



Association québécoise  
de spécialistes  
en sciences du sol

Ville de Saguenay  
Hôtel Chicoutimi  
27 – 30 mai 2013

## 27<sup>e</sup> congrès annuel de l'AQSSS

« Les sols à bout de souffle? »

Programme scientifique



## CONSEIL D'ADMINISTRATION

---

- Président : **Gilles GAGNÉ**, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA). 2700 rue Einstein, Québec QC G1P 3W8. gilles.gagne@irda.qc.ca
- Vice-présidente: **Anne VANASSE**, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département de phytologie. Québec QC G1V 0A6. anne.vanasse@fsaa.ulaval.ca
- Trésorière: **Lucie GRENON**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement en horticulture. 430 boulevard Gouin Saint-Jean-sur-Richelieu QC J3B 3E6. lucie.grenon@agr.gc.ca
- Secrétaire: **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
- Administrateurs : **Vincent POIRIER**, Université Laval, Centre d'étude de la forêt, Faculté de foresterie, géographie et géomatique, Département des sciences du bois et de la forêt, 2405 de la Terrasse, Québec QC G1V 0A6. vincent.poirier.1@ulaval.ca
- Louis ROBERT**, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), Direction régionale de la Chaudière-Appalaches. 101-675 route Cameron, Sainte-Marie QC G6E 3V7. louis.robert@mapaq.gouv.qc.ca
- Pascal DROUIN**, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Institut de recherche sur les forêts, 445 boulevard de l'université, Rouyn-Noranda QC J9X 5E4. pascal.drouin@uqat.ca

## COLLABORATEURS

---

- Webmaître : **Rock OUIMET**, Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles du Québec. Québec QC G1P 3W8. rock.ouimet@mrnf.gouv.qc.ca
- Éditrice Infosol : **Isabelle BEAUDIN**, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA). 2700 rue Einstein, Québec QC G1P 3W8. isabelle.beaudin@irda.qc.ca

## COMITÉ ORGANISATEUR

---

Le conseil d'administration de l'AQSSS, Jean LAFOND, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ferme de recherche, 1468, rue Saint-Cyrille, Normandin (Québec) G8M 4K3 et Rock OUIMET.

## Association québécoise de spécialistes en sciences du sol

---

L'Association québécoise de spécialistes en sciences du sol est un organisme de bienfaisance enregistré et à but non lucratif regroupant les personnes intéressées à la science, à l'utilisation, à l'aménagement et à la conservation des 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 et la conservation de la ressource sol.

Toute personne oeuvrant 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/squelettes/fom1.html>), 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 : Appel de candidature

---

### PRIX AUGUSTE-SCOTT

Le prix Auguste-Scott est décerné à un membre de l'AQSSS s'étant distingué par l'ensemble de son oeuvre 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. Veuillez faire parvenir les candidatures en incluant une description suffisante de la contribution du récipiendaire potentiel avant le 25 avril 2011 à la présidente de l'association à l'adresse suivante : Gilles Gagné, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA), 2700 rue Einstein, Québec QC G1P 3W8. [gilles.gagne@irda.qc.ca](mailto:gilles.gagne@irda.qc.ca)

---

*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 (500\$, 400\$ et 300\$) 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 (300\$) 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 deux 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 cette année aura lieu le soir du 29 mai 2013. L'AQSSS encourage les membres et les étudiants à être présents lors de cette soirée.**

## HISTORIQUE DES RÉCIPIENDAIRES DES PRIX

Année	Prix Auguste-Scott	Prix Roger-Baril	Prix AQSSS - 1996-2002 Prix Régis-Simard - depuis 2003
1988	Thi Sen Tran		
1989	Marcel Giroux		
1990	Fernand Pagé		
1991	Christian de Kimpe	Daniel Avon	
1992	Angus F. Mackenzie	Martin Chantigny	
1993	Michel Nolin	Bernard Pelletier	
1994	Denis Côté	Robert Bradley	
1995	Marton Tabi	Isabelle Royer	
1996	Léon-Étienne Parent	1. Jean-Pierre Mvondo Awonno 2. Mauro Pezzente 3. Isabelle Breune	Noura Ziadi
1997	Régis Simard	1. Louis Duchesnes 2. François Marquis 3. Jacinda Richman	Annie Clark
1998	Lucien Bordeleau	1. Marie-André Saint-Pierre 2. Rebecca Tremblay 3. Sonja Kosuta	Benoît Hamel
1999	Adrien N'dayegamiye	1. Caroline Côté 2. Catherine Périé 3. Bernard Pelletier	
2000	Marc Laverdière	1. François Marquis 2. Jacques Langlois 3. Louis Hudon	Danya Brisson
2001	Lucie Grenon	1. Martin Lavoie 2. Jacques Langlois 3. Richard Jeannotte	
2002	Claude Camiré	1. Jacques Langlois 2. Frank Grenon 3. Richard Jeannotte 3. Jacynthe Dessureault-Rompré	Habiba Ben Mansour
2003	Denis Angers	1. Marie Bipfubusa 2. Benoît Lapointe 3. Rosalbina Gomez 3. Karine Prévost	Gilles Joannis
2004		1. Alicia Moreno 2. Renée Lalancette 3. David Vallières	Luc Michelot Casséus
2005	André Brunelle	1. Cargele Nduwanungu 2. Karine Therrien 2. Vincent Poirier	Arnaud DeConinck Sébastien Lange
2006	Rock Ouimet	1. Kevin Tiessen 2. Nikita Erikson-Hamel 3. Vincent Poirier	Anaïs Charles
2007	Antoine Karam	1. Kevin Tiessen 2. Julie Guérin 3. Pierre-Antoine Gilbert	Mustapha Bakry Karine Vézina
2008	Gérard Laflamme	1. Julie Guérin 2. Vincent Leblanc 3. Karine Labrecque	Irina Compte
2009	Michel P. Cescas	1. Marie-Hélène Perron 2. Jérôme Laganière 3. Aimé Jean Messiga	Dalel Abdi Mathieu Quenum
2010	Guy Mehuys	1. Éliane Bergeron Piette 2. Vicky Lévesque 3. Marcio Martins	Aimé Jean Messiga
2011	Luc Lamontagne	1. Vincent Poirier 2. Loïc D'Orangeville 3. Sébastien Marchand	Gregory Musset
2012		1. Loïc D'Orangeville 2. Yann Périard 3. Émilie Maillard	Ezequiel Miola

## HISTORIQUE DES CONGRÈS DE L'AQSSS

Assemblée générale	Président	Lieu	Thème du congrès
			<b>Rétrospective de la recherche sur les sols au Québec</b> Chicoutimi, ACFAS mai 1985
			<b>La podzolisation des sols</b> Montréal, ACFAS mai 1986
1) 27 octobre 1987	Marton Tabi	Saint-Hyacinthe	<b>Utilisation rationnelle des sols</b> Ottawa, ACFAS mai 1987
2) 24 mai 1988	Fernand Pagé	Sainte-Foy	<b>Les sols organiques, un milieu de culture à découvrir et à exploiter</b> Moncton, ACFAS 10-11 mai 1988
3) 3 mai 1989	Fernand Pagé	Sainte-Foy	<b>La fertilisation intégrée des cultures : Une approche à développer</b> Montréal, ACFAS 17 mai 1989
4) 25 octobre 1990	Claude Camiré	Saint-Lambert	<b>Le dépérissement des érablières : Causes et solutions possibles</b> Sainte-Foy, 14-17 mai 1990
5) 7 octobre 1991	Régis Simard	Drummondville	<b>Les amendements organiques et la productivité du sol</b>
6) 5 octobre 1992	Régis Simard	Beaupré	<b>La qualité des sols</b>
7) 12 octobre 1993	Léon-Étienne Parent	Sainte-Anne-de-Bellevue	<b>La science du sol dans la dynamique environnementale</b>
8) 11 octobre 1994	Léon-Étienne Parent	Lennoxville	<b>La variabilité spatio-temporelle des propriétés du sol</b>
9) 27 juillet 1995	Léon-Étienne Parent	Sainte-Foy	<b>Dynamique des éléments dans les écosystèmes terrestres</b>
10) 16 octobre 1996	Régis Simard	Saint-Hyacinthe	<b>Les nouveaux défis en sciences du sol</b>
11) 25 août 1997	Denis Côté	Lac Beauport	<b>Le sol et l'eau: deux ressources à gérer en interrelations</b>
12) 4 août 1998	Richard Beaulieu	Sainte-Foy	<b>La science du sol au service du développement durable en foresterie et en agriculture</b>
13) 17 août 1999	Rock Ouimet	Sainte-Anne-de-Bellevue	<b>La qualité des sols : du concept à la réalité</b>
14) 31 novembre 2000	Rock Ouimet	Forêt Montmorency	<b>La durabilité des ressources agricoles et forestières</b>
15) 22 août 2001	Rock Ouimet	La Pocatière	<b>L'utilisation des sols et la ruralité</b>
16) 12 juin 2002	Rock Ouimet	Normandin	<b>Les écosystèmes agricole et forestier du pré-nord</b>
17) 10 juin 2003	Rock Ouimet	Sherbrooke	<b>Le sol et la biodiversité</b>
18) 8 juin 2004	Rock Ouimet	Baie St-Paul	<b>La recherche en sol : où en sommes-nous ?</b>
19) 15 juin 2005	Rock Ouimet	St-Ignace-de Standbrige	<b>Utilisons-nous nos sols adéquatement?</b>
20) 6 juin 2006	Martin Chantigny	Montréal	<b>L'urbanisation et les sols</b>
21) 4 juin 2007	Martin Chantigny	Sainte-Catherine de la Jacques-Cartier	<b>Les sols en milieux froids</b>
22) 3 juin 2008	Martin Chantigny	St-Georges de Beauce	<b>Utilisation et productivité des sols négligés</b>
23) 20 mai 2009	Martin Chantigny	St-Paulin	<b>La rivière, reflet de la gestion des terres</b>
24) 1 <sup>er</sup> juin 2010	Martin Chantigny	Oka	<b>Vers des systèmes sol-plante sains et durables</b>
25) 25 mai 2011	Anne Vanasse	Wendake	<b>Les sciences du sol au 21<sup>e</sup> siècle : Défis à relever pour une ressource à préserver</b>
26) 04 juin 2012	Gilles Gagné	Lac-Beauport	<b>Les sols sous un climat en évolution : amis ou ennemis?</b>



## SOMMAIRE DU PROGRAMME

	Lundi 27 mai 2013	Mardi 28 mai 2013	Mercredi 29 mai 2013	Jeudi 30 mai 2013
Matinée		8h00 – 9h00 <b>Inscription</b>  9h00 – 12h00 <b>Forum</b> «Les sols à bout de souffle?»  1- Des microorganismes bénéfiques pour un sol en santé. <b>Hani Antoun</b> , Université Laval, Québec 2- Compaction profonde, mauvais drainage et sols à bout de souffle. <b>Marc-Olivier Gasser</b> , IRDA, Québec 3- Understanding and managing your soil using the Cornell Soil Health Test. <b>Robert Schindelbeck</b> : Cornell University, Ithaca, NY 4- La dégradation des sols: identifier les causes et trouver des solutions. <b>Éric Thibault</b> , PleineTerre	8h00 – 8h15 <b>Inscription</b>  8h15 – 9h45 <b>Présentations orales</b>  10h15 – 12h00 <b>Présentations orales</b> <b>Sessions simultanées</b>	8h00 – 16h00 <b>Tournée post-congrès</b>  1- Mine Niobec, Saint-Honoré : Végétalisation des déchets de mine  2- Saint-Ambroise : producteur de pommes de terre  3- Revalorisation de terrain à potentiel de bleuëtière  4- Domaine le Cageot, Jonquières : Vignoble et fabrication artisanale d'alcool de petits fruits  5- Fromagerie Blackburn, Jonquières : Ferme laitière et traitement du lactosérum et des eaux blanches par méthanisation  6- Petite visite à la pulperie de Chicoutimi et à la petite maison blanche du déluge
Midi		12h00 – 13h15 <b>Dîner</b>	12h00 – 13h30 <b>Dîner</b>	
Après-midi		13h15 - 14h45 <b>Session d'affiches</b>  14h45 – 17h00 <b>Présentations orales</b>	13h30 – 15h15 <b>Présentations orales</b>	
Soirée	18h00– 19h00 <b>Accueil et Inscription</b> <b>Hôtel Chicoutimi</b>  <b>Souper et soirée libres</b>	17h00 – 19h00 <b>5 à 7 Assemblée générale de l'AQSSS</b>  <b>Souper libre</b>	16h15 – 18h45 <b>5 à 7 Tour sur le Fjord</b>  19h00 <b>Banquet et remise des prix de l'AQSSS</b>	

**Pour l'hébergement sur les lieux du congrès, les réservations doivent être faites par les participants directement à l'Hôtel Chicoutimi (418 549-7111 Sans frais : 1-800-463-7930 Web : [www.hotelchicoutimi.qc.ca](http://www.hotelchicoutimi.qc.ca)). Pour de plus amples détails, visitez [www.aqsss.com](http://www.aqsss.com)**



## Lundi 27 mai 2013

---

**18h00 – 19h00**

INSCRIPTION  
Hôtel Chicoutimi

SOUPER ET SOIRÉE LIBRES

## Mardi 28 mai 2013 - AM

---

**8h00 – 8h55**

INSCRIPTION  
Hôtel Chicoutimi

**8h55 – 9h00**

OUVERTURE  
Gilles Gagné, président de l'AQSSS

**9h00 – 12h00**

FORUM – Salle Racine  
Les sols à bout de souffle?  
*Modérateur : Louis Robert*

9h00 **Des microorganismes bénéfiques pour un sol en santé**  
HANI ANTOUN

9h30 **Compaction profonde, mauvais drainage et sols à bout de souffle**  
MARC-OLIVIER GASSER

10h00 **PAUSE**

10h15 **Understanding and managing your soil using the Cornell Soil Health Test**  
BOB SCHINDELBECK

10h45 **La dégradation des sols : identifier les causes et trouver des solutions**  
ÉRIC THIBAUT

11h15 **DISCUSSION**

**12h00 – 13h15**

DÎNER

---

13h15 – 14h45

SESSION D’AFFICHES

Salle : Richelieu

1. **Évaluation de l’impact de bandes sylvicoles sur la connectivité sédimentologique d’un petit bassin versant agricole sous un climat tempéré.**  
GABRIEL HOULD GOSSELIN, ALAIN N. ROUSSEAU, SYLVIO J. GUMIERE ET D. W. HALLEMA
2. **Gestion de l’irrigation en culture hors sol en parapluie et en tunnel de la fraise à jour neutres.**  
NICOLAS WATTERS, JEAN CARON, STEEVE PÉPIN ET CAROLE BOILY
3. **Irrigation de la canneberge et mouvements des éléments nutritifs.**  
EMMANUELLE CARON, JEAN CARON, SILVIO J. GUMIÈRE, VIVIANE JUNEAU ET VINCENT PELLETIER
4. **Aération du sol associée aux variations de potentiels matriciels dans la zone racinaire dans les cannebergières.**  
THOMAS LAURENT, SUZANNE E. ALLAIRE ET JEAN CARON
5. **Impact du potentiel matriciel sur la salinité du sol: effet du stress osmotique chez la canneberge.**  
MARIE-ELISE SAMSON, JOSÉE FORTIN, JEAN CARON ET STEEVE PEPIN
6. **Effet de l’application d’une chaux dolomitique sur la disponibilité du manganèse dans un sable loameux cultivé avec du maïs.**  
LUC M.C. CASSÉUS, ANTOINE KARAM ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
7. **Méta-analyse de l’effet la fertilisation potassique de la pomme de terre sur les balances entre les calibres et le contenu en sucre des tubercules.**  
NICOLAS SAMSON, LÉON-ÉTIENNE PARENT ET GUY ROY
8. **Fertilization of guava (*Psidium guajava*) in Brazil using plant analysis and a nutrient balance concept.**  
RAFAEL MARANGONI MONTES, WILLIAM NATALE ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
9. **Particulate organic matter and soil mineral nitrogen concentrations are good predictors of the soil nitrogen supply to canola in following legume and non-legume crops in western Canada.**  
MERVIN ST.LUCE, NOURA ZIADI, BERNIE J. ZEBARTH, JOANN K. WHALEN, CYNTHIA A. GRANT, EDWARD G. GREGORICH ET JOHN T. O’DONOVAN
10. **Impact de la fertilisation azotée sur la qualité des tubercules de pomme de terre destinés à la transformation.**  
CHAYMA NECHI, ATHYNA N. CAMBOURIS, ISABELLE PERRON ET CHÉRIF HANNACHI

- 11. Modélisation compositionnelle des changements des formes du phosphore du sol déterminées par la RMN-<sup>31</sup>P.**  
DALEL ABDI, BARBARA J. CADE-MENUN, NOURA ZIADI ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
- 12. Détection d'estrogènes naturels provenant de l'application de lisier dans un petit bassin versant agricole (Chaudière-Appalaches).**  
EMMANUELLE CARON ET PIERRE LAFRANCE
- 13. Émission de CO<sub>2</sub> d'un pâturage en hiver.**  
CÉLINE PEYRARD, SUZANNE E. ALLAIRE, MARIO A. CUELLAR CASTILLO, SÉBASTIEN LANGE, PIERRE DUTILLEUL ET GEORGES THÉRIAULT
- 14. Les sols de Missisquoi et leur potentiel viticole : une approche cartographique par pédopaysages.**  
LUCIE GRENON, ARIANE DROUIN, DANIEL VENNEMAN, ÉVELYNE BARRIAULT, RAPHAËL FONCLARA ET AUBERT MICHAUD

## Mardi 28 mai 2013 - PM

---

### 14h45 – 17h00

#### SESSION I – Gestion et qualité de l'eau

*Modératrice : Isabelle Royer*

*Salle : Racine*

- 14h45 **Optimiser la gestion de l'eau d'un champ de canneberge atypique par l'approche des bilans hydrologiques.**  
FRANCIS AUCOIN, SYLVAIN JUTRAS ET JEAN CARON
- 15h00 **Infiltration d'eau et drainage dans nos sols organiques agricoles.**  
JONATHAN A. LAFOND, SILVIO J. GUMIÈRE ET JEAN CARON
- 15h15 **Impact de la variabilité spatiale des propriétés hydrodynamiques du sol sur la dynamique de l'eau.**  
SILVIO J. GUMIÈRE, JEAN CARON, YANN PÉRIARD ET JONATHAN A. LAFOND
- 15h30 **Irrigation de la canneberge basée sur des seuils de potentiel matriciel.**  
VINCENT PELLETIER, JACQUES GALLICHAND ET JEAN CARON
- 15h45 **Pause**
- 16h00 **Régie par tensiométrie de l'irrigation de la fraise à jour neutre.**  
GUILLAUME LÉTOURNEAU, JEAN CARON ET JULIEN CORMIER
- 16h15 **Impact du contenu en *E. coli* de l'eau et du délai entre l'irrigation et la récolte sur la salubrité de la laitue frisée et de l'oignon vert en sol organique.**  
CAROLINE CÔTÉ, MYLÈNE GÉNÉREUX ET JOHN M. FAIRBROTHER
- 16h30 **Efficacité des bandes riveraines en présence de mouvement préférentiel.**  
CLAUDIA SYLVAIN, SUZANNE E. ALLAIRE, SÉBASTIEN LANGE, GEORGES THÉRIAULT ET AUBERT MICHAUD
- 16h45 **Analyse et prédiction des réponses hydrologiques de petits bassins versants en milieu agricole.**  
NESTOR RAUL ROCHA MEDRANO, ROBERT LAGACÉ, AUBERT MICHAUD ET ARIANE DROUIN

## Mardi 28 mai 2013 - PM

---

### 17h00 – 19h00

#### ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE L'AQSSS

Salle : Galerie 2

Soirée

Souper libre

---

## Mercredi 29 mai 2013 - AM

---

**8h15 – 9h45**

**SESSION II – Qualité des sols**

*Modérateur : Lucien Bordeleau*

*Salle : Racine*

- 8h15 **Végétalisation du parc à résidus miniers d'Opémiska, Nord du Québec, par réintroduction de la vie microbienne.**  
CHRISTINE JUGE ET LUCIEN BORDELEAU
- 8h30 **Impact sur les microorganismes du sol et de la rhizosphère de trois systèmes de couverture végétale utilisés l'année précédente d'une culture de pommes de terre introduite en semis direct.**  
THOMAS JEANNE, RICHARD HOGUE ET LOUIS PÉRUSSE
- 8h45 **Contenu en éléments traces métalliques suite au travail du sol d'une vieille prairie fertilisée avec du lisier de porc.**  
ISABELLE ROYER, JAMES D. DOUGLAS, DENIS A. ANGERS, MARTIN CHANTIGNY  
PHILIPPE ROCHETTE ET MARC-OLIVIER GASSER
- 9h00 **Le rôle essentiel des essais de longue durée pour l'étude du fonctionnement des agroécosystèmes: un aperçu des résultats obtenus au site de L'Acadie.**  
NOURA ZIADI, DENIS ANGERS, ROGER LALANDE, BERNARD GAGNON,  
CHRISTIAN MOREL, PHILIPPE ROCHETTE ET MARTIN CHANTIGNY
- 9h15 **Impacts de sols classés dégradés sur l'efficacité de l'apport d'azote minéral en grandes cultures.**  
GILLES TREMBLAY, JOËLLE DESJARDINS, CHRISTIAN FORGET, PATRICIA LEDUC,  
MÉLANIE HARDY, GENEVIÈVE GIARD, ESTER TARDIF ET YVAN FAUCHER
- 9h30 **Valeur critique d'agrégation des sols commandant des pratiques bénéfiques.**  
LÉON-ÉTIENNE PARENT, YAN XU, SERGE-ÉTIENNE PARENT ET DENIS ANGERS
- 9h45 **Pause**

**Mercredi 29 mai 2013 - AM**

---

**10h15 – 11h45**

**SESSION III – Chimie et physique des sols**  
**Session simultanée avec Session IV**

*Modérateur : Silvio J. Gumière*

*Salle : Richelieu*

- 10h15 **La spectroscopie dans le proche infrarouge au service de la science du sol.**  
NOURA ZIADI, GAËTAN TREMBLAY, GILLES BÉLANGER, DALEL ABDI, MERVIN ST.LUCE ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
- 10h30 **Le feu et la récupération influencent la distribution du carbone organique et de l'azote dans le profil des sols de la forêt boréale.**  
VINCENT POIRIER, DAVID PARÉ, JULIETTE BOIFFIN ET ALISON D. MUNSON
- 11h00 **Travail du sol et fertilisation phosphatée : effet à long terme sur les formes du phosphore déterminées par la RMN-<sup>31</sup>P.**  
DALEL ABDI, BARBARA J. CADE-MENUN, NOURA ZIADI ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
- 11h15 **Analyse de sensibilité des paramètres hydrodynamiques d'un modèle de cotransport (C-Ride) dans un sol non saturé.**  
YANN PÉRIARD, SILVIO J. GUMIÈRE, ALAIN N. ROUSSEAU ET JEAN CARON
- 11h30 **Classement des séries de sols minéraux du Québec selon les groupes hydrologiques.**  
GILLES GAGNÉ ET ISABELLE BEAUDIN

---

**12h00 – 13h30**

**DÎNER**

---

**Mercredi 29 mai 2013 - AM**

---

**10h15 – 12h00**

**SESSION IV – Fertilité et fertilisation**  
**Session simultanée avec Session III**

*Modérateur : Antoine Karam*

*Salle : Racine*

- 10h15 **Contribution azotée de paillis végétaux dans un système de semis direct en grandes cultures biologiques de l'Ouest canadien.**  
CAROLINE HALDE, ROBERT H. GULDEN, ANDREW M. HAMMERMEISTER, KIM H. OMINSKI, MARIO TENUTA ET MARTIN H. ENTZ
- 10h30 **Évolution des doses économiques optimales (DÉO) dans la fertilisation azotée du maïs-grain au Québec.**  
GILLES TREMBLAY ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
- 11h00 **Impact agronomique du modèle de calibration pour la recommandation en azote sur la production de pomme de terre.**  
ATHYNA N. CAMBOURIS, BERNIE J. ZEBARTH, NOURA ZIADI, CYNTHIA GRANT ET ISABELLE PERRON
- 11h15 **Est-ce que la recommandation du CRAAQ en fertilisation azotée est appropriée pour le maïs-grain?**  
MAXIME C. PARÉ ET ÉRIC THIBAUT
- 11h30 **Fertilisation du bleuet nain sauvage : le cas des éléments majeurs.**  
JEAN LAFOND
- 11h45 **Pourquoi remplacer le baril de Liebig par la balance à plateaux?**  
LÉON-ÉTIENNE PARENT

---

**12h00 – 13h30**

**DÎNER**

---

**13h30 – 15h15**

**SESSION V – Émissions de GES et gestion des résidus**

*Modérateur : Vincent Poirier*

*Salle : Racine*

- 13h30 **Apport d'amendements organiques aux sols agricoles et émissions de N<sub>2</sub>O: une méta-analyse.**  
ANAIS M. CHARLES, PHILIPPE ROCHETTE, JOANN WHALEN, LÉON-ÉTIENNE PARENT, DENIS ANGERS ET MARTIN CHANTIGNY
- 13h45 **Dynamique du N<sub>2</sub>O et du CO<sub>2</sub> dans un sol de pâturage durant la saison froide.**  
MARIO A. CUELLAR CASTILLO, SÉBASTIEN F. LANGE, SUZANNE E. ALLAIRE, PIERRE DUTILLEUL ET GEORGES THÉRIAULT
- 14h00 **L'épandage des biosolides municipaux, les GES et le principe de précaution.**  
MARC HÉBERT
- 14h15 **Les cendres de poêles à bois résidentiels : pistes de réflexion pour un recyclage sécuritaire et durable.**  
JOSÉE-ANNE MAJEAU, MARC HÉBERT ET JULIE DESFORGES
- 14h30 **Dynamique du CO<sub>2</sub> dans un système agroforestier avec culture intercalaire.**  
SÉBASTIEN F. LANGE, MARIO A. CUELLAR CASTILLO ET SUZANNE E. ALLAIRE
- 14h45 **Dynamique du CO<sub>2</sub> dans le sol de panic érigé amendé avec du biochar.**  
SUZANNE E. ALLAIRE, SÉBASTIEN LANGE, BENJAMIN BARIL, ANNE VANASSE, J. MACKAY ET D. SMITH
- 15h00 **Épandage agricole des biosolides municipaux: contenu en métaux et en PBDE du lait de vache.**  
MARC HÉBERT, DOMINIC LEMYRE-CHAREST, GUY GAGNON ET SYLVIE DE GROUSBOIS

**Mercredi 29 mai 2013 - PM**

---

**16h15 – 18h45**

5 à 7 Tour sur le Fjord

Port de Chicoutimi

---

**19h00**

Banquet

et

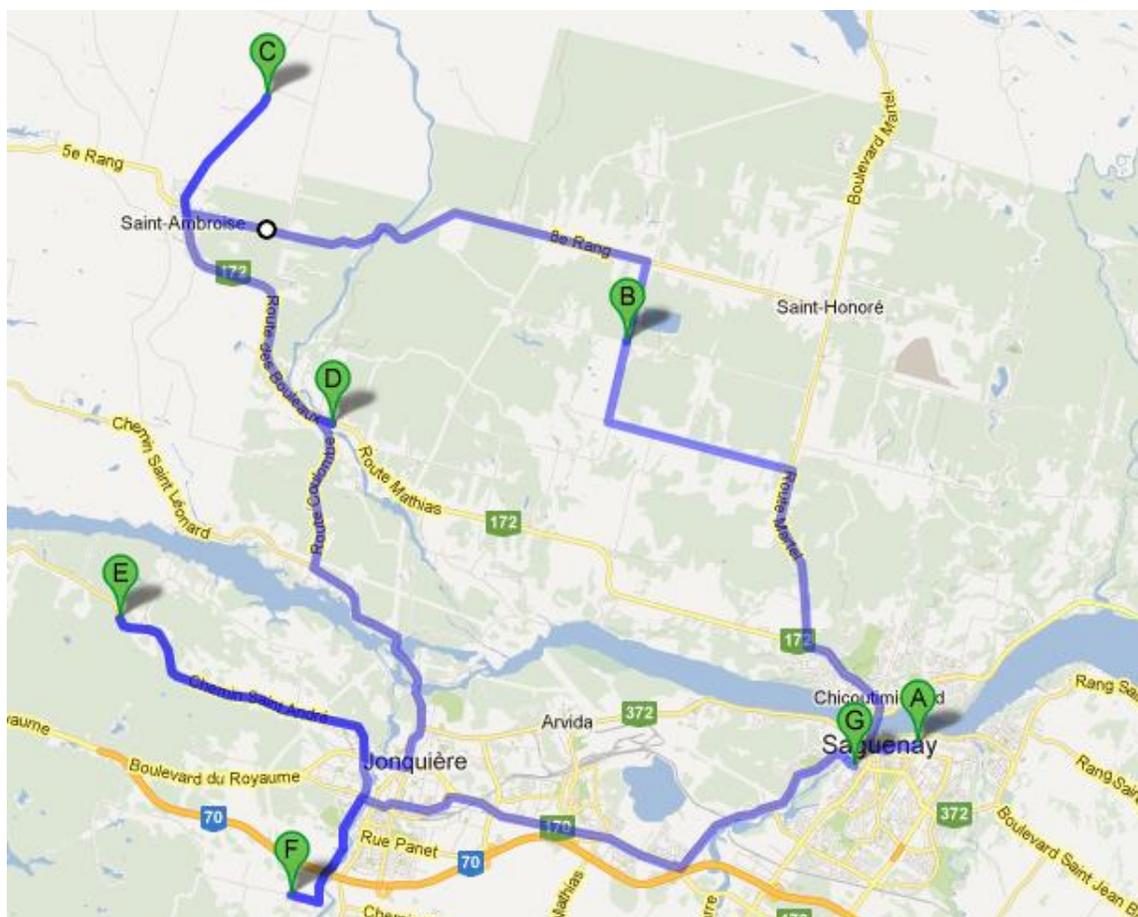
Remise des prix de l'AQSSS



## Jeudi 30 mai 2013

8:00 – 16:00

### TOURNÉE POST-CONGRÈS DANS LA RÉGION DU SAGUENAY



- 8h00 A RASSEMBLEMENT** à l'Hôtel Chicoutimi.  
Les organisateurs : LUCIE GRENON, AAC, JEAN LAFOND, AAC et GILLES GAGNÉ, IRDA
- 8h05-8h30 *Déplacement en autobus. Géologie, dépôts quaternaires et hydrogéologie régionale.*  
JULIEN WALTER, UQAC
- 8h30 B** Visite guidée de la **MINE NIOBEC** et du **site de revégétalisation**.  
SIMON DUROCHER, UQAC
- 9h30-10h00 *Déplacement en autobus. Géologie, dépôts quaternaires et hydrogéologie régionale.*
- 10h00 C** **Production de PATATES** : Phosphore dans le sol et réponse des cultures, contamination des eaux souterraines (P et pesticides), irrigation, érosion hydrique, concentration de la production, rotation, salubrité (nématodes) et profil de sols. SAMUEL MORISSETTE, AGRINOVA
- 11h00-11h15 *Déplacement en autobus. Géologie, dépôts quaternaires et hydrogéologie régionale.*
- 11h15 D** Visite d'un site à potentiel de **BLEUETIÈRE**, remis en végétation suite au passage d'une conduite d'eau pour la mine Niobec. Description des interventions : décapage, excavation, remise en état, etc. Discussion sur les enjeux de la production : fertilisation, grilles de référence, analyses de sols et foliaires, irrigation, pesticides. VÉRONIQUE MOREAU, CLUB CONSEIL BLEUET et JEAN LAFOND, AAC
- 11h45-12h15 *Déplacement en autobus. Géologie, dépôts quaternaires et hydrogéologie régionale.*
- 12h15 E** **DOMAINE LE CAGEOT - VIGNOBLE & Alcools de petits fruits** : Visite du domaine et profil de sols. Dégustation et lunch.
- 13h45-14h00 *Déplacement en autobus. Géologie, dépôts quaternaires et hydrogéologie régionale.*
- 14h00 F** **FROMAGERIE BLACKBURN** : Visite de la ferme et du méthanisateur et profil de sols. Dégustation.
- 15h00-15h30 *Déplacement en autobus. Géologie, dépôts quaternaires et hydrogéologie régionale.*
- 15h30 G** **PULPERIE** de Chicoutimi et petite maison blanche. Court arrêt pour voir les bâtiments et le parc.
- 16h00 A** **HÔTEL CHICOUTIMI, fin de la tournée et FIN DU CONGRÈS.**



## **RÉSUMÉS DU FORUM**

---

**«Les sols à bout de souffle?»**

---



# Des microorganismes bénéfiques pour un sol en santé

HANI ANTOUN

Département des sols et de génie agroalimentaire et Centre de recherche en horticulture  
Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval  
Courriel : [Hani.antoun.1@ulaval.ca](mailto:Hani.antoun.1@ulaval.ca)

**Mots clés** : agrégat; biochar; glomaline, mycorhizes, rhizobia

Un bon sol agricole peut facilement être comparé à un organisme vivant très complexe. En effet, il est composé de constituants organiques et inorganiques et il renferme une grande diversité de cellules vivantes de taille très différentes. Lorsqu'en bonne santé, cet organisme a des activités enzymatiques importantes et il est le siège d'interactions très intenses entre ses différents constituants. Il contient de l'ADN et l'on étudie son métagénome. Le sol transpire et il peut avoir soif; il est très sensible à son environnement et parfois il est susceptible à certaines maladies causées par des agents pathogènes ou à d'autres troubles causés par l'activité de l'homme. Le poumon d'un sol vivant c'est sa structure qui influence grandement sa respiration, résultant de l'activité de sa flore et de sa faune. On estime à l'échelle mondiale que la compaction des sols, produite par l'utilisation de la mécanisation agricole et forestière, est responsable de la dégradation d'environ 68 millions d'hectares (Nawaz et al. 2013). Ce phénomène, en plus de réduire les rendements des cultures, va modifier les communautés microbiennes et la microfaune et par conséquent les cycles biogéochimiques du carbone et de l'azote seront affectés. La taille et la stabilité des agrégats du sol sont affectées par les plantes (Angers et Caron 1998). D'autre part, l'importance de l'effet rhizosphère (l'activité de la microflore dans le sol intimement attaché aux racines est beaucoup plus élevée que celle du sol éloigné) dépend directement de la nature des exsudats racinaires, qui eux varient, entre autres, selon l'espèce de la plante (Kennedy 2005). Sauf quelques exceptions (ex. plantes des familles *Brassicaceae*, chou, colza, navet et *Chenopodiaceae*, épinard, betterave), les plantes cultivées forment une association bénéfique avec les mycorhizes arbusculaires (MA). Le rôle des MA dans la nutrition des plantes est bien connu, mais ces champignons jouent aussi un rôle dans la formation et la stabilité des agrégats de différentes manières, incluant la production de la glomaline par les espèces de *Glomus* (Rillig et Mummey 2006). Le concept de la mycorrhizosphère a été le résultat de l'ubiquité des MA chez les plantes cultivées et cette nouvelle entité en plus de la rhizosphère, prend en considération l'hyphosphère (Johansson et al. 2004). Dans cette présentation, la complexité des interactions ayant lieu entre les différents microorganismes et la plante sera discutée et l'on montrera comment l'utilisation des microorganismes bénéfiques aux plantes peut indirectement affecter la structure du sol en mettant l'accent sur les microorganismes capables de dissoudre les phosphates (Antoun 2012). Pour bien comprendre ces interactions complexes, on ne peut pas négliger la présence et l'action de la microfaune. Enfin, comme l'utilisation du biochar comme amendement est une pratique qui va en augmentant, l'effet du biochar sur la biologie du sol (Lehmann et al. 2011) et sur sa structure sera aussi discuté.

## Références

- Antoun, H. 2012. Beneficial microorganisms for the sustainable use of phosphates in agriculture. *Procedia Engineering* 46:62-67.
- Angers, D.A. et Caron, J. 1998. Plant induced changes in soil structure : processes and feedbacks. *Biogeochemistry* 42:55-72.
- Johansson, J.F., Paul, L.R. et Finlay, R.D. 2004. Microbial interactions in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture. *FEMS Microb. Ecol.* 48:1-13.
- Kennedy, A.C. 2005. Rhizosphere. *Dans:Principles and applications of soil microbiology*. Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.J., Hartel, P.G. et Zuberer, D.A. (Éds). pp. 242-262. Pearson/Prentice Hall, New Jersey.
- Lehmann, J., Rillig, M.C., Thies, J. Masiello, C.A., Hockaday, W.C. et Crowley, D. 2011. Biochar effects on soil biota – A review. *Soil Biol. Biochem.* 43:1812-1836.
- Nawaz, M.F., Bourrié, G. et Trolard, F. 2013. Soil compaction impact and modelling. A review. *Agron. Sustain.Dev.*33:291-309.
- Rillig, M.C. et Mummey, D.L. 2006. Mycorrhizas and soil structure. *New Phytologist* 171 :41-53.

# Compaction profonde, mauvais drainage et sols à bout de souffle

MARC-OLIVIER GASSER

Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA), 2700 rue Einstein, Québec, QC, G1P 3W8  
Courriel : marc-o.gasser@irda.qc.ca

**Mots clés :** Compaction, sous-solage, perméabilité, drainage

Au cours des dernières décennies, le poids des équipements agricoles circulant dans les champs n'a cessé d'augmenter, entraînant de la compaction en profondeur dans bien des sols cultivés. Si la compaction dans la couche de sol travaillée peut être remédiée à plus ou moins court terme par des changements au niveau des pratiques agricoles, la compaction sous cette couche de surface pourrait persister durant de nombreuses années, voir même ne jamais disparaître. Cette présentation tentera de résumer les principales causes de la compaction profonde, des impacts sur les propriétés des sols et des moyens pour y remédier.

En 1990, un inventaire sur la dégradation des sols agricoles du Québec a évalué à 100 000 ha la superficie de sols cultivés, pour la plupart en cultures annuelles, ayant subi de la compaction au-delà de 20 cm de profondeur (Tabi et al. 1990). La compaction des sols agricoles entraîne outre une augmentation de la masse volumique apparente du sol, une modification de ses propriétés hydrauliques, dont l'infiltration, le drainage et la capacité de rétention en eau. La résistance à la pénétration des racines, la réduction de la porosité d'air et la réduction de la disponibilité en eau sont parmi les principaux facteurs limitant la croissance des plantes en sol compact, mais leur impact varie selon les conditions de sol et de culture. Si la compaction à la surface du sol est principalement liée à la pression exercée au sol par les pneus et le lissage dans des conditions critiques de teneur en eau du sol, la compaction profonde est plus particulièrement produite par la charge totale ou la charge par essieu des équipements. Des essais menés dans plusieurs pays d'Europe et d'Amérique du Nord ont démontré que la compaction des sols peut devenir permanente à plus de 40 cm de profondeur, même sous l'action du gel/dégel et des fentes de retrait dans les sols argileux (Håkansson et Reeder 1994). Certains sols, issus de tills par exemple, sont naturellement compacts, peu perméables en profondeur et les propriétés physiques du substratum ont peu évolué depuis des millénaires. D'autres sols peu perméables en profondeur sont particulièrement sensibles à la compaction, puisqu'ils sont plus souvent saturés en eau au printemps et à l'automne, lors des travaux. Parmi les solutions mises de l'avant pour contrer la compaction des sols, les mesures d'évitement telles que la réduction des charges par essieu, l'utilisation de chenilles ou de pneus basse pression, le trafic contrôlé et finalement l'évitement de la circulation dans des conditions non optimales du sol sont primordiales. Certains facteurs naturels tels que les cycles de gel/dégel, mouillage/séchage et l'activité biologique des racines et des vers de terre peuvent également jouer un rôle pour atténuer la compaction, mais la fréquence et l'intensité de ces effets diminuent rapidement avec la profondeur du sol.

La décompaction mécanique du sol réalisée de 30 à 60 cm de profondeur (sous-solage), a des effets plus ou moins variables sur la compaction profonde et l'augmentation de la productivité. Toutefois, réalisé dans de bonnes conditions, le sous-solage sert à initier un long processus de régénération du sol. La réduction du trafic et des charges subséquentes est aussi essentielle, car le sol fragilisé peut se recompacter rapidement et parfois plus qu'au départ. Dans les sols à faible perméabilité, l'eau s'accumule dans le sillon sous-solé et le rend encore plus sensible à la compaction. L'orientation des travaux de sous-solage en fonction des drains, des pentes du terrain ainsi que du trafic usuel permettrait de drainer cette eau et de réduire les risques de compaction subséquente. Divers travaux sur le sous-solage seront présentés afin d'exposer le potentiel de cette pratique pour remédier à la compaction des sols.

Håkansson, I. et R.C. Reeder 1994. Subsoil compaction by vehicles with high axle load extent, persistence and crop response. *Soil Tillage and Research*. 29: 277-304.

Tabi, M., L. Tardif, D. Carrier, G. Laflamme et M. Rompré. 1990. Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec. Rapport synthèse. MAPAQ, Québec, 133 p.

# Understanding and managing your soil using the Cornell Soil Health Test

BOB SCHINDELBECK

Dept. of Crop and Soil Science, Cornell University, Ithaca, NY 14853 USA

Courriel : [rrs3@cornell.edu](mailto:rrs3@cornell.edu)

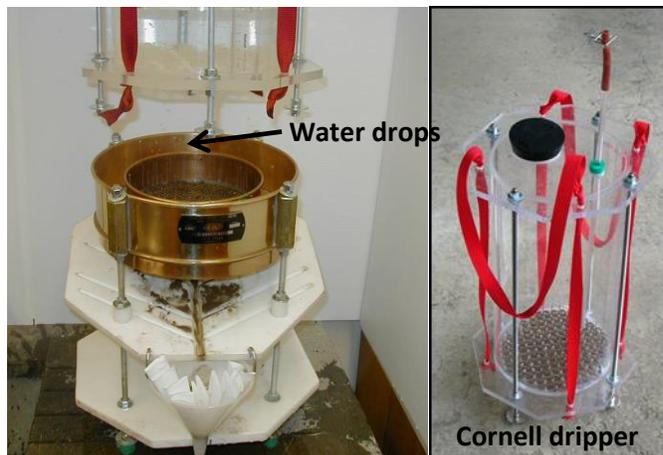
The Cornell Soil Health Assessment examines the functional capacity of soil samples. Laboratory analyses of essential soil processes involved in nutrient supply (chemical analyses), biological functions (biological capacity tests) and soil physical structure are combined into a suite of tests. Evaluation of these germane soil processes allows for understanding the effects of current soil management and is suggestive of optimal future soil management strategies.

This suite of tests is relatively low cost (\$75) and is available to the public. The tests are used as indicators of important soil functions. For each of the tests, the soil health test Report contains the laboratory values and a soil texture-based score to highlight excellent to poor ranking. For the tests that reveal a constraining value we can suggest appropriate soil management options.

The Soil Health Assessment is a particularly powerful research tool as it allows for testing of important soil features. Growers, agricultural professionals and consultants can use the broad range of information obtained to inform land management decisions.

Overview/ demonstration:

Below is a photo of the Cornell Sprinkle Infiltrometer being used to measure wet aggregate stability of soil crumbs between 2mm and 0.25mm diameter. We apply 1.3cm of water falling 0.5m as drops in 5 minutes and measure the percent weight of stable aggregates to the delivered water drop energy.



# La dégradation des sols : identifier les causes et trouver des solutions

ÉRIC THIBAUT

PleineTerre SENC, 169B rue St-Jacques, Napierville, Québec J0J 1L0  
Courriel : ethibault@pleineterre.com

Les sols sont à la base de la production alimentaire mondiale. Le maintien de la productivité et de la rentabilité des entreprises agricoles passent inévitablement par des sols en santé. Depuis plusieurs années, on observe une dégradation des sols en zone de culture intensive au Québec ayant un impact négatif sur la pérennité environnementale et économique de l'agriculture. Les causes à l'origine de cette dégradation sont nombreuses : condition naturelle des sols (séries de sols), facteurs environnementaux et mauvaises pratiques agricoles. La dégradation s'observe à la fois sur l'ensemble d'une superficie cultivée où à des endroits spécifiques plus localisés. Lorsque la dégradation touche l'ensemble de la superficie cultivée, les causes associées sont l'érosion de surface, un drainage souterrain inefficace, la compaction, le travail du sol abusif ou en conditions hydriques inadéquates et un travail du sol inadéquat. Les causes de dégradations localisées sont souvent reliées à la topographie (baissières, coulées) et à la zone de confluence entre le champ et le cours d'eau. Ces dégradations localisées, qui trouvent leurs origines d'une cause géographique, sont souvent amplifiées par de mauvaises pratiques culturales. Des bandes riveraines de largeur insuffisante, la pulvérisation d'herbicide au-dessus des cours d'eau, l'érosion hydrique en rigole (même en semis direct) et un mauvais nivellement de surface font partie des pratiques agricoles qui accélèrent la dégradation des sols.

Les sols argileux (sols lourds) sont sensibles au travail abusif en conditions inappropriées, ce qui cause une dégradation de la structure de surface et de la compaction (série de sols Ste-Rosalie). Un chaulage insuffisant et le manque de rotation des cultures, incluant peu ou pas de cultures pérennes, augmentent la dégradation de la structure de ces sols. Les systèmes de drainage qui ont été implantés avec un écartement trop grand et le manque d'entretien des exutoires diminuent l'efficacité du drainage souterrain et augmentent les risques de travail du sol en conditions inadéquates. Les sols sableux (sols légers) qui contiennent une grande quantité de limon et de sables fins sont les plus sensibles à la dégradation. Les sols avec beaucoup de limon sont sujets à la battance et à la dégradation structurale. Il existe une fausse croyance que les sols sableux ne peuvent se compacter et ce, malgré que les sols avec des sables fins soient souvent sujets à la compaction. La présence de sables ou de limons compactés dans le profil d'un sol léger peut entraîner la formation de nappe perchée. Le cycle de la matière organique dans les sols légers est très rapide. Depuis quelques décennies, l'apport en matières organiques par les fumiers et les prairies ont grandement diminués au Québec. Cette situation occasionne un appauvrissement, souvent sous les seuils critiques, des teneurs en matières organiques des sols légers. Les tills retrouvés en Montérégie sont des sols formés lors de la dernière glaciation, ils sont naturellement sujet à la compaction de par leur granulométrie (limons, sables fins, fragments) et leur structure naturelle (lamellaire ou lenticulaire). Les tills lourds (séries de sols Sabrevois et St-Blaise) sont plus difficile à cultiver. Les tills légers sont moins susceptibles à la dégradation, sauf s'ils sont composés en majorité de limons et de sables fins. Quant à eux, les sols organiques sont sujets à l'affaissement. Ce sont des sols très sensibles à tous les types d'érosion, particulièrement lorsque leur stade de décomposition est avancé et qu'il y a absence de fibres. L'absence de fibres les rend instables et sujets à la compaction. Le drainage de plus en plus efficace et le travail du sol abusif (rotoculteur) augmentent l'oxydation, ce qui provoque une minéralisation accélérée des sols organiques. Cela occasionne une diminution de l'épaisseur la couche organique, rapprochant ainsi de la surface des horizons inférieurs (terre coprogène, argile limoneuse, etc.) souvent peu propices à la croissance des plantes. Le manque de couverture du sol, principalement durant la saison hivernale, est la source de problèmes majeurs d'érosion éolienne dans les sols organiques.

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

---



# Modélisation compositionnelle des changements des formes du phosphore du sol déterminées par la RMN-<sup>31</sup>P

DALEL ABDI<sup>1,3</sup>, BARBARA J. CADE-MENUN<sup>2</sup>, NOURA ZIADI<sup>3</sup>, LÉON-ÉTIENNE PARENT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departement des sols et de génie agro-alimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada;

<sup>2</sup>Agriculture et Agro-alimentaire Canada (AAC), Swift Current, SK, Canada;

<sup>3</sup>Agriculture et Agro-alimentaire Canada, Québec, QC, Canada.

Courriel : dalel.abdi.1@ulaval.ca

**Mots clés :** phosphore, RMN-<sup>31</sup>P, analyse compositionnelle

La spectroscopie par résonance magnétique nucléaire du <sup>31</sup>P (RMN-<sup>31</sup>P) a jusqu'ici été utilisée pour caractériser la distribution des formes du phosphore (P) dans le sol. L'application de nouvelles méthodes d'analyses mathématiques telle que l'analyse des données compositionnelles utilisant les coordonnées du log ratio isométrique (*ilr*) des répartitions binaires des formes du P (Egozcue et al. 2003) peut compléter les connaissances obtenues sur la dynamique du P à l'aide de la RMN-<sup>31</sup>P en décrivant les interactions entre les différentes formes du P. L'objectif de cette étude est de modéliser les changements des formes du P déterminées par RMN-<sup>31</sup>P dans le profil des sols fertilisés sous semis direct (SD) ou labour conventionnel (LC) à l'aide de l'analyse compositionnelle par balance.

Le site expérimental a été établi en 1992 sur un loam argileux à la station de recherche d'AAC située à l'Acadie, Québec. Il s'agit d'une rotation bisannuelle maïs – soja disposée en split-plot avec quatre répétitions. L'essai comprend deux traitements : le travail du sol (SD et LC) appliqué aux parcelles principales et neuf combinaisons de 3 doses d'azote (0, 80 et 160 kg N ha<sup>-1</sup>) et de 3 doses de P (0, 17.5, et 35 kg P ha<sup>-1</sup>) apportées uniquement à la phase maïs de la rotation en parcelles secondaires. Seulement les parcelles dans trois blocs recevant la dose 35 kg P ha<sup>-1</sup> avec la dose 160 kg N ha<sup>-1</sup> ont été retenues pour cette étude. Les échantillons du sol (n=18) ont été prélevés à l'automne 2010 dans les couches 0-5 cm, 5-10 cm, et 10-20 cm, tamisés à 2 mm et analysés par la spectroscopie par RMN-<sup>31</sup>P (Cade-Menun et Preston 1996). Les formes de P ont par la suite été traitées par analyse compositionnelle en utilisant les coordonnées d'*ilr*.

Les résultats montrent que le labour du sol maintient un équilibre entre les formes inorganiques (Pi) et organiques (Po) du P dans la couche superficielle (0-5 cm) par la transformation des formes inorganiques de polyphosphates et de pyrophosphates en orthophosphates, et des formes organiques d'orthophosphates diesters en orthophosphates monoesters. Dans les couches de sol plus profondes, on a observé une augmentation du Po suite à l'immobilisation et/ou aux prélèvements du Pi par les cultures, provenant d'une dissociation plus intense des polyphosphates et des pyrophosphates en orthophosphates. Cependant, le semis direct a favorisé l'accumulation de Pi à la surface du sol suite à la minéralisation des phosphonates en orthophosphates diesters et monoesters, et à la dissociation des polyphosphates en pyrophosphates qui se transformeraient par la suite en orthophosphates. L'accumulation des résidus organiques et de l'engrais phosphaté non dissous à la surface des sols non labourés peuvent être à l'origine de la transformation des phosphonates et des polyphosphates, respectivement. Le labour conventionnel permet donc de conserver les réserves du sol en Pi sous forme de polyphosphates et en Po sous forme de phosphonates, contrairement au semis direct.

## Références

- Cade-Menun, B.J., and Preston, C.M. 1996. A comparison of soil extraction procedures for <sup>31</sup>P NMR spectroscopy. *Soil Science* **161**, 770–785.
- Egozcue, J. J., Pawlowsky-Glahn, V., Mateu-Figueras, G., et Barceló-Vidal, G. 2003. Isometric Logratio Transformations for Compositional Data Analysis. *Mathematical Geology* **35**(3), 279-300.

# Irrigation de la canneberge et mouvements des éléments nutritifs

EMMANUELLE CARON<sup>1</sup>, JEAN CARON<sup>1</sup>, SILVIO J. GUMIERE<sup>1</sup>, VIVIANE JUNEAU<sup>2</sup>,  
VINCENT PELLETIER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sols et génie agroalimentaire, 2480 Blvd. Hochelaga, Pavillon, Environtron, Université Laval, Québec, Québec, G1V 0A6;

<sup>2</sup> Ministère du développement durable, environnement, faune et parcs.

Courriel : emmanuelle.caron.1@ulaval.ca

**Mots clés :** canneberge, irrigation, salinité, éléments nutritifs

## Introduction

Le Québec est un important producteur de canneberge. Cependant, la culture de la canneberge est reconnue comme étant une importante consommatrice d'eau. Dans la culture de la canneberge, l'eau est utilisée non seulement à la récolte, mais également pour la protection contre la chaleur, la protection contre le gel et pour l'irrigation durant la période de croissance. Les résultats d'études précédentes ont montré qu'une régie d'irrigation plus sèche gérée selon une tension du sol n'étant pas inférieure à -8 kpa ne causait pas de diminution significative des rendements (Pelletier et al. 2013, soumis). Cependant, il est primordial de porter attention au mouvement des solutés dans le profil du sol et l'influence que les différentes régies d'irrigation pourraient avoir sur celui-ci.

## Objectif

L'objectif de la présente étude est d'étudier l'influence de trois régies d'irrigation sur le pH, la conductivité électrique et le mouvement des cations (P, K, Ca, Na, Mg, Mn et Fe) dans trois champs en cultures de canneberges répartis chez trois producteurs au Québec au cours de la saison de croissance.

## Matériel et méthode

Dans chacun des champs, trois traitements en trois réplicats ont été étudiés. Quatre échantillonnages ont eu lieu (avant l'application des fertilisants, environ deux semaines après, vers la fin août et vers la fin de la saison). Dans chaque bloc, six profondeurs ont été étudiées : 0 à 2 cm, 2 à 5 cm, 5 à 10cm, 10 à 20 cm, 20 à 30 cm et 30 à 40 cm. Les cations ont été extraits par la méthode de Mehlich III. Le pH (à l'eau et au CaCl<sub>2</sub>) et la conductivité électrique ont également été mesurés.

## Résultats et discussion

L'évolution du pH, de la conductivité électrique et de la concentration des cations en fonction du traitement et de la profondeur sera montrée pour chacun des trois sites. Les cations montrent des comportements variables et l'effet du traitement d'irrigation est plus ou moins marqué selon les sites étudiés.

## Références

APCQ, Association des producteurs de canneberges du Québec, En ligne, [www.notrecanneberge.com](http://www.notrecanneberge.com), page consultée le 22 avril 2013.

Mehlich, A., 1984. Mehlich-3 soil test extractant: a modification of Mehlich-2 extractant. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 15: 1409-1416

Pelletier, V., Gallichand, J., Caron, J., 2013. Effect of soil water tension threshold for irrigation on cranberry yield and water productivity. *Irrigation Science*. [Soumis le 14 mars 2013].

## Détection d'estrogènes naturels provenant de l'application de lisier dans un petit bassin versant agricole (Chaudière-Appalaches)

EMMANUELLE CARON<sup>2</sup>, PIERRE LAFRANCE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau, Terre et Environnement, 490 rue de la Couronne, Québec (Qc), G1K 9A9;

<sup>2</sup> Université Laval, Pavillon de l'Environnement, 2480 boul. Hochelaga, Québec (Qc), G1V 0A6.  
Courriel : pierre.lafrance@ete.inrs.ca

Les estrogènes ont souvent été considérés comme étant une cause potentielle de la féminisation de certains poissons. Les animaux d'élevage, de la même façon que les humains, excrètent des estrogènes naturels pouvant potentiellement atteindre les eaux de surface quand le lisier est appliqué sur les terres agricoles. Très peu d'études ont porté sur l'impact de l'application de lisier sur les concentrations d'estrogènes dans les bassins versants agricoles.

L'objectif de ce projet était de déterminer les concentrations des trois estrogènes naturels principaux (17 $\beta$ -estradiol, estrone et estriol) dans les eaux de surface d'un petit bassin versant agricole. Le site d'étude est inclus dans celui du projet national EPBH (Évaluation des Pratiques de gestion bénéfiques à l'échelle des Bassins Hydrographiques) dirigé par Agriculture et Agro-Alimentaire Canada. Des échantillons ont été récoltés avant l'application de lisier, après l'application et pour les trois premières pluies suivant l'application. Après filtration, extraction et dérivatisation avec le chlorure de dansyl, les concentrations d'estrogènes ont été déterminées par chromatographie en phase liquide/spectrométrie de masse en tandem. Les limites de détection étaient de 0,6, 0,4 et 0,6 ng/L respectivement pour le 17 $\beta$ -estradiol, l'estrone et l'estriol.

Aucun estrogène n'a été détecté aux 17 points d'échantillonnage avant l'application de lisier et pour les trois premières pluies suivant l'application. Cependant, dans une courte période après l'application, des concentrations significatives d'estrone ont été détectées à six des sept points d'échantillonnage sélectionnés. Ces concentrations variaient de 2,6 ng/L dans le ruisseau à l'ouest d'un champ, jusqu'à 58 ng/L dans le milieu du fossé latéral d'un autre champ. Cinq échantillons sur les sept récoltés rapidement après l'application excédaient le seuil prévisible de concentration sans effets (PNEC). La valeur du PNEC est de 3 ng/L pour l'estrone. De façon similaire, des concentrations importantes d'estrone sont parfois observées dans d'autres bassins versants agricoles. Les résultats suggèrent également qu'il n'y avait pas d'évidence de source de contamination localisée et donc, que les estrogènes pouvaient probablement atteindre les eaux de surface par lessivage après l'application.

Il est donc possible de conclure que les organismes aquatiques vivants dans ce petit bassin versant agricole ont été soumis à des concentrations biologiquement significatives d'estrone durant une courte période suivant l'application de lisier.

# Effet de l'application d'une chaux dolomitique sur la disponibilité du manganèse dans un sable loameux cultivé avec du maïs

LUC M.C. CASSÉUS, ANTOINE KARAM, LÉON ÉTIENNE PARENT

Équipe de Recherche en Sols Agricoles et Miniers, Département des sols et de génie agroalimentaire, FSAA, Université Laval, Québec, Canada G1V 0A6.  
Courriel : antoine.karam@fsaa.ulaval.ca

**Mots-clés** : amendement, fractions de Mn, phytodisponibilité.

Dans les sols acides, le chaulage est généralement utilisé pour créer des conditions optimales de pH et pour mitiger la toxicité de certains éléments traces métalliques. Cependant, l'impact d'une telle pratique sur la disponibilité du manganèse (Mn), un oligoélément important pour la bonne croissance des plantes, dans les principales fractions du sol en relation avec son absorption par le maïs est peu documenté au Québec. C'est dans ce contexte qu'un essai en colonne (diamètre interne 15 cm par 40 cm de long) a été réalisé afin de déterminer les effets de l'application d'une chaux dolomitique (CD) commerciale sur la répartition des formes de Mn dans la phase solide d'un sol acide (pH 5,1) ainsi que sur le prélèvement de Mn par les biomasses aérienne et racinaire du maïs (*Zea mays* L.). À cet effet, plusieurs portions (7,3 kg) de sol (sable loameux de la série Morin) ont reçu des taux de 0, 0,41, 0,82, 1,64, 3,28 g de CD / kg de sol. Après la récolte, le Mn dans les échantillons de sol a été fractionné afin d'extraire les formes suivantes : échangeable, carbonate, oxyde, forme liée à la matière organique ou aux sulfures précipités et la forme résiduelle. Des analyses élémentaires totales ont également été réalisées sur les tissus du maïs après la récolte. La quantité moyenne de Mn échangeable (1 M MgNO<sub>3</sub>, pH 7) a varié de 1,3% (sans CD) à 0,2% (dose de CD la plus élevée). La quantité de Mn dans la fraction échangeable + carbonate représentait moins de 5% de la quantité totale de Mn du sol. La plupart du Mn se retrouvait dans la fraction liée aux oxydes (53 à 61%). La fraction échangeable de Mn (Mn<sub>EXCH</sub>) était significativement affectée par les doses de CD. Les quantités de Mn<sub>EXCH</sub> étaient corrélées négativement avec celles de Ca<sub>EXCH</sub> et de Mg<sub>EXCH</sub> (0,5 M BaCl<sub>2</sub>-TEA, pH 8,2) ( $r = -0.82^{**}$  et  $r = -0.91^{**}$ , respectivement), le pH du sol-eau ( $r = -0.80^{**}$ ) et les concentrations de Ca et Mg, respectivement, dans les tiges ( $r = -0,86^{**}$  et  $-0,74^{**}$ ), les feuilles ( $r = -0,79^{**}$  et  $-0,68^{**}$ ), les fleurs ( $r = -0,64^{**}$  et  $-0,59^{*}$ ), les épis ( $r = -0.82^{**}$  et  $-0.53^{*}$ ), et les racines ( $r = -0.73^{**}$  et  $-0.73^{**}$ ). En moyenne, la quantité de Mn prélevée par les parties aériennes (concentration x rendement) était 3,2 fois plus élevée que celle prélevée par les racines. Le chaulage des sols à pH 6,4 a optimisé le rendement en biomasse des tiges tout en réduisant le rapport Quantités de Mn extractible / (Ca<sub>EXCH</sub> + Mg<sub>EXCH</sub>) à 0,09 dans la couche supérieure (0-10 cm) du sol. Les concentrations de Mn dans les tissus du maïs ont variaient de 30 à 95 mg / kg dans les tiges et 113 à 266 mg / kg dans les feuilles, bien en deçà de la limite critique de toxicité de 400-500 mg / kg de poids sec pour la plupart des cultures et ce, peu importe le pH du sol et le niveau de Mn échangeable du sol.

# Évaluation de l'impact de bandes sylvicoles sur la connectivité sédimentologique d'un petit bassin versant agricole sous un climat tempéré

GABRIEL HOULD GOSSELIN<sup>1</sup>, ALAIN N. ROUSSEAU<sup>1</sup>, SYLVIO J. GUMIERE<sup>2</sup>, D. W. HALLEMA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INRS-ETE, 490 rue de la couronne, Québec (Québec) G1K 9A9, Canada;

<sup>2</sup> Université Laval, Département des sols et de génie agroalimentaire, 2480 Boulevard Hochelaga, Québec (Québec) G1V 0A6, Canada.

Courriel : gabriel.hould-gosselin@ete.inrs.ca

**Mots clés :** Érosion Hydrique, Modélisation de l'Érosion, BMPs

Dans le contexte d'un modèle hydrologique, le découpage d'un bassin versant doit être fait à l'échelle de ses processus. La connectivité sédimentologique, c'est-à-dire les voies de transport hydrique des sédiments et contaminants agricoles, se produit à une échelle trop petite pour les méthodes de découpage utilisées par les modèles connus tels que SWAT et GIBSI. Un modèle qui simule la dynamique spatiotemporelle des sources et des puits de sédiments dans un bassin versant doit donc être utilisé. MHYDAS-Érosion est un modèle évènementiel distribué applicable à des bassins de petite superficie (quelques km<sup>2</sup>) et tout particulièrement adapté pour identifier et examiner l'impact de diverses distributions spatiales de PGB sur la connectivité sédimentologique (Gumiere et al., 2010)[3]. Le premier objectif de cette étude est de développer une méthode de discrétisation pour appliquer MHYDAS-Érosion à un sous bassin de la rivière Beaurivage cadrant dans le projet WEBS[3] (microbassin d'intervention de 2,5 km<sup>2</sup>), sujet à une forte intensité d'activité agricole. Le deuxième objectif vise à tester l'effet qu'aurait l'introduction hypothétique de bandes sylvicoles (rangées d'arbres en bordure de champs ou de cours d'eau) sur le transport des sédiments, pour une variété de pluies synthétiques de conception.

Les résultats des simulations montrent que pour une pluie de haute intensité de type Chicago, les cultures intercalaires réduisent la perte de sol au champ jusqu'à 20,8% pour une période de retour de 10 ans (6h); et de 16,7% pour une période de retour de 100 ans (24h). Les pluies de faible intensité de type triangulaire produisent moins d'érosion au champ qui se développe plus graduellement, causant une baisse d'efficacité des cultures intercalaires avec des taux de réduction de 1,7% et 6,0% pour des périodes de retour de 10 et 100 ans respectivement. Les flux sédimentaires simulés sont dans le même ordre de grandeur que pour des évènements similaires sur un bassin versant comparable situé à Lennoxville (0,78-km<sup>2</sup>)[6]. De plus, les précipitations typiques pour la région de Québec ont une distribution triangulaire (Pelletier et al., 2009)[6], supportant les résultats de simulations. Cette étude démontre que MHYDAS-Érosion est un outil approprié pour simuler des systèmes intercalaires complexes. Une étude plus poussée sur les effets des différentes distributions de culture intercalaire permettra d'identifier les zones du microbassin qui bénéficieraient de ces pratiques.

## Références

- Gumiere, S. J., Raclot, D., Cheviron, B., Davy, G., Louchart, X., Fabre, J. C., Moussa, R., and Le Bissonnais, Y., 2010. MHYDAS-Erosion: A distributed single-storm water erosion model for agricultural catchments. *Hydrological Processes* 25: 1717-1728
- Pelletier, G., Anctil, F., and Filion, M., 2009. Characterization of 1-h rainfall temporal patterns using a Kohonen neural network: a Quebec City case study. *Canadian Journal of Civil Engineering* 36: 980-990.

# Les sols de Missisquoi et leur potentiel viticole : une approche cartographique par pédopaysages

LUCIE GRENON<sup>1</sup>, ARIANE DROUIN<sup>2</sup>, DANIEL VENNEMAN<sup>3</sup>, ÉVELYNE BARRIAULT<sup>4</sup>, RAPHAËL FONCLARA<sup>3</sup>, AUBERT MICHAUD<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec;

<sup>2</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec;

<sup>3</sup> Dura-Club, Bedford, Québec; <sup>4</sup> MAPAQ, Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec;

<sup>4</sup> MAPAQ, direction régionale de la Montérégie-Ouest, Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec.

Courriel : Lucie.Grenon@agr.gc.ca

**Mots clés :** Sols, pédopaysages, potentiel viticole

Dans le cadre du projet d'évaluation du potentiel viticole de Brome-Missisquoi\*, près de 500 descriptions de profils de sols ont été réalisées en 2010 et 2011, en majeure partie dans le comté de Missisquoi. Celles-ci se sont ajoutées à près de 500 autres réalisées antérieurement pour le projet GRISE (Michaud et coll. 2009). Afin de faire une mise à jour de l'étude des sols de Missisquoi (1948) et de les cartographier malgré une couverture de faible densité (environ 1 observation par 100 ha), les 800 profils de sols géoréférencés et caractérisés en séries de sols ont été associés à trois types de données : les zones physiographiques, les paysages ainsi que les pentes. La région à l'étude est d'une superficie de 936 km<sup>2</sup> et son altitude varie de 30 à 950 m. Cette région a été divisée en 4 zones : 1) de 30 à 50 m (plaine étale de la vallée du Saint-Laurent); 2) 50 à 90 m (plaine ondulée du piedmont Appalachien); 3) 90 à 180 m (plaine ondulée à vallonnée du piedmont Appalachien) et 4) 180 m et plus (plateau et hautes-terres des Appalaches). Les paysages ont été réalisés à l'aide du logiciel LandMapR© (MacMillan et al. 2000), en y intégrant un modèle numérique d'élévation (MNE) au 1 : 50 000. Ce logiciel permet, à partir du principe de la logique floue, de caractériser le territoire en 15 classes de paysages représentant la position dans le relief. Ces classes sont notamment les crêtes, les revers de pente, les bas de pente, les dépressions de milieu et de haut de pente, etc. Les 15 classes ont par la suite été regroupées afin de faire ressortir l'impact de la position dans le paysage sur le drainage et les matériaux de sols. Les trois groupes de paysages ainsi définis sont : les terrains en pente, les terrains plats et les terrains bas ou en dépression. Enfin, les pentes ont été dérivées du MNE et regroupées en deux classes soit : les pentes de moins de 2,5 % et les pentes de 2,5 % et plus. Les trois couches d'informations produites (zone physiographique, position dans le paysage et pente) ont par la suite été superposées afin de délimiter des polygones de paysages. Ceux-ci, associés aux séries de sols regroupées par matériaux originels et classes de drainage qui les composent, permettent de décrire des unités cartographiques de pédopaysages. Pour chacun des pédopaysages, le potentiel viticole a été évalué pour deux caractéristiques importantes des sols les composant, soit les matériaux originels et les classes de drainage. Cette évaluation a été réalisée à l'aide de l'échelle de pointage de la grille d'évaluation du potentiel viticole :

Granulométrie du matériau originel (substratum)	
Classes	pointage
Sableux, Squelettique loameux	3
Loameux, Squelettique sableux	2
Limoneux	1
Argileux	0
Organique, argileux très fin	-1

Drainage (classes de drainage CanSis)	
Classes	Pointage
Très rapidement drainé	1
Rapidement drainé	3
Bien drainé	2
Modérément bien drainé	1
Imparfaitement drainé	0
Très mal drainé, mal drainé	-1

Un atlas électronique représentant le potentiel viticole de la MRC de Brome-Missisquoi selon plusieurs indices reliés au sol, au climat et au paysage sera disponible en 2013.

\* Une partie du financement de ce projet a été assurée par Agriculture et Agroalimentaire Canada, par l'entremise du Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA). Au Québec, ce programme est administré par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ)

## Références

- Michaud, A., J. Deslandes, G. Gagné, L. Grenon, et K. Vézina. 2009. Gestion raisonnée et intégrée des sols et de l'eau (GRISE). Rapport final. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Université de Sherbrooke, CDAQ, Québec, Québec, 87 p.
- MacMillan, R.A., W.W. Pettapiece, S.S. Nolan et T.W. Godard. 2000. A generic procedure for automatically segmenting landforms into landform elements using DEMs, heuristic rules and fuzzy logic. *Fuzzy Sets and Systems*, 113, p. 81-109.

# Aération du sol associée aux variations de potentiels matriciels dans la zone racinaire au sein de cannebergères

THOMAS LAURENT, SUZANNE E. ALLAIRE, JEAN CARON

Département des sols et de génie agroenvironnement et Centre de recherche en horticulture, 2480 boulevard Hochelaga, Québec, QC, Canada G1V 0A6.  
Courriel : thom.laurent@live.fr

**Mots clés :** O<sub>2</sub>, hydrodynamique, physique des sols, dynamique des gaz, canneberge, petits fruits

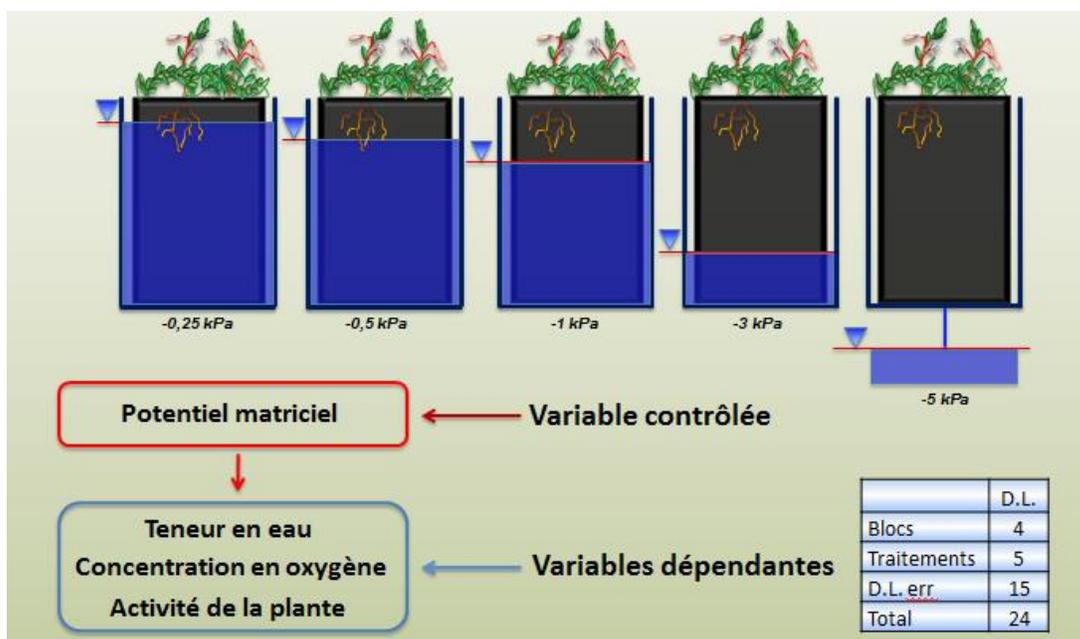
Les rendements en production de canneberges ont augmenté de 10% durant la dernière décennie entre autres grâce à de nouvelles méthodes d'irrigation basées sur l'état hydrique des sols. La mesure du potentiel matriciel par tensiométrie permet d'établir un programme d'irrigation en temps réel répondant mieux aux besoins physiologiques des plants de canneberge.

L'objectif de cette étude est d'affiner cette technique d'irrigation par tensiométrie en corrélant les mesures de potentiels matriciels aux concentrations d'oxygène dans le sol afin de déterminer le seuil pour lequel l'aération du sol devient insuffisante affectant ainsi les rendements.

Afin de mettre en évidence l'impact du niveau de nappe phréatique sur les plants, six traitements ont été sélectionnés, répartis aléatoirement et répétés 4 fois sur 24 plants de canneberge adultes placés en chambre de croissance à environnement contrôlé. Chaque échantillon mesure 26 centimètres de côté et 42 centimètres de haut. Les traitements correspondent à des hauteurs de nappe associées aux potentiels matriciels de -0,25, -0,5, -1, -2, -3 et -5 kPa, intervalle dans laquelle nous attendons des effets d'oxygénation. Les mesures de potentiels matriciels, de teneurs en eau et en oxygène se font toutes les 30 minutes aux profondeurs de 5 et 15 centimètres via des acqui-seurs de données, puis seront associées statistiquement aux mesures de l'état physiologique des plants tels l'évapotranspiration, la conductance stomatique, le potentiel de xylème et la photosynthèse.

Les résultats devraient mettre en évidence un potentiel matriciel seuil situé entre 1,5 kPa à 3 kPa dans le cas du sol étudié. La présentation discutera de la problématique et de la recherche en cours.

## Protocole d'expérience



# Fertilization of guava (*Psidium guajava*) in Brazil using plant analysis and a nutrient balance concept

RAFAEL MARANGONI MONTES<sup>1</sup>, WILLIAM NATALE<sup>1</sup>, LÉON ETIENNE PARENT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Solos e Adubos, UNESP, Campus Jaboticabal, Brazil 14884-900;

<sup>2</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, Canada G1V 0A6.

Courriel: rafammontes@yahoo.com.br

**Key words :** nutrient signature, isometric log ratio, fertilization, fruit yield and quality

## Introduction

Brazil is the world's largest producer of red guava. The mineral composition of diagnostic tissues expressed as nutrient concentration on a dry weight basis has long been used to assess the status of 'pure' nutrients. However, this approach has been criticized for not considering nutrient interactions and to generate numerical biases. Techniques of compositional data analysis can control those biases by balancing groups of nutrients, such as those involved in fertilization. The objectives were to relate changes in tissue nutrient balances in function of N and K rates of 'Paluma' guava orchards.

## Methodology

The trial was conducted in a 7 years irrigated 'Paluma' orchard in a factorial design with N (0, 0.5, 1, 2 kg plant<sup>-1</sup> cycle<sup>-1</sup>) and K<sub>2</sub>O (0, 0.55, 1.1, 2.2 kg plant<sup>-1</sup> cycle<sup>-1</sup>) on an Ultisol and conducted for five consecutive cycles. The leaf-macronutrient content (N, P, S, K, Ca and Mg) were monitored and arranged into a sound nutrient balance system.

## Results

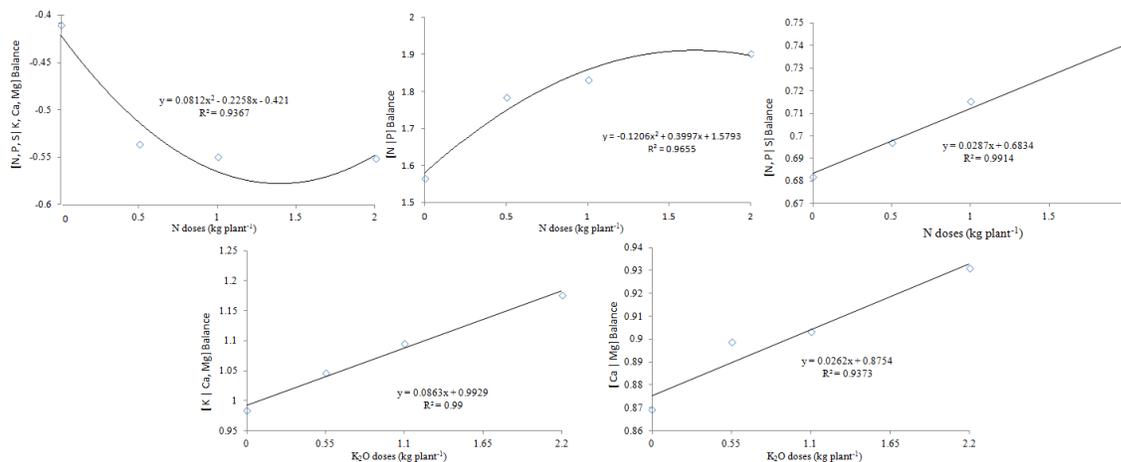
Fertilization influenced nutrient balances of guava in the Ultisol (p<0.05). The first three balances were influenced by the N rates and the last two were influenced by the K rates. N affected most the nutrient balances. Seasonal variations in nutrient balances were observed among cycles, showing that there is cyclic variations in guava orchard. Nutrient balances were not stationary. Hence, sampling must be conducted at prescribed stage (Parent et al., 2012). We derived critical ranges for adequate nutrition.

## Conclusion

The macronutrient balance of 'Paluma' guava orchard was influenced by N and K rates. High guava yield can be obtained within narrow balance ranges.

## References

Parent L E. Parent S E. Rozane D E. Amorim D A. Hernandez A. Natale W (2012) Unbiased approach to diagnose the nutrient status of red guava (*psidium guajava*) Proc. 3<sup>rd</sup> is on guava and other *myrtaceae*. Acta hort. 959, 145-160.



# Impact de la fertilisation azotée sur la qualité des tubercules de pomme de terre destinés à la transformation

CHAYMA NECHI<sup>1,2</sup>, ATHYNA N. CAMBOURIS<sup>2</sup>, ISABELLE PERRON<sup>2</sup>, CHÉRIF HANNACHI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut Supérieur Agronomique de Chott-Meriem, Sousse, Tunisie;

<sup>2</sup> AAC, Centre de Recherche et de Développement sur les Sols et les Grandes Cultures, Québec, QC.

Courriel : chayma\_nechi\_agronome@hotmail.com

**Mots clés :** Poids spécifique, rhizoctonie, gale commune, cœur creux, tubercules difformes.

L'azote (N), élément nutritif limitant de la croissance des plantes, joue un rôle considérable dans l'amélioration du rendement (RDT) ainsi que de la qualité des tubercules de la pomme de terre (PDT). Les facteurs environnementaux (température de l'air et du sol) et édaphiques (texture et structure du sol), le cultivar, la qualité des semences, la rotation des cultures, l'entreposage, la gestion de l'eau et de la fertilisation conditionnent la qualité des tubercules de la PDT (Pavlista et Ojala, 1997). Ainsi, la fertilisation azotée peut être optimisée en identifiant la source et la dose d'application assurant une meilleure qualité de tubercules. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'impact de la fertilisation azotée (doses et sources) sur l'incidence des défauts internes et externes des tubercules.

De 2008 à 2012, un dispositif expérimental de 13 traitements faisant intervenir quatre doses de N (60, 120, 200 et 280 kg N ha<sup>-1</sup>) et trois sources d'engrais azotés (nitrate d'ammonium (AN), sulfate d'ammonium (AS) et un engrais azoté à libération lente (ESN)), ainsi qu'un contrôle sans N, a été mis en place dans un champ commercial de PDT à Ste-Catherine-de-la-Jacques-Cartier sur des podzols humo-ferriques orthiques. Le cultivar utilisé est le Russet Burbank. Le dispositif expérimental est un bloc complet aléatoire à quatre répétitions. Lors de la récolte, les tubercules verts et difformes sont pesés et comptés permettant ainsi d'établir le RDT vendable de chaque parcelle. Le poids spécifique du RDT vendable est déterminé par la méthode de la pesée dans l'air et puis dans l'eau. Afin de pouvoir estimer l'incidence de la gale et de la rhizoctonie, un sous-échantillon de 50 tubercules du RDT commercialisable est soumis à un examen visuel. L'incidence des défauts internes (cœur brun, cœur creux, brunissement de l'anneau vasculaire) a été évaluée sur un sous-échantillon de 25 tubercules tranchés longitudinalement pour déterminer la présence ou l'absence de ces défauts internes.

Le poids spécifique a augmenté avec l'ajout d'engrais azoté et ce peu importe la dose de N. La proportion de tubercules exempts de symptômes de rhizoctonie a augmenté de 40 % à 50 % lorsque les doses de N augmentaient de 60 à 280 kg ha<sup>-1</sup>. On a aussi observé une augmentation de la proportion de tubercules exempts de symptômes de rhizoctonie de 39 % à 46 % en utilisant les sources AS et ESN comparativement à la source AN. L'incidence du cœur creux avec la source AS était moins importante (2 %) par rapport aux sources AN et ESN. Une plus grande quantité de tubercules difformes a été observée avec la source ESN suivi de AN et de AS (4.0 t ha<sup>-1</sup> > 3.7 t ha<sup>-1</sup> > 3.2 t ha<sup>-1</sup>). L'incidence de difformités a été significativement influencée par l'action croisée de la source et la dose de N. L'accroissement de la dose de N a augmenté la quantité de tubercules difformes jusqu'à la dose de 200 kg ha<sup>-1</sup>, mais avec la source AS on note une augmentation linéaire (280 kg ha<sup>-1</sup>).

Le poids spécifique, les désordres physiologiques (cœur creux, difformité) ainsi que les maladies telluriques (rhizoctonie, gale) sont influencés soit par la source ou par la dose de N, soit par leur action combinée, mais ils présentent des effets très variables.

## Références

Pavlista, A.D. et Ojala, J.C. 1997. Potatoes: chip and French fries processing. Dans *Processing Vegetables: Science and Technology*, D.S. Smith, J.N. Cash, W.K. Nip, Y.H. Hui. (Ed.). Technomic Publishing Company, Lancaster, PA, USA. P. 237-284.

# Émission de CO<sub>2</sub> sur un pâturage en hiver

CÉLINE PEYRARD<sup>1</sup>, SUZANNE E. ALLAIRE<sup>1</sup>, MARIO A. CUELLAR CASTILLO<sup>1</sup>,  
SÉBASTIEN LANGE<sup>1</sup>, PIERRE DUTILLEUL<sup>2</sup>, GEORGES THÉRIAULT<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en horticulture, Pavillon Environtron, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, Qc;

<sup>2</sup> Plant Science Department, McGill University, Ste-Anne de Bellevue, Qc;

<sup>3</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec, Qc;

Courriel : peyrard.ce@gmail.com

**Mots clés :** Gaz carbonique, gaz à effet de serre, émissions de gaz, distribution spatiale

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est l'un des principaux gaz à effet de serre (GES) émis par les sols agricoles entre autres lors de la respiration microbienne. Pourtant, les échanges gazeux sol-atmosphère dans les sols gelés sont encore trop peu connus. Lorsque le sol est gelé et contient beaucoup de glace, seule une faible proportion des GES, produits et accumulés pendant l'hiver, est émise vers l'atmosphère alors que des émissions importantes ont lieu lors du dégel, lorsque les pores du sol se libèrent de leur glace. L'objectif de l'étude est de quantifier la variabilité spatio-temporelle des émissions du CO<sub>2</sub> pendant la saison froide incluant la phase de gel et de dégel dans un sol en pâturage en lien avec la température du sol, la hauteur de neige et les concentrations de CO<sub>2</sub> dans le sol.

Pour cela, nous avons instrumenté un champ à St-Narcisse de Beauvillage à raison de 49 sites d'échantillonnage disposés selon une grille régulière (7\*7) et espacés de 2,5 m durant deux saisons froides (2012 et 2013). Les émissions de CO<sub>2</sub>, les concentrations de gaz dans le sol, la température, la hauteur de neige et d'autres propriétés du sol ont été mesurées à différentes reprises durant chaque saison.

Nos résultats, bien que préliminaires, tendent à montrer que la répartition spatiale des émissions de CO<sub>2</sub> semblent concorder avec celle d'autres paramètres tels que la hauteur de neige, la température et la concentration des gaz dans le sol (Fig. 1). Une analyse plus fine des relations spatiotemporelles entre les émissions de CO<sub>2</sub> en lien avec les autres paramètres sera présentée.

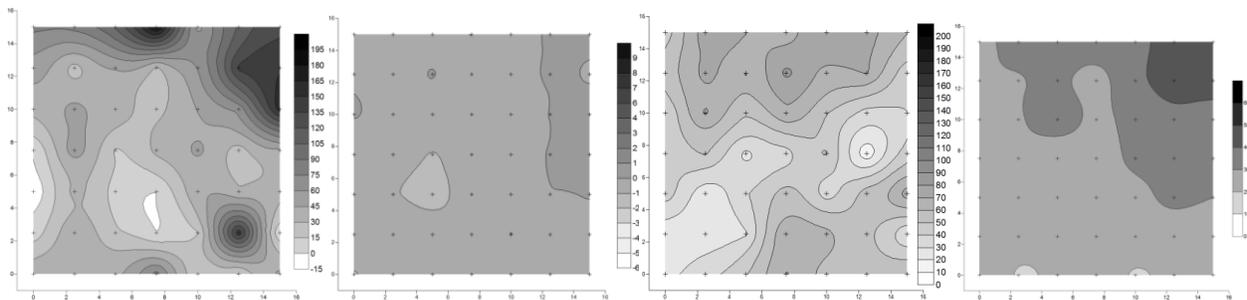


Figure 1. Distribution spatiale a) des émissions de CO<sub>2</sub> ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), b) de la température ( $^{\circ}\text{C}$ ), c) de la concentration de CO<sub>2</sub> dans le sol à 12cm ( $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) et (d) de la hauteur de neige (cm) du 29 janvier 2013.

# Impact du potentiel matriciel sur la salinité du sol : effet du stress osmotique chez la canneberge

MARIE-ÉLISE SAMSON<sup>1</sup>, JOSÉE FORTIN<sup>2</sup>, JEAN CARON<sup>1</sup>, STEEVE PEPIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sols et génie agroalimentaire, 2480 Boul. Hochelaga, Pavillon, Environtron, Université Laval, Québec, Québec, G1V 0A6;

<sup>2</sup> Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sols et génie agroalimentaire, 2425, rue de l'Agriculture, Pavillon Paul-Comtois, Québec (Québec) G1V 0A6.

Courriel : marie-elise.samson.1@ulaval.ca

**Mots clés :** canneberge, irrigation, salinité

## Introduction

Les récentes recherches concernant la tension du sol en production de canneberge ont permis de déterminer des niveaux de potentiel matriciel à maintenir pour optimiser les rendements dans cette culture (-4 à -7 kPa) et ont résulté en une diminution significative des applications d'eau au champ. Ce résultat bénéfique pour la production autant que pour l'environnement peut cependant avoir certaines conséquences sur le mouvement des éléments nutritifs appliqués à la volée. Ces effets doivent être investigués afin d'assurer un rendement optimal de la production. De plus, l'augmentation potentielle du niveau de salinité dans la couche racinaire due à l'accumulation des éléments fertilisants dans un sol possédant une faible teneur en eau représente une préoccupation à laquelle il est important de s'attarder.

## Objectif

L'objectif de cette étude est de déterminer un seuil critique de conductivité électrique dans la canneberge et d'évaluer les effets d'une augmentation de la salinité sur le profil des ions dans le sol et sur le développement de la plante selon différentes régies d'irrigation.

## Matériel et méthode

Des bacs de canneberges ont été prélevés au champ et disposés en serre sous conditions contrôlées. Les bacs ont été répartis sur un total de 5 blocs, contenant chacun 8 traitements obtenus par deux régies d'irrigation différentes (seuil à -5,5 et -8,5 kPa) et quatre traitements de salinité (125Kg/ha de K<sub>2</sub>O sous forme de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et 125, 250 et 375 Kg/ha de K<sub>2</sub>O sous forme de KCl). Les unités expérimentales ont été soumises à des mesures de tension, de teneur en eau, et de conductivité électrique du sol en continu. Le dosage des ions, le pH et la conductivité électrique ont également été évalués de façon hebdomadaire grâce à une extraction aux lysimètres. Finalement, des courbes pression-volume ont permis d'évaluer l'ajustement osmotique de la canneberge aux traitements et des mesures de photosynthèse, de croissance et de rendement ont également été effectuées.

## Résultats et discussion

Bien que les différents traitements aient permis de suivre l'augmentation de la conductivité électrique du sol causée par différentes doses de fertilisants, il semblerait qu'aucun des 8 traitements étudiés n'ait engendré des conditions stressantes pour la canneberge. Effectivement, vu l'absence d'effet des différents niveaux de salinité sur les paramètres étudiés, il est permis de conclure que même le traitement le plus salin n'a pas affecté le développement de la plante. Ces résultats préliminaires seront confirmés à l'été 2013 et une régie d'irrigation par aspersion capillaire sera également étudiée.

# Méta-analyse de l'effet la fertilisation potassique de la pomme de terre sur les balances entre les calibres et le contenu en sucre des tubercules

NICOLAS SAMSON<sup>1</sup>, LÉON ETIENNE PARENT<sup>1</sup>, GUY ROY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire;

<sup>2</sup> Groupe Gosselin productions F.G. inc.

Courriel : Nicolas.samson@fsaa.ulaval.ca

**Mots clés :** pomme de terre, potassium, méta-analyse, balance.

L'impact de la fertilisation potassique suscite beaucoup d'intérêt sur les rendements et la qualité de pommes de terre produites pour la croustille. L'objectif de nos travaux visait à évaluer l'influence de la dose et de la source de potassium sur les rendements, le poids spécifique et le contenu en sucre de la pomme de terre. Des essais en petites parcelles ont été réalisés sur 7 sites entre 2009 et 2012, dans la région de Portneuf. Les 8 traitements étaient disposés en bloc aléatoire complet avec 3 répétitions. Les doses de K étaient de 0, 70, 140 et 210 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Pour les doses de 70 et 140, la source de K variait comme suit : [25 % sulp-o-mag + 75 KCl], [50% sulp-o-mag + 50% KCl], et [75% sulp-o-mag + 25% KCl], appliqué au moment de la plantation. Pour la dose de 210, 140 K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> était appliqué à la plantation et 70 K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> sous forme de KCl en post-levé. L'utilisation de la méta-analyse a permis une meilleure compréhension de l'effet du potassium sur plusieurs sites ayant des traitements similaires. La méta-analyse permet d'assigner un poids, appelé taille de l'effet, pour chacun des sites, à l'intérieur d'un même sous-groupe. Cette façon de procéder permet un avantage statistique supérieur, comparativement à l'ANOVA classique. L'analyse compositionnelle, ou le concept des balances, a aussi été utilisée pour mieux expliquer la réponse du potassium sur les catégories de tubercules de même que sur les taux de sucre dans le tubercule. Les pommes de terre ont répondu significativement jusqu'à la dose de 140 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (p < 0.05) mais aucun effet n'a été remarqué avec la source utilisée. Une proportion plus élevée de moyens tubercules, vs les petits tubercules, a été observée avec l'augmentation de la dose de K. Les doses croissantes de K ont diminué le poids spécifique, à l'exception des traitements recevant 25 % de sulp-o-mag. Le contenu en sucre a aussi été affecté par la dose et la source de K.

## **Particulate organic matter and soil mineral nitrogen concentrations are good predictors of the soil nitrogen supply to canola following legume and non-legume crops in western Canada**

MERVIN ST. LUCE<sup>1,2</sup>, NOURA ZIADI<sup>2</sup> BERNIE J. ZEBARTH<sup>3</sup>, JOANN K. WHALEN<sup>1</sup>, CYNTHIA A. GRANT<sup>4</sup>, EDWARD G. GREGORICH<sup>5</sup>, JOHN T. O'DONOVAN<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Department of Natural Resource Sciences, Macdonald Campus, McGill University, 21, 111, Lakeshore Road, Ste-Anne-de-Bellevue, QC, Canada, H9X 3V9;

<sup>2</sup> Soils and Crops Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, 2560 Hochelaga Blvd., Quebec City, QC, Canada, G1V 2J3;

<sup>3</sup> Potato Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, 850 Lincoln Road, PO Box 20280, Fredericton, NB, Canada, E3B 4Z7;

<sup>4</sup> Brandon Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, PO Box 1000A, R.R. #3, Brandon, MB, R7A 5Y3;

<sup>5</sup> Eastern Cereal and Oilseed Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, 960 Carling Ave, Ottawa, ON, K1A 0C6;

<sup>6</sup> Lacombe Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, 6000 C and E Trail, Lacombe, AB, T4L 1W1.

Courriel: mervin.stluce@mail.mcgill.ca

Accurate estimation of potential nitrogen (N) availability from preceding crops is essential to improve N fertilizer management in agricultural soils. Labile organic N fractions such as microbial biomass N (MBN), water-extractable organic N (WEON), particulate and light fraction organic matter N (POMN, LFOMN) are sensitive to management-induced changes and have the potential to predict N availability. This study assessed the impact of preceding legume [field pea (*Pisum sativum* L.), faba bean (*Vicia faba* L.), faba bean green manure] and non-legume crops [canola (*Brassica napus* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.)] on labile organic N fractions, mineral N (NH<sub>4</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N), potentially mineralizable N (N<sub>0</sub>) and soil N supply [canola grain yield and N uptake], and whether these soil parameters could be used as indicators of soil N supply across no-till sites in western Canada. Labile organic N fractions and N<sub>0</sub> were similar regardless of preceding crop. Soil N supply was greatest following faba bean green manure at four of five sites. POMN was the best single predictor of soil N supply (R<sup>2</sup> = 0.56 and R<sup>2</sup> = 0.70 for yield and N uptake, respectively) across sites. Soil N supply was primarily related to the combined effects of POMN, mineral N and sand content, which explained 68 and 71% of the variation in grain yield and N uptake, respectively. This study demonstrated that POMN and mineral N are good predictors of soil N supply to canola in western Canada. Future soil N test methods for canola N fertilizer recommendations should take into account these parameters and soil texture.

# **Gestion de l'irrigation en culture hors sol en parapluie et en tunnel de la fraise à jour neutres**

NICOLAS WATTERS, JEAN CARON, STEEVE PÉPIN, CAROLE BOILY

Université Laval, Département des sols et de génie agroalimentaire, Pavillon de l'Environnement, 2480 boul. Hochelaga, Sainte-Foy, Québec, Canada G1V 0A6.  
Courriel : nicolas.watters.1@ulaval.ca

**Mots-clés :** Irrigation, production végétale, fraise, substrats, culture sous-abri.

## **Introduction**

Une utilisation rationnelle de l'eau est une préoccupation croissante en production agricole en plus d'être un enjeu majeur du développement durable. Des travaux de recherche ont déjà démontré que certaines techniques, applicables en culture hors-sol permettaient des économies d'eau et de fertilisant. Par contre, ils ont également démontré que des excès de chaleur observés sous tunnel peuvent entraîner des chutes importantes de rendements. Comme le contrôle du climat en tunnel est particulièrement difficile, une solution alternative consisterait à expérimenter la production hors-sol sous abri de type parapluie, une technique où seul un petit toit couvre les plants, permettant alors de bénéficier des rendements supérieurs obtenus sous tunnel, mais en facilitant le contrôle de la température pour éviter les excès de chaleur.

## **Objectif**

Le projet a donc pour objectif de comparer deux types de culture abritée (tunnel et parapluie) en termes de productivité et d'efficacité d'utilisation de l'eau et d'adapter la gestion d'irrigation à cette de culture.

## **Méthodologie**

Un dispositif expérimental constitué de 5 traitements et quatre répétitions sera effectué. Les traitements suivants seront mis en place en utilisant de jeunes plants : un traitement sous tunnel, un sous parapluie, un témoin sans parapluie, des trayplants et des plants démarrés plus tôt en serre seront également cultivés sous parapluie pour vérifier l'effet de l'âge des plants sur la productivité. Un seul substrat sera comparé dans ses essais. Chacun des traitements sera irrigué séparément de façon à pouvoir moduler l'irrigation en fonction de stades physiologiques différents. Les rendements et la qualité des plants et des fruits seront évalués, ainsi que les temps de récolte. Les traitements seront comparés par rapport à leur utilisation en eau et en fertilisants. Les salinités et niveaux d'oxygénation associés aux différentes régies seront également suivis et comparés.

## **Résultats**

Les premiers travaux seront conduits à l'été 2013 et des améliorations de performances en régie sous parapluie sont attendues par rapport à la culture sous tunnel, menant un gain de productivité pour la fraise à jour neutre au Québec.

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

---



# Travail du sol et fertilisation phosphatée : effet à long terme sur les formes du phosphore déterminées par la RMN-<sup>31</sup>P

DALEL ABDI<sup>1,3</sup>, BARBARA J. CADE-MENUN<sup>2</sup>, NOURA ZIADI<sup>3</sup>, LÉON-ÉTIENNE PARENT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des sols et de génie agro-alimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada;

<sup>2</sup> Agriculture et Agro-alimentaire Canada, Swift Current, SK, Canada.;

<sup>3</sup> Agriculture et Agro-alimentaire Canada, Québec, QC, Canada.

Courriel : dalel.abdi.1@ulaval.ca

**Mots clés :** phosphore, labour, fertilisation, RMN-<sup>31</sup>P

Comparé au labour conventionnel (LC), le semis direct (SD) favorise l'accumulation du phosphore (P) soluble dans la couche superficielle du sol, et par conséquent, son transport vers les cours d'eau. La présente étude vise à déterminer l'effet du travail du sol et de la fertilisation phosphatée sur la distribution des formes du P dans le profil du sol, caractérisées par la spectroscopie par résonance magnétique nucléaire du <sup>31</sup>P (RMN-<sup>31</sup>P).

L'étude a été menée au Québec, Canada, sur un loam argileux de la série St-Blaise (Gleysol humique orthique) sous rotation maïs-soja établie depuis 1992. L'essai comprend deux traitements répétés quatre fois: le travail du sol (SD et LC) appliqué aux parcelles principales, et neuf combinaisons de 3 doses d'azote (0, 80 et 160 kg N ha<sup>-1</sup>) et de 3 doses de P (0, 17.5, et 35 kg P ha<sup>-1</sup>) apportées uniquement à la phase maïs de la rotation en parcelles secondaires. Seules les parcelles dans trois blocs recevant les doses 0 et 35 kg P ha<sup>-1</sup> avec la dose 160 kg N ha<sup>-1</sup> ont été retenues pour cette étude. Les échantillons de sol (n = 36) ont été prélevés à l'automne 2010 dans les couches 0-5 cm, 5-10 cm et 10-20 cm. Tous les échantillons ont été analysés pour leur teneur en P total (Nelson 1987) et en P extrait au Mehlich 3 (P<sub>M3</sub>, Mehlich 1984). La spectroscopie par RMN-<sup>31</sup>P a été utilisée par la suite pour caractériser les formes ioniques et moléculaires du P dans chaque échantillon de sol (Cade-Menun et Preston 1996).

Contrairement aux sols labourés, le semis direct a favorisé l'accumulation d'orthophosphates inorganiques et de P<sub>M3</sub> dans la couche superficielle du sol. Le semis direct a aussi contribué à la stratification des orthophosphates diesters à la surface du sol, alors que les orthophosphates monoesters s'accumulaient préférentiellement en profondeur. La stratification de ces formes inorganiques et organiques du P dans le profil des sols non labourés est due probablement à l'amoncellement de l'engrais phosphaté non dissous suite à une mauvaise incorporation, et à la minéralisation des résidus de cultures accumulés à la surface. Ces résultats confirment ceux trouvés par Cade-Menun et al. (2010) et Messiga et al. (2012) montrant que le semis direct entraîne dans le sol des changements biogéochimiques qui favorisent l'accumulation du P sous sa forme soluble laquelle est sujette au transport par ruissellement vers les eaux de surface.

## Références

- Cade-Menun, B.J., Carter, M.R., and James, D.C. 2010. Phosphorus forms and chemistry in the soil profile under long-term conservation tillage: A phosphorus-31 nuclear magnetic resonance study. *Journal of Environmental Quality* **39**, 1647-1656.
- Cade-Menun, B.J., and Preston, C.M. 1996. A comparison of soil extraction procedures for <sup>31</sup>P NMR spectroscopy. *Soil Science* **161**, 770-785.
- Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: a modification of Mehlich 2 extractant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **15**, 1409-1416.
- Messiga, A.J., Ziadi, N., Morel, C., Grant, C., Tremblay, G., Lamarre, G., and Parent, L-É. 2012. Long term impact of tillage practices and biennial P and N fertilization on maize and soybean yields and soil P status. *Field Crops Research* **133**, 10-22.
- Nelson, N.S. 1987. An acid-persulfate digestion procedure for determination of phosphorus in sediments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **18**, 359-369.

# Dynamique du CO<sub>2</sub> dans le sol de panic érigé amendé avec du biochar

SUZANNE E. ALLAIRE<sup>1</sup>, SÉBASTIEN LANGE<sup>1</sup>, BENJAMIN BARIL<sup>1</sup>, ANNE VANASSE<sup>2</sup>, J. MACKAY<sup>3</sup>, D. SMITH<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en horticulture, Pavillon Environtron, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, Qc;

<sup>2</sup> Département de phytologie, Pavillon Comtois, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, Qc;

<sup>3</sup> Département des sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie et géodésie, Université Laval, Québec, Qc;

<sup>4</sup> Plant Science Department, McGill University, Ste-Anne de Bellevue, Qc;

Courriel : suzanne.allaire@fsaa.ulaval.ca

**Mots clés :** Gaz carbonique, gaz à effet de serre, fertilisation, biomasse énergétique, amendement du sol

La dynamique des gaz à effet de serre (GES) dans le sol est peu connue pour les productions de biomasses énergétiques, principalement dans les régions froides comme le Québec. Afin de diminuer l'impact global de la production de biomasse énergétique sur le bilan de carbone et les émissions de GES, l'utilisation du biochar et de rhizobactéries fixatrices d'azote pourrait s'avérer des alternatives intéressantes. On possède toutefois peu de connaissances sur les effets de ces traitements seuls ou combinés sur la dynamique des gaz du sol.

Cette étude vise à quantifier les effets du biochar et des rhizobactéries fixatrices d'azote appliqués au panic érigé sur la concentration du CO<sub>2</sub> et son émission vers l'atmosphère. Un essai fut mis en place sur un loam sableux à St-Augustin-de-Desmaures selon un plan en tiroirs avec en parcelles principales, un traitement de biochar de 10 Mg de matière sèche par hectare et un traitement sans biochar, et en sous-parcelles, un traitement d'inoculation bactérienne comparé à une fertilisation azotée de 50 kg N/ha et à un témoin non fertilisé et non inoculé. Les gaz des sols ont été échantillonnés à 0.15 et 0.30 m de profond plusieurs fois durant les saisons de croissance 2010 et 2011 en même temps que la température et l'humidité du sol. Les résultats sont analysés à l'aide d'une procédure Proc Mix avec mesures répétées.

Le biochar influence la concentration dans le sol et le flux de CO<sub>2</sub>. Les interactions entre les traitements varient durant la saison. Les interactions entre la dynamique des gaz, les traitements et les propriétés des sols seront discutées.

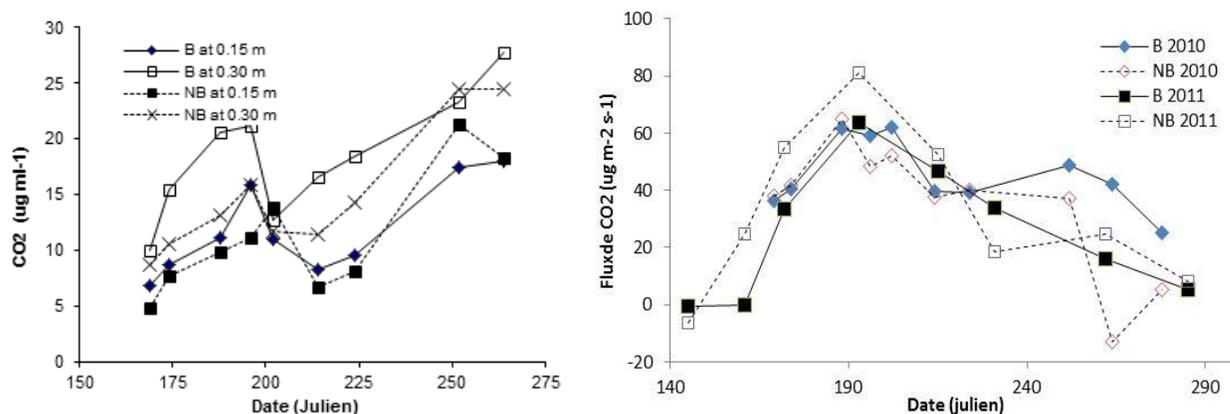


Figure 1. Dynamique du CO<sub>2</sub> dans le sol influencé par l'amendement en biochar (B et NB : avec et sans biochar), (a) concentration en 2010 et (b) émissions vers l'atmosphère en 2010 et 2011

# Optimiser la gestion de l'eau d'un champ de canneberge atypique par l'approche des bilans hydrologiques

FRANCIS AUCOIN<sup>1</sup>, SYLVAIN JUTRAS<sup>1</sup>, JEAN CARON<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 2405, rue de la Terrasse, Québec (Québec) G1V 0A6, Université Laval;

<sup>2</sup> 2480, boulevard Hochelaga, Québec (Québec) G1V 0A6, Université Laval.

Courriel : francis.aucoin.1@ulaval.ca

**Mots clés :** eau, bilan, champ, canneberge, circuit fermé.

## Introduction

Les profils de sol préconisés par les producteurs pour la construction de leurs champs de canneberge sont choisis en fonction de l'expérience du producteur, mais surtout des coûts d'installation et des ressources disponibles. Ainsi, plusieurs approches de mise en forme des champs ont été testées sans toutefois viser implicitement une optimisation de l'utilisation de l'eau lors de la croissance du fruit. Le plus grand facteur affectant l'encadrement législatif en matière d'environnement autour d'une production de canneberge réside dans ses installations agricoles atypiques. Les exigences légales sont de plus en plus connues, mais les procédures sont relativement nouvelles et peuvent sembler lourdes et complexes autant pour le producteur que pour l'analyste responsable des certificats d'autorisation. Un producteur québécois se démarque dans l'originalité de son installation atypique. La fermeture de son circuit hydrologique, à l'échelle de plusieurs champs, repose sur une couche d'argile (~0,12 m) installée sous une couche de sable (~0,35 m). Si cette technique s'avère efficace dans le contrôle de la ressource en eau à l'intérieur d'un champ, développer des champs sableux sur une couche argileuse pourrait devenir une méthode efficace de construire des champs à partir des ressources disponibles au Québec. Cela permettrait aussi d'étendre les champs sur des sols moins vulnérables que les milieux humides. De ce fait même, il pourrait y avoir une valorisation des territoires pouvant être aménagés par une deuxième vocation. Il reste à savoir si cette argile a les composantes optimales pour la fermeture complète du circuit d'approvisionnement.

## Méthodologie

Les ministères manquent parfois d'outils de précision dans le calcul des pertes hydriques à l'échelle d'un champ de canneberge et même de la ferme. Puisque les profils de sol agronomique diffèrent grandement entre les producteurs et même à l'intérieur des champs d'une même ferme, un outil standardisé pour l'estimation des pertes en eau qui conviendrait à tous les profils doit être développé. Calculer les volumes d'eau utilisés par l'approche des bilans hydrologiques est un concept qui pourrait répondre à cette demande. Plusieurs études ont démontré le potentiel du calcul des bilans hydrologiques dans différents contextes (De Anda J., 1998; Porporato A., *et al.*, 2004). Ainsi, une connaissance plus approfondie des quantités d'eau en circulation à l'intérieur des limites d'un champ de canneberge serait disponible pour les producteurs et les différents ministères concernés. Un bilan hydrologique rassemble les paramètres volumétriques des eaux entrantes et sortantes à l'intérieur de limites spatiales et temporelles prédéterminées. Les paramètres impliqués dans l'estimation d'un bilan d'un champ sont : la différence de stockage de l'eau dans le sol ( $\Delta$ ), la précipitation (P), l'irrigation (I), l'eau souterraine pouvant resurgir dans le champ (ES), l'eau souterraine canalisée (ESC), l'évapotranspiration de la culture ( $ET_c$ ) et le ruissellement (R). L'utilité d'un bilan est fonction de sa précision, alors un champ expérimental sera construit pour calibrer l'incertitude des dispositifs.

## Conclusion

Maintenant, les producteurs se multiplient et cherchent à augmenter les superficies de production. Il est donc essentiel de conceptualiser une façon de construire un champ de toutes pièces qui engendrerait le moins de perte d'eau possible. Dans une vision à long terme, l'utilisation des bilans comme outil d'évaluation de la ressource hydrique pourrait aider chacun des producteurs à connaître le profil de sol à préconiser selon les ressources disponibles pour chacun. Cela permettrait une opportunité de développer des champs de canneberge dans des milieux atypiques et de ce fait même, mettrait de l'avant l'industrie de la canneberge en matière d'environnement au Québec.

## Références

- Porporato A., *et al.*, 2004. Soil water balance and ecosystem response to climate changes. *The American naturalist*. Vol.164, No.5. pp. 625-632.
- De Anda J., *et al.*, 1998. Hydrological balance of lake Chapala (Mexico). *Water resources bulletin*. Vol. 34, No. 6. pp. 1319-1331.

# Impact agronomique du modèle de calibration pour la recommandation en azote sur la production de pomme de terre

ATHYNA N. CAMBOURIS<sup>1</sup>, BERNIE J. ZEBARTH<sup>2</sup>, NOURA ZIADI<sup>1</sup>, CYNTHIA GRANT<sup>3</sup>, ISABELLE PERRON<sup>1</sup>

<sup>1</sup> AAC, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec, QC;

<sup>2</sup> AAC, Centre de recherche sur la pomme de terre, Fredericton, NB;

<sup>3</sup> AAC, Centre de recherche de Brandon, MB.

Courriel : Athyna.Cambouris@agr.gc.ca

**Mots clés :** Rendement total, rendement commercialisable, modèle quadratique, modèle quadratique-plateau.

La culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*, PDT) exige des quantités importantes d'engrais azotés (N) pour atteindre des rendements (RDT) élevés et une bonne qualité. Toutefois, l'efficacité de l'utilisation de l'azote par cette culture reste encore faible et n'est que d'environ 50%. Une saine gestion des engrais azotés est importante tant sur le plan économique qu'agroenvironnemental. L'efficacité de la fertilisation azotée pourrait être améliorée en sélectionnant le type d'engrais, la dose d'application et le choix du modèle de calibration pour la recommandation. Ce dernier est très peu documenté. L'objectif principal de cette présentation est de démontrer l'impact du choix du modèle de calibration sur la recommandation en N et le rendement en tubercules.

De 2008 à 2012, un essai de 13 traitements faisant intervenir cinq doses de N (0, 60, 120, 200 et 280 kg N ha<sup>-1</sup>) et trois sources de fertilisants azotés, a été mis en place dans un champ commercial de PDT à Ste-Catherine-de-la-Jacques-Cartier sur des podzols humo-ferriques orthiques. Le cultivar utilisé a été le Russet Burbank. Les trois sources de N utilisées sont le nitrate d'ammonium (AN), le sulfate d'ammonium (AS) et un engrais azoté à libération lente (ESN). Le dispositif expérimental est un bloc complet aléatoire avec quatre répétitions. Les RDT total et commercialisable ont été mesurés.

Les RDT total et commercialisable ont été significativement influencés par la dose de N et ce peu importe la source et l'année. Deux modèles (i.e., quadratique et quadratique-plateau) ont été utilisés pour établir la réponse de la culture à la fertilisation azotée. En utilisant un modèle quadratique ( $r^2= 48$  et  $MSE=34,7$ ), la dose de N pour atteindre le rendement maximum était de 216 kg N ha<sup>-1</sup> avec un intervalle de confiance (IC) allant de 200 à 230 kg de N ha<sup>-1</sup>. Pour le modèle quadratique-plateau ( $r^2= 50$  et  $MSE=32,6$ ), la dose de N pour atteindre le rendement maximum était de 153 kg N ha<sup>-1</sup> avec IC allant de 128 à 180 kg de N ha<sup>-1</sup>. Le modèle quadratique-plateau présentait de meilleurs paramètres statistiques ( $r^2$  plus élevé, MSE plus faible) et une réduction de la dose N de 29 % qui engendrait une réduction de moins de 4 % du RDT total. Des résultats similaires, i.e. baisse de la dose de N maximal 233 à 197 kg N ha<sup>-1</sup> ainsi qu'une réduction de moins de 3 % du RDT commercialisable ont aussi été observé en comparant le modèle quadratique versus le modèle quadratique-plateau.

En résumé, le choix du modèle a induit une réduction significative de la dose de N pour obtenir le rendement maximal, mais ce choix agronomique présente peu d'effet sur le rendement total ou commercialisable. À long terme, cette réduction de la dose de N aura un impact significatif sur la réduction des pertes de N dans notre environnement.

# Apport d'amendements organiques aux sols agricoles et émissions de N<sub>2</sub>O: une méta-analyse

ANAIS M. CHARLES<sup>1,2</sup>, PHILIPPE ROCHETTE<sup>1</sup>, JOANN WHALEN<sup>2</sup>, LÉON-ÉTIENNE PARENT<sup>3</sup>, DENIS ANGERS<sup>1</sup>, MARTIN CHANTIGNY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agriculture and Agri-Food Canada, 2560 Hochelaga Blvd., Québec, Québec, Canada, G1V 2J3;

<sup>2</sup> Department of Natural Resource Sciences, Macdonald Campus, McGill University, 21 111 Lakeshore Road, Ste-Anne-de-Bellevue, Québec, Canada, H9X 3V9;

<sup>3</sup> Pavillon Paul-Comtois, Université Laval, 2425, rue de l'Agriculture, Québec, Québec, Canada, G1V 0A6.

Courriel : anais.charles@mail.mcgill.ca

**Mot clés** : protoxyde d'azote, N<sub>2</sub>O, méta-analyse, amendement organique

Les émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) suite à l'application d'amendements organiques (AOs) sur les sols agricoles sont difficiles à prédire. Actuellement, le Groupement d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) utilise le facteur d'émission (FE) pour l'établissement des inventaires nationaux d'émissions. Exprimé en kg de N-N<sub>2</sub>O émis par kg de N apporté, le même facteur d'émission est attribué à tous les apports d'azote aux cultures, indépendamment de leur nature. Considérant la complexité du cycle de l'azote, cette méthodologie ne permet pas d'établir des estimations fiables d'émissions de N<sub>2</sub>O suite à l'application d'AOs. Pourtant plus de 150 études scientifiques publiées ont rapporté les émissions de N<sub>2</sub>O suite à l'application AOs sur les sols agricoles. De nombreux essais démontrent que les propriétés des amendements organiques influencent les émissions de N<sub>2</sub>O. Cependant, l'ordre de grandeur des émissions de N<sub>2</sub>O est fortement influencé par d'autres facteurs tels que les conditions climatiques, les propriétés du sol et les pratiques culturales.

Afin de résoudre le problème des facteurs confondants, une méta-analyse des études scientifiques publiées jusqu'en février 2013 a été réalisée à l'aide du logiciel MetaWin. Parmi les 155 études ayant rapporté les émissions de N<sub>2</sub>O suite à l'application d'AOs sur les sols agricoles, les 64 études répondant aux critères suivants ont été retenues :

- (1) étude évaluée par les pairs et portant sur les émissions de N<sub>2</sub>O des sols agricoles
- (2) sol témoin n'ayant reçu aucune fertilisation azotée (témoin N0) ou sol témoin ayant reçu un fertilisant azoté de synthèse (témoin NS)
- (3) sols traités ayant reçu des AOs avec ou sans fertilisant de synthèse
- (4) informations disponibles sur la nature, le taux d'application et la composition des AOs
- (5) information disponible sur les flux cumulés des N<sub>2</sub>O pour chaque traitement
- (6) durée de l'étude supérieure à 20 jours

Les objectifs de cette méta-analyse sont :

- (1) d'évaluer l'impact global de l'application d'AOs sur les émissions de N<sub>2</sub>O (témoin N0)
- (2) d'examiner l'impact d'autres facteurs explicatifs (climat, systèmes agricoles, type de sol, type de culture, mode d'application, facteurs expérimentaux)
- (3) de définir l'interaction entre la fertilisation organique et la fertilisation de synthèse sur les émissions de N<sub>2</sub>O (témoin NS)
- (4) de souligner des pratiques agricoles visant à réduire les émissions de N<sub>2</sub>O
- (5) de proposer des corrections au facteur d'émission par défaut proposé par le GIEC

De façon générale, nous pouvons dire que le type de systèmes agricoles (cultures annuelles, pérennes et pâturages) influence grandement l'augmentation des émissions de N<sub>2</sub>O causées par l'emploi d'AOs. Pour chacun des systèmes, l'utilisation seule d'AOs a tendance à diminuer les émissions de N<sub>2</sub>O par rapport à l'emploi de fertilisants de synthèse utilisés seuls ou couplés à celui d'AOs. L'influence de la texture du sol sur les émissions de N<sub>2</sub>O dépend de la nature de la fertilisation. Avec le logiciel R, une analyse plus approfondie en sous-groupe hiérarchique est actuellement en cours pour obtenir une vision plus intégratrice et quantifiée des émissions de N<sub>2</sub>O en agriculture en rapport à l'utilisation d'AOs. Les résultats plus approfondis seront présentés et discutés.

# Impact du contenu en *E. coli* de l'eau et du délai entre l'irrigation et la récolte sur la salubrité de la laitue frisée et de l'oignon vert en sol organique

CAROLINE CÔTÉ<sup>1</sup>, MYLÈNE GÉNÉREUX<sup>1</sup>, JOHN M. FAIRBROTHER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA);

<sup>2</sup> Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal.

Courriel : caroline.cote@irda.qc.ca

**Mots clés** : irrigation, salubrité, légumes, sol organique

L'eau d'irrigation est désormais reconnue comme étant une source potentielle de contamination microbiologique des fruits et légumes au champ. Au Canada, les *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles*, publiées par le Conseil canadien des ministres de l'environnement, proposent un maximum de 100 coliformes fécaux par 100 ml d'eau. Celles-ci ne tiennent pas compte du délai entre l'irrigation et la récolte, qui peut aussi influencer le risque. Toutefois, peu de données sont disponibles sur le sujet.

Des parcelles expérimentales de laitue frisée et d'oignon vert ont été mises en place sur un sol organique au centre de recherche de l'IRDA situé à St-Bruno-de-Montarville, incluant 9 traitements répétés 4 fois disposés en blocs complets aléatoires. Elles ont été irriguées à 2 reprises, soit environ 2 semaines avant le début des récoltes ainsi que la veille des récoltes avec de l'eau dont le contenu en *E. coli* pouvait avoir trois niveaux, soit : 1-faible (< 100 UFC/100 ml); 2-moyen (100-500 UFC/100 ml) et élevé (> 500 UFC/100 ml), pour un total de 9 combinaisons (traitements) possibles. Des échantillons de légumes ont été prélevés 1, 3 et 7 jours suivant la dernière irrigation, ainsi que des échantillons de sol au cours de la période de récolte. Ils ont été analysés pour déterminer la prévalence et les populations d'*E. coli* générique, de même que la présence de *Salmonella* spp., de *Listeria monocytogenes* et des *E. coli* vérotoxigéniques (VTEC) en utilisant des méthodes d'enrichissement et de PCR. Une régression logistique utilisant la procédure GLIMMIX de SAS a été utilisée afin de préciser l'impact du délai entre l'irrigation et la récolte ainsi que du contenu de l'eau sur la probabilité de détecter *E. coli* sur les légumes.

L'analyse statistique a montré que, pour une faible concentration en *E. coli* dans l'eau, la probabilité de détecter *E. coli* sur la laitue ne différait pas de façon significative selon le délai entre l'irrigation et la récolte. Pour une concentration moyenne, le délai avait un impact significatif. Ainsi, le risque de trouver *E. coli* sur la laitue était 13 fois plus élevé pour un délai d'un jour comparativement à sept jours. La prévalence d'*E. coli* dans le sol différait de façon significative selon le contenu de l'eau de la deuxième irrigation. Un échantillon de laitue a été trouvé positif à *Listeria monocytogenes*, mais aucun lien n'a été établi avec la présence de cette bactérie dans l'eau. La présence d'*E. coli* O157 a aussi été observée sur un échantillon, mais une caractérisation des isolats est nécessaire pour déterminer si la bactérie provenait de l'eau d'irrigation. Dans la culture de l'oignon vert, le contenu en *E. coli* de l'eau utilisée pour la deuxième irrigation a montré un effet significatif sur la probabilité de détecter *E. coli* sur les légumes. Une différence significative a été observée entre un contenu faible ou moyen versus un contenu élevé. Aucune différence n'a toutefois été observée entre les traitements sur la probabilité de détecter *E. coli* dans le sol. Aucun microorganisme pathogène n'a été détecté sur l'oignon.

Les résultats indiquent que le délai entre l'irrigation et la récolte, combiné avec le contenu en *E. coli* de l'eau d'irrigation, devrait être considéré dans l'analyse du risque sanitaire. Ainsi, le niveau d'*E. coli* recommandé pourrait varier selon le moment de l'irrigation.

# Dynamique du N<sub>2</sub>O et du CO<sub>2</sub> dans un sol de pâturage durant la saison froide

MARIO A. CUÉLAR CASTILLO<sup>1</sup>, SÉBASTIEN F. LANGE<sup>1</sup>, SUZANNE E. ALLAIRE<sup>1</sup>,  
PIERRE DUTILLEUL<sup>2</sup>, GEORGES THÉRIAULT<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en Horticulture, Pavillon Environtron, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, Qc;

<sup>2</sup> Plant Science Department, McGill University, Ste-Anne de Bellevue, Qc;

<sup>3</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec, Qc.

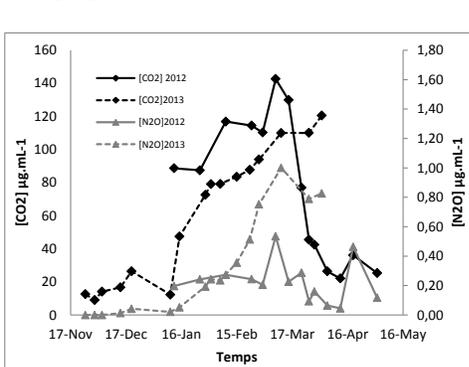
Courriel : marioalbertocuellar@gmail.com

**Mots clés :** Gaz carbonique, gaz à effet de serre, variabilité temporelle, hiver, physique des sols

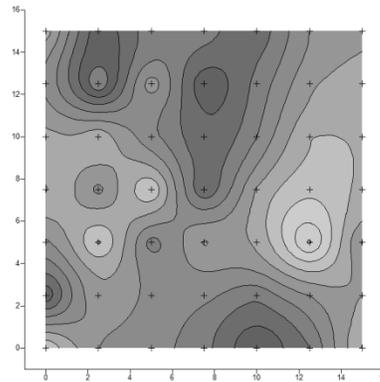
L'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) est un gaz à effet de serre puissant émis principalement par les agroécosystèmes dans le cadre de processus de nitrification et de dénitrification alors que le CO<sub>2</sub> est surtout produit par la respiration microbienne du sol, tous deux influencés par les caractéristiques pédologiques, climatiques et géologiques. Leur formation dans des sols non fertilisés durant la session froide est méconnue. L'objectif est de quantifier la variabilité spatio-temporelle de la dynamique du N<sub>2</sub>O et du CO<sub>2</sub> dans le sol durant la saison froide.

La concentration de ces gaz ainsi que la température, l'humidité et d'autres propriétés du sol ont été mesurées de l'automne jusqu'à la fonte des neiges dans un champ en pâturage à St-Narcisse de Beauvillage à l'aide de 49 points d'échantillonnage environ 15 fois durant chaque saison 2012 et 2013.

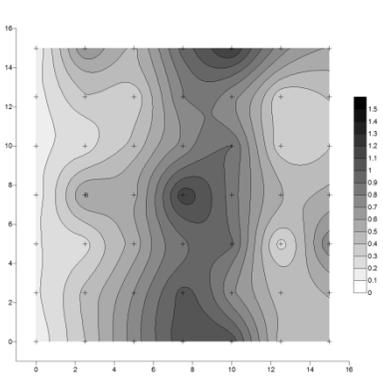
La concentration en CO<sub>2</sub> augmente continuellement dans le sol dès son gel et se relâche rapidement lorsqu'une portion du sol dégèle. La concentration en N<sub>2</sub>O commence à augmenter plus tard dans la saison froide et diminue plus drastiquement dès le début du réchauffement du sol avec des variations spatiales de plus de 1000%. Des tendances similaires sont observées pour les deux années, mais la distribution spatiale est différente entre les années selon la distribution de la neige. Des analyses spatio-temporelles et les corrélations seront discutées en lien avec les autres propriétés du sol.



**Fig.1.** Concentration en CO<sub>2</sub> (gauche) versus concentration en N<sub>2</sub>O (droite) à 12 cm de profondeur pendant l'hiver 2012 et 2013



**Fig. 2.** Variabilité spatiale de la concentration de CO<sub>2</sub> ( µg.mL<sup>-1</sup> ) le 26/03/2013 à 12 cm de profondeur



**Fig. 3.** Variabilité spatiale de la concentration de N<sub>2</sub>O ( µg.mL<sup>-1</sup> ) le 26/03/2013 à 12 cm de profondeur

# Classement des séries de sols minéraux du Québec selon les groupes hydrologiques

GILLES GAGNÉ, ISABELE BEAUDIN

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 2700, rue Einstein, Québec  
Courriel : gilles.gagne@irda.qc.ca

**Mots clés :** pédologie, séries de sols, groupes hydrologiques, ruissellement

Une classification des séries de sols minéraux du Québec dans un groupe hydrologique a été effectuée dans le cadre d'une mise à jour des normes et procédures de conception d'ouvrages hydrauliques en milieu rural. Un premier classement avait été effectué en 2008 pour le projet ODEP (Michaud et coll., 2008), mais ce classement n'avait pas fait l'objet d'une publication détaillée et une révision des méthodologies alors proposées s'imposait. La méthode de classification du USDA-NRCS (2007) a été utilisée (groupes hydrologiques A, B, C, D; A = faible potentiel de ruissellement, B = potentiel de ruissellement modérément faible, C = potentiel de ruissellement modérément élevé, D = potentiel de ruissellement élevé). Cette méthode repose principalement sur des mesures de conductivité hydraulique saturée (Ksat) à travers le profil pour différentes couches de sol jusqu'à un mètre de profondeur. Compte tenu de la disponibilité limitée de ces mesures pour les séries de sols du Québec, les données de Ksat mesurées sur le terrain à l'aide d'un infiltromètre lors de l'*Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec* (Tabi et coll., 1990) ont été utilisées comme valeurs de référence. Des données pour 158 séries de sols en prairie étaient disponibles pour jusqu'à trois couches de sol (couche de surface, jusqu'à 30 cm, couche 2, entre 20 et 40 cm, et couche 3, entre 40 et 60 cm). La moyenne d'au moins 14 mesures par couche a été utilisée. La granulométrie ( $\leq 2$  mm) et les classes texturales se sont avérées de piètres prédicteurs (très faible corrélation) des groupes hydrologiques (figure 1). En se référant au classement obtenu avec les données de l'*Inventaire*, des règles de classement ont donc été établies par jugement expert et de manière itérative à l'aide de descripteurs morphologiques et analytiques des sols, puis extrapolées à l'ensemble des 650 séries de sols minéraux du Québec. La base de données descriptives des noms de sols du Québec produite pour le document *Dossier des noms de sols du Québec* (1997) a permis l'établissement des règles de classement. Le mode de dépôt (marin, fluvial, morainique, etc.) s'est avéré le meilleur descripteur pour prédire le classement d'une série de sols dans un des quatre groupes hydrologiques. La classe de drainage, la classe granulométrique de la famille, la profondeur du sol au-dessus d'une couche lithique, la nature calcaire du sol et le sous-groupe taxonomique ont été les autres principaux descripteurs utilisés. L'utilisateur de ce classement devra tenir compte notamment de la variabilité intrinsèque des sols, des variantes des séries de sols et de l'état structural du sol parmi plusieurs facteurs pouvant influencer l'infiltration de l'eau dans un sol naturel affecté à une production végétale.

## Références

Lamontagne, L. et Nolin, M. 1997. Dossiers des noms de sols. Bulletin d'extension no 8. AAC. 59 p.

Michaud, A.R. et coll., 2008. ODEP; Outil de diagnostic des exportations de phosphore. IRDA et CRAAQ

Tabi, M. et coll., 1990. Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec. Entente auxiliaire Canada-Québec. MAPAQ.

USDA-NRCS. 2007. National Engineering Handbook. Part 630 Hydrology, Chapter 7 Hydrologic Soil Groups, United State Department of Agriculture-Naturel Ressources Conservation Service.

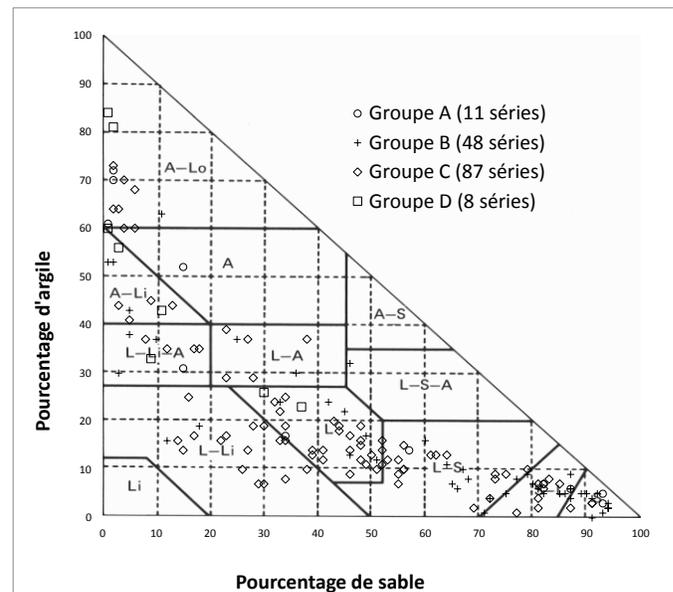


Figure 1 : Relation entre le classement des séries de sols de l'*Inventaire* par groupe hydrologique USDA-NRCS avec les données de Ksat de la couche 2 (154 séries) et les pourcentages d'argile et de sable de cette couche

# Impact de la variabilité spatiale des propriétés hydrodynamiques du sol sur la dynamique de l'eau

SILVIO J. GUMIÈRE, JEAN CARON, YANN PÉRIARD, JONATHAN A. LAFOND

Département des sols et de génie agroalimentaire, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation,  
Université Laval, 2480 blvd Hochelaga, Québec, QC, G1V 0A6.  
Courriel : silvio-jose.gumiere@fsaa.ulaval.ca

**Mots clés :** propriétés hydrodynamiques du sol, variabilité spatiale, krigeage, interpolation spatiale

Les propriétés hydrauliques des sols peuvent présenter des patrons spatiaux à l'échelle des bassins versants ou des champs. Ces patrons peuvent même être identifiés sur les structures conçues par l'homme, telles que les champs de canneberges. La conductivité hydraulique à saturation ( $K_{sat}$ ) et les courbes de rétention en eau du sol ont été caractérisées en laboratoire à partir d'échantillons intacts récoltés à deux profondeurs (20 et 40 cm) sur trois champs de canneberges (environ 2 ha chacun) sur trois sites différents à proximité de la ville de Québec. Deux des trois sites étudiés indiquent une forte dépendance spatiale entre les valeurs de  $K_{sat}$  et les courbes de rétention en eau, à la fois dans les directions horizontale et verticale. À l'été 2012, les trois champs ont été équipés de 55 tensiomètres manuels installés à une profondeur de 0.10 m selon une grille spatiale régulière. Environ 20 mm d'eau d'irrigation ont été appliqués de manière uniforme par aspersion dans les champs; l'eau appliquée a élevé la teneur en eau du sol en surface à l'état de saturation. Les potentiels matriciels ont été mesurés une fois toutes les heures pendant sept jours. Différentes méthodes géostatistiques, comme le co-krigeage, le corrélogramme et la méthode TPS (Thin plates Spline) ont été utilisés pour étudier le patron spatial des variables caractérisées en laboratoire et la corrélation de ces distributions spatiales avec les données de potentiels matriciels mesurées au champ. Les résultats montrent que le potentiel matriciel du sol varie plus rapidement dans les zones à conductivité hydraulique élevée que dans les zones à faibles conductivités. Ces résultats indiquent que la dynamique de l'eau du sol est fortement affectée par la variabilité spatiale de la conductivité hydraulique saturée du sol, même dans un sol anthropomorphique en apparence homogène. Cette information peut avoir un impact important dans la gestion de l'irrigation et de l'efficacité du drainage souterrain, ainsi que dans d'autres problématiques liées à la conservation de l'eau. La prochaine étape est la modélisation numérique 3D de la dynamique de l'eau sur le terrain avec le logiciel HYDRUS. Le résultat attendu devrait fournir des informations précieuses pour la compréhension de l'effet de la variabilité spatiale des propriétés hydrodynamiques du sol sur la dynamique de l'eau et de sa relation avec la production agricole et la conservation de l'eau.

# Contribution azotée de paillis végétaux dans un système de semis direct en grandes cultures biologiques de l'Ouest canadien

CAROLINE HALDE<sup>1</sup>, ROBERT H. GULDEN<sup>1</sup>, ANDREW M. HAMMERMEISTER<sup>2</sup>, KIM H. OMINSKI<sup>3</sup>, MARIO TENUTA<sup>4</sup>, MARTIN H. ENTZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Plant Science, University of Manitoba, Winnipeg, MB;

<sup>2</sup> Organic Agriculture Centre of Canada, Truro, NS;

<sup>3</sup> Department of Animal Science, University of Manitoba, Winnipeg, MB;

<sup>4</sup> Department of Soil Science, University of Manitoba, Winnipeg, MB.

Courriel : carolinehalde@gmail.com

**Mots clés** : azote du sol, semis direct, paillis végétal, agriculture biologique, rouleau-crêpeur.

## Introduction

La fertilité du sol et le contrôle des mauvaises herbes sont les plus grands défis auxquels les agriculteurs biologiques canadiens doivent faire face (OACC 2009). Ces derniers dépendent grandement du travail du sol pour le contrôle des mauvaises herbes et pour la minéralisation des engrais verts. Au cours des dernières années, plusieurs efforts ont été investis pour développer des techniques qui réduisent le travail du sol sur les fermes de grandes cultures biologiques (Legere et al. 2013). Cependant, il existe encore peu de données sur la synchronisation de la contribution azotée des engrais verts avec les besoins de la culture subséquente, en travail de sol réduit. Les objectifs de ce projet de recherche étaient : de déterminer la capacité de différentes espèces végétales de produire un paillis végétal, leur contribution en azote, et les performances agronomiques de la culture subséquente.

## Méthodologie

Des essais au champ d'une durée de deux ans ont été dirigés sur deux différents sites entre 2010 et 2012 à Carman, au Manitoba. Durant la première année (A1), divers engrais verts ont été semés au printemps, et ils ont ensuite été roulés à la mi-saison à l'aide d'un rouleau-crêpeur, au stade de la floraison. Les espèces végétales d'engrais verts testées étaient : l'orge, la vesce velue, le pois fourrager, le radis huileux et le tournesol, tous semés seul ou en mélange. Après avoir été roulés, ces paillis végétaux sont restés à la surface du sol jusqu'à la deuxième année (A2) lorsque du blé de printemps a été semé en semis direct au travers de ce couvert végétal.

## Résultats

La vesce velue s'est établie lentement au printemps ( $< 4 \text{ t ha}^{-1}$  de biomasse à la mi-juillet A1) comparé aux autres espèces d'engrais verts. Cependant, la vesce velue est la seule espèce végétale qui n'a pas été détruite par l'action du rouleau-crêpeur et qui a continué de croître jusqu'à la fin du mois d'octobre A1. De plus, les deux traitements d'engrais verts contenant de la vesce velue (vesce velue pure, orge et vesce velue) ont produit la plus grande biomasse en septembre A1 ( $9 \text{ à } 11 \text{ t ha}^{-1}$ ) et au printemps A2 ( $7 \text{ t ha}^{-1}$ ). Les paillis végétaux avec de la vesce velue ont atteint un contenu en azote de  $308 \text{ kg N ha}^{-1}$  en moyenne, à l'automne A1. Pendant l'hiver, une grande quantité d'azote a été libérée des paillis végétaux avec vesce velue ( $93\text{-}164 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) et sans vesce velue ( $18\text{-}71 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Il y a eu une augmentation significative du niveau de  $\text{NO}_3\text{-N}$  dans le sol (0-90 cm) entre l'automne A1 et le printemps A2, pour tous les paillis végétaux ( $P < 0.001$ ). Le rendement en blé était significativement supérieur sur un retour de vesce velue pure et de mélange orge-vesce velue que dans les autres traitements. Aucune immobilisation d'azote du sol par les paillis végétaux n'a été observée au cours de l'expérience.

## Conclusions

Les résultats d'essais au champ suggèrent que les paillis végétaux -spécialement ceux contenant de la vesce velue- ont la capacité de fournir suffisamment d'azote dans des systèmes de grandes cultures biologiques en semis direct au Manitoba, réduisant le besoin pour un travail du sol fréquent.

## Références

Legere, A., Shirtliffe, S. J., Vanasse, A., and Gulden, R. H. 2013. Extreme grain-based cropping systems: when herbicide-free weed management meets conservation tillage in Northern climates. *Weed Technology* **27**, 204-2011.  
Organic Agriculture centre of Canada. 2009. Research needs assessment of Canadian organic farmers: analysis of priorities by production sector. 13 pp. <http://oacc.info/DOCs/SurveyReports/top20bysector.pdf>

# L'épandage des biosolides municipaux, les GES et le principe de précaution

MARC HÉBERT

Service des matières résiduelles, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 675 boulevard René-Lévesque Est. Québec (Québec) G1R 5V7.

Courriel : Marc.Hebert@mddep.gouv.qc.ca

Il y a quelques années, certaines municipalités rurales du Québec ont interdit l'épandage de biosolides municipaux sur leur territoire, justifiant souvent ces bannissements par le principe de précaution. La Cour d'appel a établi en 2011 que de tels bannissements ne relèvent pas de la compétence des villes. Cependant qu'en est-il de l'application du principe de précaution relativement à l'épandage agricole des biosolides ?

Une synthèse de la littérature faite au Québec, au Canada et à l'étranger (Hébert, 2011) montre que les risques posés par l'épandage agricole des biosolides municipaux ne sont pas nuls. Cependant, selon le cadre légal en vigueur, les risques s'avèrent très faibles et globalement moindres que les pratiques agricoles courantes, comme l'épandage des fumiers et des pesticides qui est pratiqué annuellement sur la moitié du territoire agricole. D'ailleurs, en 2010 la Soil Association, principale organisation d'agriculture biologique au Royaume-Uni, a recommandé à l'Union européenne de permettre l'épandage des biosolides municipaux en agriculture biologique, car les boues ont changé.

En plus d'offrir aux agriculteurs une solution de rechange à l'achat d'engrais minéral importé provenant de sources non renouvelables, l'épandage des biosolides municipaux permet aussi de lutter contre les changements climatiques en réduisant les quantités de matières organiques acheminées dans les lieux d'élimination. En effet, l'épandage des biosolides est généralement carbone neutre. Il s'ensuit qu'une application systématique du principe de précaution tend à supporter l'épandage des biosolides et autres MRF, selon la réglementation en vigueur, et non pas leur élimination.

La présentation mettra une emphase sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre pouvant être obtenue quand les villes optent pour l'épandage plutôt que la mise en décharge ou l'incinération de leurs boues.

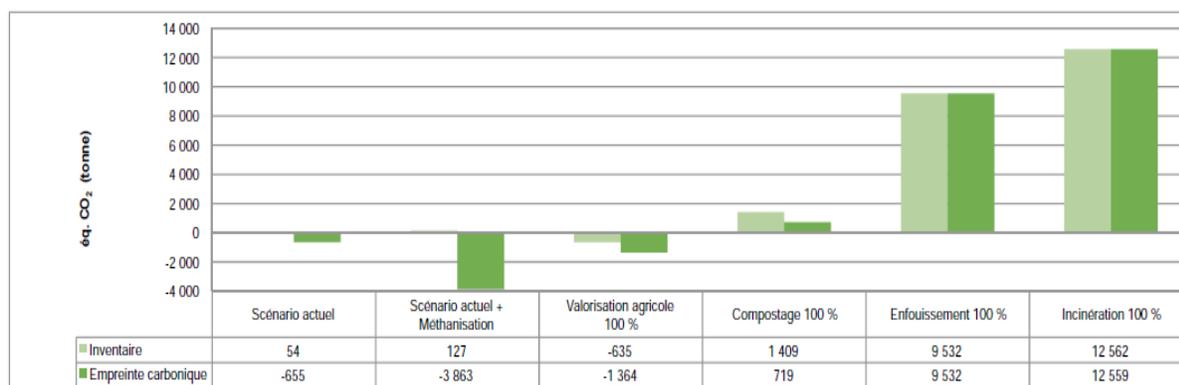


Figure 1 – Comparaison des émissions annuelles par la gestion des biosolides à Saguenay pour divers scénarios (tiré de Villeneuve et Dessureault, 2011)

## Références

Hébert, M. 2011. L'épandage des biosolides et le principe de précaution - Comparaison avec les pratiques agricoles courantes. Vecteur Environnement, septembre 2011, 14-17. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/articles/epandage-biosolides-comparaison.pdf>

Villeneuve, C., et P.-L. Dessureault, 2011. Biosolides municipaux : quelle est la meilleure option pour le climat, Vecteur environnement, septembre 2011, 8-12. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/articles/biosolides-municipaux-climat.pdf>

# Épandage agricole des biosolides municipaux: contenu en métaux et en PBDE du lait de vache

MARC HÉBERT<sup>1</sup>, DOMINIC LEMYRE-CHAREST<sup>1</sup>, GUY GAGNON<sup>2</sup> ET SYLVIE DE GROSBOIS<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 675 boulevard René-Lévesque Est. Québec (Québec) G1R 5V7;

<sup>2</sup> Ville de Saguenay, 2710, boul. Saguenay Ouest, Saguenay (QC) G7X 7W7;

<sup>3</sup> Université du Québec à Montréal, CP 8888, succursale Centre-ville, Montréal, H3C 3P8.

Courriel : Marc.Hebert@mddep.gouv.qc.ca

Les risques potentiels les plus préoccupants en matière de contaminants chimiques dans les boues concernent surtout les molécules qui combinent les caractéristiques suivantes: toxicité élevée, teneur élevée dans les boues traitées, persistance dans les sols récepteurs et bioaccumulation dans la chaîne alimentaire. Parmi les contaminants recoupant au moins deux de ces caractéristiques, on trouve des éléments traces inorganiques, comme le cuivre et le zinc, ainsi que des éléments traces organiques comme les diphényles éther polybromés (PBDE), des retardateurs de flamme.

On a mesuré l'impact de l'épandage de biosolides (boues d'épuration municipales traitées) sur la qualité du lait de vache en conditions réelles d'opération à la ferme, selon le cadre réglementaire prescrit au Québec. Le lait de 14 fermes réceptrices de biosolides a été échantillonné dans la région de Saguenay et comparé au lait de 14 fermes témoins. Les fermes réceptrices avaient un historique moyen de 11 années d'épandage. L'analyse statistique révèle l'absence d'impact sur la teneur du lait en contaminants inorganiques à l'étude (arsenic, cuivre, molybdène, zinc et thallium).

La teneur en PBDE était par contre plus élevée dans le lait du groupe de fermes avec biosolides. Cette différence pourrait être en partie attribuable à la variabilité de l'exposition aux poussières entre les bâtiments d'élevage. La teneur moyenne en PBDE du lait des fermes réceptrices demeure cependant très faible (7,2 ng/L), et de 3 à 7 fois inférieure aux teneurs moyennes relevées pour divers produits laitiers aux États-Unis et en Europe sur base de la matière grasse (tableau 1). Ces faibles teneurs pourraient en partie être expliquées par un niveau de contamination moindre des poussières de bâtiments d'élevage. Selon les résultats de cette étude, les connaissances actuelles et les données disponibles, l'épandage de biosolides municipaux selon le cadre réglementaire québécois serait sans impact notable sur l'exposition globale aux PBDE des consommateurs de produits laitiers du Québec.

**Tableau 1.** Teneurs moyennes en PBDE de différents laits et produits laitiers, par ordre croissant, exprimées sur la base de la matière grasse ( $\Sigma$  congénères 47, 99, 100, 153, 154) (Hébert et al., 2011)

		$\Sigma$ PBDE ng/kg (matières grasses)
Lait commercial – Province de Québec	n = 4	106
Lait de fermes avec biosolides – Saguenay	n = 14	180
Produits laitiers – Espagne	n = 4	495
Produits laitiers – É.-U.	n = 15	699
Lait de ferme – Royaume-Uni	n = 1	1 203
Lait maternel (É.-U.)	n = 62	66 000

## Références

Hébert, M., D. Lemyre-Charest, S. DeGrosbois et al. 2011. Épandage agricole des biosolides municipaux : contenu en métaux et en PBDE du lait de vache. *Vertigo*, vol. 11, no 2, <http://vertigo.revues.org/11150>

# Impact sur les microorganismes du sol et de la rhizosphère de trois systèmes de couverture végétale utilisés l'année précédente d'une culture de pommes de terre introduite en semis direct

THOMAS JEANNE<sup>1</sup>, RICHARD HOGUE<sup>1</sup>, LOUIS PÉRUSSE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 2700 Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8, Canada

<sup>2</sup> SCVAgrologie, 17 du liseron, Pont-Rouge (Québec) QC, G3H 3T6, Canada.  
Courriel : thomas.jeanne@irda.qc.ca

## Introduction

Trois systèmes de couverture végétale (SCV) ayant des propriétés agronomiques différentes ont été comparés à l'emploi d'une culture de canola pure, la régie témoin d'un précédent cultural à une culture de pommes de terre plantée en semis direct. Le SCV1 était une culture de canola associée à de la vesce velue et de la luzerne. Le SCV2 était une culture d'avoine associée à de la vesce velue et du radis fourrager. Le SCV3 était une culture de millet perlé fourrager associée à de la vesce velue, du radis fourrager et du sarrasin. Les cultures ont été semées en rangs, tandis que les cultures associées ont été semées à la volée. Des parcelles de pommes de terre ayant eu comme précédent cultural la régie SCV2 ou SCV3 n'ont pas été sarclées et d'autres n'ont pas été fertilisées. La présentation rapporte l'impact de ces SCVs sur les microorganismes du sol et de la rhizosphère, l'année de culture des SCVs et l'année de culture des pommes de terre.

## Méthodologie

Les bactéries (totales, *Pseudomonas sp.*, actinomycètes) et les champignons ont été dénombrés en milieux de culture spécifique selon une méthode MPN en microplaque. La diversité fonctionnelle a été évaluée à l'aide des microplaques métaboliques ECO-Plate de BIOLOG. La diversité fonctionnelle a été évaluée par la méthode PCR-DGGE avec des amorces universelles aux gènes 16S rDNA bactériens et par la technique de séquençage 454.

## Résultats

En 2011, comparativement aux parcelles de canola pur, les SCV2 et 3 ont produit respectivement 94% et 97% plus de biomasse aérienne et 65% et 85% plus de biomasse racinaire. Les SCV1, 2 et 3 ont réduit la biomasse des adventices de 64%, 92% et 75% respectivement. En 2012 la saison fut sèche, ce qui a réduit les rendements totaux des plants des pommes de terre témoins de 20 à 45% par rapport aux moyennes antérieures. La productivité des plants (biomasses aériennes et racinaires, et, nombre et poids des tubercules récoltés par plant) a été réduite de 1% à 37% dans les parcelles des SCV1, 2 et 3. Toutefois, les plants des parcelles SCV2 et 3 ont produit un rendement total similaire à celui des parcelles témoins, et un rendement vendable (calibre > 3,8 cm) supérieur de 17% à 30%.

En 2011, l'implantation des SCVs a accrue la diversité et le nombre de populations bactériennes dans les sols. L'intensité de cet impact variait en fonction du type de SCV, le SCV2 ayant eu le plus d'impact. Lorsque l'indice de similarité de Pearson est calculé en utilisant le profil PCR-DGGE des populations bactériennes issu des parcelles témoins de canola pure, les profils DGGE des SCV1, 2 et 3 affichent des indices respectifs de 0.96, 0.92 et 0.98. L'analyse des proportions des 25 principales communautés bactériennes identifiées par l'analyse de séquençage 454 révèle que les SCV 2 et 3 ont induit un nombre plus élevé de modifications des proportions au sein d'un nombre plus grand de communautés, bien que chaque SCV induit des modifications spécifiques. En 2012, l'analyse des profils PCR-DGGE des populations bactériennes issus de la rhizosphère des plants de pommes de terre révèle que les indices de similarité de Pearson sont plus variés (de 0.93 à 0.48). Comparativement au profil DGGE moyen des parcelles sarclées témoins, ceux des parcelles sarclées SCV1 à 3 génèrent des indices respectifs de 0.92, 0.73 et 0.86, tandis que ceux des parcelles non sarclées et non fertilisées des SCV2 et 3 ont des indices de 0.73 et 0.48. Les analyses des diversités fonctionnelles et structurales des populations bactériennes de la rhizosphère de pommes de terre révèlent que le sarclage et l'absence d'engrais ont été des facteurs plus importants que les types de SCV pour induire des différences.

# Végétalisation du parc à résidus miniers d'Opémiska, Nord du Québec, par réintroduction de la vie microbienne

CHRISTINE JUGE<sup>1</sup>, LUCIEN BORDELEAU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Biologiste-chercheur conseillère mycorhizes-environnement, 1430 Ae Charles-Huot, Québec, Qc, G1T 2M3;

<sup>2</sup> Agronome-Microbiologiste conseil, Biolistik Ltée, 1491 J.-C. Cantin, Québec, QC G1Y EX7.

Courriel : christinejd.juge@gmail.com

**Mots-clés** : parc de résidus miniers, microorganismes, cendres, structuration et végétalisation des sols, Opémiska.

La fin des exploitations minières, dans les années 1990, a laissé les sols de la région de Chapais-Chibougamau dans un état de mort structurelle et biologique, dont les lixiviations contaminaient les nappes phréatiques et les cours d'eau sur de longues distances. Plusieurs essais de réhabilitation de ces sols, de 1990 à 2002, ce sont soldés par des échecs. Nous avons mis au point une méthode naturelle sur le parc à résidus de l'ancienne mine d'or et de cuivre d'Opémiska Cooper Mines à Chapais. Cette méthode est basée sur deux principes écologiques simples : 1. la restructuration en profondeur du sol pour mimer celui de la forêt boréale indigène, comme support fertile de réintroduction de la vie microbienne; 2. la revalorisation des résidus des produits de transformation locaux, notamment ceux des exploitations forestières de la région. Dans cette optique, grâce au partenariat avec l'usine de cogénération de Chapais Énergie, nous avons pu valoriser sur le parc Opémiska les cendres produites par cette usine suite à la combustion des résidus forestiers, tout en réduisant considérablement, et à plusieurs niveaux, l'impact écologique des opérations.

Ainsi, grâce à la connaissance et à l'utilisation appropriée des propriétés chimiques, physicochimiques, et biologiques de ces cendres, nous sommes parvenus à restructurer en profondeur les résidus miniers du Parc Opémiska, tout en créant en surface, sur 150 mm de profondeur, un lit de semence propice à la réintroduction de la vie. Nous avons introduits des microorganismes telluriques adaptés au milieu, hétérotrophes et ayant des capacités associatives et symbiotiques avec des végétaux appropriés à la zone boréale. Ces végétaux, avec leurs systèmes racinaires, ont ainsi pu recoloniser ces sols redevenus fertiles. La résultante étant la formation d'une membrane biologique permanente, bloquant jusqu'à 90 % de l'eau de précipitation et prévenant la lixiviation sous le site.

La méthodologie, adaptée au microcosme difficile de la région, comporte 3 étapes espacées dans le temps : i. stabilisation de la surface des dépôts et restructuration par la cendre, ii. confection du lit de semence, introduction des microorganismes telluriques, et implantation de la première génération de végétaux avec une plante annuelle, iii. implantation de la végétation permanente.

Le reportage photographique parle de lui-même; on a reconstitué le sol de la forêt boréale, la vie est revenue sur les sols miniers de Chapais et la biodiversité aussi, grâce à l'équilibre recréé sol-plantes-microbes-faune, exemple concret de développement durable dépourvu d'empreinte écologique.

Nous étudions maintenant la possibilité d'adapter la méthodologie aux parcs à résidus miniers de la région de Chibougamau.

## **Fertilisation du bleuet nain sauvage : le cas des éléments majeurs**

JEAN LAFOND

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ferme de recherche, 1468, rue Saint-Cyrille, Normandin (Québec)  
G8M 4K3.

Courriel : Jean.Lafond@agr.gc.ca

Plusieurs travaux de recherches ont démontré que la culture du bleuet nain sauvage répondait très bien à la fertilisation azotée. La réponse au phosphore et au potassium est par ailleurs divergente et peu documentée. Les objectifs du projet ont été de déterminer l'impact de la fertilisation NPK sur les propriétés physico-chimiques des sols, sur les concentrations en éléments majeurs des feuilles et sur les rendements en fruits. Les traitements ont consisté en quatre doses de N, deux doses de P et quatre doses de K appliqués au printemps de l'année de végétation. Le pH du sol a diminué significativement avec l'accroissement de la dose de N, passant de 4.44 à 4.31 dans la couche de surface et de 4.85 à 4.64 dans la couche 5-20 cm. Des accumulations de P et de K ont été mesurées dans le sol, soit des augmentations de 12 et 35 % respectivement dans la couche de surface et 31 % uniquement pour le K dans la couche de 5-20 cm. Les concentrations en N, P et K des feuilles ont diminué au cours de la saison de végétation, mais elles ont significativement augmenté avec les doses de fertilisants à chacune des dates d'échantillonnage. Les concentrations en N, P et K ont été sous les normes établies au troisième échantillonnage lorsqu'aucun apport en N, P et K n'était fait. Par ailleurs, les rendements en fruits ont augmenté significativement avec la fertilisation azotée tandis que la fertilisation en P et en K n'a eu aucun effet sur ce paramètre. Ces résultats suggèrent que la fertilisation azotée devrait être appliquée à chaque cycle de production tandis que la fertilisation phosphatée et potassique devrait être appliquée au besoin, en se basant sur les analyses foliaires pour assurer le maintien de la productivité.

# Infiltration d'eau et drainage dans nos sols organiques agricoles

JONATHAN A. LAFOND, SILVIO J. GUMIÈRE, JEAN CARON

Département des sols et de génie agroalimentaire, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation,  
Université Laval, 2480 blvd Hochelaga, Québec, QC, G1V 0A6.  
Courriel : jonathan.lafond.2@ulaval.ca

**Mots clés :** conductivité hydraulique non-saturée, anisotropie, discontinuité texturale, irrigation, drainage

Les sols organiques cultivés sont connus pour présenter des propriétés hydrodynamiques particulières et différentes des sols minéraux (Brandyk et al. 2002). De plus, la variabilité spatiale des propriétés physiques et hydrodynamiques du sol peut causer un problème d'hétérogénéité de réponse à l'irrigation (Warrick et Gardner 1983). En effet, des zones peuvent être sous-irriguées et d'autres peuvent avoir des excès d'eau. Le drainage des sols organiques sera aussi influencé par l'hétérogénéité des propriétés physiques et hydrodynamiques (Armstrong et Castle 1999) et pourrait donc interférer dans l'efficacité de l'irrigation. Les objectifs de la deuxième année de cette étude sont d'analyser les mécanismes responsables du mauvais drainage en sols organiques et de vérifier l'efficacité d'une solution basée sur les propriétés physiques de ces sols permettant d'améliorer le drainage.

Deux drains ont été installés en 2011 dans un champ présentant des problèmes de drainage et d'infiltration d'eau dans le profil. Chaque drain était installé à l'aide d'une taupe-draineuse, mais en alternant de méthode durant l'installation, selon un dispositif en blocs complets aléatoires. Les deux méthodes étaient (R) avec remblayage de sol de surface, de manière à recréer une continuité texturale entre la surface et le drain, et (C) conventionnelle, i.e. comme les producteurs maraîchers font en laissant le sol se refermer sur lui-même après le passage de la taupe-draineuse. En 2012, la couche indurée a été fracturée à certains endroits afin de tester une solution complémentaire. Vingt-quatre piézomètres équipés d'acquisiteurs de niveau de nappe ont été installés à 2 profondeurs sur 12 points d'échantillonnage. Au total, le dispositif présente 24 points d'échantillonnage dont chacun était équipé de 2 tensiomètres insérés à 2 profondeurs. La répartition des points est équilibrée de manière à collecter des données (i) tout près des drains, (ii) au  $\frac{1}{4}$  d'écartement entre les 2 drains et (iii) au milieu de l'écartement entre les 2 drains. Les comparaisons des vitesses d'infiltration et des gradients hydrauliques ont été effectuées dans R. Les données mesurées ont ensuite été utilisées dans HYDRUS 2D/3D afin d'apporter des renseignements complémentaires sur les mécanismes en cause.

Les résultats montrent que le drainage fonctionne bien. L'analyse des vitesses d'infiltration sur les piézomètres en surface n'a cependant pas permis d'observer de différences significatives entre les traitements. Le fait de fracturer la couche indurée ne présentait pas non plus d'effets significatifs sur le drainage. Cependant, les variations de niveau de nappe des piézomètres en profondeur suggèrent une recharge ou une augmentation de la hauteur d'eau dans le profil qui soit plus importante dans le traitement C. Cela pourrait indiquer que le traitement R est plus efficace à maintenir un niveau d'eau plus bas entre les deux drains. Les volumes relatifs impliqués dans ces changements de niveau de nappe doivent alors être calculés pour chaque traitement de manière à les comparer statistiquement. Cependant, la comparaison des niveaux de nappe avec les lectures de tensiomètres suggère que cette eau provienne des variations de la nappe régionale, car le profil de sol apparaît aussi humide dans le traitement C que R. L'amélioration du drainage en sols organiques ne semble pas s'en tenir à une solution simple basée sur le continuum textural. Les propriétés hydrodynamiques très particulières à ces sols restent encore à être étudiées dans les recherches en cours et à venir.

## Références

- Armstrong, A.C. and Castle D.A. 1999. Drainage of organic soils. In: Skaggs, R.W. and van Schilfgaarde J. (Eds) Agricultural drainage, Agronomy monograph no.38, ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA, 1083-1106.
- Brandyk, T., Szatyłowicz, J., Oleszczuk, R., and Gnatowski, T. 2002. Water-related physical attributes of organic soils. In: Parent, L.-É. and Inicki, P. (Eds) Organic soils and peat materials for sustainable agriculture, CRC Press LLC, Boca Raton, FL, USA, 33-66.
- Warrick, A.W. and Gardner, W.R. 1983. Crop yield as affected by spatial variations of soil and irrigation. *Water Resour. Res.* **19**, 181-186.

# Dynamique du CO<sub>2</sub> dans un système agroforestier avec culture intercalaire

SÉBASTIEN F. LANGE, MARIO A. CUELLAR CASTILLO, SUZANNE E. ALLAIRE

Centre de recherche en Horticulture, Pavillon Environtron, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, Qc.

Courriel : [sebastien.lange@fsaa.ulaval.ca](mailto:sebastien.lange@fsaa.ulaval.ca)

**Mots clés :** Agroforesterie, physique des sols, dioxyde de carbone,

L'agroforesterie est un mode de culture relativement peu exploité au Québec bien que plusieurs effets bénéfiques de ces systèmes aient déjà été identifiés ailleurs. Il existe peu de connaissances sur l'influence de tels systèmes sur les aspects environnementaux telles que la dynamique des gaz à effet de serre et encore moins lorsqu'implanté sous un climat comme le nôtre. Ce projet consiste donc à évaluer la dynamique du CO<sub>2</sub> dans un système agroforestier implanté depuis une dizaine d'années selon un mode de culture intercalaire situé à Saint-Paulin en Mauricie.

Plus précisément, cette étude vise à acquérir des connaissances sur la variabilité spatiale et temporelle des émissions vers l'atmosphère et des concentrations de CO<sub>2</sub> dans le sol selon la présence ou l'absence d'arbres et ce; à différentes distances de ces arbres (peupliers et arbres nobles). Un plan en bloc complet aléatoire a été utilisé pour répondre aux objectifs du projet avec 3 blocs. Deux transects de 5 points d'échantillonnage ont été instrumentés dans chaque bloc, un premier dans la zone qui présente des arbres et un deuxième dans la zone témoin sans arbres. Chaque transect comprend un point d'échantillonnage directement situé sur la rangée d'arbres nobles ainsi que 4 autres points répartis à 4 et 10 m de part et d'autre de la rangée d'arbres nobles. Une station météorologique, des sondes TDR, des thermocouples, des tubes d'accès au gaz des sols ont été installés à 12 et 25 cm de profondeur. En plus, des échantillons de sol pour d'autres analyses physico-chimiques ont été extraits le long des transects. Les mesures ont été répétées environ à tous les mois de mai à septembre 2012 et d'autres mesures sont prévues en 2013.

Nos premiers résultats tendent à montrer que les émissions et les concentrations de CO<sub>2</sub> dans le sol sont 1) plus élevées à 25cm de profondeur qu'à 12cm quelques soit la zone (avec ou sans arbres) 2) plus élevées dans la zone sans arbres que dans celle avec des arbres quelques soit la profondeur et; 3) influencées par la distance de l'arbre puisque les concentrations les plus faibles se situent dans l'alignement des arbres nobles (Fig. 1). Les variabilités spatiale et temporelle du CO<sub>2</sub> en lien avec les propriétés physico-chimiques du sol seront analysées et discutées.

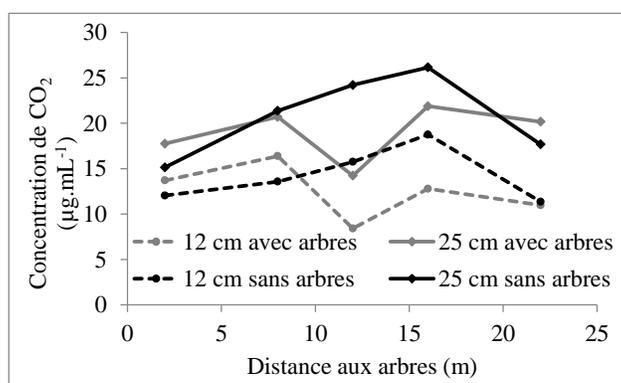


Figure 1 : Concentration du CO<sub>2</sub> dans le sol le long des transects du bloc 1 le 24 mai 2012 avec a 0 et 24 m de distance, l'alignement des peupliers et à 12 m la rangée d'arbres nobles.

# Régie par tensiométrie de l'irrigation de la fraise à jour neutre

GUILLAUME LÉTOURNEAU, JEAN CARON, JULIEN CORMIER

Département des Sols et Génie Agroalimentaire, Université Laval, 2480 boul. Hochelaga, Sainte-Foy, Québec, Canada, G1V 0A6.

Courriel : Guillaume.letourneau.1@ulaval.ca

**Mots clefs :** Tensiométrie, irrigation, fraise, efficacité d'utilisation de l'eau

En raison de l'augmentation de la population et de ses besoins en nourriture ainsi que de la compétition avec l'industrie et les centres urbains, les milieux agricoles sont soumis à d'immenses pressions pour maximiser la production de nourriture par superficie cultivée et par volume d'intrants (eau, fertilisants, énergie) utilisés. Pour plusieurs aspects de la production agricole, l'acquisition de nouvelles connaissances est requise afin de développer des pratiques permettant de répondre à ces pressions d'optimisation dans une optique de développement durable. L'irrigation est sans doute l'un des aspects de la production agricole présentant des impacts parmi les plus importants sur les rendements des cultures et l'utilisation d'eau. Une attention particulière devrait donc y être consacrée en recherche.

Dans le cadre de cette étude, des expériences visant à optimiser la régie par tensiométrie de l'irrigation du fraisier ont été réalisés en 2011 et 2012 sur six emplacements (3 au Québec, 3 en Californie) présentant des sols aux propriétés physico-chimiques contrastantes et soumis à différentes conditions climatiques. L'objectif principal de ces essais était de déterminer sous différentes conditions le seuil de potentiel matriciel optimal pour le déclenchement de l'irrigation (SDI), i-e le SDI permettant d'optimiser le rapport entre les rendements, les quantités d'eau utilisé en tenant compte des objectifs de productivité de l'entreprise.

L'analyse site par site des résultats obtenus a permis de relever d'importants impacts du SDI sur les volumes d'eau utilisés. Les impacts du SDI sur les rendements ont été plus limités, probablement en raison de la variabilité spatiale des propriétés du sol ou encore de l'utilisation de techniques d'application de l'eau inappropriées. La mise en commun des résultats de tous les sites d'étude a permis de mettre en évidence une courbe-tendance présentant l'impact du potentiel matriciel moyen saisonnier sur les rendements. Des analyses supplémentaires seront requises afin de comprendre l'influence des propriétés du sol et du climat sur la réponse du fraisier au SDI.

## **Les cendres de poêles à bois résidentiels : pistes de réflexion pour un recyclage sécuritaire et durable**

JOSÉE-ANNE MAJEAU<sup>1</sup>, MARC HÉBERT<sup>1</sup>, JULIE DESFORGES<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Direction des matières résiduelles et des lieux contaminés, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP);

<sup>2</sup> Direction régionale de l'analyse et de l'expertise de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches, MDDEFP.

Courriel : josee-anne.majeau@mddefp.gouv.qc.ca

**Mots clés :** Cendres de bois, contaminants, compost, dioxines.

Le chauffage domestique au bois est utilisé par des dizaines de Québécois, comme chauffage principal ou tout simplement par plaisir. Bien qu'il soit appelé à diminuer dans les zones urbaines, suite aux récentes réglementations, bon nombre de citoyens continueront de le pratiquer. Ainsi, il est estimé que cette activité génère environ 50 000 tonnes de cendres et qu'une grande partie est envoyée à l'enfouissement.

La valeur des cendres de bois comme engrais et produit chaulant est pourtant bien connue, notamment en agriculture biologique. Afin de détourner les cendres de l'élimination, quelques options s'offrent aux citoyens : l'épandage résidentiel, le compostage domestique ou l'ajout dans le bac brun, soit le compostage municipal. Une campagne d'échantillonnage lancée en 2009 a permis d'évaluer la qualité des cendres domestiques et les possibilités de recyclage de celles-ci. Les résultats de cette campagne ont été publiés dans l'édition de mai 2013 de la revue Vecteur Environnement. Ces analyses offrent une base de données pour évaluer l'impact des différents modes de gestion en fonction de la réalité québécoise.

Les cendres de bois analysées ont des valeurs fertilisantes supérieures aux cendres industrielles et un pouvoir neutralisant comparable à la chaux agricole. Les teneurs en contaminants métalliques en HAP et en dioxines des cendres analysées se sont avérées sécuritaires pour un recyclage par épandage aux doses agronomiques. Cependant, la qualité des cendres domestiques dépend du respect des bonnes pratiques de chauffage, dont la qualité et la propreté du combustible et les conditions de combustion. Il convient donc de poursuivre la sensibilisation des utilisateurs d'appareil de chauffage au bois. Informer les citoyens aux bienfaits des cendres sur les sols pourrait également permettre, indirectement, de responsabiliser les utilisateurs de bois de chauffage et permettre une réduction des émissions de contaminants.

Par ailleurs, le développement de la filière de chauffage par la biomasse pour les institutions, les commerces et les petites industries pourrait éventuellement augmenter la quantité de cendres disponibles pour le recyclage sur les sols. L'épandage de ces cendres et le suivi de leur qualité devront être favorisés.

# Est-ce que la recommandation du CRAAQ en fertilisation azotée est appropriée pour le maïs-grain?

MAXIME C. PARÉ<sup>1,2</sup>, ÉRIC THIBAUT<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Agrinova, 640, rue Côté Ouest, Alma (Québec), G8B 7S8;

<sup>2</sup> Centre de recherche sur la Boréalie de l'Université du Québec à Chicoutimi, 555, boulevard de l'Université, Chicoutimi (Québec), G7H 2B1;

<sup>3</sup> PleineTerre SENC, 168, rue St-Jacques, Napierville (Québec), J0J 1L0.

Courriel : maxime.pare@agrinova.qc.ca

**Mots clés** : Fertilisation, maïs-grain, rendement

## Introduction

La grille de référence en fertilisation azotée du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), dans la culture de maïs-grain, est parfois ciblée comme aspect limitant les rendements des cultures. Une des principales hypothèses circulant de plus en plus dans les milieux agricoles est que la recommandation du CRAAQ en fertilisants azotés (170 kg-N/ha) est insuffisante, et ce, pour une majorité de producteurs agricoles (>90 %). Afin de vérifier cette hypothèse, une base de données contenant neuf années d'essais de fertilisation en Montérégie-Ouest a été analysée. Les essais de fertilisation ont été effectués entre 2003 et 2012 par les divers clubs-conseils en agroenvironnement affiliés à PleineTerre SENC. Au total, 47 sites (n = 966) de différentes dimensions [500 m<sup>2</sup> à 1 ha] ont été réalisés.

## Résultats et conclusions

Bien que la région à l'étude soit une zone à fort potentiel agronomique [2 700 à 3 200 UTM], les résultats obtenus montrent clairement que la recommandation du CRAAQ est suffisante ou excédentaire sept années sur neuf. Sur les neuf années à l'étude, la moyenne du taux d'application d'azote optimal ( $T_{\text{optimum}}$ ) correspond exactement à la recommandation du CRAAQ, soit 170 kg-N/ha. De plus, les courbes de réponse permettent de démontrer que les prix élevés du maïs ne motivent pas un apport supplémentaire en engrais azotés. En effet, une augmentation de 50 % du prix du maïs (200 à 300 \$/T) augmente de seulement 5 % (165 à 173 kg-N/ha) le  $T_{\text{optimum}}$ . Les rendements obtenus avec la recommandation du CRAAQ sont statistiquement similaires aux rendements optimaux, et ce, pour chacune des années à l'étude. Aucune tendance (changement) du  $T_{\text{optimum}}$  n'a été observée depuis 2003, infirmant l'hypothèse que les hybrides sont de plus en plus performants et nécessitent donc plus d'apports en engrais azotés. La source de variation principale du  $T_{\text{optimum}}$  est la variation annuelle reliée, probablement, aux divers facteurs météorologiques. Trouver de meilleurs outils de gestion de l'azote demeure, dans ce contexte, un défi pertinent. L'amélioration de la qualité des sols est une stratégie efficace que les producteurs agricoles devraient utiliser afin de mitiger les variations annuelles.

# Valeur critique d'agrégation des sols commandant des pratiques bénéfiques

LÉON-ÉTIENNE PARENT<sup>1</sup>, YAN XU<sup>1</sup>, SERGE-ÉTIENNE PARENT<sup>1</sup>, DENIS ANGERS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire, Pavillon Paul-Comtois, Université Laval, Québec;

<sup>2</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec, Québec.

Courriel : Léon-etienne.parent@fsaa.ulaval.ca

**Mots clés :** seuil de dégradation des sols, pratiques culturales bénéfiques, distance euclidienne

## Introduction

L'agrégation des sols est sans doute l'indice de la qualité des sols le plus sensible aux changements de pratiques agricoles. La structure ultime est celle où on peut plus détecter la présence d'agrégats. Le diamètre moyen des particules et la dimension fractale sont des mesures numériquement biaisées de l'agrégation (Parent et al., 2012). Nos objectifs sont (1) de calculer la dépendance d'échelle de la mesure d'agrégation et (2) de présenter une mesure non biaisée de l'agrégation du sol et (3) de déterminer la distance critique au-delà de laquelle les pratiques bénéfiques n'ont plus d'influence sur l'agrégation.

## Méthodologie

Nous avons retenu 24 études pour la méta-analyse avec trois grosseurs de tamis: < 0.25 (A), 0.25-2 (B) et > 2 (C) mm et calculé les balances suivantes [A | B,C] et [B | C]. La distance euclidienne en référence à la structure ultime a été calculée avec une précision de 0.5%. La dépendance d'échelle a été établie en reliant la distance euclidienne calculée sur base de poids total de sol ou des agrégats. Une analyse de stabilité a été réalisée en reliant le gain de distance euclidienne entre deux pratiques par rapport au témoin.

## Résultats

La mesure de l'agrégation dépend de l'échelle de mesure (Fig. 1). Il est donc important de déduire le poids de sable dans le calcul de l'agrégation. Une valeur critique de 4.1 sépare les sols qui répondent fortement (< 4.1) de ceux qui répondent moins aux pratiques améliorantes (Fig. 2). La performance du test déterminée par la courbe ROC est élevée, soit 89%.

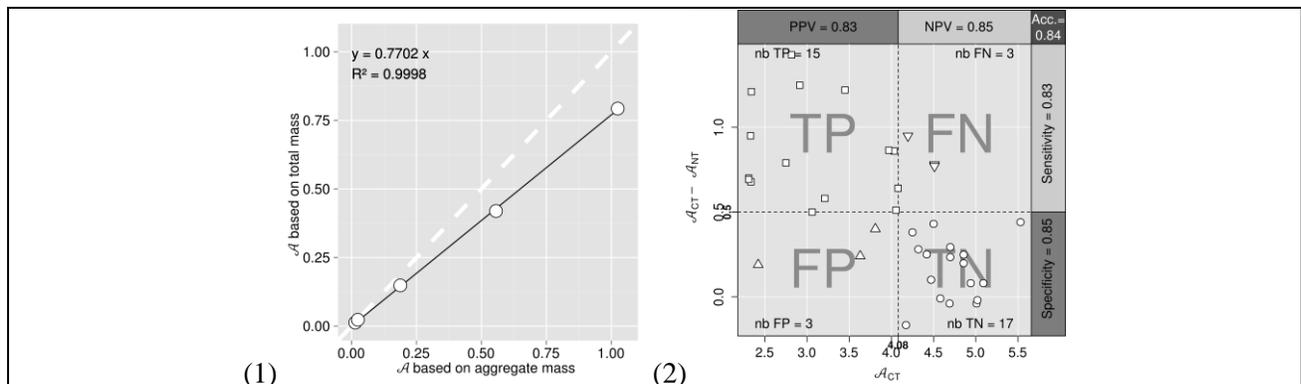


Fig. 1. Influence de l'échelle de mesure sur la distance euclidienne de la structure ultime.

Fig. 2. Seuil de dégradation sous lequel le sol répond fortement aux pratiques bénéfiques.

## Conclusion

La structure du sol peut être considérée comme dégradée lorsque la mesure non biaisée du degré d'agrégation est inférieure à 4.1, en excluant le poids de sable du poids total du sol. Ces résultats seront utiles pour mesurer la qualité du sol et proposer des mesures de redressement si le seuil critique de 4.1 au-delà de la structure ultime (distance euclidienne de zéro) est franchi.

## Références

Parent, L.E., C. X. de Almeida, S. E. Parent, A. Hernandez, J. J. Egozcue, T. Kätterer, C. Gülser, M. A. Bolinder, O. André, F. Anctil, J. F. Centurion, and W. Natale. 2012. Compositional analysis for an unbiased measure of soil aggregation. *Geoderma* 179-180, 123-131.

# Pourquoi remplacer le baril de Liebig par la balance à plateaux?

LÉON -ÉTIENNE PARENT

Département des Sols et de Génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, Canada G1V0A6  
Courriel : Leon-etienne.parent@fsaa.ulaval.ca

**Mots clés :** pomme de terre, log ratio isométrique, analyse multivariée

## Introduction

La loi du minimum illustrée par le baril de Liebig a été adaptée pour diagnostiquer la nutrition des plantes à l'aide de la valeur minimale critique. Toutefois, ce concept ne tient pas compte des nombreuses interactions entre les éléments nutritifs. Ces interactions sont représentées par  $D \times (D-1)/2$  rapports binaires redondants calculés à partir d'un nombre de  $D$  résultats d'analyses. Toutefois, il y a  $D-1$  degrés de liberté dans un vecteur contenant  $D$  composantes. La métaphore de la balance à plateaux qui met en équilibre les  $D$  concentrations dans un mobile à  $D-1$  pivots et  $D$  cuvettes permet de corriger ce biais (Parent et al., 2012, 2013). Notre objectif est de présenter l'approche diagnostique non biaisée illustrée par le mobile.

## Méthodologie

Une base de données sur la pomme de terre a été élaborée à partir d'inventaires et d'essais de fertilisation menés au Québec. Les données d'analyses foliaires ont été ordonnées en balances binaires linéairement indépendantes (orthogonales) à partir de connaissances en physiologie de la plante. Les données analytiques ont été transformées en log ratio isométriques, puis soumises à des analyses multivariées. Des hyper-ellipses de confiance ont été élaborées afin de délimiter les conditions de balances optimales au stade 'début de la floraison'. Les calculs ont été effectués sur logiciel R.

## Résultats

L'analyse multivariée avec des données de concentration et des indices DRIS, qui mènent souvent à des interprétations conflictuelles, se sont montrés numériquement biaisés. Par contre, l'approche des balances nutritives orthogonales met en relation directement  $D$  concentrations et  $D-1$  ratios dans un système de mobile, pivots et plateaux, ce qui donne la cohérence requise pour un diagnostic non biaisé. Les statistiques sont effectuées uniquement sur les balances et les concentrations servent seulement à interpréter les cas de carence, suffisance ou d'excès relatif. L'essai P montre que la troisième dose suffisait à pénétrer dans l'ellipse critique alors que le Ca était limitatif dans l'essai K (Figure 1).

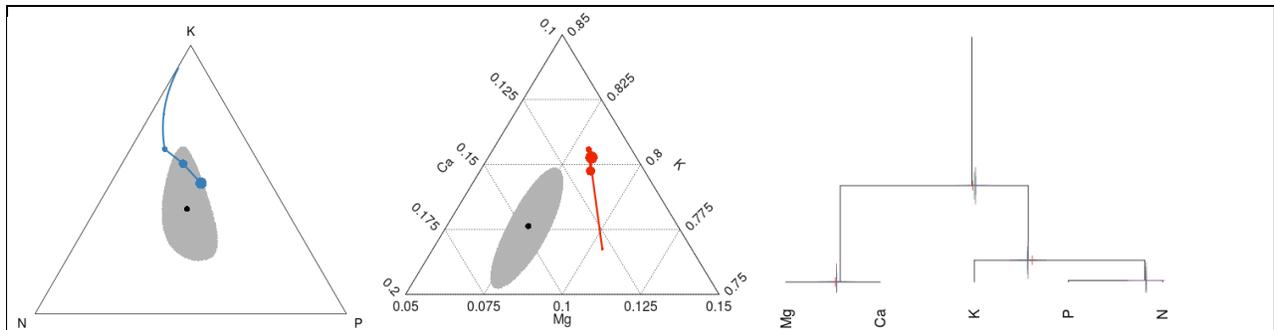


Figure 1. Perturbation de la composition minérale de la pomme de terre en réponse à la fertilisation

## Conclusion

L'analyse des données compositionnelles de la pomme de terre montre que les log ratios isométriques permettent d'exprimer sans biais le concept des balances nutritives exprimé dans le passé par des ratios binaires et le baril de Liebig.

## Références (accès libre sur internet)

Parent, S-É, et al. (2012). dans Soil Fertility, Issaka, R.N. (ed), [NY: InTech Publ.], <http://www.intechopen.com/books/soil-fertility>.  
Parent S-É, et al. (2013). Front. Plant Sci. 4:39. doi: 10.3389/fpls.2013.00039

# Irrigation de la canneberge basée sur des seuils de potentiel matriciel

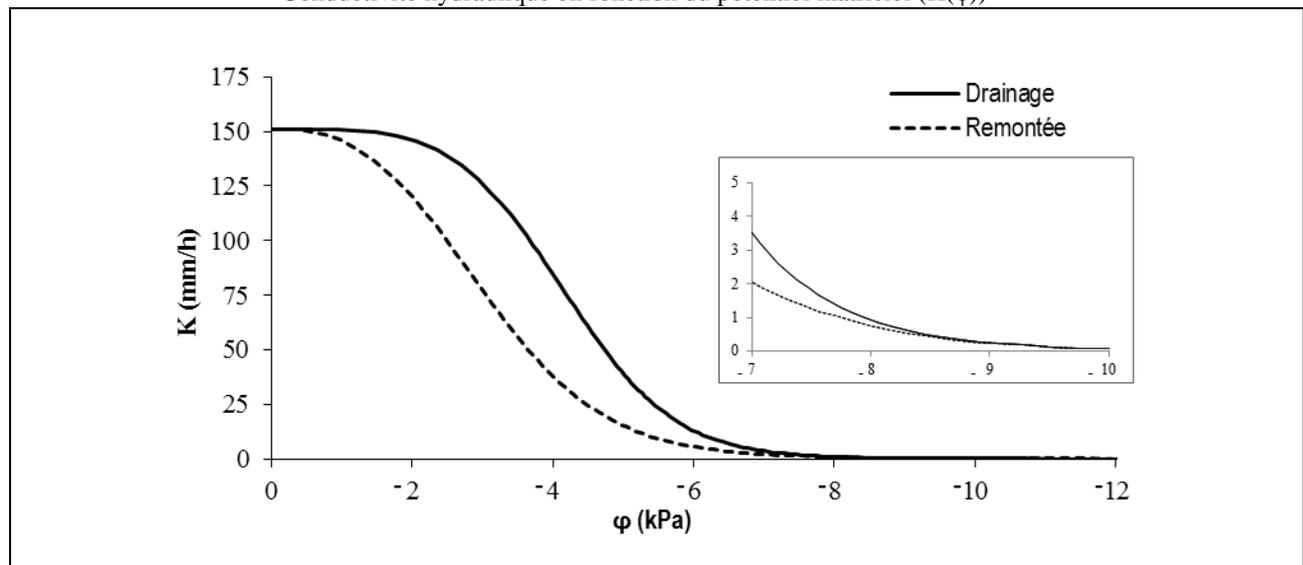
VINCENT PELLETIER, JACQUES GALLICHAND, JEAN CARON

Département des Sols et de Génie Agroalimentaire, Université Laval, Québec, G1V 0A6, Canada  
Courriel : vincent.pelletier.8@ulaval.ca

**Mots clés :** irrigation, drainage, potentiel matriciel, tensiomètre.

L'utilisation d'un réseau de tensiomètres couplé à un système de communication facilite la gestion de l'irrigation en permettant aux producteurs de consulter en temps réel les conditions d'humidité de leurs sols. Le démarrage de l'irrigation basé sur le potentiel matriciel de l'eau dans le sol ( $\phi_i$ ) permet à la canneberge de se maintenir dans une zone de confort hydrique idéale à sa croissance. L'objectif principal de ce projet était de déterminer la valeur de  $\phi_i$  permettant de maximiser la productivité de l'eau (PE) (rendement / épaisseur d'eau reçue au sol) sans affecter les composantes de rendement, ni le rendement. En 2011-2012, un dispositif expérimental aléatoire en blocs complets a été mis en place dans trois sites au Québec et dans un site au Wisconsin. Le sol des quatre sites était un sable fin. Ce dispositif a permis de tester des valeurs de  $\phi_i$  variant de -5.5 à -10.0 kPa. Des traitements humides et des traitements secs ont été comparés à des traitements témoins. La PE a été supérieure de 15 à 79 % dans les traitements secs et inférieure de 21 à 50 % dans les traitements humides. Le traitement sec ayant une valeur de  $\phi_i$  de -10.0 kPa a connu une baisse de rendement de 11 %. En 2012, ce traitement a produit moins de fruits par surface unitaire, le traitement à -8.5 kPa a produit moins de fruits par fleur et par tige tandis que le traitement à -8.0 kPa a produit des fruits plus petits. La conductivité hydraulique du sol ne semble pas suffisante pour combler les besoins de la plante (1 mm/h) à partir de -8.0 kPa, ce qui entraîne un stress hydrique. Selon l'année et les conditions climatiques, le stress hydrique peut résulter en une baisse de certaines composantes de rendement et entraîner une baisse de rendement. L'irrigation par aspersion devrait donc être démarrée avant que le potentiel matriciel n'atteigne -8.0 kPa afin d'optimiser la PE, les composantes de rendement et le rendement. La phase suivante de l'expérimentation servira à tester la gestion de l'eau par irrigation souterraine. Avec une profondeur de nappe phréatique permettant au sol de se maintenir à un potentiel matriciel supérieur à -8.0 kPa, les besoins en eau de la canneberge devraient être comblés sans avoir recours au système d'irrigation conventionnel. En utilisant cette technique, les producteurs de canneberge pourraient éliminer les coûts reliés au pompage tout en augmentant davantage la PE et en réduisant les pertes de fertilisants par lessivage.

Conductivité hydraulique en fonction du potentiel matriciel ( $K(\phi)$ )



# Analyse de sensibilité des paramètres hydrodynamiques d'un modèle de cotransport (C-Ride) dans un sol non saturé

YANN PÉRIARD<sup>1</sup>, SILVIO J. GUMIÈRE<sup>1</sup>, ALAIN N. ROUSSEAU<sup>2</sup>, JEAN CARON<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, QC;

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

**Mots clés:** colloïde, contaminant, cotransport, modèle, sensibilité

Certaines particules colloïdales agissent comme transporteur et permettent d'accélérer la migration de contaminant vers la nappe souterraine. Šimůnek et al. (2006) ont développé un modèle qui peut simuler le cotransport d'un contaminant dans un milieu poreux non saturé. Le modèle est basé sur la solution de l'équation d'advection-dispersion modifiée pour tenir compte de différents mécanismes de transport des colloïdes dans la matrice de sol tels que: le colmatage, l'exclusion et l'adsorption/désorption sur les interfaces (solide/solide). La solution des équations gouvernantes aux dérivées partielles est obtenue par éléments finis linéaires de type Galerkin avec le logiciel HYDRUS-2D/3D (Šimůnek et al. 2012). La modélisation du cotransport des contaminants requiert une connaissance importante des paramètres du sol et des colloïdes. En pratique, il est très difficile d'avoir accès aux valeurs de ces paramètres; pour cette raison, ils sont obtenus généralement par des procédures de calage. Cependant, les bonnes pratiques de modélisation dictent qu'avant de caler un modèle, il est essentiel d'identifier les paramètres les plus influents sur les variables de sorties. Cette information peut être obtenue par le biais d'une analyse de sensibilité du modèle. L'objectif de cette communication est de présenter les résultats d'analyses de sensibilité locale et globale du module C-Ride (« *Colloid-Facilitated Solute Transport* ») d'HYDRUS-2D/3D. Les analyses ont été réalisées en appliquant successivement deux méthodes d'analyse de sensibilité: (i) une méthode locale en variant un paramètre à la fois (O.A.T, *one-at-a-time*); et (ii) une méthode globale basée sur la décomposition de la variance, la méthode Sobol. Les résultats démontrent que  $\lambda_t$  (dispersivité transversale),  $\psi_c$  (concentration maximale de colloïdes attachés) et  $\psi_i$  (concentration maximale du contaminant sorbé sur les colloïdes immobiles) sont les paramètres les plus influents sur le temps de transport du contaminant. Des travaux futurs porteront sur des validations en laboratoire afin de quantifier les phénomènes associés au transport des colloïdes et pour permettre une meilleure compréhension du modèle lorsque le sol se trouve en condition non saturée.

## Références

- Šimůnek, J., C. He, L. Pang, & S. A. Bradford, Colloid-Facilitated Solute Transport in Variably Saturated Porous Media: Numerical Model and Experimental Verification, *Vadose Zone Journal*, 2006, 5, 1035-1047
- Šimůnek, J., M. Šejna, & M. Th. van Genuchten, The C-Ride Module for HYDRUS (2D/3D) Simulating Two-Dimensional Colloid-Facilitated Solute Transport in Variably-Saturated Porous Media, Version 1.0, PC Progress, Prague, Czech Republic, 45 pp., 2012

# Le feu et la récupération influencent la distribution du carbone organique et de l'azote dans le profil des sols de la forêt boréale

VINCENT POIRIER<sup>1</sup>, DAVID PARÉ<sup>2</sup>, JULIETTE BOIFFIN<sup>1</sup>, ALISON D. MUNSON<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre d'étude de la forêt, Département des sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie, géographie et géomatique, Université Laval, 2405 de la Terrasse, Québec, Québec, G1V0A6, Canada;

<sup>2</sup> Ressources Naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, 1055 du P.E.P.S., P.B. 10380 Station Sainte-Foy, Québec, Québec, G1V4C7, Canada.

Courriel : vincent.poirier1@ulaval.ca

**Mots clés:** Carbone organique du sol, azote total du sol, horizon organique, horizons minéral superficiel, horizon minéral profond.

Les sols de la forêt boréale stockent des quantités très importantes de C organique et jouent un rôle déterminant dans le cycle global du C. Le feu et la récolte du bois sont les perturbations naturelle et anthropique les plus importantes dans ces écosystèmes, mais leurs effets sur les cycles du C et de l'N du sol sont toujours mal compris. De plus, l'impact combiné de la récolte du bois après le feu sur les sols boréaux demeure très peu étudié. Nous avons échantillonné les horizons organiques et minéraux superficiels (0-15 cm) et profonds (15-40 cm) sur 14 sites distribués à travers la province le long du 50<sup>e</sup> parallèle et comportant chacun trois traitements : une parcelle non brûlée (CTR), une parcelle récemment brûlée (<7 ans) et non récoltée (B-NL) et une parcelle récemment brûlée (<7 ans) et récoltée moins de 2 ans après le feu. Nos résultats démontrent que les stocks de C et d'N de l'horizon organique et de l'horizon minéral superficiel ont diminué après le passage du feu (Fig. 1). Par contre, la récolte du bois après le feu semble favoriser la translocation du C et de l'N et leur stockage en profondeur. Ceci pourrait être causé par les perturbations mécaniques liées à la récolte et à la préparation du terrain suivant la récolte. Nos résultats démontrent qu'à court terme, la récolte du bois n'a pas d'effet néfaste sur les quantités de C et d'N stockés dans l'ensemble du profil. Toutefois, la stabilité dans le temps de ces stocks de même que la nature des formes de C et d'N stockés à différentes profondeurs dans le profil de sol devraient être évaluées.

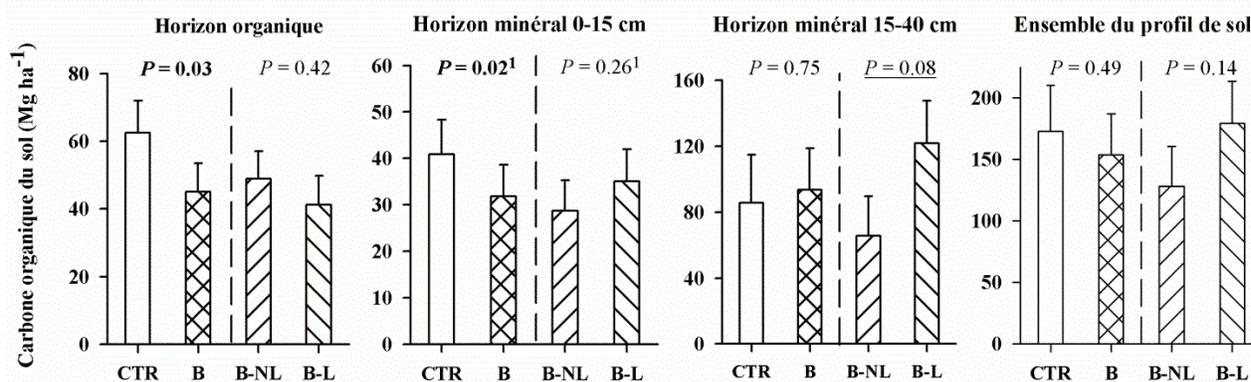


Fig. 1 : Stocks de C organique du sol dans les horizons organiques et minéraux et pour l'ensemble du profil du sol. Les barres verticales situées à gauche de la ligne pointillée illustrent la comparaison entre les sites témoins (CTR) et brûlés (B) et celles à droite de la ligne pointillée illustrent la comparaison entre les sites brûlés non récoltés (B-NL) et brûlés récoltés (B-L). <sup>1</sup>D'après le test non paramétrique de Friedman.

# Analyse et prédiction des réponses hydrologiques de petits bassins versants en milieu agricole

NESTOR RAUL ROCHA MEDRANO<sup>1,2</sup>, ROBERT LAGACÉ<sup>1</sup>, AUBERT MICHAUD<sup>1,2</sup>,  
ARIANE DROUIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FSAA, département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, 2425 rue de l'agriculture;

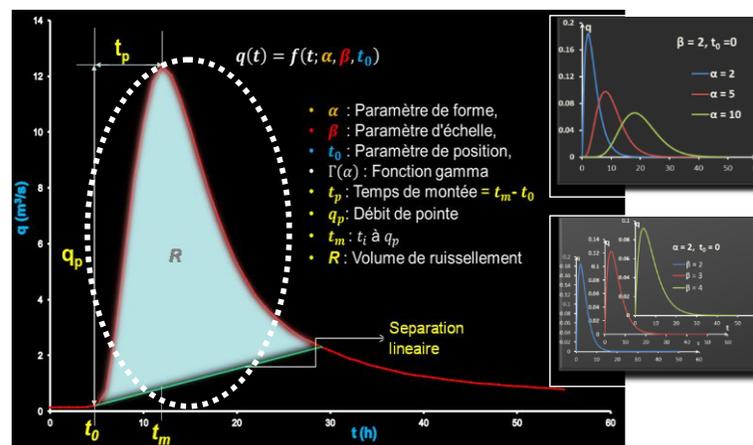
<sup>2</sup> IRDA, 2700 rue Einstein, Québec.

Courriel : nestor-raul.rocha.1@ulaval.ca

**Mots clés :** débits de pointe, hydrologie, bassin versant, ruissellement, aménagements hydro-agricoles.

Le design des ouvrages hydro-agricoles (cours d'eau, ponceaux, avaloirs, bassins de rétention, etc.) requiert la détermination du débit de crue et du volume de ruissellement. Les méthodes d'estimation utilisées présentement ont été développées aux États-Unis, en conditions géographiques et climatiques très différentes de celles rencontrées au Québec. Elles n'ont par ailleurs pas été validées à l'échelle de petits bassins versants agricoles (moins de 30 km<sup>2</sup>) au Québec. Cette étude a pour objectif de proposer et valider une méthode d'estimation des débits de crue et des volumes de ruissellement adaptée aux conditions agroclimatiques et édaphiques québécoises. Le développement et la validation des méthodes d'estimation des paramètres hydrologiques propres au dimensionnement des ouvrages hydro-agricoles se sont d'abord appuyés sur la caractérisation des réponses hydrologiques de douze petits bassins versants en milieu rural québécois (3 à 30 km<sup>2</sup>). L'analyse de plus de 700 hydrogrammes (représentation graphique des débits instantanés d'un cours d'eau en fonction du temps) individuels a été réalisée à l'aide du logiciel VISUHYDRO, spécialement développé à cette fin dans le cadre du projet. Les données de débits et de précipitations ont été analysées au pas de 15 minutes ou moins. Le recours au logiciel a permis de caractériser les principales propriétés des hydrogrammes, typiquement utilisées dans les modèles de prédiction des crues, incluant leur forme, les temps de montée, les hauteurs de ruissellement et les débits de pointe.

En deuxième étape, les propriétés propres aux hydrogrammes déterminées par VISUHYDRO ont été comparées aux estimations des modèles de prédiction utilisés présentement au Québec et basés sur les propriétés des sols, du relief, des cours d'eau et de l'occupation du territoire. Constatant que peu de méthodes courantes se sont montrées valides, de nouvelles équations ont été développées, permettant de prédire la hauteur de ruissellement, le temps de montée, et le paramètre de forme des hydrogrammes. En troisième étape, les modèles prédictifs de ces paramètres hydrologiques ont été mis à profit dans la prédiction des débits de pointe des bassins à l'étude. La comparaison des débits de pointe observés et prédits permet de conclure à la validité de l'approche proposée. Cette validité demeure cependant conditionnelle à une bonne prédiction de la hauteur de ruissellement. La présente étude a mis en relief que l'approche du numéro de courbe (CN) ne permettait pas de caractériser le ruissellement des bassins appalachiens et s'est montré peu performant avec un bassin en Montérégie. Le CN ne semble donc pas un indicateur d'application générale permettant de caractériser le ruissellement des bassins versants au Québec. Ce constat doit cependant être modéré par le nombre limité de bassins versants utilisés. Les données d'autres bassins versants sont devront être analysées pour raffiner l'approche proposée.



## Contenu en éléments traces métalliques suite au travail du sol d'une vieille prairie fertilisée avec du lisier de porc

ISABELLE ROYER<sup>1</sup>, JAMES D. DOUGLAS<sup>2</sup>, DENIS A. ANGERS<sup>1</sup>, MARTIN CHANTIGNY<sup>1</sup>  
PHILIPPE ROCHETTE<sup>1</sup>, MARC-OLIVIER GASSER<sup>3</sup>

<sup>1</sup>AAC, CRDSGC, Sainte-Foy, QC;

<sup>2</sup>Environnement Canada, Science et évaluation des risques/Division des GES, Gatineau, QC.

<sup>3</sup>IRDA, Québec, QC.

Courriel : isabelle.royer@agr.gc.ca

**Mots clés:** éléments traces métalliques, lisier de porc, labour, eau du sol.

Les cultures fourragères (prairies) occupent près de 50% des superficies cultivées au Québec et sont typiquement associées à la production laitière. Dans ce contexte, les prairies sont retournées après quelques années pour faire place aux cultures annuelles. De plus, la plupart des prairies reçoivent des applications régulières de fumiers/lisiers qui entraînent des accumulations entre autres d'éléments traces métalliques (ETM) dans les couches superficielles de sol qui peuvent être relâchés lors du retournement de la prairie. Ainsi, l'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet du retournement d'une prairie fertilisée avec du lisier de porc pendant plus de 25 ans sur la forme soluble de quelques ETM dans le sol ainsi que dans la solution du sol.

À l'automne 2007, deux parcelles d'un essai de longue durée portant sur l'application de lisier de porc sur prairie (recevant une dose annuelle de 0 ou 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de lisier) ont été divisées en 32 sous-parcelles (4 traitements x 4 répétitions x 2 parcelles à long terme). Vingt-quatre sous-parcelles ont d'abord été traitées avec du glyphosate, puis soit labourées par inversion complète (charrue à versoir) à l'automne (LA) ou au printemps (LP) ou laissées sans travail du sol (Ctrl). Les huit autres sous-parcelles ont été gardées intactes comme parcelles témoin (T). Des échantillons de sol (0-5, 5-10, 10-20 et 20-30 cm) ont également été prélevés régulièrement pour suivre les formes en ETM dans la phase solide du sol. Les parcelles ont également été laissées en jachère durant la durée de l'étude. De plus, des lysimètres ont été insérés à différentes profondeurs pour suivre les concentrations des ETM dans la solution du sol.

Les concentrations en Cd, Co, Cr, Cu, Ni et Zn solubles (extraits au CaCl<sub>2</sub> 0.01M) dans le profil de sol (0-40 cm) ont été de 10 à 92 % plus élevées sous la parcelle fertilisée au lisier de porc que sous la parcelle non-fertilisée. Dans la couche 0-5 cm de sol de la parcelle fertilisée au lisier de porc, les concentrations en Co, Cu, et en Zn solubles ont été 13 à 57 % plus élevées dans les traitements non-labouré (Ctrl et T) que dans les traitements labourés (LA et LP), alors que les concentrations en Cd, Cr et Ni étaient similaires entre les deux parcelles. Dans la parcelle non-fertilisée, les mêmes tendances ont été observées que dans la parcelle fertilisée à part le fait que les concentrations en Cd solubles étaient aussi plus élevées dans les traitements non-labouré que dans les traitements labourés. De façon générale pour tous les traitements, les concentrations en ETM diminuaient en profondeur à part quelques cas (Cu et Zn) où les concentrations étaient plus élevées sous la couche de labour qu'en surface. Cependant, les concentrations en ETM étudiés dans cette étude n'ont pas dépassé la teneur limite quant à la recommandation pour la qualité des sols au Canada. Les résultats des analyses de la solution du sol ont démontré une grande variabilité des concentrations en ETM. De façon générale, les concentrations en ETM ont été plus élevées sous la parcelle fertilisée au lisier de porc que celle non-fertilisée. On observe aussi une tendance à ce que les concentrations en ETM de la solution du sol soient plus élevées dans les traitements non-labourés que les traitements labourés.

Dans l'ensemble, quoiqu'encore préliminaires, nos résultats indiquent que l'application à long terme de lisier de porc a contribué à augmenter le contenu de formes solubles de plusieurs ETM du sol et aussi de la solution du sol. Par contre, le retournement de la prairie semble avoir eu peu d'effet sur le contenu des ETM solubles. Il reste à déterminer si le labour pourrait avoir un effet sur les autres formes de ETM qui pourraient aussi avoir un impact important sur l'environnement.

# Efficacité des bandes riveraines en présence de mouvement préférentiel

CLAUDIA SYLVAIN<sup>1</sup>, SUZANNE E. ALLAIRE<sup>1</sup>, SÉBASTIEN LANGE<sup>1</sup>, GEORGES THÉRIAULT<sup>2</sup>, AUBERT MICHAUD<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en horticulture, Pavillon Environtron, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, Qc;

<sup>2</sup> Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec, Qc;

<sup>3</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, Qc.

Courriel : claudia.sylvain.1@ulaval.ca

**Mots clés** : bandes riveraines, mouvement préférentiel, qualité de l'eau

D'une part, les bandes riveraines sont actuellement considérées comme des pratiques agricoles qui protègent la qualité de l'eau de surface en misant sur leur capacité à intercepter les contaminants avant qu'ils n'atteignent ceux-ci. D'autre part, le mouvement préférentiel (MP) de l'eau et des solutés dans les sols est reconnu depuis longtemps comme un important mécanisme de transport rapide des contaminants.

Cette étude a pour but d'évaluer l'efficacité des bandes riveraines en présence de MP. Le site expérimental se situe dans le bassin versant de la rivière Bras d'Henri (St-Narcisse, Chaudière-Appalaches) sur un sol podzolique, sous une régie soya-maïs. Deux séries de plaques lysimétriques à différentes profondeurs ont été installées dans les bandes riveraines. Des traceurs (fluorescéine, rhodamine Wt, bleu FD&C #1 et pyranine) ont été appliqués à la surface du sol à différentes distances du ruisseau et différentes dates. La concentration des traceurs dans l'eau du ruisseau, du sol et des plaques lysimétriques a été analysée dans le temps. Les résultats concernant le traceur bleu seulement seront présentés.

La distribution du bleu montre le mouvement très rapide du traceur dans le profil de sol suivi d'un mouvement latéral concentré à l'interface de deux horizons en profondeur. Une partie du traceur a fait résurgence vers le bas de la pente dont une partie a été transportée par ruissellement de surface. On retrouve des concentrations de bleu en profondeur dans la bande riveraine indiquant le mouvement souterrain sous la bande vers l'eau de surface. La vitesse d'apparition dans le ruisseau, dans la bande et le mouvement dans le profil indique clairement que le MP diminue l'efficacité de la bande riveraine. Le MP du traceur bleu (FD&C bleu #1) est discuté en lien avec sa présence dans l'eau de surface, les bandes riveraines et dans le sol agricole pour mieux comprendre son effet sur l'efficacité des bandes riveraines.

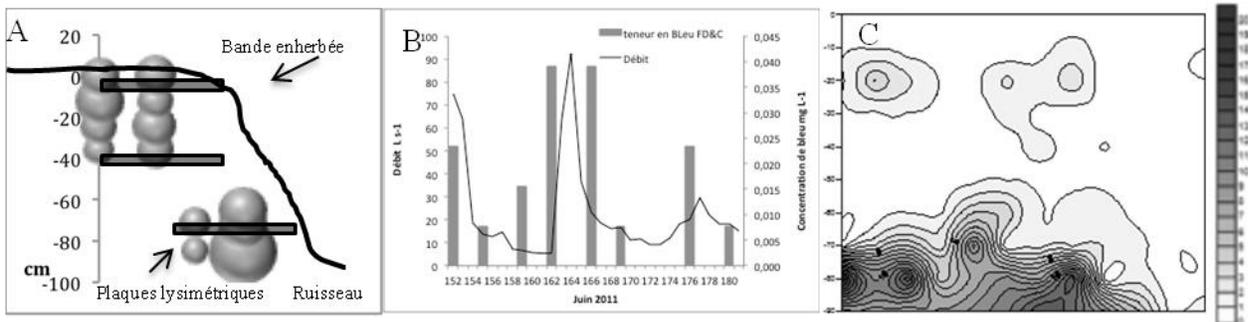


Figure 1 : Teneur en FD&C Bleu ( $\text{mg L}^{-1}$ ) mesuré : A) dans le sol de la bande riveraine, B) dans l'eau du ruisseau en fonction du débit, C) dans un profil de sol (110 cm largeur x 90 cm profondeur) 6 mois après l'application du traceur.

# Évolution des doses économiques optimales (DÉO) dans la fertilisation azotée du maïs-grain au Québec

GILLES TREMBLAY<sup>1</sup>, LÉON-ÉTIENNE PARENT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil;

<sup>2</sup> Département des sols, Université Laval.

Courriel : gilles.tremblay@cerom.qc.ca

**Mots clés** : maïs-grain, azote, dose économique optimale (DÉO)

Il est bien connu que l'azote est un facteur essentiel afin d'obtenir de bons rendements dans la production du maïs-grain. Les recommandations actuelles du CRAAQ sont de 30 à 50 kg d'azote à l'hectare appliquées en bandes au semis et un total de 120 à 170 kg d'azote à l'hectare pour cette culture. En collaboration avec une cinquantaine de conseillers de clubs agro-environnementaux et de conseillers agricoles du MAPAQ, 320 essais structurés ont été réalisés, soit en moyenne une vingtaine par année au cours des 16 dernières années (1997-2012). L'unité expérimentale possédait de 4 à 8 rangs de large (3 à 6 m) selon le semoir du producteur sur une longueur de 12 m. Une première application d'azote était réalisée par le producteur lors du semis et constituait la dose de démarrage. Le solde de la quantité d'azote était appliqué sous forme de nitrate d'ammonium au stade 6 feuilles et incorporé mécaniquement au sol par le producteur ou les conseillers. De 5 à 6 doses étaient comparées dans chaque essai et elles variaient de la dose de démarrage (30 à 60 kg N/ha) jusqu'à 240 kg N/ha. Chacune des doses était répétée 4 fois par site dans un dispositif en blocs complets aléatoires. Sur ces parcelles, nous avons mesuré le rendement en grains, la teneur en eau et le poids spécifique des grains. Un essai était déclaré valide si le coefficient de variation du rendement en grains était inférieur ou égal à 15 %. Afin de déterminer les doses économiques optimales (DÉO) de chaque essai, nous avons utilisé l'approche suggérée par Nyiraneza et al. (2010). Nous avons fixé les prix du maïs-grain et de l'azote minéral respectivement à \$250/t et \$1,75/kg N.

Selon les données recueillies, les rendements en grains ont progressé annuellement de 172 kg/ha en passant de 8275 kg/ha à 10855 kg/ha au cours de la période 1997 à 2012. Les rendements observés sont assez bien corrélés ( $r = 0,92$ ) avec les rendements moyens observés au Québec au cours de la même période. Les DÉO annuelles moyennes ont varié de 96 à 215 kg N/ha avec une moyenne générale de 139 kg N/ha. Au cours de la période 1997 à 2012, la DÉO moyenne a augmenté de manière linéaire de 4,35 kg N/ha/an en passant de 105 à 170 kg N/ha. Ces valeurs correspondent assez bien aux limites des recommandations actuelles qui varient de 120 à 170 kg N/ha. La DÉO moyenne évaluée en 2012 (215 kg N/ha) surpasse de 45 kg N/ha la valeur estimée par la droite de régression linéaire liant les DÉO au cours de la période de 1997 à 2012. Les besoins moyens en kg N/t de grains ont varié de 10,4 à 20,4 pour une moyenne générale de 14,5. Les besoins ont été particulièrement supérieurs à la moyenne en 2000 et 2012. Afin de mieux analyser les données recueillies, nous avons divisé la période étudiée par tranche de 4 ans et nous avons aussi créé deux groupes de DÉO : les essais avec des DÉO inférieures ou égales à 170 kg N/ha, la dose maximale recommandée par le CRAAQ, et les essais avec des DÉO supérieures à 170 kg N/ha. Au cours des deux premières périodes (1997-2004), 83 et 78 % des essais avaient des DÉO inférieures ou égales à 170 kg N/ha. Au cours des deux périodes subséquentes (2005-2012), ces proportions ont chuté à 55 et 47 %. Au cours des huit dernières années, plus d'essais ont exigé des doses supérieures à 170 kg N/ha, ce qui a contribué à faire augmenter la DÉO moyenne de 105 à 170 kg N/ha pour la période de 1997 à 2012. Bien que plus d'essais aient exigé plus d'azote pour atteindre la DÉO, les rendements moyens obtenus dans le cadre de ces essais exigeant plus d'azote n'étaient toutefois pas supérieurs aux rendements obtenus avec des doses inférieures ou égales à 170 kg N/ha. Pour des rendements moyens relativement similaires, les besoins d'azote pour produire une tonne de maïs-grain ont varié de 9 à 11 kg pour les essais avec des DÉO inférieures ou égales à 170 kg N/ha et de 20 à 25 kg pour les essais avec des DÉO supérieures à 170 kg N/ha.

L'analyse des données présentement recueillies ne permet pas de cerner quelles sont les causes possibles des différences observées historiquement des DÉO dans l'évolution de la fertilisation azotée du maïs-grain au Québec. Plusieurs hypothèses sont possibles : représentativité des essais, comportement des nouveaux hybrides, changements climatiques, dégradation des sols, dégradation de la matière organique, nature des rotations, etc. Afin d'expliquer les résultats obtenus, nous allons revisiter les parcelles afin de mieux caractériser les sols. Les 72 parcelles de la période 2009-2012 seront étudiées dans un premier temps, puis nous devrions enchaîner avec les 97 parcelles de la période 2005-2008.

Nyiraneza, J., A. N'Dayegamiye, M.O. Gasser, M. Giroux, M. Grenier, C. Landry et S. Guertin. 2010. Soil and crop parameters related to corn nitrogen response in Eastern Canada. *Agron. J.* 102:1478-1490.

# Impacts de sols classés dégradés sur l'efficacité de l'apport d'azote minéral en grandes cultures

GILLES TREMBLAY<sup>1</sup>, JOËLLE DESJARDINS<sup>2</sup>, CHRISTIAN FORGET<sup>2</sup>, PATRICIA LEDUC<sup>2</sup>, MÉLANIE HARDY<sup>2</sup>, GENEVIÈVE GIARD<sup>2</sup>, ESTER TARDIF<sup>2</sup>, YVAN FAUCHER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil;

<sup>2</sup> Club Agri Conseils Maska, Saint-Hyacinthe;

<sup>3</sup> MAPAQ, Saint-Hyacinthe.

Courriel : gilles.tremblay@cerom.qc.ca

**Mots clés** : sol, dégradation, azote, rendement.

L'analyse chimique des éléments des sols agricoles est un outil important dans l'évaluation du potentiel d'un sol, mais les propriétés physiques et biologiques du sol restent les oubliées du système agronomique car peu d'expertise s'offre dans ce domaine. Face à certains problèmes, la réaction commune est de trouver une solution rapide et simple qui se traduit souvent par l'augmentation des doses d'intrants, le redrainage ou le passage d'un décompacteur. Cependant, cette prise de décision est souvent arbitraire et non basée sur un diagnostic de la problématique inhérente au champ. Cette tendance d'augmenter la fertilisation au niveau des apports minéraux, principalement l'azote, contribue directement ou indirectement à l'émission de gaz à effet de serre et pourrait être évitée grâce à une meilleure approche globale au niveau du diagnostic.

Une étude de trois ans a été entreprise en 2012 dans la région de Saint-Hyacinthe afin de démontrer l'impact d'un sol dégradé sur l'efficacité de l'apport d'azote en grandes cultures. Un dispositif de type split-split-split-plot a été utilisé pour l'implantation des parcelles. Les sites, au nombre de quatre, constituent les répétitions. Des champs rapprochés possédant des zones qualifiées de dégradé et de non dégradé ont été retenus chez quatre producteurs différents. Les appellations de dégradé et de non dégradé sont basées sur la structure des sols, le drainage et les rendements obtenus antérieurement. Les zones dégradées et non dégradées constituent le premier facteur de l'expérimentation (parcelles principales). L'emplacement des drains a été identifié dans chacun des champs retenus et les parcelles sur les drains et les parcelles entre les drains constituent le second facteur (sous-parcelles). Le troisième facteur est constitué des doses d'azote (100-150-200-250 kg N/ha) en sous-sous-parcelles. Enfin, deux niveaux de culture intercalaire ont été implantés en sous-sous-sous-parcelles (avec ou sans raygrass). L'unité expérimentale correspondait à une largeur de 6 à 8 rangs espacés de 0,76 m par une longueur minimale de 250 m pour une surface totale variant de 1000 à 1500 m<sup>2</sup>. Les variables suivantes ont été mesurées : rendement en grains, poids spécifique et teneur en eau des grains, densité de peuplement, lecteur de chlorophylle et mesure des nitrates dans les tiges à l'automne. Seules les données de rendements seront présentées ici.

Les rendements moyens ont été de 9296 kg/ha avec un coefficient de variation de 11,0 et un coefficient de détermination ( $R^2$ ) de 82,3 %. La présence ou non de raygrass de même que l'emplacement des parcelles au-dessus des drains ou entre les drains n'ont pas eu d'impacts significatifs sur les rendements en grains. De plus, aucune interaction significative n'a été retrouvée entre le facteur drainage et les trois autres facteurs à l'étude en 2012. Les zones caractérisées comme dégradées et non dégradées étaient significativement différentes entre elles. Les rendements moyens des zones non dégradées et dégradées ont été respectivement de 10192 et de 8415 kg/ha, soit une différence de 1777 kg/ha en faveur des zones non dégradées. L'effet de l'apport d'azote a été très significatif sur les rendements en grains. Les rendements ont progressé de manière linéaire avec l'augmentation des doses d'azote. Chaque unité d'azote supplémentaire permettait d'obtenir en moyenne 12 kg de grains supplémentaires en passant de la dose de 100 kg N/ha à la dose de 250 kg N/ha. Selon nos résultats, il existait une interaction significative entre les zones et les apports en azote. Dans la zone dégradée, l'apport d'azote de 100 à 250 kg N/ha s'est traduit par une augmentation des rendements de 7080 à 9570 kg/ha tandis que dans la zone non dégradée, les rendements ont progressé de 9470 à 10711 kg/ha. L'augmentation des rendements avec l'apport d'azote a été plus importante dans la zone dégradée que dans la zone non dégradée mais les rendements obtenus dans la zone non dégradée étaient supérieurs à ceux obtenus dans la zone dégradée. Les rendements obtenus avec 250 kg N/ha dans la zone dégradée (9570 kg/ha) équivalaient aux rendements observés avec 100 kg N/ha dans la zone non dégradée (9470 kg/ha). Selon les résultats de cette étude obtenus en 2012, l'augmentation de la fertilisation minérale azotée a permis d'augmenter les rendements autant dans les zones classées dégradées que dans les zones classées non dégradées. Bien que l'ajout d'azote ait permis d'accroître les rendements, les rendements observés dans les zones non dégradées ont toujours été supérieurs aux rendements des zones dégradées.

# Le rôle essentiel des essais de longue durée pour l'étude du fonctionnement des agroécosystèmes: un aperçu des résultats obtenus au site de L'Acadie

NOURA ZIADI<sup>1</sup>, DENIS ANGERS<sup>1</sup>, ROGER LALANDE<sup>1</sup>, BERNARD GAGNON<sup>1</sup>,  
CHRISTIAN MOREL<sup>2</sup>, PHILIPPE ROCHETTE<sup>1</sup>, MARTIN CHANTIGNY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560 Boul. Hochelaga, Québec, QC, G1V 2J3;

<sup>2</sup> INRA, UMR 1220 TCEM, 71 avenue E. Bourlaux, CS 20032, 33882 Villenave d'Ornon cedex, France.

Courriel : noura.ziadi@agr.gc.ca

L'importance des sites expérimentaux de longue durée est reconnue par la communauté scientifique internationale depuis de nombreuses décennies. Ils sont des outils inestimables et uniques permettant d'étudier la dynamique d'agroécosystèmes incluant les effets des pratiques de gestion sur la fertilité des sols, la qualité tant physico-chimique que biologique des sols et la productivité des récoltes. En 1992, un site de recherche de longue durée a été établi à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada située à l'Acadie (QC) afin d'évaluer les effets du mode de préparation du sol (labour conventionnel versus semis direct) et de la fertilisation minérale (N et P) sur le fonctionnement des sols et la productivité des cultures dans une rotation de maïs-soja. Plusieurs études (voir liste des références) ont évalué les effets de ces traitements sur des différents paramètres incluant des populations de mauvaises herbes, la disponibilité des éléments nutritifs essentiels aux cultures (N, P), la diversité des populations microbiennes du sol, particulièrement les mycorrhizes, la séquestration du carbone et l'émission d'oxyde nitreux. Une synthèse des principaux résultats obtenus à ce site expérimental sera présentée en mettant l'accent sur la dynamique de la disponibilité de l'azote et du phosphore et le rendement des cultures (maïs-grain et soja).

## Références

- Sheng, M., Lalonde, R., Hamel, C., Ziadi, N. 2013. Effect of long-term tillage and mineral phosphorus fertilization on arbuscular mycorrhizal fungi in a humid continental zone of eastern Canada. *Plant and soil*. DOI 10.1007/s11104-013-1585-4.
- Shi, Y., Ziadi, N., Messiga, A.J., Lalonde, R. and Hu, Z. 2013. Changes in soil P fractions for a long-term corn-soybean rotation with tillage and P fertilization. *Soil Science Society of America Journal* (in press).
- Shi, Y., Lalonde, R., Chantal, H., Ziadi, N., Gagnon, B. and Hu, Z. 2013. Seasonal variation of microbial biomass, activity, and community structure in soil under different tillage and phosphorus management practices *Biology and Fertility of Soils* (DOI) 10.1007/s00374-013-0773-y).
- Shi, Y., Lalonde, R., Ziadi, N., Chantal, H. 2012. An assessment of the soil microbial status after 17 years of tillage and mineral P fertilization management. *Applied Soil Ecology*. 62:14-23.
- Sheng, M., Lalonde, R., Ziadi, N., Chantal, H., Shi, Y. 2012. Growth of corn roots and associated arbuscular mycorrhizae are affected by long-term tillage and phosphorus fertilization. *Agronomy Journal*. 104: 1672-1678.
- Messiga, A.J., Ziadi, N., Christian Morel, C., Cynthia Grant, Tremblay, G., Lamarre, G. and Parent, L.E. 2012. Long term impact of tillage practices and biennial P and N fertilization on maize and soybean yields and soil P status". *Field Crop research*:133:10-22
- Lupwayi, N., Lafond, G, Ziadi, N., and Grant, C. 2012. Soil Microbial response to nitrogen fertilizer and tillage in barley and corn. *Soil Tillage research*. 118: 139-146.
- Messiga, A. J., Ziadi, N., Morel, C., Angers, D., and Parent, L.E. 2011. Tillage practices of a clay loam soil affect soil aggregation and associated C and P concentrations. *Geoderma*. 164: 225-231.
- Pelster, D.E., Larouche, F., Rochette, P., Chantigny, M.H., Allaire, S., Angers, D.A. 2011. Nitrogen fertilization but not soil tillage affects nitrous oxide emissions from a clay loam soil under a maize-soybean rotation. *Soil Tillage research*. 115-116: 16-26.
- Messiga, A. J. Ziadi, N., Morel, C. et Parent, L. E. 2010. Soil phosphorus availability in no-till versus conventional tillage following freezing and thawing cycles. *Canadian Journal of Soil Science*. 90: 419-428
- Sharifi, M., B.J. Zebarth, D.L. Burton, C.A. Grant, S. Bittman, C.F. Drury, B.G. McConkey, and N. Ziadi. 2008. Response of Soil Potentially Mineralizable N and Indices of N Availability to Tillage System. *Soil Science Society of America Journal*, 72, pp. 1124-1131.
- Poirier, V., Angers, D.A., Rochette, P., Chantigny, M.H., Ziadi, N., Tremblay, G., and Fortin, J. 2008. Interactive Effects of Tillage and Mineral Fertilization on Soil C Profiles. *Soil Science Society of America Journal* 73:255-261.
- Légère, A., Stevenson, F. C. and Ziadi, N. 2008. Contrasting responses of weed communities and crops to 12 years of tillage and fertilization treatments. *Weed Technology* 22(2), pp. 309-317.

# La spectroscopie dans le proche infrarouge au service de la science du sol

NOURA ZIADI<sup>1</sup>, GAËTAN TREMBLAY<sup>1</sup>, GILLES BÉLANGER<sup>1</sup>, DALEL ABDI<sup>1,2</sup>, MERVIN ST. LUCE<sup>1</sup>, LÉON-ÉTIENNE PARENT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560 Boul. Hochelaga, Québec, QC, G1V 2J3, Canada;

<sup>2</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada.  
Courriel : noura.ziadi@agr.gc.ca

**Mots clés** : NIRS, texture, carbone, azote, phosphore, prélèvement de N.

La quantification des teneurs en éléments nutritifs du sol et l'estimation de leur disponibilité aux plantes sont d'importants aspects de la réussite de systèmes de cultures à la fois productifs et sains pour l'environnement. Plusieurs méthodes d'analyse de sol sont utilisées pour prédire la disponibilité des éléments nutritifs aux plantes. La majorité de ces méthodes utilisent des extractifs chimiques, sont coûteuses et requièrent beaucoup de temps et d'espace. L'utilisation de la spectroscopie dans le proche infrarouge pour prédire la composition chimique et physique des sols est de plus en plus considérée pour des raisons économiques et environnementales. Nos récentes études effectuées au Québec sur des sols en grandes cultures et cultures fourragères ont démontré que la spectroscopie dans le proche infrarouge, technique traditionnellement utilisée pour les analyses d'échantillons de plantes et de grains, pouvait avoir diverses applications en science du sol.

Ces études ont démontré que cette technique peut être utilisée pour prédire efficacement la texture du sol, son pH ainsi que sa teneur en azote et en carbone total (Nduwamungu et al. 2009a). Les résultats obtenus suite à une extraction du sol au Mehlich 3, méthode de référence au Québec, diffèrent selon l'élément étudié. Ainsi, des prédictions fiables/acceptables des teneurs en Ca et Mg et des prédictions inacceptables pour le P et le K ont été obtenues (Nduwamungu et al. 2009a; Abdi et al. 2012). Des modèles efficaces de prédiction de la minéralisation de l'azote (Nduwamungu et al. 2009a) et de la fourniture en azote du sol ont également été développés. Cette dernière prédiction était meilleure lorsqu'elle était effectuée pour une classe texturale de sol donnée (St. Luce et al. 2012). Nous continuons à explorer cette technique en mettant l'emphase sur le P et ce à l'aide d'une base de données composée d'un grand nombre d'échantillons de sol provenant de différentes régions du Canada et d'ailleurs.

## Références

- Abdi, D., G.F. Tremblay, N. Ziadi, G. Bélanger et L.-É. Parent. 2012. Predicting soil phosphorus-related properties using near infrared reflectance spectroscopy. *Soil Science Society of America Journal*. 76: 2318-2326.
- Nduwamungu, C., N. Ziadi, G.F. Tremblay et L.-É. Parent. 2009a. Near-infrared reflectance spectroscopy to predict soil texture, carbon, nitrogen, CEC, and pH. *Soil Science Society of America Journal*. 73: 1896-1903.
- Nduwamungu, C., N. Ziadi, L.-É. Parent et G.F. Tremblay. 2009b. Mehlich 3 extractable nutrients as determined by near-infrared reflectance spectroscopy. *Canadian Journal of Soil Science*. J. Soil Sci. 89: 579-587.
- St. Luce, M., N. Ziadi, J. Nyiraneza, G.F. Tremblay, B.J. Zebbarth, J.K. Whalen et M. Laterrière. 2012. Near infrared reflectance spectroscopy prediction of soil nitrogen supply in humid temperate regions of Canada. *Soil Science Society of America Journal*. 76: 1454-1461.







