réservoir de carbone de la biosphère après les Océans. Toutefois, pour contribuer à relever les défis environnementaux d'envergure auxquels nous faisons face en ce moment, la science du sol doit se renouveler et s'ouvrir à de nouveaux horizons. Dans le cadre de cette présentation, nous aborderons dans un premier temps l'importance de considérer les horizons profonds du sol, d'une part dans l'évaluation de la capacité de stockage du carbone du sol et d'autre part dans l'évaluation de l'impact du mode de gestions des terres. Globalement, près de 60% du carbone stocké dans le premier mètre du sol se retrouve au-delà de 20 centimètres de profondeur. Dans un deuxième temps, nous allons démontrer comment l'étude des traits fonctionnels des racines des plantes peut contribuer à mieux comprendre les relations sols-plantes et quantifier l'impact des racines sur les processus du sol. L'importance des racines dans le fonctionnement du sol est bien connue. Malgré tout, de nombreux processus qui surviennent à l'échelle de la rhizosphère sont mal compris d'un point de vue fondamental compte tenu de la complexité inhérente à l'étude des racines des plantes. Une approche fondée sur l'étude des traits fonctionnels permet d'évaluer de façon quantitative l'influence des caractéristiques des racines sur des processus clés tels que les cycles du carbone, de l'azote et de l'eau dans le sol. De meilleures connaissances des traits racinaires et des impacts des racines sur le fonctionnement du sol requièrent davantage d'échanges entre les domaines de l'écologie végétale et la science du sol. En ce sens, nous terminerons cette présentation en soulignant la nécessité de développer une vision multidisciplinaire de la recherche afin de faire face aux défis environnementaux et climatiques qui nous préoccupent. Une telle vision contribuerait à réduire la compartimentation du savoir, favoriserait la diffusion des connaissances scientifiques et assurerait une meilleure gestion des écosystèmes agricoles, forestiers et agroforestiers dans une perspective de développement durable. Les défis sont immenses et le temps presse; une vision globale du système sol-plante s'impose pour léguer un environnement de qualité aux générations futures.

La recherche interdisciplinaire est cruciale pour affronter les défis sociétaux associés aux sols: plus facile à dire qu'à faire...

PHILIPPE C. BAVEYE

ECOSYS Unit, AgroParisTech-INRA, Université Paris-Saclay, Avenue Lucien Brétignières, 78850 Thiverval-Grignon, France.

Philippe.Baveye@AgroParisTech.fr

Mots clés: science des sols, rhizosphère, défis sociétaux.

De façon de plus en plus marquée, l'utilisation des sols est confrontée à un certain nombre de défis à propos desquels les questions abondent, et les réponses se font rares. Depuis une vingtaine d'années, l'effet d'un accroissement de la température ambiante sur le devenir de la matière organique des sols est au centre de nombreux débats, sans avancée majeure à ce jour. Pour nourrir les 9 ou 10 milliards d'habitants qui vivront sur terre avant la fin du siècle, alors que les ressources disponibles en sol et en eau décroissent rapidement, il faudrait d'urgence que l'on s'intéresse de près aux interactions entre sols et racines, et à la dynamique des processus rhizosphériques. Dans tous les cas, il semble évident que nous devons nous investir dans des recherches interdisciplinaires. De par l'aspect appliqué de la science des sols, on pourrait croire que l'approche interdisciplinaire nous est familière, mais une analyse des recherches au cours des 50 dernières années montre que ce n'est pas le cas du tout. Rares sont les recherches qui ont été véritablement interdisciplinaires. Il y a probablement tout un tas de raisons pour cela, qui ont trait au conservatisme des chercheurs, aux programmes de formation qui restent résolument mono-disciplinaires, au manque d'encouragement institutionnel, et aux systèmes d'évaluation de la productivité des chercheurs et des projets de recherche. Un des obstacles majeurs est dû au peu de temps que les chercheurs peuvent consacrer à la lecture et à l'auto-formation, préalables indispensables au développement d'un langage commun à tous les acteurs dans le cadre d'activités interdisciplinaires. Ces différents obstacles seront analysés en détail, ainsi qu'un nombre de moyens pratiques pour sortir de l'impasse, avant que les défis présents deviennent ingérables.

RÉSUMÉS DES PRÉSENTATIONS PAR AFFICHES
(par ordre alphabétique du premier auteur)

Nitrogen mineralization from pelletized poultry manure in heavy clay soil

HICHAM BENSLIM¹, JOANN K. WHALEN¹

¹Department of Natural Resource Sciences, Macdonald Campus of McGill University, 21111 Lakeshore Road, Ste-Anne-de-Bellevue, QC, H9X 3V9

hicham.benslim@mcgill.ca

Mots clés : pelletized poultry manure, urea hydrolysis, slow-release fertilizer, organic nitrogen

Pelletized hen manure, a product of poultry farms, is a valuable fertilizer. However, its contribution to soil nitrogen fertility in heavy clay soils for cereal production during a short growing season is very poorly understood. Valorizing pelletized hen manure as a nitrogen fertilizer for northern agriculture requires information on the pattern of nitrogen release after pelletized hen manure is applied to the field. The objective of this study was to determine nitrogen mineralization rate of pelletized poultry manure in a controlled laboratory study. Pelletized hen manure from a commercial poultry facility was mixed with heavy clay soil, moisture content adjusted to 75% of field capacity, and incubated at 10°C or 25°C for 10 weeks. The N input from pelletized hen manure was 0, 30, 60, 90, 120, 180 and 240 kg N/ha. As expected, there was significantly more mineral N (NH₄-N and NO₃-N) released from pelletized hen manure with higher N input rates and at a higher incubation temperature. Rapid urea hydrolysis observed in this study implies a potential N loss through ammonia volatilization when pelletized hen manure is broadcast on the soil surface. Methods to assess ammonia volatilization and quantify the N fertilizer value of pelletized hen manure in current and future growing seasons will be discussed.

Greenhouse gas emissions from organic muck soils under vegetable crop production

HICHAM BENSLIM¹, JOANN K. WHALEN¹

¹ Department of Natural Resource Sciences, Macdonald Campus of McGill University, 21111 Lakeshore Road, Ste-Anne-de-Bellevue, QC, H9X 3V9
hicham.benslim@mcgill.ca

Mots clés : carbon dioxide, nitrous oxide, methane, onion crop, organic soil

Introduction

The high inherent fertility of organic muck soils make them ideal for cultivating high-value vegetable crops. There is limited information about greenhouse gas (GHG) emissions from organic muck soils. The objective of this study was to collect data on GHG emissions from organic muck soils in Ontario, and determine what factors contributed to CO₂, N₂O and CH₄ emissions during two growing seasons (2014 and 2015).

Méthodologie

Gas samples were collected on 20 dates in 2014 (from May to October) and 19 dates in 2015 (from May to December) from non-steady state chambers installed in onion fields on 3 working farms, 1 fallow field and one nearby wetland site.

Résultats

The N₂O flux generally peaked in June to July and was related to rainfall events, with seasonal N₂O emissions (from June 1 to October 1) of 11.4 to 19.8 kg N₂O-N ha⁻¹ on the working farms. Less N₂O was emitted from the fallow fields and the wetland was a net sink for N₂O, producing seasonal emissions of -1.2 to -6.3 kg N₂O-N ha⁻¹. The CO₂ fluxes were greatest in mid-summer, when the air temperature was higher, and there was more CO₂ emitted in a wetter, hotter season (2015) than a drier, cooler season (2014). The CH₄ fluxes were negligible in the agricultural muck crop soils, which switched from a weak source of CH₄ in the 2014 season to a net sink (-3.7 kg CH₄ ha⁻¹) in the 2015 season. The wetland was always a source of CH₄, with 10-fold greater emissions of CH₄ in the wetter, hotter season of 2015 than in 2014. Most of the seasonal CO₂e emissions from the organic muck soils under agricultural production was due to CO₂ loss, probably related to decomposition and soil subsistence when these soils are drained and farmed.

Table 1: Cumulative GHG emissions and CO₂ equivalents emitted during the 2014 and 2015 field seasons.

Site	N ₂ O emissions (kg N ₂ O-N ha ⁻¹)	CH ₄ emissions (kg CH ₄ -C ha ⁻¹)	CO ₂ emissions (kg CO ₂ -C ha ⁻¹)	CO ₂ e emissions (kg CO ₂ -Ce ha ⁻¹)
2014 field season (June 1 to October 1, 2014)				
1	13.6	-0.27	18 829	22.9
2	-1.57	0.45	24 054	23.6
3	13.8	0.25	11 420	15.6
4	12.0	0.22	9 053	12.6
5	-6.28	335	11 516	18.0
2015 field season (June 1 to October 1, 2015)				
1	18.2	-3.37	49 354	54.7
2	4.61	-2.04	97 215	98.5
3	19.8	-2.04	61 637	67.5
4	11.4	-3.66	82 873	86.2
5	-1.21	3838	70 948	167

Conclusions

We conclude that the contribution of agricultural muck crop soils to GHG emissions in Canada is related to their inherent characteristics – namely high organic matter content that is susceptible to decomposition.

Interrelations entre les données pédologiques, environnementales et forestières par l'analyse diachronique et multivariée

JEAN-SÉBASTIEN BERTHELOT^{1,3}, DIANE SAINT-LAURENT^{1, 2}, VERNHAR GERVAIS-BEAULAC², MARTIN CHARLES^{1,4}

¹ Département des Sciences de l'environnement, Géographie, UQTR, C.P. 500, Trois-Rivières, QC, G9A 5H7

² Laboratoire de recherche en géomorphologie fluviale et sols, UQTR, C.P. 500, Trois-Rivières, QC, G9A 5H7

³ Association de la rivière Saint-Marguerite (ARSM), 160, rue Principale, Sacré Cœur, QC, G0T 1Y0.

⁴ Chaire de recherche du Canada en Intégrité écologique, UQTR, C.P. 500, Trois-Rivières, QC, G9A 5H7

diane.saint-laurent@uqtr.ca

Mot clés : Analyses multivariées, relations sol et végétation, propriétés des sols, peuplements forestiers, perturbations

Introduction : L'analyse porte sur les sols et la composition et la structure des forêts ripariennes qui subissent diverses perturbations, soit naturelles ou associées à l'activité humaine. Ces forêts constituent des îlots boisés dispersés dans la trame agricole et urbaine qui évoluent vers des peuplements matures. On cherche à comprendre la dynamique de ces ensembles forestiers riverains et de mesurer les impacts des influences anthropiques et naturelles (coupes partielles, crues, processus d'érosion et de sédimentation, etc.), tout en considérant leur évolution dans un cadre spatiale et temporelle en se basant sur l'analyse diachronique qui couvre la période de 1945-2010. Différentes analyses multivariées ont été réalisées pour comprendre les interrelations entre les données pédologiques, environnementales et forestières.

Méthodologie : Les sols et les peuplements riverains étudiés sont répartis le long des rivières Massawippi et Saint-François et occupent les zones inondables. Des sites à l'extérieur des plaines d'inondation ont également été analysés. Les sols et les peuplements forestiers inventoriés sont répartis dans 94 quadrats (10 m x 20 m) le long des rives suivant un gradient transversal. Les prélèvements de sol ont été analysés dans nos laboratoires et ceux de l'Université Laval, et les principales analyses effectuées sont les suivantes : concentrations en carbone organique total (COT), en azote total (NT), phosphore, C.E.C., acidité (pH), ainsi que l'analyse granulométrique et d'autres conditions édaphiques (drainage, pente, microtopographie, matériel parental, etc.). Les méthodes de terrain et d'analyse sont en conformité avec les normes établies par le Système canadien de classification des sols (SCCS, 2002) et les méthodes d'échantillonnage et d'analyses des sols (McKeague, 1978), ainsi que les méthodes d'inventaire forestier du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP, 2010). Outre les méthodes statistiques standards et les calculs de l'indice de Shannon, différentes analyses multivariées ont été réalisées dont l'analyse de redondance (ARD) et l'analyse canonique des correspondances (ACC) pour les différentes variables édaphiques et forestières.

Résultats : Bien que ces peuplements forestiers subissent diverses perturbations, on constate une assez grande diversité des espèces d'arbres et la régénération des strates inférieures suit une courbe normale de croissance avec une forte contingence de jeunes arbres qui se compare à une distribution en J-renversé (Berthelot et al., 2014, 2015). On note toutefois des densités moins élevées pour les peuplements riverains soumis à des crues fréquentes et des plus faibles taux de recrutement qui pourraient à la longue compromettre la régénération forestière. La majorité de ces peuplements proviennent d'anciennes friches agricoles et leur extension et leur densification ont augmenté surtout après les années 1960. On constate que les sols sont généralement plus acides et plus grossiers dans les zones non inondées, et leur taux de carbone organique et d'azote sont également plus élevés avec des valeurs significatives sur le plan statistique (Saint-Laurent et al., 2014a, 2014b). Les analyses multivariées (ARD et ACC) réalisées sur l'ensemble des données pédologiques, environnementales et forestières révèlent que certaines variables sont plus fortement reliées à la composition des ensembles forestiers, dont le pH, l'épaisseur des litières et le drainage du sol. Ces variables doivent néanmoins être considérées comme faisant partie d'un ensemble de conditions édaphiques qui interagissent ensemble.

Conclusion : Ces ensembles forestiers riverains forment des jeunes peuplements ou des peuplements intermédiaires qui pourraient évoluer vers des peuplements matures. Ils constituent d'importants ensembles et corridors verts qui favorisent les échanges et les flux entre les diverses espèces dans le paysage. On constate une augmentation des densités et des surfaces boisées depuis les années 1945 et surtout après les années 1960, souvent au détriment des terres agricoles. Enfin, le devenir de ces peuplements peut apparaître aléatoire puisqu'il n'existe aucune politique ou mesure gouvernementale qui assure leur protection et leur préservation.

Optimisation de la production d'amandes par la gestion de l'irrigation en temps réel

GABRIEL COLLIN¹, JEAN CARON¹, JACQUES GALLICHAND¹

¹Département des sols et de génie agroalimentaire, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, QC, G1V 0A6.
gabriel.collin.1@ulaval.ca

Mots clés : Irrigation, Potentiel matriciel, Potentiel du xylème, Variabilité Spatio-temporelle.

L'amande [*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb] est cultivée sur plus de 325 000 hectares en Californie, et ce principalement dans la Vallée centrale (USDA/NASS, 2013) produisant ainsi environ 80% de la production mondiale (2012-2013) (Almond Board of California, 2013). Cette culture utilise approximativement 500 à 1 500 mm pour produire des rendements acceptables (Micke et Kester, 1998). En Californie, le secteur agricole utilise près de 80% de l'eau douce (Canessa et al., 2011). Ce pompage excessif peut provoquer l'abaissement des nappes phréatiques, une diminution de la qualité de l'eau, l'intrusion saline dans les terres arables et même l'assèchement des puits (Croyle et al., 2014). Cette consommation d'eau ne peut être soutenue avec le faible régime de pluie (entre 75 à 300 mm selon la région) surtout avec l'accroissement de la sécheresse au cours des dix dernières années (CDWR, 2014). Cette situation exige la nécessité d'une gestion plus rationnelle de l'irrigation. Des technologies récemment mises au point au Canada et qui se basent sur les mesures de potentiel matriciel du sol en temps réel permettent d'effectuer des irrigations réduisant la consommation d'eau jusqu'à 30% sans affecter le rendement de la culture comme la fraise ou la canneberge (Pelletier et al., 2013). Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour la culture de l'amande afin de mettre au point ces régies en se basant soit sur la réponse de la culture elle-même ou sur les paramètres hydrologiques du sol.

Le présent projet était divisé en deux volets. Le premier était de comparer différents seuils de déclenchement de l'irrigation estimés à partir de la réponse de la plante (température, potentiel du xylème) ou des propriétés hydrodynamiques du sol. Ainsi, il sera possible de déterminer les effets de ces seuils sur les rendements d'amandes et de la consommation d'eau en comparaison avec les pratiques actuelles du producteur. Le deuxième était d'évaluer l'effet de la variabilité spatio-temporelle des propriétés hydrodynamiques du sol sur les rendements. L'expérimentation du premier volet a été menée durant 4 années, de mai à août, sur deux sites différents. Le dispositif était constitué d'amandiers de la variété Nonpareil. Les rangées étaient subdivisées en 4 blocs de 4 traitements : humide (-35 kPa), modéré (-45 kPa), sec (-55 kPa) et producteur (ETc, potentiel du xylème). Pour chaque traitement, trois tensiomètres étaient installés à trois profondeurs différentes soient à 25, 50 et 75 cm. L'irrigation de chacun des traitements était contrôlée à distance pour ne jamais dépasser le seuil de tension prescrit. L'expérimentation du deuxième volet a été effectuée en 2015 dans un champ de 30 ha. Le dispositif était constitué de 27 stations de 2 tensiomètres (25 et 50 cm) dans les rangées d'arbres de la variété Nonpareil. Des cylindres de sol, aux deux profondeurs pour chacune des stations, ont aussi été prélevés et analysés.

Les résultats préliminaires pointent vers un rendement optimal pour une tension de déclenchement de l'irrigation entre -35 kPa et -45 kPa tout en diminuant la consommation d'eau par rapport à celle du producteur utilisant une estimation de l'évapotranspiration de la culture. Nos résultats montrent que la méthode de mesure ponctuelle du potentiel du xylème ne fournit pas une précision adéquate pour être corrélée au rendement.

Références

- USDA/NASS, 2013. QuickStats Ad-hoc Query Tool. National Agricultural Statistics Services, United States Department of Agriculture.
- Almond Board of California, 2013. 2013 Almond Almanac. California Almonds.
- Micke, W C, et DE Kester. 1998. Almond growing in California. *Acta Hort.* 470 : 21-28.
- Canessa, P. et al., 2011. Agricultural Water Use in California : A 2011 Update. The Center for Irrigation Technology, California State University.
- Croyle, W. et al., 2014. Public Update for Drought Response Groundwater Basins with Potential Water Shortages and Gaps in Groundwater Monitoring. State of California: Department of Water Resources.
- CDWR, 2014. Water Year 2014 Ends as 3rd Driest in Precipitation. State of California, Department of Water Resources.
- Pelletier, V et al., 2013. « Effect of Soil Water Potential Threshold for Irrigation on Cranberry Yield and Water Productivity. » *Trans. Am. Soc. Agric. Biol. Eng.* Vol. 56, 6 : 1325-1332.

Effet de l'acidification d'un sol pollué aux métaux sur la phytodisponibilité du plomb

BOCAR ALLAYE DIALLO, CLAVER RITCH NGUEMA-ONDO, ANTOINE KARAM

Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada G1V 0A6
bocar-allaye.diallo.1@ulaval.ca

Mots clés : phytoextraction, contamination, soufre, acidification, calcaire

Dans le cadre du procédé de phyto-remédiation de sols pollués aux éléments traces métalliques développés sur roche-mère calcaire, le prétraitement du sol avec des solutions acides ou du soufre (S) élémentaire tend à acidifier le sol, ce qui permet de solubiliser les composés de plomb (Pb) solides ou de favoriser la désorption/extraction d'une partie du Pb total du sol.

Un essai cultural a été mené en serre pour examiner l'effet de l'apport de deux amendements acidifiants sur la répartition du Pb dans les fractions d'échantillons d'un sol pollué au Pb et au manganèse (Mn) légèrement alcalin, développé sur roche-mère calcaire. À cet effet, plusieurs portions d'échantillons de sol préalablement fertilisés (N-P-K) ont été mélangées avec 100 ml d'une solution H₂SO₄ (0,01 et 0,1 N) ou 2,95 g de soufre élémentaire dans des pots de culture puis ils ont été laissés sécher à l'air pendant deux mois. Chaque traitement a été répété deux fois. Les échantillons de sol traités ont été cultivés avec quatre espèces végétales, à savoir : moutarde brune (*Brassica juncea* L. Czern.), ray-grass vivace (*Lolium perenne* L.), fétuque rouge traçante (*Festuca rubra* L.) et luzerne (*Medicago sativa* L.). Après la récolte, le Pb contenu dans les échantillons de sols a été fractionné afin d'extraire le métal associé aux phases suivantes : "échangeable" (Pb_{ECH}), "carbonate" (Pb_{CAR}) et "oxyde" (Pb_{OXY}).

Les quantités de Pb, exprimées en % de Pb total, dans les échantillons de sols suivaient l'ordre croissant suivant : Pb_{OXY} (3,68 – 7,50%) > Pb_{CAR} (0,44 – 1,02%) > Pb_{ECH} (0,18 – 0,32%). Ces résultats indiquent que la plupart de Pb est très fortement fixé au sol. Des coefficients négatifs et significatifs de corrélation simple ont été obtenus entre les concentrations de Pb et celles de Ca dans les tissus aériens. D'un point de vue nutritionnel, la présence d'une quantité élevée de Ca peut provoquer un phénomène d'antagonisme à l'égard du Pb (Antosiewicz, 2005). Un excès d'ions Ca²⁺ labiles peut freiner l'absorption du Pb par occupation excessive des sites d'échanges des racines. Les concentrations de Pb dans les parties aériennes des plantes ont varié entre 20 et 41 mg/kg (matière sèche), étant légèrement plus élevées avec le S élémentaire. Dans ces conditions, il peut être utile dans le cas des sols pollués au Pb contenant du calcaire actif d'apporter d'amendements acidifiants pour rehausser la phytoextraction du Pb.

Références

Antosiewicz D.M. 2005. Study of calcium-dependent lead-tolerance on plants differing in their level of Ca-deficiency tolerance. *Environ Pollution*, 134(1): 23-34.

La gestion de l'irrigation basée sur la mesure du potentiel matriciel dans le sol améliore l'efficacité d'utilisation de l'eau dans la culture de la fraise en Californie

LAURENCE GENDRON¹, GUILLAUME LÉTOURNEAU¹, LÉLIA ANDERSON¹, GUILLAUME SAUVAGEAU¹, CLAIRE DEPARDIEU¹, RAYMOND LEVALLOIS², JEAN CARON¹

¹ Université Laval, Département de sols et de génie agroalimentaire

² Université Laval, Département d'économie agroalimentaire et des sciences de la consommation

laurence.gendron.1@ulaval.ca

Mots clés: tensiomètre, marché frais, fréquence d'irrigation, approche climatique

Face aux changements climatiques et à l'intensification de la production agricole, la ressource « eau » est appelée à devenir de plus en plus en demande mondiale. La nécessité d'adopter des pratiques agricoles de gestion de l'eau efficaces, soit permettant d'augmenter l'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE), est donc particulièrement d'actualité. L'EUE est fortement influencée par les méthodes de gestion de l'irrigation. En Californie, les méthodes de gestion de l'irrigation les plus communes en production de la fraise en champ sont celles basées sur le calcul de l'évapotranspiration de la culture (ET) et sur les mesures d'humidité dans le sol. Même si des études ont rapporté que la gestion de l'irrigation basée sur le potentiel matriciel, ou tension (ψ), dans le sol pouvait présenter un potentiel d'optimisation de l'EUE, la capacité de cette méthode d'améliorer l'EUE n'a pas toujours été clairement démontrée. La présente étude visait à comparer l'EUE de deux méthodes de gestion de l'irrigation dans la culture de la fraise californienne : la méthode conventionnelle et la méthode basée sur la tension dans le sol. La méthode conventionnelle incluait à la fois les traitements basés sur la gestion du producteur, principalement basée sur l'ET, et ceux gérés à partir de l'évapotranspiration (50% ET, 75% ET et 100% ET). La méthode basée sur la tension dans le sol incluait les traitements gérés à partir de mesure de la tension dans le sol et où les irrigations étaient déclenchées à des seuils entre -8 kPa et -35 kPa. Des régressions linéaires multiples déterminées à l'aide de données récoltées au cours de 5 saisons de production, sur 8 sites différents et décrivant les relations entre (1) le rendement en fruits frais et la ψ moyenne dans le sol au déclenchement de l'irrigation et entre (2) l'utilisation d'eau et la ψ moyenne au déclenchement de l'irrigation, considérant la méthode de gestion privilégiée, ont été utilisées. L'EUE a été calculée en divisant le rendement prédit par l'utilisation d'eau prédite, tous deux déduits à partir des droites de régression à différents seuils moyens de déclenchement de l'irrigation. Une analyse coûts-bénéfices a aussi été réalisée pour évaluer le potentiel économique d'une augmentation de l'EUE basée sur une stratégie d'irrigation de déficit (gestion sèche des irrigations). Les résultats montrent que la méthode de gestion basée sur la tension dans le sol améliore l'EUE de 7,5% à 93,4% par rapport à la méthode conventionnelle, peu importe la région de production et le type de sol. De plus, les résultats montrent que l'économie d'eau associée à une stratégie d'irrigation de déficit génère de faibles bénéfices monétaires comparativement aux pertes de rendements qui y sont associés.

Les champignons du sol associés au canola sont sélectionnés par les pratiques culturales et les conditions environnementales

CHANTAL HAMEL¹, JEAN-BAPTISTE FLOC'H¹, NEWTON LUPWAYI², NEIL HARKER³

¹ Centre de recherche et développement de Québec, 2560 Boulevard Hochelaga, Québec, Québec G1V 2J3

² Lethbridge Research and Development Centre, 5403 - 1 Avenue Sud, C.P. 3000, Lethbridge, (Alberta) T1J 4B1

³ Lacombe Research and Development Centre, 6000 C and E Trail, Lacombe AB T4L 1W1

Chantal.Hamel@agr.gc.ca

Mots clés : Communauté fongique du sol, canola, gestion de la biodiversité, rhizosphère.

Introduction: Les champignons sont une partie importante de la microflore du sol qui influence la santé des plantes cultivées. Harnacher la communauté de champignons du sol pour améliorer sa qualité biologique pourrait améliorer la performance environnementale des cultures, en particulier celle du canola. On sait que les légumineuses à graines peuvent influencer la composition de la communauté microbienne associée aux racines dans l'ouest canadien avec rétroaction sur la croissance des plantes (Bazghaleh et al. 2015; Ellouze et al. 2013). Ici, notre hypothèse était que la diversification des rotations de cultures influence la structure de la communauté fongique de la rhizosphère du canola.

Méthodologie: En 2008, treize rotations de cultures furent implantées sur quatre fermes expérimentales d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, i.e., Lacombe et Lethbridge en Alberta, et Scott et Swift Current en Saskatchewan. Nous avons échantillonné en 2013 la phase canola de six de ces rotations pour tester notre hypothèse: les monocultures de génotypes canola résistants à l'herbicide Liberty (LL) et à l'herbicide Roundup (RR), les rotations blé-LL et blé-RR, et les systèmes diversifiés pois-orge-LL et pois-orge-RR. Le sol de la rhizosphère fut récolté et son ADN extrait. Des amplicons de l'ITS des champignons du sol furent barcodés et séquencés par MiSeq, Illumina. Les séquences rapportées furent comptées et classifiées en unités taxonomiques opérationnelles, et ces dernières identifiées.

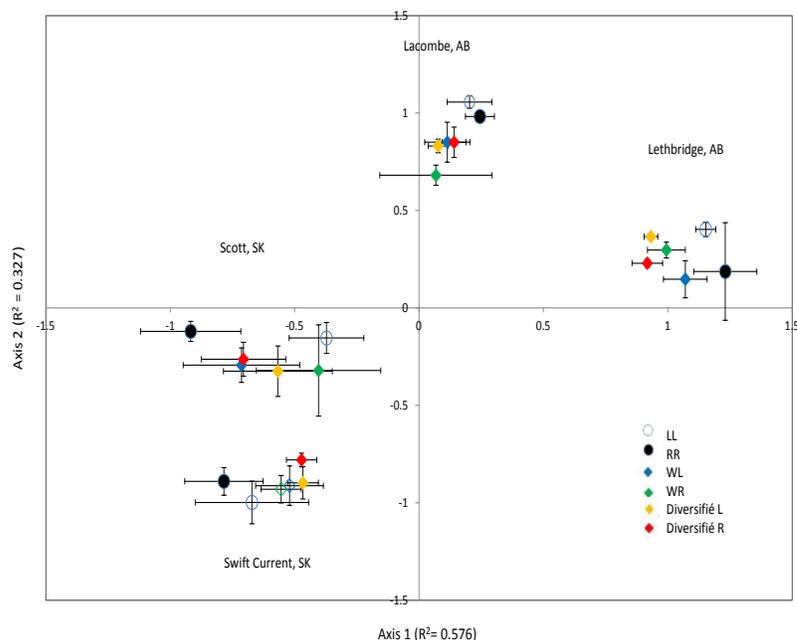
Résultats: Les conditions environnementales prévalent dans les sites expérimentaux eurent un effet dominant sur la communauté fongique résidant dans la rhizosphère du canola, mais un effet des traitements de rotation a aussi été détecté. Les traitements ont influencé les communautés fongiques de la même façon dans les différents sites.

Conclusions: La diversification des rotations de cultures influence la structure de la communauté fongique de la rhizosphère du canola.

Références

Bazghaleh, N., Hamel, C., Gan, Y., Tar'an, B., and Knight, J.D. 2015. Genotype-specific variation in the structure of root fungal communities is related to chickpea plant productivity. *Applied and Environmental Microbiology* **81**, 2368–2377.

Ellouze W, Hamel C, Vujanovic V, Gan Y, Bouzid S, St-Arnaud M (2013) Chickpea genotypes shape the soil microbiome and affect the establishment of the subsequent durum wheat crop in the semiarid North American Great Plains. *Soil Biology and Biochemistry* **63**, 129–141.



Effet de la fertilisation N, P, K sur le rendement de la canneberge commerciale

REZA JAMALY, LÉON-ÉTIENNE PARENT

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

Depuis quelques années, la production de la canneberge (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) tend à prendre de l'ampleur au Québec. Les producteurs concentrés en grande partie dans le bassin versant de la rivière Bécancour au Centre-du-Québec totalisent 64 % de la superficie québécoise consacrée à cette culture (Mainville, 2007). La récolte des canneberges est 48 fois plus importante sur une superficie 24 fois plus grande qu'en 1994 (APCQ, 2015). De plus, les producteurs croient pouvoir améliorer les rendements en élaborant une gestion de la fertilisation plus adaptée aux conditions locales. Comme le taux de nouaison varie en moyenne entre 30 et 40 % (Botelho et Vanden Hauvel, 2005), plusieurs hypothèses ont été soulevées pour augmenter ce faible taux. La fertilisation pourrait être la clé pour hausser le taux de nouaison de la canneberge. La fertilisation a un effet sur les paramètres du rendement, le rendement lui-même et l'équilibre nutritif de la canneberge. En effet, le nombre de fruits par tige, indice de rendement, atteint rarement le plein potentiel de la plante.

L'objectif de l'étude est de documenter le diagnostic nutritif du sol et de la plante en vue d'améliorer la fertilisation et la productivité de la canneberge. Tout d'abord, 18 traitements de fertilisation de N, P, K, Mg, Cu et B ont été établis sur deux sites chez l'entreprise l'Atoca de l'Érable et deux sites chez l'entreprise Atocas Blandford permanents afin pour déterminer l'effet des traitements sur le rendement de la canneberge (cv. Stevens). Des essais ont été effectués durant les étés 2014 et 2015 sur 144 parcelles expérimentales.

Références

- Eck, P. 1990. *The American Cranberry*. Rutgers University Press. New Brunswick and London. 420 P.
- Botelho M.R. et Vanden Hauvel J.E. *High Dissolved Oxygen Concentration of Floodwater Reduces Carbohydrate Concentration of Cranberry Uprights During Flooding*. HortScience.40 (3) 2005: 569-573.
- Brown, E.O. et Mcneil, J.N. 2006. *Fruit Production in Cranberry (ericaceae: vaccinium macrocarpon): a Bet-hedging Strategy to Optimize Reproductive Effort*. American Journal of Botany 93(6): 910-916.

Évolution des stocks de carbone dans les débris ligneux et le sol après récolte forestière

JÉRÔME LAGANIÈRE¹, DAVID PARÉ¹, ÉVELYNE THIFFAULT²

¹ Service Canadien des Forêts, Centre de Foresterie des Laurentides, Québec, QC

² Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, Québec, QC

Jerome.laganiere@canada.ca

Mots clés : Sol forestier, Podzol, Carbone, Coupe forestière

L'exploitation forestière enlève périodiquement de la matière ligneuse qui, si non récoltée, contribuerait éventuellement à matière organique du sol. Les effets à long terme de la modification de la qualité et la quantité des apports en matière organique au sol, en particulier sur le stockage du C et la fertilité des sols, sont mal connus. Des études récentes suggèrent que la contribution de la matière ligneuse à la formation de la matière organique du sol est plus modeste que l'on pensait. Néanmoins, comme la matière ligneuse se décompose lentement, elle peut contribuer à la matière organique du sol pendant une certaine période et fournir une capacité de rétention de l'eau, des éléments nutritifs et des habitats pour divers organismes.

Une approche de chronoséquence a été utilisée pour acquérir des connaissances sur les effets à moyen terme (17 ans) de la récolte forestière sur les stocks de carbone dans les débris ligneux et les sols de la forêt boréale. Nous avons étudié des parcelles possédant des conditions écologiques similaires, mais ayant subi un aménagement qui a laissé différentes quantités de matière ligneuse au sol (coupe par arbres entiers vs. tronc entiers). La coupe par troncs entiers laisse plus de débris au sol car l'ébranchage se fait sur le parterre de coupe. Les débris ligneux fins (<1 cm), petits (1-3 cm) et grossiers (<3 cm) et les sols (couche organique et sol minéral jusqu'à 55 cm) de ces parcelles ont été échantillonnées et analysés pour leur contenu en C.

Sans grande surprise, la quantité de C contenue dans les débris ligneux fins et petits était plus élevée dans la coupe par troncs entiers que dans la coupe par arbres entiers. Toutefois, cette différence s'estompe dans le temps pour devenir non significative. De plus, aucune différence n'a été observée dans les débris ligneux grossiers et dans les sols, 1 an et 17 ans après la coupe. Ces résultats suggèrent que l'histoire récente des apports en matière ligneuse au sol (coupe par arbres entiers vs. troncs entiers) a peu d'impact sur l'accumulation à long terme du C dans ces forêts.

Apports d'azote des engrais verts en combinaison avec la fertilisation minérale ou organique

MAUDE LANGELIER¹, MARTIN CHANTIGNY², DENIS PAGEAU³, ANNE VANASSE¹

¹ Université Laval, 2425 rue de l'agriculture, Québec, Qc, G1V 0A6

² Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2560 Boul. Hochelaga, Québec, Qc, G1V 2J3

³ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ferme de recherche, 1468, rue St-Cyrille, Normandin, Qc, G8M 4K3
maude.langelier.1@ulaval.ca

Mots clés : Cultures de couverture, Azote-15, blé

La quantification des apports d'azote des engrais verts (EV) à une culture subséquente demeure un défi. Elle varie selon la production de biomasse, la concentration en azote (N) et la minéralisation des EV qui sont influencées à leur tour par l'environnement et les pratiques culturales (Tonitto et al., 2006). L'objectif de ce projet est de déterminer l'impact de quatre EV combinés ou non à une fertilisation minérale ou organique, sur l'apport en N et le rendement d'une culture subséquente de blé. L'essai est mis en place sur un loam sableux à la station expérimentale de l'Université Laval à Saint-Augustin-de-Desmaures (Québec) et répété sur deux saisons (2014-2015 et 2015-2016). Une expérience factorielle avec quatre blocs complets aléatoires est réalisée. Le premier facteur inclut cinq traitements d'EV : témoin sans EV, mélange trèfles rouge et blanc semé en intercalaire avec l'orge et avoine, pois fourrager et radis huileux semés en dérobée après l'orge. Le deuxième facteur comprend trois fertilisations : témoin sans N, fertilisation minérale (27-0-0) et fertilisation organique (lisier de porc) apportant 50 kg N disponible ha⁻¹. Le suivi de l'azote dans le système sol-plante est assuré grâce au marquage isotopique des fertilisants à l'azote-15 (¹⁵N). La méthode des prélèvements en N est aussi utilisée pour évaluer la contribution des EV à la culture subséquente. En 2014, le rendement en biomasse du trèfle (3821 kg MS ha⁻¹) et son apport potentiel en N (108 kg N ha⁻¹) étaient nettement supérieurs à ceux des autres EV. En 2015, les rendements en biomasse ont été élevés (près de 3 t ha⁻¹) tant pour le pois fourrager, le radis huileux et le trèfle (Tableau 1). Les EV de légumineuses se sont distingués des autres EV par des apports en N plus élevés. En 2014, la fertilisation minérale ou organique a eu un effet positif sur le rendement en biomasse de l'avoine et du radis huileux alors que pour les EV de légumineuses, la fertilisation n'a pas eu d'effet (pois fourrager) ou a diminué le rendement de l'EV (trèfle). En 2015, la fertilisation a eu un effet positif sur le rendement en biomasse de tous les EV. Enfin, le rendement du blé a augmenté de 23% suivant le mélange de trèfles et de 8% après le pois fourrager et le radis huileux en comparaison au témoin sans EV. Les résultats de 2016 permettront de confirmer l'effet positif des EV sur le blé et de préciser les coefficients réels d'utilisation des engrais à l'aide du marquage isotopique au ¹⁵N.

Tableau 1. Rendement en biomasse aérienne et apport potentiel en N des EV et rendement du blé selon différents traitements de fertilisation (St-Augustin, 2014 et 2015)

Traitements	2014		2015		Rendement Blé (kg ha ⁻¹)
	Biomasse aérienne (kg MS ha ⁻¹)	Apport potentiel en N (kg N ha ⁻¹)	Biomasse aérienne (kg MS ha ⁻¹)	Apport potentiel en N (kg N ha ⁻¹)	
EV ¹					
Avoine	1771 b	47,7 b	1819 b	52,6 c	3149 c
Pois	1310 c	62,6 b	2901 a	126,6 a	3521 b
Radis	1746 bc	47,4 b	3139 a	68,1 c	3571 b
Témoin	-	-	-	-	3275 bc
Trèfle	3821 a	107,7 a	2862 a	92,4 b	4035 a
Fertilisation					
ON	1930 b	59,5 b	2114 b	70,5 b	3517
Nlisier	2252 ab	68,0 ab	2790 a	84,3 b	3586
Nmin	2305 a	71,6 a	3137 a	100,1 a	3428

¹ EV : Engrais verts

Références

Tonitto, C., David, M.B., and Drinkwater, L.E. (2006). Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112(1), 58-72. doi:10.1016/j.agee.2005.07.003

Évaluation de la technique du géoradar pour diagnostiquer le drainage interne des champs de canneberges

AWA MBODJ¹, SILVIO J. GUMIERE¹, JACQUES GALLICHAND¹, CHRISTIAN DUPUIS²

¹ Université Laval, Département des sols et de génie agroalimentaire, 2480 boulevard Hochelaga, Québec (QC) G1V 0A6, Canada

² Université Laval, Département de géologie et de génie géologique, 1065, avenue de la Médecine, Québec (QC) G1V 0A6, Canada

awa.mbodj.1@ulaval.ca

Mots clés : géoradar, canneberges, drainage.

Une méthode fiable pour identifier les zones problématiques de drainage dans les champs de canneberges est d'un intérêt pratique pour les producteurs. Elle peut aider au développement de stratégies visant à améliorer le rendement des cultures. L'objectif de cette étude était de localiser les couches de perméabilité réduites dans deux champs en production de canneberges à l'aide de l'imagerie du Ground Penetrating Radar (GPR) et de lier les images obtenues à la stratigraphie souterraine. Une antenne monostatique GPR a été utilisée pour acquérir des données dans deux champs de canneberges : un construit sur sol organique et un autre sur sol minéral. La visualisation en trois dimensions de la stratification du champ a été possible après l'interpolation et l'analyse des faciès. La variabilité spatiale du rendement des cultures et la conductivité hydraulique saturée des champs ont été comparées aux données GPR par deux méthodes : calcul du pourcentage de différence et estimation de l'entropie. La visualisation des données couplée à leur analyse a permis de mettre en évidence la géométrie souterraine et des discontinuités importantes. Une couche restrictive à l'écoulement de l'eau dans le sol a été identifiée dans les deux champs étudiés. Les résultats montrent qu'il y a une bonne corrélation entre les zones où la couche à perméabilité réduite est plus superficielle et la baisse de rendement. Le niveau de similarité de la conductivité hydraulique saturée confirme l'emplacement de la couche à perméabilité réduite.

Phytodisponibilité de l'aluminium dans un sol légèrement alcalin riche en plomb et en manganèse

CLAVER RITCH NGUEMA-ONDO, BOCAR ALLAYE DIALLO, ANTOINE KARAM

Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada G1V 0A6
claver-ritch.nguema-ondo.1@ulaval.ca

Mots-clés : phytoremédiation, contamination, fractionnement, métaux, carbonate de calcium

Dans les sols calcaires la concentration de l'aluminium (Al) labile, qui se présente principalement sous forme d'aluminate $[(Al(OH)_4]^-$ dans la solution du sol, est très faible et par conséquent ne cause pas de toxicité pour les plantes cultivées (Kidd et Proctor, 2000) ou ne constitue pas un danger pour l'environnement. Toutefois, la phytoextraction induite d'éléments traces métalliques par acidification des sols calcaires pollués aux éléments traces métalliques peut augmenter la concentration d'Al labile dans le sol.

Un essai cultural a été mené en serre pour examiner l'effet de l'apport de deux amendements acidifiants sur la répartition de l'Al dans les fractions d'échantillons d'un sol pollué au plomb (Pb) et au manganèse (Mn) légèrement alcalin, développé sur roche-mère calcaire. À cet effet, plusieurs portions d'échantillons de sol préalablement fertilisés (N-P-K) ont été mélangées avec 100 ml d'une solution H_2SO_4 (0,01 et 0,1 N) ou 2,95 g de soufre élémentaire dans des pots de culture puis ils ont été laissés sécher à l'air pendant deux mois. Chaque traitement a été répété deux fois. Les échantillons de sol traités ont été cultivés avec quatre espèces végétales, à savoir : moutarde brune (*Brassica juncea* L. Czern.), ray-grass vivace (*Lolium perenne* L.), fétuque rouge traçante (*Festuca rubra* L.) et luzerne (*Medicago sativa* L.). Après la récolte, l'Al contenu dans les échantillons de sols a été fractionné afin d'extraire le métal associé aux phases suivantes : "échangeable" (Al_{ECH}), "carbonate" (Al_{CAR}) et "oxyhydroxyde" (Al_{OXYH}).

Les quantités de Al_{ECH} (0,5 M KNO_3) étaient très faibles (< 0,03%). Les quantités d'Al labiles ($ECH+CAR$) représentaient moins que 0,08% de l'Al total des sols. Les quantités d'Al, exprimées en % d'Al total, dans les échantillons de sols suivaient l'ordre croissant suivant : Al_{OXYH} (0,04 – 0,11%) > Al_{CAR} (0,03 – 0,08%) > Al_{ECH} (0,01 – 0,03%). Ces résultats indiquent que la plupart des ions Al^{3+} étaient présents dans la fraction résiduelle du sol. Les teneurs en Al des tissus végétaux aériens étaient positivement corrélées avec le contenu en Al des tissus végétaux et négativement corrélées avec : i) les quantités de calcium (Ca) et de magnésium (Mg) échangeables et ii) les teneurs en Ca et Mg des parties aériennes de la plupart des plantes cultivées. Les concentrations d'Al dans les tissus végétaux (183 et 250 mg/kg matière sèche) sont comparables à celles normalement rencontrées chez la plupart des graminées et légumineuses cultivées dans des sols agricoles non contaminés. Dans les conditions expérimentales utilisées, les espèces cultivées se sont avérées de bonnes candidates pour stabiliser le sol pollué aux métaux traité avec deux amendements acidifiants.

Références

Kidd P.S. and Proctor J. 2000. Effects of aluminium on the growth and mineral composition of *Betula pendula* Roth. Journal of Experimental Botany, 51 (347): 1057-1066.

Modélisation hydrologique en support à la gestion des eaux de surface de la MRC Brome-Missisquoi

MOHAMED NIANG¹, AUBERT MICHAUD¹, ARIANE DROUIN¹, SIMON LAJEUNESSE²,
PIER-PHILIPPE LABRIE²

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

² Municipalité régionale de comté Brome-Missisquoi. 749, rue Principale, Cowansville J2K 1J8

Mohamed.niagn@irda.qc.ca

En réponse aux problématiques de gestion des eaux de surface vécues sur le territoire de Brome-Missisquoi (inondations, dommages aux infrastructures, interdictions de baignade, contamination de prises d'eau), le conseil des maires de la MRC Brome-Missisquoi a adopté un cadre réglementaire (REGES) qui vise à ce que les interventions sur leur territoire n'augmentent pas la vitesse d'évacuation de l'eau et n'altèrent pas la qualité de l'eau qui ruisselle vers les cours d'eau et les lacs. Le cadre implique une série d'objectifs et de normes concernant les bandes riveraines, la construction de chemins et de projets de développement, les interventions en pente forte, le couvert végétalisé, la gestion des eaux pluviales, de même que le contrôle de l'érosion en chantier et en milieu agricole. En support à la mise en œuvre du REGES, les équipes de l'IRDA et de la MRC Brome-Missisquoi ont collaboré à la réalisation d'un outil à référence spatiale représentant la variabilité spatiale des processus de ruissellement de surface, d'érosion et de transferts de phosphore sur le territoire de la MRC. La réalisation du Projet a profité d'une intégration d'expertises acquises dans la région en matière de caractérisation des sols par la télédétection (projets GRISE¹, Lisière Verte et RÉZOTAGE²), de suivis hydrométriques en micro-bassins versants et de modélisation hydrologique (projets SWAT-QC³ et GÉODEP⁴). Au plan opérationnel, il en résulte une application SIG (GéODEP 2.0) développée sur la base de données géospatiales généralement disponibles pour l'ensemble du territoire agricole québécois, représentant la vulnérabilité du parcellaire au ruissellement, à l'érosion et à l'exportation de P, et offrant à l'utilisateur l'opportunité de représenter dans l'espace les réponses de ces indicateurs à différentes occupations du sol et de scénarios de gestion environnementale. Développée avec l'application *Model Builder* d'ESRI, l'outil peut être utilisé dans d'autres régions agricoles disposant de données géospatiales similaires.

[1] Michaud, A.R., et al. 2009. Gestion raisonnée et intégrée des sols et de l'eau (GRISE). Rapport final 87 p. <http://www.irda.qc.ca/fr/publications>

[2] Michaud, A.R., et al. 2014. RÉZOTAGE : Réalisation de ZONES Technico-économiques Agricoles de Gestion. Rapport final. 180 p. <http://www.irda.qc.ca/fr/publications>

[3] Gombault et al. 2015. Modelling climate change impacts on the hydrology of an agricultural watershed in southern Québec. Canadian Water Resources Journal / Revue canadienne des ressources hydriques. 40 (1) : pages 71 à 86.

[4] Drouin, A., et al. 2014. GÉODEP : l'outil de diagnostic des exportations de phosphore spatialisé. Fiche synthèse, IRDA. 2 p. <http://www.irda.qc.ca/fr/publications>

Engrais azoté à libération contrôlée : impact sur lessivage des nitrates sous production de la pomme de terre

ISABELLE PERRON¹, ATHYNA N. CAMBOURIS¹, NOURA ZIADI¹, BERNIE J. ZEBARTH²

¹ AAC, Centre de recherche et de développement de Québec, QC

² AAC, Centre de recherche et de développement de Fredericton, NB

Athyna.cambouris@agr.gc.ca

Mots clés : rendements total et vendable, lysimètre à succion

Introduction

L'optimisation de la fertilisation azotée (N) dans la culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est cruciale pour l'obtention de rendement optimum en tubercules tout en permettant de minimiser les risques de pollution environnementale. Des études (Shrestha et al., 2010; Venterea et al., 2011) ont démontré que les engrais azotés à libération contrôlée devraient être en mesure de fournir le N à la plante tout au long de son développement, c'est-à-dire en fonction de ses stades de croissance et ce sans avoir recourt au fractionnement. L'objectif de cette étude est d'évaluer la réponse de différentes sources et doses d'engrais azotée sur le rendement de la pomme de terre ainsi que sur le lessivage des nitrates durant la saison de croissance.

Méthodologie

En 2013 et 2014, deux sites expérimentaux (l'un irrigué et l'autre non irrigué) ont été mis en place dans un champ en culture commerciale de pomme de terre à Ste-Catherine-de-la-Jacques-Cartier sur des podzols humo-ferriques orthiques (série Morin). Les traitements d'engrais à libération contrôlée ont été utilisés en source pure (PCU) et combinés à de l'urée (PCU+) selon la proportion 75 % PCU et 25 % urée. Les doses de N appliquées pour les traitements de PCU et PCU+ étaient de 100, 150 et 200 kg N ha⁻¹ (2013 : 150 et 200 kg N ha⁻¹). L'engrais à libération contrôlée était le ESN de la compagnie Agrium (www.agriumat.com) mieux connu au Québec sous le nom FRN et contenait 44 % de N sous forme d'urée (44-0-0). De plus, deux autres traitements, un témoin non fertilisé (N0) et un engrais conventionnel (CMF_N200: 100 kg N ha⁻¹ à la plantation sous forme de 21-0-0 plus 100 kg N ha⁻¹ au buttage sous forme de 27-0-0), ont été appliqués. Le cultivar utilisé était le Russet Burbank. Le dispositif expérimental était un bloc complet aléatoire à quatre répétitions. Le risque de lessivage des nitrates a été évalué en échantillonnant toutes les deux semaines de la plantation à la récolte (neuf dates d'échantillonnage par an) la solution du sol contenue dans des lysimètres à succion installés à 90 cm sous la surface du sol. Les rendements total et vendable ont été mesurés à la récolte.

Résultats

Pour les deux années de l'étude, aucune différence significative n'a été observée entre les sites irrigués et non irrigués pour les rendements en tubercules total et vendable ainsi que la concentration en nitrates de la solution. Ce résultat pourrait s'expliquer par une humidité plus élevée que la normale (2013: 694 mm + 44 mm de l'irrigation; 2014: 503 mm + 66 mm d'irrigation). La concentration moyenne en nitrates de la solution du sol avec le PCU à une dose de 150 kg N ha⁻¹ était de 40 % inférieure à CMF_N200 en 2013 et équivalente à CMF_N200 en 2014. Le PCU (150 kg N ha⁻¹) a produit 4.8 % (2013) et 6.9 % (2014) de plus de tubercules vendables que le CMF_N200.

Conclusions

Les résultats suggèrent qu'une seule application de PCU en saison humide peut minimiser le risque de lessivage intra-saisonnier en nitrates dans les sols sableux par rapport aux applications fractionnées d'engrais conventionnel et ce, sans réduire le rendement en tubercules.

Références

- Shrestha, R., L. Cooperband et A. MacGuidwin. 2010. Am. J. Potato Res. 87:229–244. doi:10.1007/s12230-010-9131-x.
- Venterea, R. T., Bijesh, M. et Dolan, M. S. 2011. J. Environ. Qual. 40:1521–1531. doi:10.2134/jeq2011.0039.

Modélisation des processus d'écoulements souterrains à l'échelle d'un champ de canneberges

CINTIA RACINE¹, SILVIO J. GUMIÈRE¹, JONATHAN LAFOND¹

¹ Université Laval, Sols et de Génie Alimentaire
cintia.racine.1@ulaval.ca

Mots clés : Modélisation hydrologique, champ, canneberge, optimisation, critères d'erreurs

En culture de canneberges, la subirrigation constitue une solution pour maintenir les conditions hydriques du sol favorables à la croissance des fruits et au rendement (Pelletier et al. 2015). Un contrôle efficace des niveaux de la nappe dans les champs via le système de drainage repose sur l'analyse de données spatialisées en temps réel effectuée par un outil de décision tenant compte des prévisions météorologiques. Celui-ci peut être construit sous la forme d'un modèle hydrologique spatialisé. Dans cette étude, un modèle numérique en deux dimensions a été implémenté dans le logiciel HYDRUS pour représenter les processus d'écoulements souterrains principaux qui agissent à l'échelle d'un champ de canneberges gérées en subirrigation. La calibration du modèle a été effectuée par le logiciel PEST dans le but de déterminer les jeux de paramètres hydrodynamiques de sol optimaux menant à réduire l'écart entre les données simulées et observées de mesures de tension dans la zone racinaire. Les performances des séquences d'optimisation ont été évaluées par l'estimation de trois critères d'erreur, le coefficient de détermination (R^2), la racine carrée de l'erreur quadratique (RMSE) et le coefficient de performance de Nash-Sutcliffe (NSE). L'influence des valeurs prises par les paramètres initiaux dans le processus d'optimisation a été étudiée en testant 2500 combinaisons de paramètres d'entrée à optimiser constituées de la conductivité hydraulique saturée et des paramètres géométriques α et n du modèle capillaire de Van Genuchten. Enfin, le modèle d'écoulement a été validé en mode prévisionnel sur une série de données différente de celle qui a été utilisée à l'étape de la calibration.

Références

Pelletier, V., Gallichand, J., Gumière, S., Pepin, S., and Caron J. 2015. Water table control for increasing yield and saving water in cranberry production. *Sustainability* 2015, 7, 1-x manuscripts, DOI:10.3390/su70x000x.

Gestion du lessivage par irrigation de précision basée sur la tension et suivi des nitrates par conductivité électrique en production de fraise en Californie

GUILLAUME SAUVAGEAU¹, STEEVE PEPIN¹, CLAIRE DEPARDIEU¹, LAURENCE GENDRON¹, LÉLIA ANDERSON¹, JEAN CARON¹

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval
guillaume.sauvageau.1@ulaval.ca

Mots clés: Irrigation, Lessivage, Nitrate, Salinité, Fraise

Le fraiser possède un système racinaire peu profond, il est sensible au stress hydrique et il tolère peu la salinité. La culture de fraise nécessite donc des irrigations fréquentes pour assurer un rendement en fruit élevé. De plus, chaque irrigation doit être gérée avec précision afin de limiter le lessivage des fertilisants (p. ex. les nitrates) vers les eaux souterraines. L'objectif de ce travail était de comparer, au cours de deux saisons de croissance et sur deux sites californiens (Loam sableux et loam argileux), le lessivage et la salinité associés à différentes régies d'irrigation. Ce travail visait également à vérifier si un suivi des nitrates pouvait être assuré par mesure de conductivité électrique (CE) afin d'améliorer le contrôle du lessivage des nitrates. Au cours des deux saisons, deux régies étaient basées sur l'évapotranspiration (ET) (50% de ET et 100% de ET) et quatre régies étaient basées sur les seuils de tension suivant : (i) *wet* (-10 kPa), (ii) *variable*, (iii), *late* (-35/-10kPa) et (iv) *dry* (-35 kPa). Le seuil de tension du traitement *variable* était ajusté en fonction de l'ET du jour et le seuil de tension du traitement *late* était de -35 kPa en début de saison et de -10 kPa par la suite. Aucune différence significative de conductivité électrique n'a été observée entre les traitements même si d'importantes fluctuations ont été mesurées pendant la saison. De plus, la concentration en nitrate dans la solution du sol a peu d'impact sur les modèles de salinité. La CE n'est donc pas un indicateur fiable pour suivre l'évolution de la concentration en nitrate dans le sol.

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

Synthèse de sept ans de recherche sur l'irrigation et le drainage de la canneberge

JEAN CARON, VINCENT PELLETIER, TIPHAIN JABET, YANN PÉRIARD, MARIE-ÉLISE SAMSON, SIMON BONIN ET SILVIO GUMIERE

Département des sols et de génie agroalimentaire
Pavillon Environtron, 2480 boul. Hochelaga, local 1120
Université Laval, Québec, G1V 0A6
jean.caron@fsaa.ulaval.ca

L'industrie la canneberge est en pleine expansion Québec et est passée de quatrième à deuxième état producteur en Amérique du Nord. L'année passée, elle enregistrait les rendements les plus importants obtenus à l'hectare depuis l'introduction de cette culture. Alors que l'expansion de cette culture était limitée par l'utilisation de l'eau, la rationalisation dans l'utilisation de celle-ci a mené à des gains de rendements appréciables dans cette culture. Cette présentation fait la synthèse des plus récents résultats ayant mené à des changements importants dans les recommandations d'irrigation. Elle démontre également que des observations ont permis de mettre en évidence les limites importantes que présente le drainage et la compaction dans l'optimisation de la productivité. Malgré des prix variables pour la culture, l'impact financier associé à ces phénomènes a été majeur au cours des dernières années dans le maintien d'une position compétitive pour cette industrie et pour son expansion dans les exploitations du Québec et du Wisconsin. Ces travaux ont amené de nouvelles recommandations qui se résument au maintien de l'humidité dans une zone de potentiel matriciel irrigation entre -4 et -7 kPa, à une utilisation accrue de la subirrigation, au maintien d'une nappe à 60 cm de la surface du sol, à un besoin de drainage très rapide suivant l'application d'eau ou l'ennoyage des champs, à une irrigation de refroidissement d'un événement par jour, au choix adéquat du sable de construction des champs pour éviter la compaction naturelle et au maintien de la salinité à un faible niveau.

Implication du transport des colloïdes sur la formation d'une couche compacte dans les sols sous cultures de canneberges

CIVIL NODY¹, PÉRIARD YANN¹, GUMIERE SILVIO JOSÉ¹, LAFOND JONATHAN¹

¹Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada
nody.civil.1@ulaval.ca

Mots clés : Colloïdes, colmatage, transport, canneberge.

L'implantation d'un champ de canneberge nécessite la mise en place d'un système de drainage et une modification de la structure naturelle du sol. La culture de canneberges, étant intensément drainée, peut accélérer le transport des colloïdes dans le profil de sol. La rétention de ces particules dans les pores du sol induit un phénomène de colmatage, ce qui contribue à modifier considérablement la capacité de drainage du sol (Wildenschild and Sheppard, 2013) et peut provoquer une réduction significative des rendements. Le transport de particules colloïdales a été largement étudié en laboratoire, mais très peu sur des sites en production. L'objectif de ce projet est d'évaluer l'évolution et la migration des particules fines dans le profil de sol au fil du temps sur des champs en culture de canneberges.

Cette expérience a été mise en place sur 3 sites (A, B, C) de production au Québec. Un traceur physique inerte, l'oxyde de zirconium (ZrO_2), a été appliqué sur des parcelles de 25 x 25 cm au début de l'été 2014. Des colonnes de sol de 60 cm de long et de 6 cm de diamètre interne ont été échantillonnées sur chacun des sites lors de 2 périodes différentes, soit août 2014 (T1) et juillet 2015 (T2), pour un total de 18 colonnes. Celles-ci ont été coupées et séchées en segments de 2 cm d'épaisseur, donnant ainsi 30 échantillons de sol par colonne. La concentration de ZrO_2 a été mesurée par spectromètre de fluorescence rayon-X (EDXRF). La granulométrie a aussi été mesurée sur les mêmes segments afin d'identifier des zones d'accumulation de particules fines.

Les résultats préliminaires obtenus par EDXRF ont montré une migration de ZrO_2 sur toutes les colonnes à 10 cm de profondeur au T1, soit la profondeur racinaire de la canneberge. Cependant au T2, les colonnes du site C ont montré une migration entre 20 à 30 cm de profondeur. Ces résultats sont en accord avec des expérimentations antérieures réalisées sur des colonnes de sol en laboratoire qui ont montré une accumulation de particules fines à la limite de la hauteur de fluctuation de la nappe, ce qui diminuait significativement la porosité efficace et la conductivité hydraulique (Périard et al., 2016). L'oxyde de zirconium semble être un bon traceur physique pour le suivi de la migration de particules fines en milieu non saturé.

Cette étude permettra de mettre en évidence la migration de particules colloïdales dans le profil de sol à différentes profondeurs et l'influence de ce transport sur la formation d'une couche compacte sous culture de canneberges. De connaître ces mécanismes de transport et la vitesse à laquelle ils se produisent est d'une importance primordiale pour les producteurs de canneberges, autant en termes de productivité que pour la gestion de l'eau et de leurs sols. Les connaissances acquises sur les processus de transport des particules fines contribueront à prévoir l'évolution des sols soumis à différentes conditions et d'assurer des pratiques agricoles durables en production de canneberges.

Références

- Périard, Y., Gumiere, S.J., Rousseau, A.N., Long, B., and Caron, J. 2016. Xray CT-scan framework for soil properties evolution characterization under drainage process. *Geoderma* (soumis en février 2016).
- Wildenschild, D., and Sheppard, A.P. 2013. X-ray imaging and analysis techniques for quantifying pore-scale structure and processes in subsurface porous medium systems. *Advances in Water Resources* 51: 217-246. Doi : <http://dx.doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.07.018>.

Des orientations pour améliorer la fertilité azotée des sols en grandes cultures de grains biologiques

ZONLEHOVA COULIBALI¹, MARC-OLIVIER GASSER², GILLES TREMBLAY³, LOTFI KHIARI¹

¹ Département des sols et génie agroalimentaire, Université Laval, QC, G1V 0A6

² Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, Québec, QC, G1P 3W8

³ Centre de recherche sur les Grains, Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC, J3G 4S5

zonlehoua.coulibali.1@ulaval.ca

Mots clés : Fertilisation azotée, grandes cultures, engrais de ferme, agriculture biologique.

La fertilisation azotée est un défi majeur en production de grains biologiques où l'usage des engrais de synthèse est interdit et le recours aux engrais de ferme est parfois limité. Les producteurs font appel à des engrais verts de légumineuses et à différents engrais de ferme pour combler les besoins en azote, mais les aléas climatiques peuvent interférer sur la disponibilité de cet azote.

Une enquête a été adressée par voie électronique aux 76 producteurs membres du Syndicat des producteurs de grains biologiques du Québec avec pour objectif de comprendre les systèmes de culture et modes de fertilisation azotée, de même que les contraintes vécues et les solutions qu'ils préconisent. On pourrait ainsi mieux cibler et orienter les travaux de recherche visant à réduire les déficits en azote dans ces cultures.

Ces résultats sont ceux de 16 producteurs. Neuf parmi eux sont à la fois éleveurs disposant des effluents pour la fertilisation et au nombre desquels quatre sont éleveurs de bovins avec de ce fait une prairie dans la rotation. Ces rotations (avec prairie) sont les plus longues (5 ans et plus) dans une succession globale maïs-soya-céréales-prairie. Neuf producteurs sur 16 utilisent couramment le trèfle (rouge ou blanc) comme engrais vert qui est conservé en demi-jachère après le battage des céréales et enfoui à l'automne ou au début du printemps suivant. Sur 16 répondants, la moitié (8) juge que les carences en azote sont relativement peu importantes, tandis que l'autre (7) juge qu'elles sont de plus en plus importantes. Treize répondants jugent d'ailleurs que les engrais de ferme sont efficaces ou toujours efficaces pour combler leur besoin en azote. Pour moins de la moitié des répondants (7), la saturation du sol en phosphore est une contrainte à la couverture des besoins en azote avec les engrais de ferme. Pour d'autres, la faible disponibilité des engrais de ferme (5), de même que les périodes d'épandage fréquemment perturbées par les conditions météorologiques (9) demeurent limitantes. Les producteurs estiment toutefois que la pluviométrie et les températures sont demeurées globalement favorables au cours des dernières saisons (2012-2014). Cependant, ils accordent une importance relativement élevée (12) à l'effet des conditions de sol trop humide ou trop sec et des températures trop basses ou trop élevées, sur la baisse d'efficacité des engrais de ferme. La qualité du sol (compaction, texture, structure, drainage), la pression des mauvaises herbes et le choix réduit des cultures affecteraient aussi plus particulièrement l'efficacité des engrais de ferme. Pour améliorer la fertilisation azotée et réduire l'impact des conditions météo, 6 répondants préconisent de ne pas épandre de fumier à l'automne s'il n'y a pas de cultures vivantes sur le champ, 6 encore préconisent d'utiliser des fientes de poule pondeuses granulées en post levée, et 4, de pratiquer la culture sur billons et le sarclage répété pour les cultures qui le permettent pour favoriser la minéralisation de l'azote. L'amélioration du drainage et le nivellement de surface pour éviter les accumulations d'eau localisées ont également été préconisés.

Les propositions de recherche suivantes ont été suggérées : i) l'expérimentation de différentes espèces ou combinaisons d'engrais verts cultivées pour certains en jachère annuelle, ii) des essais d'introduction de nouvelles cultures et de nouvelles sources d'azote organique, iii) des essais sur le nombre adéquat de sarclages à effectuer, iv) le développement d'outils d'estimation en temps réel de leur valeur fertilisante des effluents d'élevage, v) l'établissement de corrélations entre la vie microbienne du sol et l'efficacité d'utilisation des nutriments des engrais de ferme, vi) des essais d'inoculation avec les bactéries fixatrices d'azote et symbiotes des graines cultivées et vii) des essais sur l'efficacité de la culture sur billons pour optimiser l'utilisation de l'azote par la culture, et tous ces aspects, en situation ou en prévision de conditions climatiques défavorables.

Applications répétées de lisier de bovins : les impacts sur les stocks d'azote du sol

EMMANUELLE D'AMOURS^{1,2}, MARTIN CHANTIGNY¹, DENIS ANGERS¹, JEAN LAFOND³, ANNE VANASSE²

¹ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560 Boulevard Hochelaga, Québec, G1V 2J3, Canada.

² Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Département de phytologie, Université Laval, Québec, QC, G1V 0A6, Canada.

³ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, 1468, rue St-Cyrille, Normandin, G8M 4K3, Canada

emmanuelle.damours@agr.gc.ca

Mots clés : bilan d'azote, masse équivalente, dispositif long terme, rotation de cultures, fertilisation minérale

L'utilisation de lisier de bovins à des fins de fertilisation est une pratique courante et représentative des systèmes de production laitière de l'est du Canada qui fournit des quantités considérables d'azote au sol. Très peu d'études se sont intéressées au devenir des stocks de N du sol sous des conditions d'apports répétés de lisier. Hors, l'importance de ces stocks a une incidence sur les risques de pertes environnementales et la fourniture de cet élément à la plante. Par ailleurs, la réponse des stocks de N du sol peut varier en fonction de la forme sous laquelle l'azote est apporté au sol (organique ou minérale), du type de travail du sol ou de la rotation de culture. L'objectif de ce projet situé au nord du lac Saint-Jean (Normandin, Qc) était d'évaluer les changements à long terme (21 ans) des stocks de N dans le profil du sol (0-50 cm) suite à une fertilisation annuelle à base de fertilisant minéraux ou de lisier de bovins pour deux systèmes de culture (céréales en continu ou rotation céréale - plantes fourragères pérennes) et deux intensités de travail du sol à l'automne (chisel ou charrue à versoirs). En comparant les systèmes de culture combinés à une fertilisation minérale, la réserve de N du sol du système de céréale en rotation était de 9% supérieur au système de céréales en continu. Lorsque combiné au lisier de bovins, les stocks de N du sol étaient de 24% supérieur, soit un gain de 2 t N ha⁻¹ par rapport au système de céréales en continu avec lisier. Dans les conditions fraîches et humides de l'étude le travail du sol n'a pas eu d'impact significatif sur les stocks de N pour le profil du sol entier (0-50 cm). Les bénéfices du chisel dans les couches de surface ont été compensés par une accumulation de N dans la couche 20-30 cm sous le labour avec charrue. Par contre, les résultats suggèrent qu'une fréquence réduite de travail du sol (aux 3 ans pour la rotation par rapport à un travail annuel pour les céréales en continu) pourrait favoriser l'accumulation de N dans les réserves du sol.

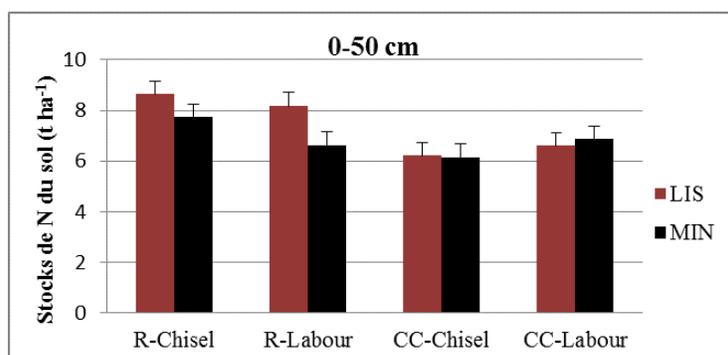


Figure 1. Stocks de N accumulés en t ha⁻¹ sur le profil entier (0-50cm) de sol selon les différentes pratiques culturales étudiées. **R-Chisel**, système de cultures en rotation avec plantes pérennes combiné au travail réduit (chisel-15 cm) aux trois ans avant le retour en céréale; **R-Labour** rotation avec plantes pérennes combinée au travail du sol conventionnel (charrue-20 cm) aux trois ans avant le retour en céréale; **CC-Chisel** système de céréales en continu combiné au travail réduit (chisel-15 cm) à chaque automne; **CC-Labour** céréales en continu combiné au travail conventionnel (charrue-20 cm) à chaque automne.

Potentiel de production de substrats à base de tourbe et d' écorce pour la production hors sol de fraise au Québec: irrigation fertilisante et stratégie d'irrigation

CLAIRE DEPARDIEU¹, VALERIE PREMONT¹, CAROLE BOILY¹, JEAN CARON¹

¹Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, 2480 boulevard Hochelaga, Québec, G1V 0A6 Canada
calima45@hotmail.fr

Mots clés : Plants à racine nues; *Seascope*; fibre de coco; immobilisation des nutriments

Alors que la production hors sol des petits fruits est particulièrement développée et maîtrisée en Europe, ce type de production n'en est encore qu'à ses prémices en Amérique du Nord. De par leur biodégradabilité et leur performance, l'utilisation de substrats organiques tels que la fibre de coco et les résidus de bois est grandissante pour la culture des fraises. Cependant, la disponibilité limitée de la fibre de coco sur le marché canadien entraîne parfois de fortes hausses de prix de ce produit. Par opposition, les résidus industriels de bois comme la sciure ou l'écorce représentent des matières premières peu onéreuses et sont largement produits au Canada (Bradley, 2007; Sawan et Eissa, 1996). Alors que la performance de la fibre de coco a été démontrée pour la culture des fraisiers (Morgan, 2005), aucune étude n'avait jusqu'à présent reporté le potentiel de production de substrats à base de résidus de bois.

L'objectif de cette étude était de mettre en place et d'optimiser un système de production hors sol pour la culture de plants de fraise à racine nues en substrats organiques. Trois essais expérimentaux successifs ont permis de tester et comparer le potentiel de productivité d'un substrat à base d'écorce (AB) et d'un mélange sciure/ tourbe (PS25), en comparaison avec la fibre de coco (CF).

Une première expérience a permis de définir les seuils d'irrigation optimisés et spécifiques à chaque substrat pour la croissance des plants et la production de fruits. Les résultats ont montré une implantation critique des fraisiers en substrat PS25, mais aussi que les régies d'irrigations les plus humides appliquées favorisaient une production accrue de fruits pour l'ensemble des substrats. Les second et troisième essais visaient respectivement à comparer le potentiel de production des substrats sous grand tunnels (contexte de production commerciale) puis en serre. Après l'addition d'une charge fertilisante initiale au substrat PS25, des rendements équivalents à AB et CF ont été obtenus. L'analyse des concentrations en nutriments dans la zone rhizosphérique a pu déterminer que l'établissement critique des plants de fraise dans le PS25 pouvait être attribué à une mobilisation intense des éléments nutritifs par les microorganismes présents dans ce milieu de culture.

La présente étude démontre que les substrats à base de tourbe et d'écorce peuvent être utilisés comme substrats alternatifs à la fibre de coco, et apporte des recommandations précises pour l'irrigation fertilisante des fraisiers à jour neutre au Québec.

Références

- Morgan L. Tomatoes and more: tips on growing hydroponics crops. In: T. Weller editors. The best of the growing edge International, 2000-2005: select cream-of-the-crop. New Moon Publishing Inc; 2005; 23-105.
- Bradley D. Canada- sustainable forest biomass supply chains. Climate change solution; 2007. Available: <http://www.canbio.ca/upload/documents/>.
- Sawan OMM, Eissa AM. Sawdust as an alternative to peat moss media for cucumber seedlings production in greenhouses. Acta Hort. 1996; 434: 127-138.

Distribution en profondeur des réserves d'azote minéralisable dans les régions semi-arides de l'Ouest canadien

JACYNTHÉ DESSUREAULT-ROMPRÉ¹, BERNIE J. ZEBARTH², DAVID L. BURTON³, CYNTHIA A. GRANT⁴

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, 2480, boulevard Hochelaga Québec (Québec) G1V 0A6.

² Fredericton Research and Development Centre, Agriculture Agri-Food Canada, P.O. Box 20280, 850 Lincoln Road, Fredericton, NB E3B 4Z7, Canada.

³ Department of Environmental Sciences, Faculty of Agriculture, Dalhousie University, P.O. Box 550, 21 Cox Road, Truro, NS B2N 5E3, Canada.

⁴ Agriculture and Agri-Food Canada, Brandon Research Centre, Grand Valley Road, Brandon, MB R7A 5Y3, Canada.

jacynthe.dessureault-rompre.1@ulaval.ca

Mots clés : zone climatique, azote, analyse de régression, propriétés du sol.

Introduction

Il importe de mieux comprendre la manière dont les réserves en azote minéralisable sont réparties selon la profondeur si l'on veut mieux prévoir la minéralisation nette de cet élément dans le sol. Malheureusement on saisit mal comment ces réserves sont distribuées en profondeur dans les régions de l'Ouest canadien.

Méthodologie

La présente étude devait établir la répartition des réserves d'azote minéralisable d'après leur profondeur dans le sol. Les réserves d'azote minéralisable ont été quantifiées avec une incubation aérobie à 25°C d'une durée de 24 semaines. Quatre réserves en azote minéralisable ont été identifiées. 1) le $\text{CaCl}_2\text{-N}$, qui est l'azote extrait au CaCl_2 au temps 0 de l'incubation; 2) la réserve I, qui est l'azote minéralisée après 14 jours d'incubation; 3) le N_L , une réserve d'azote facilement minéralisable et 4) le k_S , une réserve stable d'azote minéralisable. Les réserves 3 et 4 sont deux paramètres estimés à l'aide du modèle suivant : $N_{\min} = k_{st} + N_L[1 - e^{(-k_L t)}]$. L'étude a été réalisée sur des échantillons de sols provenant de 6 endroits de l'Ouest canadien se distinguant par leur zone de sol, la texture du sol, et le régime agricole. Des propriétés du sol tel que le pH, la texture, le contenu en carbone organique et en azote total ont été analysées.

Résultats

La répartition en profondeur des réserves d'azote varie sensiblement d'un site à l'autre, signe qu'on doit tenir compte de ce facteur lorsque l'on veut procéder à des prévisions sur la minéralisation nette de l'azote. Une équation de régression simple incluant la concentration totale d'azote dans le sol, la réserve I et le pH du sol, explique 67 % de la variation du paramètre k_S d'un site et d'une profondeur à l'autre. En outre, un modèle de régression intégrant la réserve I explique 95 % de la variation de N_L . Par conséquent, bien que la répartition des réserves d'azote minéralisable selon la profondeur dans le sol puisse varier sensiblement d'un lieu à l'autre, on peut prédire adéquatement les réserves estimées d'azote minéralisable à un site ou à une profondeur donnés à partir de simples propriétés du sol.

Conclusions

La comparaison de ces résultats avec ceux d'une étude portant sur le sol de surface en zone humide au Nouveau-Brunswick laisse croire que la relation entre le paramètre N_L et la réserve I peut s'appliquer à une multitude de sols, de zones climatiques et de régimes agricoles, alors que le modèle de régression utilisé pour prédire k_S varie avec la zone climatique. En effet, les mécanismes de la pédogenèse qui stabilisent la matière organique pourrait différer avec la zone climatique.

Effets du biochar sur les propriétés physiques et hydrauliques d'un oxisol tropical

BORIS MERLAIN DJOUSSE KANOOU¹, SUZANNE EDITH ALLAIRE², ALISON D. MUNSON¹

¹ Département des sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie, géographie et géomatique, Université Laval, Université Laval, Pavillon Abitibi-Price, 2405 rue de la Terrasse, Québec, QC G1V0A6A

² Département des sols et de Génie agroalimentaire, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Envirotron, 2480 Hochelaga, Québec, QC, Canada, G1V0A6
boris-merlain.djousse-kanouo.1@ulaval.ca

Mots clés : Biochar, Oxisol, propriétés physiques, propriétés hydrauliques.

Il est de nos jours admis que la restauration de la fertilité des oxisols tropicaux pourrait contribuer à freiner considérablement le phénomène de déforestation dans ces zones. Les récentes études montrent que le biochar pourrait être utilisé comme amendement pour améliorer la structure de ces sols. Cependant, il n'existe presque pas de travaux conduits avec du biochar sur le système de culture en sillons et billons pourtant très présents dans ces régions, aussi il existe peu d'études concluantes sur les effets du biochar sur les propriétés physiques et hydrauliques de ces sols. La présente étude conduite en plein champ dans la région de l'Ouest Cameroun dans les forêts du Bassin du Congo en Afrique centrale avait pour objectif de tester l'effet de deux biochars, d'origine agricole et forestier, sur les propriétés physiques et la rétention en eau d'un oxisol.

L'expérience couvrait 30 parcelles irriguées de 4 m x 3 m chacune, disposées suivant un plan expérimentale en split plot. Nous avons un témoin et quatre traitements de biochar, appliqués par enfouissement au début des deux campagnes de production. Puis, deux modes de travail du sol, le labour à plat et les sillons-billons, avec trois répétitions. Le traitement de base dans toutes les parcelles était la dose de fertilisation minérale recommandée pour la culture du maïs dans la région à savoir 200 kg NPK +100 kg N. Les biochars fabriqués localement à la température de 300°C dans un pyrolyseur de type retort ont été appliqués à la dose de 15 t/ha. La densité apparente a été déterminée par la méthode des anneaux sur 36 x 2 échantillons non perturbés de sol ; ces échantillons ont préalablement été utilisés pour la détermination des courbes de rétention en eau pour chacune des parcelles expérimentales avec un PF-mètre à plaques céramiques. Les résultats ont été analysés par la procédure GLIMIX de SAS suivi du test de comparaison multiple Tukey HSD pour les paramètres statistiquement différents.

Les résultats collectés respectivement, six mois puis douze mois après application du biochar, révèlent que (1) La densité apparente des sols est plus grande dans les parcelles en terrain plat ($p=0.0002$); elle n'a pas été affectée par le type de biochar ($p=0.7823$). (2) la porosité totale est restée inchangée par tous les traitements, elle est cependant plus élevée à la première campagne qu'à la seconde ; (3) La teneur en eau utile du sol (AWC) est supérieure dans les parcelles à plat comparée aux parcelles en sillons-billons ($p=0.0538$) pendant la campagne 1, et inférieure a celles-ci pendant la campagne 2. ($p=0.0004$). (4) Les parcelles à plat (TP) avec enfouissement de la paille ont une teneur en eau utile supérieure à celles des parcelles cultivées en sillons-billons (SB). Aucune variation significative de AWC observée sur les parcelles sans paille ; (5) Les parcelles à plat ont présenté une teneur en eau à saturation et résiduelle plus élevées que celles en sillons-billons. Nous n'avons donc trouvé aucune évidence qui nous permettrait d'affirmer que l'application du biochar dans nos conditions expérimentales aurait amélioré les propriétés physiques ou hydrauliques d'un oxisol. Ces résultats peuvent s'expliquer en partie par la relative faible dose de biochar utilisée, la texture du sol (Loam argileux) et potentiellement l'effet de l'érosion (terrain sur une pente de 5%). Le mode de travail du sol a affecté les propriétés physiques et de rétention en eau du sol, le travail du sol en terrain plat avec enfouissement de la paille étant meilleur que les sillons-billons.

Effets de différents traitements de sous-solage sur les rendements de maïs-grain mesurés à la batteuse ou estimés avec des modèles d'élévations relevés aux drones

MARC-OLIVIER GASSER¹, MARIE-ÈVE TREMBLAY¹, FELIPE VARGAS², GILLES TREMBLAY³

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, Québec, Canada.

² Institut national de la recherche scientifique, Québec, Québec, Canada

³ CEROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil, Québec, Canada

marc-o.gasser@irda.qc.ca

Mots clés : sous-solage, perméabilité, drainage souterrain, maïs, rendements

Certains sols de faible perméabilité présentent des nappes perchées à leur surface même en présence de systèmes de drainage artificiels fonctionnels. La nature des dépôts meubles peut être responsable de cette mauvaise perméabilité, laquelle est aggravée par la compaction du sol en profondeur causée par la machinerie trop lourde. Des travaux de sous-solage pourraient à la fois décompacter et améliorer le drainage interne de ces sols. L'orientation des travaux de sous-solage par rapport aux drains pourrait s'avérer utile pour évacuer l'eau des sillons sous-solés et améliorer le drainage interne du sol. Une étude comparant deux sous-soleuses et différentes orientations de travail par rapport aux drains a été mise en place sur une argile Sainte-Rosalie à Saint-Guillaume dans la région du Centre-du-Québec. Les travaux de sous-solage ont été réalisés le 30 sept. 2014 avec un bélier muni d'une sous-soleuse et une sous-soleuse conventionnelle montée sur tracteur. Les deux sous-soleuses ont été opérées soit parallèlement ou perpendiculairement à l'orientation des drains et comparées à une parcelle témoin sans sous-solage. Ces cinq traitements ont été répétés trois fois dans un dispositif expérimental en champ. Des modèles numériques de haute résolution (5 cm) du terrain et de l'élévation des plants de maïs ont été produits par photogrammétrie avec des images acquises à l'aide de drones le 5 mai et le 21 septembre 2015 respectivement. Les rendements de maïs ont été mesurés le 3 nov. 2015 avec une batteuse expérimentale sur deux rangs à trois distances des drains (sur le drain, à ¼ ou à ½ de la distance entre les drains). Sans tenir compte de la distance aux drains ou du sens d'exécution par rapport aux drains, les quatre traitements de sous-solage ont produit un effet significatif sur les rendements mesurés à la batteuse. Le sous-solage avec bélier a toutefois produit les rendements les plus élevés, lorsqu'exécuté parallèlement au drain. La sous-soleuse montée sur tracteur a produit des rendements intermédiaires peu importe le sens d'exécution parallèle ou perpendiculaire aux drains. Le modèle numérique d'élévation du terrain généré par photogrammétrie au printemps de 2015 a permis d'estimer la rugosité de surface et de qualifier l'effet des différents traitements de sous-soleuses. Le modèle d'élévation des plants de maïs a permis d'estimer la hauteur des plants de maïs par différence avec le modèle de terrain. L'élévation moyenne de plants de maïs et la hauteur de plants calculée par différence avec le modèle numérique de terrain étaient corrélées aux rendements mesurés à la batteuse, avec des coefficients de détermination (R^2) de 0,73 et 0,53 respectivement. L'élévation du terrain est donc reliée à l'expression du rendement mesuré à la batteuse. La distance aux drains était également corrélée au rendement. Différentes approches de modélisation statistique seront présentées pour interpréter les effets des différents traitements de sous-solage sur l'amélioration des rendements, en fonction de la distance aux drains et en utilisant différentes données ancillaires, dont la hauteur des plants de maïs et le modèle numérique de terrain.

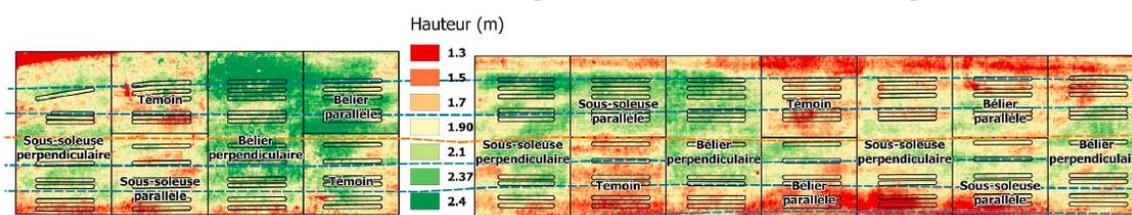


Figure 1: Hauteur de plants de maïs dans un essai de sous-solage sur sol argileux, comportant deux types de sous-soleuses employées en parallèle ou à la perpendiculaire des drains agricoles.

Devenir de l'azote en travail conventionnel du sol et en semis direct avec ou sans incorporation rapide

MARC-OLIVIER GASSER¹, MARIE-ÈVE TREMBLAY¹, AUBERT MICHAUD¹,
MATTHIEU GIRARD¹, MARIE-HÉLÈNE PERRON¹

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC, Canada.

marc-o.gasser@irda.qc.ca

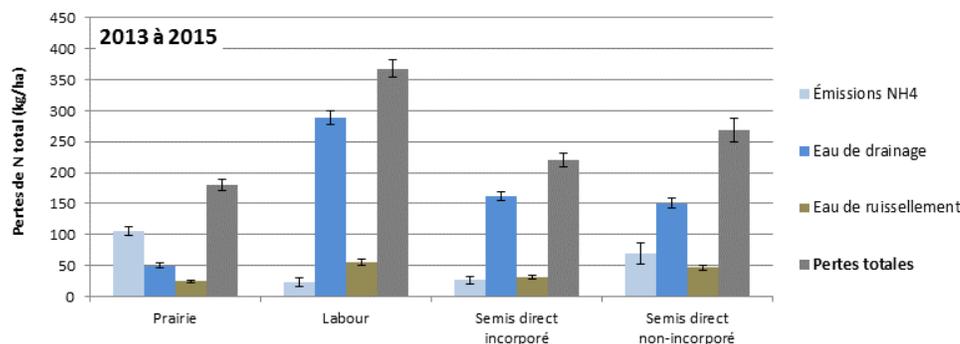
Mots clés : Travail de sol, lisier de porc, émissions ammoniacales, lessivage, pertes d'azote

Au cours des dernières décennies, la pratique du semis direct s'est largement popularisée. En effet, cette technique est reconnue comme pratique de conservation des sols et réduit le besoin en main d'œuvre et les coûts d'opération à l'hectare. Cependant, l'application d'effluents d'élevage sans incorporation augmente les risques environnementaux en plus de diminuer leur efficacité fertilisante. L'absence de travail du sol favorise les pertes d'azote dans l'eau de ruissellement en plus de créer des chemins préférentiels favorisant les pertes aux drains. De plus, les pertes par volatilisation de l'azote ammoniacal peuvent représenter une proportion très importante de l'azote appliqué lorsque l'amendement organique n'est pas incorporé au sol. Une technique de travail de sol optimale, jumelant à la fois les avantages du semis direct à une incorporation des lisiers et une réduction des chemins préférentiels est donc souhaitable.

Un dispositif expérimental constitué de douze parcelles de 693 m² (21 m x 33 m) a été implanté sur un loam limono-argileux Le Bras à Saint-Lambert-de-Lauzon. Les parcelles ont été remodelées en 2006 afin d'homogénéiser le terrain sur une pente de 3 %, puis implantées en céréales et prairie jusqu'en 2011. Elles ont été équipées d'une instrumentation complète permettant de mesurer les flux et la qualité des eaux de drainage et de ruissellement. De 2012 à 2015, trois modes de cultures d'une rotation maïs grain - soya – blé – maïs grain (semis direct sans incorporation des lisiers, semis direct avec incorporation des lisiers en moins d'une heure, travail de sol conventionnel (labour) avec incorporation des lisiers après 24 heures) ont été suivis et comparés à une prairie recevant les mêmes lisiers. Ces traitements ont été répétés trois fois et disposés aléatoirement sur le dispositif. Le lisier était appliqué au printemps et les émissions ammoniacales étaient mesurées sur chaque parcelle avec un tunnel ventilé, jusqu'à l'atténuation de ces émissions.

Aucune différence significative n'a été observée au niveau des rendements ou des prélèvements des cultures annuelles pour les quatre années de l'essai, bien que l'effet des drains sur les rendements du maïs ait été plus marqué dans les parcelles sous semis direct non-incorporé. Une stratification de l'azote totale a été observée dans le profil des sols sous prairie et semis direct alors que sous labour les concentrations en azote étaient plus faibles et uniformes dans le profil. Les teneurs en nitrates des sols étaient beaucoup plus faibles dans les sols sous prairie et semis direct non-incorporé. Les pertes ammoniacales dans l'air étaient cependant beaucoup plus élevées dans ces deux traitements en 2013. Toutefois, lors des deux années suivantes, le semis direct non-incorporé ne présentait pas de pertes par émissions significativement plus importantes que les traitements avec enfouissement. Au niveau des pertes d'azote dans l'eau, les trois traitements sous cultures annuelles présentaient des pertes dans l'eau plus élevées que la prairie. Les traitements sous semis direct étaient relativement semblables au niveau des pertes d'azote dans l'eau alors qu'elles étaient de 75% plus élevées dans le cas du labour. De manière globale, les pertes les plus faibles ont été observées pour le traitement en semis direct incorporé alors que le semis direct non-incorporé et le labour présentaient respectivement 22 % et 67 % plus de pertes.

Figure 1 : Cumul des pertes d'azote dans l'air et dans l'eau en fonction du mode de cultures annuelles et d'une prairie



Les nouveaux horizons de la biologie des sols et « l'effet Hubble » des analyses métagénomiques

RICHARD HOGUE

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec (Québec) Canada G1P 3W8
richard.hogue@irda.qc.ca

Mots clés : biologie des sols, analyses métagénomiques, écologie microbienne

La Terre offre une grande diversité de sols et d'écosystèmes. Les composantes physiques, chimiques et biologiques du sol déterminent ses attributs. Les processus biogéochimiques du sol, les facteurs climatiques et les interactions avec les organismes vivants façonnent les usages du sol. Les premiers agriculteurs et forestiers ont exploité différentes facettes de ce milieu de vie complexe. L'acquisition intuitive et le cumul des observations ont longtemps déterminé l'état des connaissances du sol. Ce n'est qu'à la fin du 17^e siècle que les connaissances de la composante biologique du sol ont significativement évolué, à la suite des observations au microscope des protozoaires, des ciliés et des bactéries par Van Leeuwenhoek. Il faut attendre la fin du 19^e siècle pour que Martinus Beijerinck développe les premiers milieux de culture des microorganismes et qu'il décrive certaines bactéries et leurs fonctions : la fixation symbiotique de l'azote (*Rhizobium*), la réduction du sulfate (*Désulfovibrio*) et le cycle azote-ammonium (*Azotobacter*). Les méthodes de culture axénique et d'examen microscopique ont permis d'évaluer la diversité taxonomique des organismes vivants du sol. Les techniques d'analyses biochimiques, enzymatiques, électrophorétiques et chromatographiques ont élucidé plusieurs fonctions de ces organismes et microorganismes et elles ont contribué à la spécification de plusieurs nouveaux taxons.

Au cours des 30 dernières années, la biologie des sols a connu 3 révolutions technologiques déterminantes pour l'avancement des connaissances. La première révolution est issue de la mise au point des techniques de biologie moléculaire et de transformation génétique, de par l'emploi des enzymes de restriction et des vecteurs de clonage. Cela a permis d'insérer des marqueurs génétiques ou des gènes dans des microorganismes et des végétaux, et de créer des mutants afin d'élucider des fonctions métaboliques, d'étudier des interactions plantes-microorganismes et d'étayer les rôles des niveaux trophiques dans les processus de dégradation de la matière organique et le cycle des nutriments dans le sol. La deuxième révolution a débuté en 1985 avec le développement de la technique d'amplification en chaîne (*Polymerase Chain Reaction* (PCR)) des acides nucléiques, qui multiplie une séquence d'ADN en des dizaines de millions de copies. La PCR et ses techniques dérivées de génétique moléculaire ont beaucoup simplifié la détection des microorganismes du sol, ainsi que l'isolement de gènes impliqués dans des processus cellulaires clés pour la compréhension des rôles de ces microorganismes et de leurs interactions avec les végétaux ou d'autres composantes du sol. La troisième révolution, commencée depuis moins d'une dizaine d'années, résulte du développement de la technique de pyroséquençage 454 puis du séquençage de nouvelle génération (Illumina), qui ont décuplé les connaissances portant sur la structure des communautés procaryotiques et eucaryotiques des sols. Les progrès de la génomique ont conduit à l'élaboration d'imposantes collections de génomes séquencés et annotés issus d'une multitude de microorganismes et d'organismes vivants dans le sol, et dont moins de 10 % de ceux-ci sont cultivables. Des séquences de milliers de gènes sont associées à ces microorganismes ce qui permet de lier une fonction génomique à un organisme détecté dans le sol dès lors que l'on procède à son identification taxonomique. Pour la première fois de l'histoire, les analyses métagénomiques déterminent à la fois la structure et les fonctions d'un vaste ensemble de communautés procaryotiques et eucaryotiques du sol. L'étude de la biodiversité des sols atteint un niveau inégalé ce qui permet de mieux modéliser l'impact des pratiques ou régies agricoles sur les communautés microbiennes et eucaryotiques du sol. Il sera possible de manipuler le biôme du sol afin d'accroître la productivité et la durabilité des systèmes de production. La conférence abordera l'évolution des méthodes d'analyse appliquées à l'étude de la biologie des sols. Quelques applications des analyses métagénomiques seront présentées pour illustrer les nouveaux horizons de la biologie des sols. Les bénéfices retirés par les biologistes du sol de l'emploi des analyses métagénomiques sont équivalents à ceux retirés par les astronomes de l'emploi du satellite-télescope Hubble pour la compréhension de l'univers. En effet, les images transmises par Hubble ont révolutionné la conception que les astronomes se faisaient de la complexité astrale.

Déterminer des indicateurs biologiques de la productivité des sols en culture de pommes de terre à l'aide du séquençage nouvelle génération

THOMAS JEANNE¹, RICHARD HOGUE¹, LEON-ÉTIENNE PARENT², YAN XU²

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC, Canada

² Université Laval, Québec, QC, Canada

thomas.jeanne@irda.qc.ca

Des indicateurs biologiques de la productivité du sol doivent être définis pour améliorer les pratiques de gestion de la production agricole et pour maintenir la productivité des sols. Les indicateurs biologiques conventionnels n'offrent pas un niveau suffisant de distinction entre les populations microbiennes et microfauniques du sol pour permettre de relier les pratiques de conservation de la santé du sol à la productivité du sol. L'objectif de cette étude est d'identifier des indicateurs biologiques des sols agricoles à l'aide de méthodes moléculaires, telles le séquençage de nouvelle génération et les outils de bioinformatique. Quatre parcelles géoréférencées de 600 m² ont été implantées dans 14 champs d'un système de production de pommes de terre en rotation avec du maïs-grain ou des céréales. De 2013 à 2015, les ADN microbiens ont été extraits d'échantillons de sol prélevés aux stades de floraison et de maturation. Le séquençage a été réalisé avec la plateforme Illumina MiSeq en utilisant une stratégie innovante 2 X 300 pb qui cible la région V6-V8 du 16S rADN bactérien et celle du 18S rADN fongique et microfaunique.

Nous avons établi des relations entre la richesse microbienne, la richesse de la microfaune et la composition des chacune de ces communautés d'une part, et d'autre part, avec le rendement des cultures, la texture du sol, l'indice de compaction du sol, le pourcentage de matière organique et des indices climatiques. L'analyse en coordonnées principales (distance Bray & Curtis) a montré des regroupements significatifs (ANOSIM de $p < 0,05$) au sein des populations microbiennes en fonction de classes de rendement de pommes de terre. Des groupes microbiens spécifiques ont été identifiés en utilisant la corrélation de Spearman avec une correction de signification statistique par la procédure de Bonferroni employée lors de comparaisons multiples. En conclusion, le séquençage de nouvelle génération des ADN microbiens et microfauniques extraits du sol a permis d'identifier des groupes microbiens qui, une fois mis en relation avec la richesse microbienne associée à chaque échantillon, pourraient servir de nouveaux indicateurs biologiques. Ceux-ci pourraient être intégrés dans des modèles agronomiques utilisés pour améliorer la gestion des cultures et maintenir la productivité des sols.

Installation naturelle des symbioses végétales racinaires chez les plantes réintroduites sur les sites de résidus miniers végétalisés de la région de Fermont

CHRISTINE JUGE¹, NORMAND COSSETTE²

¹1430, Avenue Charles-Huot, Québec, Qc, G1T 2M3; consultante scientifique mycorhizes et sols

² 211, rue Abraham-Richard, Varennes, Qc, J3X 1X3; PDG Irrigation NORCO Inc.

christinejd.juge@gmail.com

Mots clés : végétalisation minière, mycorhization racinaire, espèces végétales réintroduites

Depuis 20 ans, l'entreprise Irrigation NORCO Inc. a réalisé, et réalise, pour les mines en activité, la végétalisation des sites de résidus des mines de fer de Wabush et d'IOCC, dans l'ouest du Labrador, et plus récemment du Mont-Wright et du Lac Bloom, au Québec. Une étude comparative des sols des 4 sites miniers, réalisée en 2013-2014 et présentée au colloque de l'AQSSS des 27-28 mai 2014 à Victoriaville, avait permis de classer les différents sites réhabilités en deux catégories: les uns, alcalins, des mines d'IOC et du Lac Bloom, renfermant une grande quantité de calcium et de dolomie, les autres, faiblement acides, de Wabush et du Mont-Wright. Les analyses avaient montré que ces différences de pHs des sols étaient primordiales et conditionnaient grandement la disponibilité des éléments nutritifs et la chimie du sol, ce qui se répercutait sur l'évolution des travaux de végétalisation, et que la présence élevée de manganèse [**Mn**], souvent associé au fer [**Fe**], justifiait une attention particulière dans le choix de végétaux adaptés. Il s'était avéré, en outre, que les moindres variations climatiques, dans le contexte nordique de la région, avaient une influence prépondérante sur les données de biomasse aérienne, qui se répercutaient ensuite sur les paramètres de sol, et que la qualité des différents fertilisants utilisés depuis le début des travaux, à Wabush comme à IOCC, avait aussi eu une incidence importante sur plusieurs paramètres physico-chimiques du sol.

Afin de vérifier l'état des symbioses végétales racinaires en fonction des espèces végétales réintroduites, les analyses de 2013-2014 ont été complétées, au cours des étés 2014 et 2015, par plusieurs campagnes d'analyses racinaires des différentes espèces de végétaux, dont des analyses mycorhiziennes arbusculaires.

En 2014, les analyses racinaires, réalisées à la fin de l'été, ont montré la présence de nodules fixateurs d'azote associés aux racines des légumineuses, d'hyphes, d'arbuscules et de vésicules endomycorhiziens en proportions variables selon les espèces d'herbacées, et de manchons ectomycorhiziens associés aux racines des premiers ligneux sur les sites les plus anciens. La proportion des racines symbiotiques varie selon l'âge de la végétalisation mais nous avons montré que pour plusieurs espèces, notamment toutes les espèces de légumineuses, la mycorhization arbusculaire est présente massivement dans les racines dès les premières années de la végétalisation. Ces résultats sont d'autant plus impressionnants que les seules sources d'inoculum microbiens et fongiques proviennent de l'épandage initial de **foin** et de **fumiers de volailles** sur ces vastes étendues de roches broyées stériles et balayées continuellement par le vent, vouées à demeurer à l'état de déserts artificiels sans aucune intervention humaine.

En 2015, deux campagnes d'analyses mycorhiziennes ont été réalisées sur le site du Mont-Wright, l'une en juillet, au début de l'été, et l'autre en août, sensiblement à la même période que celle de 2014, afin de suivre la progression de la mycorhization racinaire au cours de la même saison, de confirmer les taux de mycorhization exceptionnels obtenus en 2014 pour certaines espèces, et de comparer les résultats de deux années consécutives, site par site. Les résultats obtenus varient selon les espèces et les années de végétalisation. Pour certaines espèces et certains sites, les taux de mycorhization se sont révélés étonnamment élevés (>30%) dès le mois de juillet; dans certains cas, ces taux élevés se maintiennent en août, tandis que pour d'autres espèces, ces taux ont diminué en août. Pour certaines espèces et certains sites encore, les taux de mycorhization étaient faibles en juillet (<30%) et plus élevés en août (>30%). D'autres espèces enfin ont montré des taux de mycorhization faibles en juillet et/ou en août sur certains sites. Dans la plupart des cas, les stades arbusculaire et vésiculaire ont plutôt été observés en août tandis qu'en juillet, le stade hyphal était souvent majoritaire. Dans certains cas cependant, notamment lorsque le taux de mycorhization est élevé au mois de juillet, les stades arbusculaire et vésiculaire ont parfois été observés aussi en juillet. L'explication la plus vraisemblable est que sur ces sites, les racines fortement colonisées en juillet datent de l'année précédente, ce qui expliquerait que le cycle du champignon mycorhizien arbusculaire en soit au stade fonctionnel (arbuscules) et de mise en réserve (vésicules) au début de l'été, tandis qu'en août, de nouvelles racines apparaissent avec un nouveau cycle de colonisation.

Sources d'azote dans la production du bleuet sauvage

JEAN LAFOND

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, ferme de recherche, 1468, St-Cyrille, Normandin, Qc G8M 4K3

jean.lafond@agr.gc.ca

Mots clés : bleuet, pH, azote

D'après les travaux effectués dans les maritimes, le bleuet sauvage utilise de façon préférentielle l'azote sous la forme ammoniacale que celle sous la forme de nitrate. Ainsi, les recommandations actuelles dans la production du bleuet nain sauvage sont d'utiliser le sulfate d'ammonium comme source d'azote. L'utilisation de cette forme permet de diminuer le pH du sol et d'atteindre les conditions de croissance optimales pour le plant de bleuet. Le pH optimal pour le développement du plant de bleuet doit être inférieur à 5. L'objectif du projet a donc été d'évaluer l'efficacité de différentes sources des engrais azotés dans la culture du bleuet sauvage et de déterminer leurs impacts sur le pH et l'azote du sol. L'expérience a été réalisée à neuf sites situés dans sept bleuetières commerciales localisées au Saguenay-Lac-Saint-Jean (Québec, Canada) de 2009 à 2012. Les traitements ont consisté en quatre sources d'azote : sulfate d'ammonium (SA), urée, nitrate d'ammonium calcique (NAC) et azote à libération lente sous forme d'urée. La dose d'azote a été de 25 kg N ha⁻¹. Une dose de 13 kg ha⁻¹ de phosphore sous forme de superphosphate triple et une dose de 25 kg ha⁻¹ de potassium sous forme de sulfate de potassium ont été également appliquées dans toutes les parcelles. Le pH des couches de sol 0-5 et 5-30 cm a diminué rapidement après l'application du SA contrairement aux autres sources de N. Cette diminution du pH du sol a été également mesurée dans l'année de production. Les diminutions de pH du sol ont été de 0,25 unité. Toutes les sources de N ont augmenté les concentrations en N-NH₄ du sol. Les augmentations les plus importantes ont été mesurées avec le SA. Les concentrations en N-NO₃ ont augmenté avec l'utilisation du NAC. À l'année de production, peu d'azote résiduel est mesuré le sol. Les rendements en fruits n'ont pas été affectés par les sources de N. Par ailleurs, les concentrations en P et en K des feuilles ont augmenté avec le SA comparativement aux autres sources. À court terme, les différentes sources de N semblent comparables, principalement pour la composante productivité. Toutefois, seul le sulfate d'ammonium a permis de diminuer et de maintenir le pH du sol tout en assurant une grande disponibilité de l'azote à la culture.

Influence des propriétés hydrodynamiques des sols sur le drainage et le rendement des canneberges

JONATHAN A. LAFOND¹, SILVIO J. GUMIERE¹, DIANE BULOT¹, JACQUES GALLICHAND¹

¹ Université Laval, Département des sols et de génie agroalimentaire, Pavillon Paul-Comtois, 2425 rue de l'Agriculture, Québec. QC, G1V 0A6
jonathan.lafond.2@ulaval.ca

Mots clés : drainage, irrigation, niveau de nappe, potentiel matriciel.

Étant maintenant les deuxièmes producteurs mondiaux de canneberges (APCQ, 2014), les québécois ont appris beaucoup sur ce fruit et sa production. Une variable incontournable de cette production est la gestion de l'eau. On sait que pour arriver à utiliser de manière optimale l'irrigation et à développer de nouvelles méthodes de gestion de l'eau, il faut un système de drainage efficace et il faut savoir en quoi ce drainage est influencé par les propriétés hydrodynamiques des sols. L'objectif de cette étude était d'identifier l'effet qu'ont certaines propriétés hydrodynamiques des sols sur l'efficacité du drainage souterrain et la production de canneberges.

Durant les saisons de croissance 2013 et 2014, des tensiomètres et des acqui-seurs de niveau de nappe ont été installés dans 15 champs exploités par un producteur de canneberges du Québec afin de suivre en temps réel les mouvements de la nappe. Plus de 200 cylindres de sol ont été prélevés sur ces champs afin de caractériser la conductivité hydraulique à saturation (K_{sat}), les courbes de désorption et de réhumectation et d'autres propriétés physiques et hydrodynamiques. Des essais d'irrigation contrôlée durant 6 heures suivis de mesures complémentaires en continu durant une journée ont aussi été réalisés sur certains champs. L'ensemble des paramètres ont été analysés avec R (R Development Core Team, 2012) par régression linéaire multivariée et par regroupement (*heatmap* et *cluster analysis*).

Les résultats de cette étude montrent l'importance du taux de rabattement de la nappe sur les rendements. L'analyse par régression indique que le taux de rabattement de la nappe et les rendements sont fortement corrélés à la teneur en eau à saturation et aux paramètres α et n des courbes caractéristiques du modèle de van Genuchten (1980). Les propriétés hydrodynamiques expliquent près de 50% de la variance du taux de rabattement de la nappe et des rendements. Ces paramètres sont connus pour influencer le drainage. L'analyse par regroupement a permis de distinguer 4 groupes de sols ayant des propriétés hydrodynamiques similaires en relation au taux de rabattement et aux rendements. Ces analyses sont un point de départ dans la gestion intégrée de l'eau à l'échelle de la ferme de canneberges.

Références

- Association des Producteurs de Canneberges du Québec (APCQ). 2014. La récolte de canneberges propulse le Québec au 2^e rang mondial. Communiqué de presse, Notre-Dame-de-Lourdes.
- van Genuchten, M.T. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal* **44**, 892–898.
- R Development Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria.

Soybean root traits after a long-term corn-soybean rotation under different soil tillage and phosphorus fertilization

HAIXIAO, LI^{1,2,3,4}, ALAIN, MOLLIER³, NOURA, ZIADI¹, YICHAO, SHI¹, LÉON-ÉTIENNE, PARENT², CHRISTIAN, MOREL³

¹ Agriculture and Agri-Food Canada, Québec, Canada.

² Department of soil and agri-food engineering, University of Laval, Québec City, Canada.

³ INRA, UMR 1391 ISPA, Villenave-d'Ornon, France.

⁴ University of Bordeaux, Talence, France.

lihaixiao001@gmail.com

Key words: no-till, mouldboard plough, field experiment, conservation agriculture, legumes

Legume crops are widely implanted in conservation agricultural system because of nitrogen-fixing activity. However conservation agricultural, which associated minimum soil tillage, crop rotation and soil cover, could affect root growth and consequently crop yield of legumes with altered physico-chemical and biological soil properties and nutrient distribution compared to conventional agriculture. This study aimed to investigate how different tillage and P fertilization rate affect soybean (*Glycin max*, L.) root distribution and morphology with long-term experiments.

A 23-year rain-fed corn-soybean rotation field experiment was established in 1992 at L'Acadie, Quebec. It is a split-plot design (four replicates) with main and sub-plot factors as tillage [moldboard plough (MP) and no-till (NT)] and P fertilization [0 (0P), 17.5 (0.5P) and 35 (1P) kg P ha⁻¹ every two years on corn phase]. Soybean roots and shoots were sampled in 2015 at flowering stage. Root samples were taken by collecting 5.25-cm diameter cores to a depth of 60 cm at 5 cm, 15 cm and 25 cm perpendicularly to the crop row. Soil cores were then cut at 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40 and 40-60 cm. After root separating soil and roots by washing, root traits (biomass, length, surface and diameter, and proportion of primary, secondary and tertiary roots) were determined with WinRHIZO for the 18 individual samples per plot.

Tillage significantly affected vertical distribution of soybean roots. The average root length density (RLD) for a 60-cm soil profile was 1.95 cm cm⁻³ under NT and 1.55 cm cm⁻³ under MP. Roots mostly accumulated at 0-10 cm with 44% of the total root length under NT; whereas, the highest root length proportion was at 10-20 cm (36%) under MP. The RLD was also relatively ($P=0.45$) higher in the 0P (+16%) and 0.5P (+18%) treatments rather than 1P.

Soybean roots under NT had higher RLD and more roots accumulating in upper layers. It might be due to soybean root's response to heterogenous P distribution in NT with higher P concentration on soil surface. Besides, more roots, higher root/shoot and reduced soybean yield signified a growth pressure for soybean in NT. It could be related to the water availability or the higher crop residue rate on soil surface, which might constrain P and N nutrients in NT.

Analyse globale de l'incertitude liée à la mesure des stocks de carbone dans les sols de prairies tempérées

ÉMILIE MAILLARD¹, BRIAN MCCONKEY², DENIS ANGERS¹

¹ Centre de recherche et de développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2560 Boulevard Hochelaga, Québec, QC, G1V 2J3, Canada

² Centre de recherche et de développement de Swift Current, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Case postale 1030, Swift Current, SK, S9H 3X2, Canada

Emilie.Maillard@agr.gc.ca

Mots clés : prairies, incertitude de mesure, échantillonnage, stocks de carbone du sol

Mesurer adéquatement les stocks de carbone (C) dans les sols des prairies représente un défi. Les facteurs de la variabilité des stocks dans les prairies comme le climat, la topographie ou le mode de gestion ont été assez bien étudiés. Mais très peu d'études ont quantifié l'incertitude liée à la mesure des stocks de C du sol. La quantification de cette incertitude est pourtant critique pour déterminer notre capacité à détecter les changements de stocks dans l'espace et dans le temps, et pour développer des recommandations sur les stratégies de mesure les plus appropriées pour quantifier les stocks de C et leurs changements. Les mesures de stocks peuvent être menées à différentes échelles spatiales, avec des applications locales ou à plus large échelle. De plus, la profondeur d'échantillonnage recommandée pour les mesures de stocks est variable selon les objectifs, les pays et l'utilisation des terres. À notre connaissance, l'évaluation des effets de l'échelle spatiale et de la profondeur d'échantillonnage sur l'incertitude de mesure des stocks de C dans les sols de prairies n'a jamais été réalisée à travers le monde. L'objectif de notre étude était donc de quantifier l'incertitude liée à la mesure des stocks de C du sol à partir d'un large échantillon de prairies tempérées réparties dans le monde, d'évaluer les effets de l'échelle spatiale et de la profondeur d'échantillonnage sur cette incertitude et d'explorer les implications pour la détection des changements de stocks lors de futurs échantillonnages.

Notre étude repose sur une analyse globale de 42 articles scientifiques répondant à des exigences strictes en ce qui concerne la rigueur des mesures de stocks, pour un total de 151 prairies tempérées issues de 13 pays à travers le monde. Le coefficient de variation (CV) était calculé à partir du stock de C et de l'écart-type associé et était considéré comme une indication de l'incertitude liée à la mesure du stock de C. Nous avons observé des effets significatifs de l'échelle spatiale et de la profondeur d'échantillonnage sur le CV des stocks de C du sol. Plus précisément, le CV augmentait avec l'échelle d'échantillonnage et avec la profondeur d'échantillonnage. Afin de mieux visualiser et d'explorer les implications de cette incertitude sur la détection des changements de stocks de C lors de futurs échantillonnages, une analyse de puissance a été réalisée. Sur la base des données de CV, le changement détectable minimum entre les stocks de C du sol de deux dates d'échantillonnages augmentait avec l'échelle spatiale pour une même profondeur de profil de sol et augmentait avec la profondeur pour une même échelle spatiale. Finalement, cette étude fournit des estimés de l'incertitude liée à la mesure des stocks de C qui seront utiles pour la planification des stratégies d'échantillonnage du sol pour la mesure des stocks de C et pour évaluer la faisabilité de la mesure des stocks en termes d'investissement financier et de délais.

Spéciation des sources diffuses de phosphore du ruisseau Brûlée, en Mauricie.

AUBERT R. MICHAUD¹, MOHAMED NIANG¹, PATRICK DUBÉ¹, HÉLÈNE BERNARD²
MAGLOIRE TCHOUANSI

¹ Institut de recherche et développement en agroenvironnement, Québec

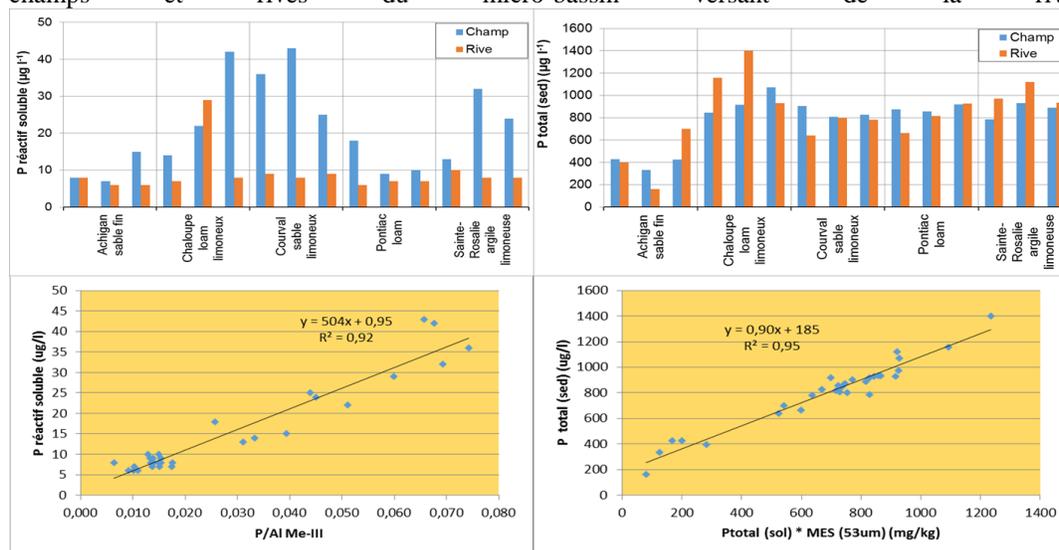
² Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, Mauricie

³ Réseau Agri-conseils, Mauricie.

Aubert.Michaud@irda.qc.ca

Mots clés : Phosphore, sédiments, bassin versant, hydrologie, érosion.

La rivière Brûlée (958 ha), affluent de la Rivière Champlain en Mauricie, a fait l'objet d'un suivi hydrométrique entre 2009 et 2015, dans le cadre d'une action concertée du milieu agricole ciblée sur la mise en valeur de la rivière Champlain et de son bassin versant. Les flux de matières en suspension (MES) et de phosphore (P) estimés à l'exutoire du ruisseau atteignaient respectivement 1,9 T MES/ha et 6,1 kg P/ha par année en période de référence (2009-2011), soit parmi les taux d'exportations spécifiques les plus élevés du réseau des dix micro-bassins à l'étude de l'observatoire de la qualité de l'eau en bassins versants agricoles. Une diminution significative des taux d'exportations de matières en suspension (MES) et de phosphore (P) au terme de la période d'évaluation (2013-2015) a été documentée et attribuée aux mesures d'atténuation de l'érosion hydrique, notamment l'aménagement hydro-agricole des foyers d'érosion en rive, le retrait des animaux des cours d'eau, l'aménagement de bandes riveraines élargies et la protection de coulées argileuses instables. En marge du suivi hydrométrique, les champs et les rives associées aux cinq séries de sol les plus représentatives du micro-bassin versant ont fait l'objet d'une caractérisation de leurs propriétés physico-chimiques et d'une simulation en laboratoire des spéciations du phosphore générées dans le ruissellement de surface. Un protocole de dosage faisant intervenir la mise en suspension des échantillons de sol et la récupération des fractions particulières fines (< 50 µm) a permis de différencier les spéciations du P associées aux différentes séries de sol, de même qu'aux sources de P (plein champ vs rive). Dans l'ensemble, l'indice de saturation en phosphore des sols à l'étude s'avère un bon indicateur du phosphore réactif soluble des échantillons de sédiments en suspension. Le phosphore particulaire est plutôt prédit par la teneur en P total du sol et de sa proportion de particules fines (<50 µm). L'analyse granulométrique au compteur de particules des sédiments des échantillons d'eau récoltés à l'exutoire du ruisseau lors des crues dominées par le ruissellement de surface confirme une distribution bimodale centrée sur des composantes colloïdale (< 1µm) et fine (5-10 µm). Celle-ci est semblable à celles décrites pour le ruissellement de surface et les flux au drain de dix champs de la Montérégie, présentant des distributions granulométriques homogènes malgré des textures de sol fortement contrastées (Poirier et al., 2012). Ces observations militent pour la prise en compte de la granulométrie du sol dans la détermination du risque environnemental d'exportation de P. Figure 1 : Teneurs en P réactif soluble et total de champs et rives du micro-bassin versant de la rivière Brûlée.



Rôle des sols dans le phénomène d'invasion du hêtre dans les érablières

ROCK OUMET, LOUIS DUCHESNE

Direction de la recherche forestière, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
Complexe scientifique, 2700 rue Einstein, Québec QC G1P 3W8
rock.ouimet@mffp.gouv.qc.ca

Mots clés : érablière, sol forestier, *Acer saccharum*, *Fagus grandifolia*, saturation en calcium

Dupuis une vingtaine d'années, nous observons l'augmentation de l'abondance des semis et des jeunes tiges de hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia* Ehrh.) dans certaines érablières au Québec. La plupart d'entre elles montraient des signes de pertes de vigueur qui se traduisent notamment par la baisse de l'abondance de la régénération en érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.), la faible croissance de ces derniers, le dépérissement de leurs houppiers et l'accroissement de leur taux de mortalité. Nous avons analysé ces observations en lien avec les variables environnementales et stationnelles de manière à déterminer certaines contraintes qui pourraient influencer la distribution, l'abondance et la dynamique du hêtre et de l'érable sur le territoire.

Le portrait de l'évolution des deux essences a d'abord été tracé à partir des informations du réseau de parcelles permanentes d'inventaire forestier en comparant les parcelles du réseau mesurées entre la première (1970-1977) et la dernière campagne de mesure (2000-2014). Celui-ci montre que :

- la baisse de la fréquence relative des tiges d'érable à sucre, jumelée ou non à l'augmentation de celle du hêtre, est observable dans la grande majorité des sous-régions écologiques de la forêt décidue (domaines bioclimatiques 1 à 3);
- Dans plusieurs régions, la fréquence relative des tiges d'érable est maintenant insuffisante pour assurer le maintien de la représentativité de l'essence dans l'avenir. À l'opposé, la fréquence relative des tiges de hêtre, en comparaison avec la surface terrière relative, suggère fortement que de cette essence continuera son expansion dans l'avenir.

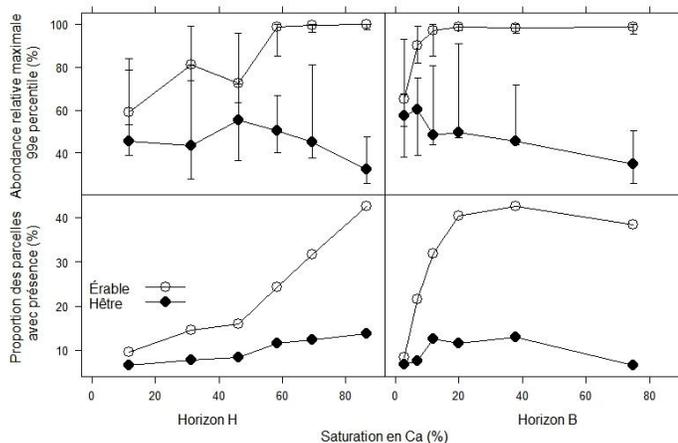
L'analyse des données de sol de 4,695 parcelles permanentes du MFFP montre que l'abondance potentielle du hêtre et de l'érable est en partie liée à la saturation en Ca du sol (figure 1). À des saturations en Ca de l'horizon H > 50 %, l'abondance potentielle de l'érable est nettement supérieure à celle du hêtre, autour de 100 %, et elle tend à baisser à des saturations sous ce seuil. Cette observation corrobore le seuil minimum recommandé de 60 % de saturation en Ca pour cet horizon du sol (Oumet *et al.* 2013). Dans l'horizon B du sol (10 premiers centimètres), les parcelles montrent que l'abondance maximale de l'érable commence à diminuer quand sa saturation en Ca est < 20 %. Le seuil minimum recommandé de saturation en Ca du sol minéral pour l'érable à sucre (28 %) est cohérent avec ces observations.

En ce qui concerne la proportion des parcelles avec présence de l'érable à sucre, ce paramètre a un comportement similaire : il décroît avec la baisse de la saturation en Ca dans l'humus et il chute de façon importante lorsque la saturation en Ca de l'horizon B passe sous la valeur de 20 %. Quant au hêtre, il ne semble pas influencé grandement ni dans sa présence, ni dans son abondance, par la saturation en Ca du sol. Les mesures d'adaptation et de mitigation envisageables consisteront à modifier les conditions environnementales de manière à favoriser les érables au détriment du hêtre. Le dégagement et le chaulage sont parmi les outils qui s'offrent au sylviculteur pour y parvenir.

Figure 1. Abondance relative maximale en érable à sucre et en hêtre à grandes feuilles et proportion des parcelles permanentes d'inventaire forestier où ces espèces sont présentes (données du 4^e inventaire, 2003-2014). Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance à 95 %.

Référence

Oumet, R., J.-D. Moore et L. Duchesne, 2013. *Soil thresholds update for diagnosing foliar calcium, potassium, or phosphorus deficiency of sugar maple*. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 44(16): 2408–2427. doi DOI: 10.1080/00103624.2013.803563.



Problème de drainage causé par la genèse d'un horizon anthropique dans la culture de canneberge

YANN PÉRIARD¹, SILVIO JOSÉ GUMIÈRE¹, ALAIN N. ROUSSEAU², MICHEL CAILLER¹, JACQUES GALLICHAND¹, JEAN CARON¹

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

² Institut national de la recherche scientifique : Centre Eau, Terre et Environnement, Québec, QC
yann.periard-larrivee.1@ulaval.ca

Mots clés: drainage, classification des sols, canneberge, propriétés hydrauliques

La construction d'un champ de canneberge nécessite la mise en place d'un système de drainage et une modification de la stratification naturelle du sol qui induisent une anthropomorphisation rapide de ce dernier. Puisque la culture de canneberge requiert une grande quantité d'eau, la consolidation induite par les cycles de drainage et de recharge; la filtration et le colmatage des pores du sol par des particules colloïdales, accélérées par cette gestion de l'eau, vont modifier les propriétés hydrauliques du sol. Ceci affectera l'efficacité du drainage et par conséquent le rendement de la cannebergière. Les objectifs de ce projet étaient d'avancer les connaissances sur: (i) les processus hydrodynamiques régissant les mécanismes de transport dans les champs de canneberge; et (ii) l'évolution génétique d'un sol de canneberge et ses effets sur la capacité de drainage; et (iii) l'identification des paramètres/processus les plus sensibles à la genèse du sol accélérée. Au cours de ce projet une caractérisation exhaustive de profils de sol a servi à classifier et proposer une nouvelle norme de drainage. Dans ce projet, plusieurs expériences en laboratoire et aux champs ont été réalisées afin de déterminer le rôle de la migration de particules fines et de la consolidation du sol sur l'évolution des propriétés hydrauliques. De plus, ce projet a permis de mettre au point une méthode de prédiction des propriétés hydrauliques basées sur l'utilisation d'un tomographe permettant de prédire l'évolution spatio-temporelle des propriétés hydrauliques à de très grandes résolutions. Conjointement aux travaux pratiques, les résultats de travaux de modélisation hydrologique et d'analyses de sensibilité ont permis de déterminer les conditions les plus critiques favorisant un drainage inadéquat. Les résultats de cette vaste étude ont révélé l'existence de problèmes de drainage liés à la genèse anthropique d'un horizon ayant des propriétés restrictives et permis de quantifier l'impact de la migration et de la consolidation sur l'altération des propriétés hydrauliques. L'ensemble des connaissances acquises par ce projet illustre qu'une genèse anthropique d'un sol de canneberge affecte la capacité de drainage et que celle-ci se produit dans les premières années d'implantation d'un champ. L'acquisition de connaissances sur les mécanismes de genèse anthropique permet désormais de prévoir l'évolution des sols selon plusieurs conditions et de mieux anticiper et contrôler leurs futurs effets négatifs sur la production de canneberge par l'implantation stratégique de conservation des sols.

Classification des sols et développement d'une nouvelle norme de drainage pour la culture de la canneberge

YANN PÉRIARD¹, SILVIO JOSÉ GUMIÈRE¹, ALAIN N. ROUSSEAU², MICHEL CAILLER¹, JACQUES GALLICHAND¹, JEAN CARON¹

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

² Institut national de la recherche scientifique : Centre Eau, Terre et Environnement, Québec, QC
yann.periard-larrivee.1@ulaval.ca

Mots clés : drainage, classification des sols, canneberge, propriétés hydrauliques

Au cours des dernières années, l'avancement des connaissances des processus hydrologiques dans la culture de la canneberge a conduit à une augmentation substantielle de la production. Une grande partie de ce progrès a été réalisée grâce à la gestion optimale des besoins en eau, notamment par un drainage adéquat du sol et par l'utilisation de la tensiométrie pour la gestion de l'irrigation. Cependant, les problèmes de drainage sont fréquents et un diagnostic approprié reste essentiel afin de faire des recommandations adaptées à chaque type de sol. Les objectifs de cette étude étaient de: (1) classer les profils de sol en production de canneberges et (2) identifier les variables de diagnostic liées à la capacité de drainage. Pour diagnostiquer et classer la capacité de drainage, les profils ont été caractérisés selon de nombreuses propriétés physico-chimiques et hydrauliques à l'aide d'une analyse de partitionnement des données (« *cluster* »). La classification proposée dans ce travail a permis d'identifier neuf types de profils des sols anthropiques de canneberge. La caractérisation des sols a permis de révéler pour 72% de ceux-ci l'existence d'horizons ayant des propriétés dites restrictives pour le drainage. De plus, selon la classification, plus de 5 types de sol (sur 9) présentent un drainage ne permettant pas d'atteindre la norme visée. Les résultats indiquent qu'un critère de drainage basé sur le flux matriciel potentiel du sol peut être défini et utilisé conjointement à un système de classification des sols en fonction des propriétés physico-chimiques et hydrauliques pour évaluer la capacité de drainage. La méthodologie développée dans cette étude fournit un cadre pour identifier les problèmes de drainage local de même que des solutions basées sur les caractéristiques du sol.

Les effets des changements climatiques sur la minéralisation de l'azote dans les sols boréaux

JOANIE PIQUETTE¹, MAXIME C. PARÉ¹, HUBERT MORIN¹, DANIEL HOULE^{2,3}, NELSON THIFFAULT², ROBERT L. BRADLEY⁴

¹ Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, 555, boulevard de l'Université, Chicoutimi, QC G7H 2B1, Canada

² Direction de la Recherche Forestière, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2700, rue Einstein, Sainte-Foy, QC G1P 3W8, Canada

³ Ouranos, 550, rue Sherbrooke Ouest, 19e étage, Montréal, QC H3A 1B9, Canada

⁴ Département de biologie, Université de Sherbrooke, 2500, boulevard de l'Université, Sherbrooke, QC J1K 2R1, Canada

joanie.piquette1@uqac.ca

Mots clés : sols boréaux, épinette noire, minéralisation de l'azote, température du sol, déposition d'azote.

Introduction

L'augmentation de la déposition d'azote (N) et le réchauffement climatique associés aux activités anthropiques risquent d'avoir des impacts importants sur le cycle biogéochimique de l'N des sols, avec des conséquences potentielles sur la croissance et les dynamiques de la forêt boréale. Entre autres, ces changements environnementaux ont le potentiel d'affecter les taux de minéralisation nette de l'N.

Méthodologie

Afin d'évaluer ces impacts, nous menons actuellement une étude dans deux peuplements matures d'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) BSP) caractérisés par des sols d'origines podzoliques et situés dans le domaine de la sapinière. Pendant neuf années et suivant un dispositif en parcelles divisées, nous utilisons des câbles chauffants afin d'augmenter la température du sol de +4 °C (versus la normale) d'avril à juillet au niveau du système racinaire. Également, entre juin et septembre de chaque année, nous simulons régulièrement dans la canopée une pluie trois fois plus concentrée en N que le niveau naturel. Après huit et neuf années de traitements, les taux de minéralisation nette de l'N dans l'horizon F sont évalués *in situ* par la méthode d'incubations de sacs enfouis (*buried bag incubations*).

Résultats

Les résultats préliminaires montrent que les taux de minéralisation nette de l'N dans les sols fertilisés ne diffèrent pas significativement de ceux mesurés dans les sols contrôles. De plus, les analyses montrent, à la deuxième période d'incubation (du 22 juin au 20 juillet 2015), que dans les sols (non fertilisés) où la température est augmentée les taux (cumulés) de minéralisation nette de l'N sont significativement plus petits que ceux des sols contrôles. D'ailleurs, à la deuxième période d'incubation, la température du sol et la déposition d'azote interagissent sur les taux de minéralisation nette de l'N, c'est-à-dire que l'augmentation de la déposition d'N annulerait l'effet causé par l'augmentation de la température du sol. Finalement, le facteur température du sol interagit significativement avec le facteur site à la troisième période d'incubation (du 20 juillet au 24 août 2015) où l'augmentation de la température du sol fait diminuer les taux de minéralisation nette de l'N au site situé à la plus basse altitude.

Conclusion

Les prochaines analyses et les autres paramètres mesurés (non mentionnés ici) permettront de connaître l'impact à moyen terme d'un réchauffement du sol et d'une augmentation de la déposition d'N sur la fertilité des sols boréaux, ce qui contribuera à mieux prédire la productivité de la forêt boréale dans un contexte de changements globaux.

Les effets de la rotation, du travail du sol et du type de fertilisation sur la décomposition de la matière organique dans un sol du Lac-Saint-Jean

XAVIER PLANTE¹, MAXIME PARÉ¹, JEAN LAFOND², ROBERT BRADLEY³

¹ Université du Québec à Chicoutimi, Département des sciences fondamentales, Saguenay, QC, G7H 2B1, Canada

² Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de développement et de recherche sur les sols et les grandes cultures, Normandin, QC, G8M 4K3, Canada

³ Université de Sherbrooke, Département de Biologie, Sherbrooke, QC, J1K 2R1, Canada

xavier.plante1@uqac.ca

Mots clés : Qualité des sols, pratiques agricoles, orge, lisier, agriculture nordique.

La qualité des sols agricoles est altérée par les pratiques agricoles telles que la rotation, le travail du sol et le type de fertilisation. La décomposition de la matière organique (MO), un processus important relié à la qualité des sols, est affectée par ces pratiques agricoles. La présente étude est située à la Ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin, au Lac-Saint-Jean, Québec, Canada (48°50' N, 73°33' W). Depuis 27 années, dans des parcelles expérimentales où l'orge (*Hordeum vulgare* L.) est cultivée, huit différentes combinaisons de pratiques agricoles (facteurs) y sont étudiées. Trois facteurs sont combinés par parcelle, soit le type de rotation [céréales grainées (CG) vs céréales continues (CC)], le type de travail du sol [labour (L) vs chisel (C)] et le type de fertilisation [minéral (M) vs organique (O)]. La décomposition de la paille d'orge (MO) a été mesurée durant l'été 2015 à l'aide de la méthode des sacs enfouis. Ce sont six sacs contenant de la paille qui ont été mis dans le sol de chacune des 32 parcelles au début de la saison de croissance des cultures. Les sacs ont ensuite été récoltés à cinq dates successives durant l'année 2015 et la dernière date de récolte sera au printemps 2016. La différence de masse initiale (intacte) et finale (décomposée) des échantillons de paille, ainsi que leur teneur en C et en N (mesurées par combustion sèche, TruMAc, Leco), permettent d'analyser les effets des différentes combinaisons de pratiques agricoles sur la décomposition de la paille. De façons générales, le pourcentage moyen de paille décomposée est significativement plus élevé dans les parcelles avec un type de rotation des cultures CG (~21,8 %) qu'avec un type de rotation CC (~19,4 %), à une $P = 0,0144$. La décomposition de la MO y est donc favorisée par l'alternance des cultures aux trois années, puisque l'activité des microorganismes est favorisée par une culture moins intensive et perturbatrice du sol. Le ratio C/N final moyen de la paille est significativement plus élevé dans les parcelles labourées (~48,7) versus les parcelles sous chisel (~46,1), à une $P = 0,0081$. Le pourcentage moyen d'N décomposée est significativement plus élevé dans les parcelles labourées (~10,6 %) comparativement au chisel (~5,66 %), à une $P = 0,0010$. À l'inverse du chisel, le labour libère davantage d'N de la paille ce qui augmente pour le coup le ratio C/N de cette dernière. Ces deux résultats suivent ici la même logique. D'autres résultats sont à venir pour l'année 2016 et le printemps 2017 puisque les mêmes manipulations seront répétées. Il sera alors possible d'analyser à nouveau l'effet des pratiques agricoles sur la décomposition de la MO.

Nutrition azotée des productions maraîchères en sols organiques

MELISSA P. QUINCHE GONZALEZ¹, LÉON-ÉTIENNE PARENT¹

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, Canada G1K 7P4
melissa.quinche-gonzalez.1@ulaval.ca

Mots clés : Analyse de données compositionnelles, analyses des sols, analyses foliaires, Meta-analysis, Cate-Nelson,

Les apports inadéquats en azote peuvent générer de déséquilibres nutritionnels chez les plantes et augmenter les risques de contamination vers les eaux de surface (Hébert et Légaré 2000). La fertilisation azotée des cultures maraîchères pour l'obtention de hauts rendements est difficile à gérer en sol organique en raison du caractère imprévisible du taux de libération de l'azote du sol (Duguet et al. 2006). Notre but est d'élaborer des modèles de recommandation en N pour la laitue et l'oignon selon les teneurs en C et N disponibles dans le sol et des balances nutritives foliaires.

Les résultats des analyses C et N des sols et des analyses N, P, K, Ca et Mg foliaires ont été transformés en log ratios isométriques (*ilrs*), pour tenir compte des interactions entre les éléments et combiner en une valeur de remplissage (*Fv*) les autres composants tels que les cendres, S, O et H. Les *ilrs* sont orthogonaux les uns par rapport aux autres, et donc, une distance multivariée comme une distance de Mahalanobis (\mathcal{M}^2) peut être calculée par rapport à une composition de référence. Les *ilrs* peuvent être étalonnés sur la réponse des cultures en termes de rendements, puis classés en groupes des sols par méta-analyse (Borenstein et al. 2009) pour les analyses de sol, et en groupes des «Vrais Négatifs» (VN), «Vrais Positifs» (VP), «Faux Négatifs» (FN) et «Faux Positifs» (FP) par la méthode Cate-Nelson (Nelson et Anderson 1977) dans le cas des analyses foliaires. Vingt-quatre et treize essais de fertilisation azotée de la laitue et l'oignon, respectivement, ont été menés de 2002 à 2006 dans les sols organiques du sud-ouest du Québec. Chaque culture a reçu quatre doses de N de zéro à 150-180 kg N ha⁻¹ appliquées avant le semis ou fractionnées. Un inventaire de données d'oignon a également été effectué entre 1985 et 1987 (Asselin 1992) dans la même zone.

Trois groupes de fertilité de sol ont été délimités pour la laitue de part et d'autre des valeurs de \mathcal{M}^2 de 1 et 5.5. Deux groupes ont été délimités pour l'oignon par \mathcal{M}^2 de 5.5. Un modèle quadratique pour la laitue et un modèle linéaire pour l'oignon ont été élaborés. Les valeurs de \mathcal{M}^2 de 8.4 et de 19.6 sont les limites supérieures pour les modèles de recommandation de N pour la laitue et l'oignon respectivement. Pour ce qui est des analyses foliaires, le groupe des VN permet d'élaborer des normes d'équilibre des éléments nutritifs à haut rendement pour la laitue et l'oignon ce qui facilite l'interprétation des interactions entre les éléments à l'aide d'une dendrogramme. Un diagramme de prise de décision sur les déséquilibres nutritifs et une prédiction du rendement final ont été élaborés par auto-apprentissage à l'aide d'un arbre de classification binaire et d'un arbre de régression, respectivement. Le rapport isométrique et la méta-analyse permettent de diagnostiquer la réponse de la laitue et de l'oignon à l'ajout de N. Il existe une relation très étroite entre la distance de Mahalanobis et la réponse des cultures à la fertilisation azotée à travers un large spectre de propriétés de sols organiques. Les producteurs maraîchers disposent maintenant de tests azotés fiables pour la mise en œuvre des recommandations d'azote pour la laitue et l'oignon en sols organiques.

Références

- Asselin, M. 1992. Diagnostic nutritif de l'oignon cultivé en sol organique. Mémoire M.Sc., Dép. Sols et génie agroalimentaire, Université Laval, Québec.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T. et Rothstein, H. R. 2009. Introduction to meta-analysis. West Sussex, UK: John Wiley.
- Duguet, F., Parent, L.E., et Ndayegamiye, A. 2006. Compositional indices of net nitrification in organic soils. *Soil Sci.*, **171**, 886-90.
- Hébert, S. et Légaré, S. 2000. Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau. Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no ENV-2001-0141, rapport no QE-123, 24p. et, 3.
- Nelson, L. A. et Anderson, R. L. 1977. Partitioning soil test—crop response probability,” in *Soil Testing: Correlating and Interpreting the Analytical Results*, ed M. Stelly, Madison, WI: ASA special publication, 19–38.

Pertes de néonicotinoïdes par ruissellement et lessivage à partir d'un système de culture de maïs-soja

GEORGES THÉRIAULT¹, FRANÇOIS CHRÉTIEN¹, PATRICK GAGNON¹, ISABELLE GIROUX², JULIE CORRIVEAU³, JEAN-THOMAS DENAULT⁴

¹ Centre de recherche et de développement de Québec, 2560, boulevard Hochelaga, Québec (QC), G1V 2J3.

² Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux aquatiques, 675, boul. René-Lévesque Est, 7e étage, Québec (QC), G1R 5V7.

³ Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques, Direction des matières dangereuses et des pesticides, Division des pesticides, 675, boul. René-Lévesque Est, 9e étage, boîte 71, Québec (QC), G1R 5V7.

⁴ Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques, Direction générale des politiques de l'eau, 675, boul. René-Lévesque Est, 8e étage, Québec, (QC), G1R 5V7.
georges.theriault@agr.gc.ca

Mots clés : néonicotinoïdes, clothianidine, thiamethoxame, charge environnementale.

Les néonicotinoïdes sont une classe d'insecticides systémiques largement utilisés dans plus d'une centaine de pays à travers le monde. Ces molécules relativement petites sont très solubles dans l'eau. Les néonicotinoïdes peuvent être appliqués par plusieurs méthodes, soit sur les parties aériennes des plantes ou même dans le sol pour traiter les racines des plantes. En milieu agricole, le traitement des semences est une des méthodes les plus importantes d'application. Récemment, les néonicotinoïdes ont été ciblés comme l'un des principaux facteurs contribuant à l'effondrement des colonies d'insectes pollinisateurs principalement au moment des plantations et des semis. À cause de leur grande solubilité, la présence des néonicotinoïdes en dehors de l'aire d'application devrait conséquemment augmenter à travers le réseau hydrogéologique. Ainsi, le climat tempéré humide de l'Est du Canada, combinée à l'étendue considérable des terres agricoles drainées, est susceptible d'accélérer les exportations de néonicotinoïdes dans les eaux de surface et dans les masses d'eau souterraine. Afin de palier à un manque de connaissances sur les pertes de néonicotinoïdes par le ruissellement de surface et en particulier par le lessivage, cette présentation présentera des occurrences mesurées de deux néonicotinoïdes, à savoir le thiamethoxame et la clothianidine (qui est également un produit de dégradation du thiamethoxame), dans l'eau de ruissellement de surface et dans l'eau des drains collectées à partir d'un champ agricole à la suite d'évènements de précipitations au cours des saisons de croissance 2014 et 2015. Des mesures de débits et des prises d'échantillons d'eau de ruissellement de surface ont été faites à quatre déversoirs situés au bord des champs et celles des eaux d'infiltration ont été recueillies à partir de deux collecteurs de drains. Au cours des deux saisons, quatorze évènements de pluie ont été suivis de mai à novembre. Bien que seulement le thiamethoxame ait été utilisé en 2014 au cours de la période des semis, les deux néonicotinoïdes ont été détectés pendant la presque totalité des quatorze dates d'échantillonnage. De plus, les rapports de charges exportées (surface/drainage) étaient de 40% à 60% indiquant que les deux voies d'exportation sont essentiellement équivalentes en termes d'importance. Une comparaison entre les concentrations observées en bord de champ et celles mesurées dans les ruisseaux et les cuvettes sans exutoire sera également présentée.

Établir une gestion de fertilisation, un premier pas pour la culture des camerisiers (*Lonicera caerulea* L.)

CATHERINE TREMBLAY¹, MAXIME PARÉ¹, JEAN LAFOND², JULIE LAJEUNESSE²

¹ Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, 555 Boulevard de l'Université, Chicoutimi, QC, Canada, G7H 2B1;

² Centre de recherche et de développement de Québec, Ferme de recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1468 Saint-Cyrille, Normandin, QC, Canada, G8M 4K3;
Catherine.tremblay9@uqac.ca

Mots clés : pH, fertilisation, croissance, développement

La camerise (*Lonicera caerulea*) est une nouvelle culture en émergence au Québec et très peu d'informations agronomiques ont été publiées dans la littérature scientifique jusqu'à maintenant. Les documents de références retrouvés indiquent souvent que les camerisiers sont en mesure de croître dans divers milieux et de s'adapter à de vastes conditions édaphiques. Cependant, ces informations demeurent toujours vagues et ne permettent pas de préciser les conditions qui sont optimales pour la croissance et le développement de l'arbuste. Par exemple, selon les références, les camerisiers peuvent croître dans des sols à pH de 5 à 8. Toutefois, en sachant que la disponibilité des éléments fertilisants varie en fonction du pH du sol et que certaines formes de fertilisants azotés peuvent être plus facilement assimilables par les plantes en milieux acides, il devient pertinent de vérifier les effets du pH et des fertilisants sur la croissance et le développement des camerisiers pour éventuellement être en mesure d'établir une gestion de fertilisation adaptée à la culture. L'objectif principal de cette étude est de déterminer les effets de différents pH du sol et du type de fertilisation appliqué sur la croissance et le développement des camerisiers.

L'expérience s'est déroulée en serre. Au total, quatre catégories de pH ont été expérimentées soient des valeurs de pH du sol comprises entre 4 et 7. Pour chacune des catégories de pH, cinq fertilisations ont été testées : un témoin sans fertilisation, un témoin avec ajout de phosphore et potassium, un traitement complet (N-P-K) avec l'azote provenant du sulfate d'ammonium (N-NH_4^+), un traitement complet avec l'azote provenant du nitrate de calcium (N-NO_3^-) et un traitement avec une fertilisation organique (fumier de poule en granule). Les doses équivalentes à l'hectare ont été fixées à 40 kg N ha⁻¹, 29 kg ha⁻¹ de P₂O₅ et 17 kg ha⁻¹ de K₂O pour l'ensemble des traitements. Seules les doses d'azote ont été fractionnées en quatre applications. Les camerisiers utilisés étaient de la variété Indigo Treat et âgées d'une année. La croissance et le développement des camerisiers seront démontrés par les variables de mesures suivantes : l'évolution du stade de développement (identifié à chaque semaine à l'aide d'une échelle de développement phénologique), le taux de défoliation et la biomasse aérienne.

Des résultats préliminaires seront présentés pour chacune des variables. Jusqu'à présent, les tendances semblent démontrées que le pH du sol et le type de fertilisation appliqué influencent négativement la croissance et le développement des camerisiers. Effectivement, l'évolution du stade de développement semble plus lente pour les camerisiers dans les sols à pH très fortement acide (entre 4,2 et 4,6) et cela indépendamment du type de fertilisation. De plus, environ 75 % des camerisiers présents dans les sols à pH très fortement acide et 40 % des camerisiers présents dans les sols à pH moyennement acide (entre 5,2 et 5,6) se sont défoliés avant la fin de l'expérience. Le type de fertilisation appliqué a aussi eu un impact sur le taux de défoliation puisque plus de 50 % des camerisiers se sont défoliés lorsque le fumier de poule en granule ou le sulfate d'ammonium a été utilisé alors que les camerisiers témoins sans fertilisant présentaient seulement un taux de défoliation de 5 %. Finalement, la croissance et le développement des camerisiers semble avoir été supérieur dans les sols faiblement acide (entre 5,7 et 6,1) et neutre (entre 6,2 et 6,9), pour l'ensemble des fertilisants ajoutés, puisque les feuilles matures étaient plus grandes et plus nombreuses. Les résultats de la biomasse aérienne finale viendront appuyer ces observations et permettront certainement d'obtenir une idée plus précise des conditions qui auront été optimales pour la croissance et le développement des camerisiers.

Les résultats obtenus dans cette étude constitueront une première assise pour établir une stratégie de fertilisation mieux adaptée pour la production de camerise. Ils seront aussi une base pour débiter un essai de fertilisations directement au champ.

Nutrition azotée et productivité du canola fertilisé avec une combinaison d'engrais vert et d'engrais minéral ou organique

MATHIEU VAILLANCOURT¹, MARTIN CHANTIGNY², DENIS PAGEAU³, DENIS ANGERS², ANNE VANASSE¹

¹Université Laval, département de phytologie ²Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec ³Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ferme de recherche Normandin
mathieu.vaillancourt.2@ulaval.ca

Mots clés : *Brassica napus* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., intercalaire, lisier de porc

Le canola (*Brassica napus* L.) est une culture répandue dont les besoins en N sont élevés. Une alternative moins polluante aux fertilisations conventionnelles minérales ou organiques est l'utilisation d'engrais verts (EV) de légumineuses. Au Québec, on a démontré qu'une combinaison de trèfle rouge (*Trifolium pratense* L.) et de trèfle blanc (*Trifolium repens* L.) semés en intercalaire dans l'orge pouvait fournir 97 à 121 kg N ha⁻¹ à l'enfouissement et entraînait une augmentation de rendements de 8 à 36 % dans une culture subséquente de blé (Verville 2014). L'objectif du projet était de (i) préciser l'effet d'un EV de trèfles sur le prélèvement en N et les rendements du canola et son équivalent en N minéral et (ii) comparer la réponse du canola à une fertilisation minérale et organique comme complément à l'EV.

Une expérience a été réalisée à deux sites contrastants pour un total de quatre années-sites selon un plan factoriel en tiroir 2x2x4, soit précédent cultural (orge seul ou orge avec intercalaire de trèfles rouge et blanc), type de fertilisation (minérale – 27-0-0 ou organique - lisier de porc) et niveau d'N disponible (0, 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹). À l'enfouissement, l'EV a apporté entre 27,5 et 157,8 kg N ha⁻¹. Aucune interaction n'a été observée entre l'EV et le type de fertilisation pour les variables étudiées. L'EV a augmenté les rendements du canola, avec un équivalent en N minéral de 21,8 à 81,8 kg N ha⁻¹. À 0 kg N ha⁻¹ les rendements ont augmenté de 6 à 42 %, l'effet s'estompant avec des doses d'N croissantes (Fig.1). Le prélèvement en N n'augmentait toutefois pas de façon significative. Le lisier de porc a entraîné un prélèvement en N et des rendements moindres que la fertilisation minérale, l'N disponible du lisier ayant été surestimé à l'application. Ainsi, aucun maximum n'a été obtenu avec les courbes de réponse au lisier, alors que les courbes de réponse à la fertilisation minérale ont donné des rendements maximaux entre 120 et 174 kg N ha⁻¹.

En conclusion, l'EV de trèfles a amélioré les rendements du canola pour un équivalent en N minéral pouvant aller jusqu'à 81,8 kg N ha⁻¹. La fertilisation organique a été moins efficace que l'engrais minéral, qui s'est révélée être la meilleure option pour les rendements du canola.

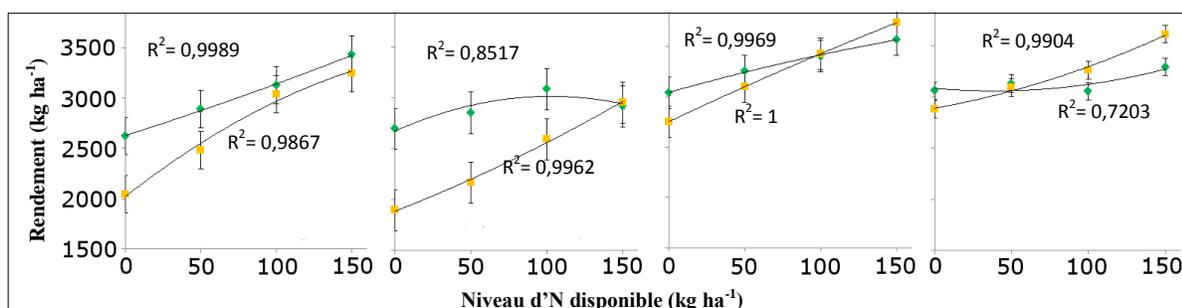


Fig. 1 Rendement en grain du canola avec un précédent d'orge avec (◆) ou sans (●) EV pour les 4 années-sites

(1) Verville, F. 2014 Effet des engrais verts et de leur période d'enfouissement sur la nutrition azotée et les rendements du blé. Université Laval. Mémoire de maîtrise déposé en 2014.

NOTES

