

23^e Congrès annuel de l'AQSSS



ASSOCIATION
QUÉBÉCOISE
de SPÉCIALISTES
en SCIENCES
du SOL

La rivière reflet de la gestion des terres

Programme scientifique et résumés



Saint-Paulin (Mauricie) 19 - 22 mai 2009

CONSEIL D'ADMINISTRATION 2008-2009

- Président : **Martin CHANTIGNY**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures. 2560 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 2J3. martin.chantigny@agr.gc.ca
- Vice-présidente: **Anne VANASSE**, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département de phytologie. Québec QC G1K 7P4. anne.vanasse@fsaa.ulaval.ca
- Trésorière: **Lucie GRENON**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Laboratoires de pédologie et d'agriculture de précision. 140-979 av. de Bourgogne, Québec QC G1W 2L4. 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: **Gilles GAGNÉ**, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA). 2700 rue Einstein, Québec QC G1P 3W8. gilles.gagne@irda.qc.ca
- Vincent POIRIER**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures. 2560 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 2J3. vincent.poirier@agr.gc.ca
- Louis ROBERT**, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), Direction régionale de la Chaudière-Appalaches. 101-675 route Cameron, Sainte-Marie QC G6E 3V7. louis.robert@mapaq.qc.ca

COLLABORATEURS

- Webmaître : **Rock OUIMET**, Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles. Québec QC G1P 3W8. rock.ouimet@mrnf.gouv.qc.ca
- Éditrices Infosol : **Marie-Line LECLERC**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures. 2560 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 2J3. marie-line.leclerc@agr.gc.ca
- 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

L'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.

Membre de l'AQSSS – Appel de candidature

PRIX AUGUSTE SCOTT – PRIX HONORIFIQUE

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 1 mai 2009 au président de l'association à l'adresse suivante :

Martin Chantigny, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560 boul. Hochelaga Québec QC G1V 2J3. martin.chantigny@agr.gc.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 pour les meilleures présentations

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.

Les prix de l'AQSSS sont remis lors du banquet de l'AQSSS qui cette année aura lieu le soir du 21 mai 2009. L'AQSSS encourage les membres et les étudiants à être présents lors de cette soirée.

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.

23^e CONGRÈS ANNUEL DE L'AQSSS

Le 23^e congrès annuel de l'AQSSS se tiendra à l'Auberge Le Baluchon de Saint-Paulin (Mauricie) du 19 au 22 mai 2009 sous le thème « La rivière, reflet de la gestion des terres ». Pour se rendre à l'Auberge Le Baluchon (www.baluchon.com/auberge-mauricie/index.cfm), de Québec ou de Montréal, il faut compter environ un peu moins de 2 heures de route. C'est une auberge réputée pour la qualité de l'hébergement, sa table, ses activités de plein air et ses forfaits *santé*. La rivière du Loup traverse le site. Vous êtes invités à profiter de l'hébergement sur place car nous vous offrons des forfaits tout compris à prix très avantageux.

SOMMAIRE DU PROGRAMME – PRÉLIMINAIRE

	Mardi 19 mai 2009	Mercredi 20 mai 2009	Jeudi 21 mai 2009	Vendredi 22 mai 2009
Matinée		7h30 - 8h55 Inscription Auberge Le Baluchon Salle Nouvelle-France 9h00 - 12h00 Forum « La rivière, reflet de la gestion des terres » Salle Nouvelle-France	7h30 - 8h25 Inscription Auberge Le Baluchon Salle Nouvelle-France 8h30 - 11h00 Présentations orales Salle Nouvelle-France 11h00 - 12h00 Affiches Salle Nouvelle-France	8h00 – 15h30 Tournée post-congrès
Midi		12h00 - 13h15 Dîner Salle à manger de l'Auberge Le Baluchon	12h00 - 13h15 Dîner Salle à manger de l'Auberge Le Baluchon	
Après-midi	À partir de 17h30 Souper libre à la Salle à manger de l'Auberge Le Baluchon	13h15 - 14h15 Affiches Salle Nouvelle-France 14h15 - 17h00 Présentations orales Salle Nouvelle-France	13h15 - 16h15 Présentations orales Salle Nouvelle-France	
Soirée		17h15 – 19h00 Assemblée générale de l'AQSSS Une consommation gratuite de bière ou de vin 19h00– 22h00 Souper à l'Éco-café de l'Auberge Le Baluchon	18h00 – 22h00 Banquet Table du Roy de l'Auberge Le Baluchon Remise des prix de l'AQSSS	

DATES IMPORTANTES

- Appel des titres : **13 mars 2009**
- Réception du résumé : **9 avril 2009**
- Pré-inscription avec chambre (nuitées) : jusqu'au **27 mars 2009**
- Pré-inscription sans chambre : jusqu'au **20 avril 2009**

La **réservation de chambres** doit être effectuée avec le Formulaire d'inscription AQSSS 2009.

Pour de plus amples détails, visitez notre site Internet : www.aqsss.com

Mardi 19 mai 2009

À partir de 17h30

SOUPER LIBRE - Salle à manger de l'Auberge Le Baluchon

19h00 – 20h00

INSCRIPTION – Salle Nouvelle-France
Auberge Le Baluchon

20h15

Présentation du documentaire
« Nos lacs, sous la surface »
Salle Nouvelle-France

Mercredi 20 mai 2009 - AM

7h30 – 8h55

INSCRIPTION – Salle Nouvelle-France

8h55 – 9h00

Ouverture
Martin Chantigny, président AQSSS

9h00 – 12h00

FORUM – Salle Nouvelle-France
« La rivière, reflet de la gestion des terres »
Modératrice : Mme Pascale Tremblay

9:00 **Le Lac Saint-Pierre : témoin de la situation environnementale du Québec.**
CHRISTIANE HUDON

9:30 **Les activités humaines et les principes biogéochimiques, leur rôle dans le mouvement des éléments vers les cours d'eau.**
J. DOUGLAS MACDONALD

9:50 **Gradients spatio-temporels dans la mobilité des sédiments et des nutriments en bassins versants agricoles : miroir du paysage et de la régie du parcellaire.**
AUBERT R. MICHAUD, JACQUES DESJARDINS, JULIE DESLANDES, ISABELLE BEAUDIN ET MICHÈLE GRENIER

10:10 **PAUSE**

10:30 **La qualité de l'eau s'améliore-t-elle dans la Boyer Sud?**
FRANÇOIS R. LAJOIE

10:50 **Politiques et instruments économiques pour faciliter la mise en place de PGB reliées à l'amélioration de la qualité de l'eau en milieu agricole dans le cadre de BSE (Biens et services écologiques).**
IAN CAMPBELL

11:10 **FORUM DE DISCUSSION**

12h00 – 13h15

DÎNER – Salle à manger de l'Auberge Le Baluchon

Mercredi 20 mai 2009 – PM

13h15 – 14h15

AFFICHES – Salle Nouvelle-France

- 1.1 Prédiction par spectroscopie dans le proche infrarouge de certains éléments du sol extraits par la méthode Mehlich 3.**
NOURA ZIADI, CARGÈLE NDUWAMUNGU, LÉON-ÉTIENNE PARENT ET GAËTAN F. TREMBLAY
- 1.2 Détermination de la chlortétracycline dans quelques fumiers de ferme par spectroscopie FT-NIR.**
ÉLIZABETH PARENT, ANTOINE KARAM ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
- 1.3 Caractérisation chimique et relation entre les fractions labiles du phosphore et l'indice de saturation en phosphore de quarante sols de texture grossière du Québec.**
MARIE-HÉLÈNE LAMONTAGNE, LÉON-ÉTIENNE PARENT ET ANTOINE KARAM
- 1.4 Une approche mécaniste pour caractériser les ions phosphate diffusible des sols cultivés.**
AIMÉ JEAN MESSIGA, NOURA ZIADI, LÉON-ÉTIENNE PARENT ET CHRISTIAN MOREL
- 1.5 Modèles de prédiction de l'évolution des indicateurs de fertilité phosphatée à l'application des engrais : La capacité de rétention du phosphore par les sols organiques du Québec.**
DALEL ABDI, LOTFI KHIARI ET ANTOINE KARAM
- 1.6 Fertilisation en phosphore et en potassium du soya cultivé sous un climat frais.**
DENIS PAGEAU, JULIE LAJEUNESSE, PHILIPPE SEGUIN ET GILLES TREMBLAY
- 1.7 Développement d'un indice de nutrition azotée pour le blé panifiable.**
ANNIE CLAESSENS, NOURA ZIADI, GILLES BÉLANGER, LOUIS LEFEBVRE, NICOLAS TREMBLAY, LÉON-ÉTIENNE PARENT, ATHYNA N. CAMBOURIS ET MICHEL C. NOLIN
- 1.8 Efficacité fertilisante en N et P de la fraction solide de lisier de porc centrifugé dans la pomme de terre.**
CHRISTINE P. LANDRY, JULIE MAINGUY ET DANIÈLE PAGÉ
- 1.9 Suivi du lessivage des nitrates et des phosphates en sol organique.**
ÉLIANE BERGERON PIETTE, JEAN CARON, LÉON-ÉTIENNE PARENT ET GUILLAUME THÉROUX-RANCOURT
- 1.10 Dynamique du carbone à la suite du labour d'un sol sous prairie.**
J. DOUGLAS MACDONALD, DENIS A. ANGERS, PHILIPPE ROCHETTE, MARTIN H. CHANTIGNY, ISABELLE ROYER ET MARC-OLIVIER GASSER

- 1.11 Le mode de renouvellement des prairies influence les émissions de N₂O.**
J. DOUGLAS MACDONALD, PHILIPPE ROCHETTE, MARTIN H. CHANTIGNY, DENIS A. ANGERS, ISABELLE ROYER ET MARC-OLIVIER GASSER
- 1.12 L'ODEP; un Outil de Diagnostic des Exportations de Phosphore (ODEP) à l'échelle du champ. Présentation des modules de l'ODEP et d'un exemple pour le suivi de petits bassins versants.**
ISABELLE BEAUDIN, AUBERT MICHAUD, MARCEL GIROUX, GILLES GAGNÉ, JACQUES DESJARDINS, MARC DUCHEMIN, JULIE DESLANDES, CHRISTINE P. LANDRY ET JOANNE LAGACÉE
- 1.13 Charges d'atrazine exportées en rivière dans un petit sous-bassin versant en fonction des pratiques culturales et phytosanitaires.**
PIERRE LAFRANCE, EMMANUELLE CARON, ALAIN N. ROUSSEAU, RENAUD QUILBÉ ET ERIC VAN BOCHOVE
- 1.14 Modélisation de l'impact des changements climatiques sur la qualité de l'eau dans le bassin de la rivière aux Brochets, à l'aide de SWAT.**
COLLINE GOMBAULT, ISABELLE BEAUDIN, MOHAMMED CHIKHAOUI, AUBERT MICHAUD, CHANDRA MADRAMOOTOO ET MARIE-FRANCE SOTTILE
-

14h15 – 17h00

SESSION I – Salle Nouvelle-France
Disponibilité d'éléments nutritifs et qualité de l'eau
Modérateur : Jean Lafond

- 14:15 Bio-disponibilité du phosphore suite à l'application répétée de différents composts dans la pomme de terre produite dans l'île du Prince Édouard.**
NOURA ZIADI, JEAN MACLEOD, BRIAN J. SANDERSON ET TOM FORGE
- 14:30 Évaluation de la disponibilité du phosphore dans les sols de bleuetières.**
JEAN LAFOND ET NOURA ZIADI
- 14:45 P du Mehlich-III en relation avec des formes inorganiques du phosphore de quelques sols très acides du Québec.**
JUAN-MANUEL CASTANO ET MICHEL-PIERRE CESCAS
- 15:00 Caractérisation biogéochimique de la biodisponibilité du P dans une monoculture de maïs après 18 années de culture.**
AIMÉ JEAN MESSIGA, NOURA ZIADI, LÉON-ETIENNE PARENT ET CHRISTIAN MOREL
- 15:15 Spéciation du P dans les eaux de drainage et de ruissellement dans un bassin versant agricole de la Montérégie.**
SIMON-CLAUDE POIRIER, AUBERT R. MICHAUD, JACQUES DESJARDINS, MICHÈLE GRENIER ET JOANN .K. WHALEN

15:30 PAUSE

15:45 Pertes de phosphore d'origine agricole par drainage au sud du Québec: effet de l'écoulement préférentiel.

CHIKHAOUI MOHAMED, CHANDRA MADRAMOOTOO, APURVA GOLLAMUDI ET AUBERT MICHAUD

16:00 Qualité des eaux de drainage sous cultures de maïs, canola et blé fertilisées à des doses croissantes de lisier de porc.

MARC-OLIVIER GASSER

16:15 Réduction de la contribution agricole aux pertes de P : pistes de solution.

LOUIS ROBERT

16:30 Effets de la fertilisation azotée de la pomme de terre sur le coefficient de recouvrement apparent de l'azote et l'azote résiduel du sol.

ATHYNA N. CAMBOURIS, BERNIE J. ZEBARTH, MICHEL C. NOLIN ET MARC R. LAVERDIÈRE

16:45 Effets des applications d'azote sur les teneurs en nitrates résiduels dans les sols sous le maïs grain selon les textures, les précédents culturaux et les années.

MARCEL GIROUX, ADRIEN NDAYEGAMIYE ET JEAN-BAPTISTE SARR

17h15 – 19h00

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE L'AQSSS
Salle Nouvelle-France

19h00 – 22h00

SOUPER
À l'Éco-café de l'Auberge Le Baluchon

Jeudi 21 mai 2009 - AM

7h30 – 8h30

INSCRIPTION – Salle Nouvelle-France

8h30 – 11h00

SESSION II – Salle Nouvelle-France
Éléments traces, résidus et biologie des sols
Modérateur : François Courchesne

- 8:30 **Concentrations en éléments traces dans un bassin versant forestier du Bouclier Canadien.**
FRANÇOIS COURCHESNE, MARIE-CLAUDE TURMEL, RACHEL THÉRIAULT ET ANDRÉ G ROY
- 8:45 **Mesure *in situ* de la concentration en métaux traces dans la solution de sol par la microlysométrie.**
MARIE-CLAUDE DUQUETTE ET FRANÇOIS COURCHESNE
- 9:00 **Effet de l'activité microbienne sur la spéciation des éléments traces dans la rhizosphère du blé d'été (*Triticum aestivum* cv USU-Perigee) : application d'analyses statistiques multivariées.**
MARIE-CLAUDE TURMEL, FRANÇOIS COURCHESNE ET BENOIT CLOUTIER-HURTEAU
- 9:15 **Accumulation du cadmium dans les tubercules de pomme de terre produits au Québec.**
NOURA ZIADI, JIAN-LING FAN, GILLES BÉLANGER, LÉON-ÉTIENNE PARENT, ATHYNA N. CAMBOURIS ET ZHENG-YI HU
- 9:30 **Disponibilité de quelques métaux lourds suite à l'application répétée pendant neuf ans de biosolides papetiers et résidus alcalins en grandes cultures.**
ANNIE ROBICHAUD, NOURA ZIADI, BERNARD GAGNON ET ANTOINE KARAM
- 9:45 **Disponibilité de l'azote des résidus solides de traitement des lisiers et émissions de N₂O consécutives à leur épandage au champ.**
MARIE-HÉLÈNE PERRON, MARTIN CHANTIGNY, PHILIPPE ROCHETTE, DENIS A. ANGERS, DANIEL MASSÉ ET LÉON-ÉTIENNE PARENT

10:00 PAUSE

- 10:15 **Végétalisation des résidus de bauxite : conditionnement du sol, implantation biologique et suivi environnemental.**
RÉGIS PILOTE ET ANDRÉE LEDOUX
- 10:30 **Effets écotoxicologiques des insecticides utilisés pour combattre les pucerons de soya sur les vers de terre.**
HICHAM BENSLIM, JOANN K. WHALEN ET ANNE VANASSE

10:45 **Comparaison du potentiel de survie de différentes souches de *E. coli* dans un loam sablo-argileux et une argile en conditions contrôlées.**
MYLÈNE GÉNÈREUX ET CAROLINE CÔTÉ

11h00 – 12h00

AFFICHES – Salle Nouvelle-France

- 2.1 **Adsorption de cadmium dans deux sols agricoles amendés avec trois composts.**
VAN TRANG NGUYEN, ANTOINE KARAM ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
- 2.2 **Caractérisation minéralogique d'un résidu minier sulfuré acide amendé avec de la chaux.**
ANTOINE KARAM, MICHEL PRÉDA ET ALFRED JAOUICH
- 2.3 **Stabilisation de la matière organique dans les horizons superficiel et profond d'un profil de sol : minéralisation du C et formation rapide de macroagrégats stables à l'eau.**
VINCENT POIRIER, DENIS A. ANGERS, PHILIPPE ROCHETTE ET JOANN K. WHALEN
- 2.4 **Utilisation de résidus et de paillis organiques en production biologique de pommiers : effet sur la matière organique du sol.**
NICOLE BISSONNETTE, DENIS A. ANGERS, GERRY NIELSEN, DENISE NEILSEN, GENE HOGUE ET TOM FORGE
- 2.5 **Minéralisation de l'azote dans deux sols amendés avec deux composts enrichis d'un antibiotique.**
SITHURAIN KENDE, ANTOINE KARAM ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
- 2.6 **Production durable de tomate en serre sur mélange organique.**
CAROLE BOILY, JEAN CARON, GUILLAUME LÉTOURNEAU, STEEVE PÉPIN, RÉMI NAASZ ET MARTINE DORAIS
- 2.7 **L'optimisation de l'irrigation de la laitue romaine (*Lactuca sativa* L.) cultivée en sol organique.**
LAURIE PLAMONDON, LINDA GAUDREAU, ANDRÉ GOSSELIN, JEAN CARON, DENYS VAN WINDEN ET SYLVIE JENNI
- 2.8 **La co-habitation difficile du hêtre d'Amérique et de l'érable à sucre sur sites acides : un cas de partage inéquitable des ressources en Ca du sol?**
CHING-CHIH CHEN, FRIEDA BEAUREGARD ET BENOIT COTE
- 2.9 **Modélisation de la variation journalière de la température du sol en profondeur à la Ferme expérimentale de l'IRDA à Saint-Lambert-de-Lauzon.**
MARC DUCHEMIN
- 2.10 **Étude de la variabilité spatiale de la rugosité de surface des sols sous cultures de maïs-grain en Montérégie.**
JEAN-DANIEL SYLVAIN, MICHEL C. NOLIN ET MOHAMED ABOU NIANG

- 2.11 Stratégies de segmentation des parcelles agricoles en zones d'aménagement selon leur capacité de fixation du phosphore.**
MATHIEU Y. A. QUENUM, MICHEL. C. NOLIN, DANIEL CLUIS ET MONIQUE BERNIER
- 2.12 Modélisation de l'impact du travail du sol sur l'érosion hydrique d'un champ de soya à l'aide de RUSLE2.**
CAROLINE LANDRY, MARC DUCHEMIN, MYLÈNE VALLÉE, MAXIME BRIEN ET JEAN-PIERRE HIVON
- 2.13 Variabilité spatiale et saisonnière de l'érosion dans neuf bassins versants agricoles de la rivière des Envies.**
MYLÈNE VALLÉE, STÉPHANE CAMPEAU ET MARC DUCHEMIN
- 2.14 Suivi spatio-temporel de l'humidité du sol à l'échelle de la parcelle à l'aide de la télédétection et de la prospection électrique des sols.**
KARINE LABRECQUE, MONIQUE BERNIER, MICHEL C. NOLIN, ISABELLE PERRON ET DANIEL CLUIS
- 2.15 La carte pédologique de la ferme expérimentale de Saint-Bruno : une base d'information pour la planification de recherches en production végétale biologique.**
GILLES GAGNÉ, MICHAËL LEBLANC, YVES LEMAY, JULIE DESLANDES, LUCIE GRENON ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
- 2.16 Les sols du comté d'Iberville.**
LUCIE GRENON, JEAN-MARC COSSETTE ET MARIE-LINE LECLERC
-

12h00 – 13h15

DÎNER
Salle à manger – Le Baluchon

Jeudi 21 mai 2009 - PM

13h15 – 14h30

SESSION III – Salle Nouvelle-France

Foresterie et physique des sols

Modérateur : Rock Ouimet

- 13:15 **Détermination des types écologiques sensibles à la récolte de biomasse forestière au Québec.**
ROCK OUMET ET LOUIS DUCHESNE
- 13:30 **Qu'est-ce qui conditionne la régénération des stocks de carbone du sol suite à l'afforestation d'un sol agricole ?**
JÉRÔME LAGANIÈRE, DENIS A. ANGERS ET DAVID PARÉ
- 13:45 **Les propriétés physiques et chimiques des substrats utilisés dans les pépinières forestières du Québec : Effets sur la croissance et le développement des plants d'épinette blanche (1+0).**
SIMON BOUDREAULT, STEEVE PEPIN, JEAN CARON ET MOHAMMED S. LAMHAMED
- 14:00 **Aération avec des fragments larges de tourbe et d'écorce dans les milieux artificiels: questions méthodologiques.**
JEAN CARON, PHILIPPE MOREL, LOUIS-MARIE RIVIÈRE ET G. GUILLEMAIN
- 14:15 **Évaluation de l'efficacité des systèmes de drainage dans la production de canneberges.**
VIVIANE JUNEAU, JEAN CARON, JACQUES GALLICHAND ET SÉBASTIEN MARCHAND
-

14h30 – 16h15

SESSION IV – Salle Nouvelle-France

Classification et variabilité spatiale

Modérateur : Michel C. Nolin

- 14:30 **Variabilité spatiale de la capacité de fixation du phosphore des sols agricoles dans trois parcelles agricoles du bassin versant du Bras d'Henri, Chaudières-Appalaches (Québec).**
MATHIEU Y. A. QUENUM, MICHEL. C. NOLIN, DANIEL CLUIS ET MONIQUE BERNIER
- 14:45 **Étude agropédologique de la ferme expérimentale de Saint-Bruno : Minéralisation de l'azote organique et indices de saturation en phosphore.**
MICHAEL LEBLANC, LEON-ÉTIENNE PARENT ET GILLES GAGNÉ
- 15:00 PAUSE
- 15:15 **La présence dans les sols organiques d'une couche de terre coprogène (Oco) peu profonde : défis pour l'agriculture et le système canadien de classification des sols.**
LUC LAMONTAGNE, DANIEL SAURETTE ET ANDRÉ MARTIN

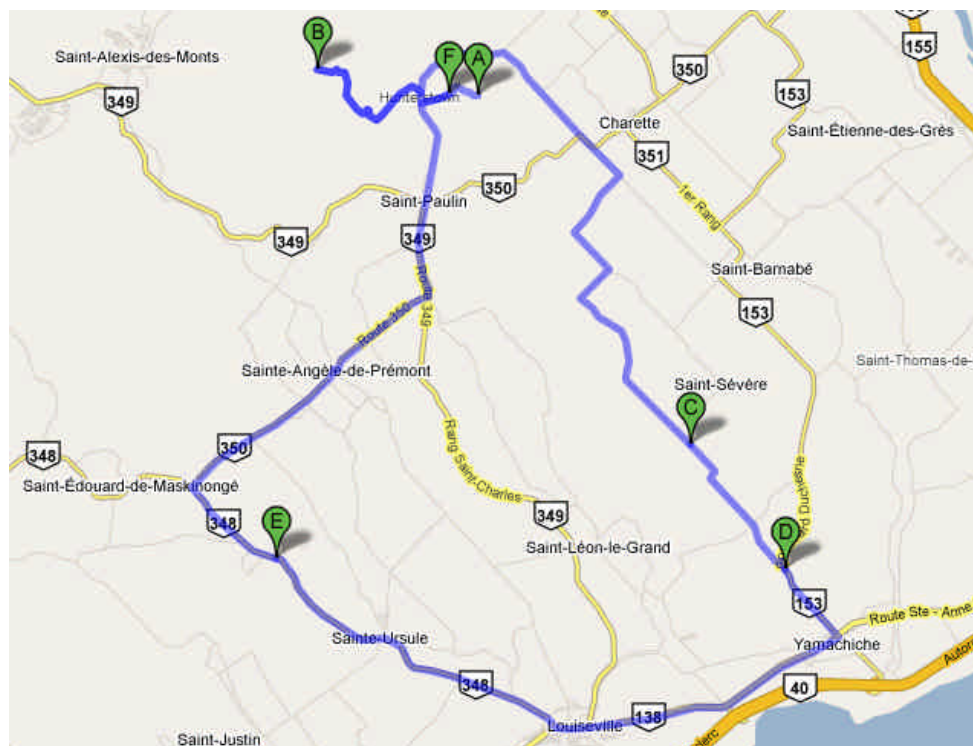
- 15:30 **Évaluation de l'impact du travail du sol sur l'érosion hydrique d'un champ agricole à l'aide de la technique isotopique du béryllium-7.**
MARC DUCHEMIN, MONCEF BENMANSOUR, MYLÈNE VALLÉE, ASMAE NOUIRA,
CAROLINE LANDRY, MAXIME BRIEN ET JEAN-PIERRE HIVON
- 15:45 **Cartographie de la texture de surface des sols de la Montérégie à l'aide d'images IKONOS et de la banque de données des profils de sol.**
MICHEL C. NOLIN, S. PERREAULT, M.A. NIANG, M. BRETON ET LUCIE GRENON
- 16:00 **Classification du drainage des sols par analyse discriminante et par arbre de décision avec les données RADARSAT-1 et ASTER : cas du bassin versant du Bras-d'Henri.**
MOHAMED ABOU NIANG, MICHEL C. NOLIN ET ISABELLE PERRON
-

18h00 – 22h00

BANQUET
Table du Roy, Auberge Le Baluchon
et
REMISE DES PRIX

8h00 – 15h30

TOURNÉE POST-CONGRÈS DANS LA RÉGION DE LA MAURICIE



Horaire et personnes-ressources	Sites visités
8h00 Rassemblement LUCIE GRENON, agr. pédologue AAC	F : Auberge Le Baluchon - 3550 Chemin Des Trembles Saint-Paulin
8h15 DAVID RIVEST, Ph. D.	A : Près de l'auberge Le Baluchon - Visite guidée d'un site de recherche en agro-foresterie.
8h45 Départ en autobus MAXIME BRIEN, agr. UPA de la Mauricie	F : Auberge Le Baluchon - Dans l'autobus, tout au long du parcours, présentation de la géographie, de la foresterie et de l'agriculture de la région. Entre autres, différents aménagements agroenvironnementaux et fauniques dédiés à l'amélioration de la qualité de l'eau et de la biodiversité.
9h00 ROCK OUIMET, Ph. D. chercheur MRNF	B : Chemin du lac Castor (Hunterstown) - Station du Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers (RESEF). Visite du dispositif de monitoring à long terme des sols installé sur le site et profil de sol.
10h15 Petit lunch	Dans l'autobus en cours de route
10h45 11h45 JEAN-PIERRE HIVON, agr. Club Envir-Eau-Sol LUCIE GRENON, agr. pédologue AAC	C : Ferme 7 terres à Saint-Sévère D : Ferme Mario Lamy à Yamachiche Présentation de projets touchant l'aménagement des sols et l'agronomie (travail réduit depuis 10 ans et culture bio sur billons) et profils de sols.
13h00 Dîner et visite	E : Parc des chutes de Sainte-Ursule (http://www.chutes-ste-ursule.com). Un site réputé où les gens se font bercer au son des chutes de 170 pieds de dénivellation.
15h30 Fin	F : Retour à l'auberge Le Baluchon (Saint-Paulin).

SYNOPSIS DU DOCUMENTAIRE

« Nos lacs, sous la surface »

ET

COMMUNICATIONS ORALES

RÉSUMÉS

FORUM

« La rivière, reflet de la gestion des terres »

ET

SESSION I

Disponibilité d'éléments nutritifs et qualité de l'eau

SYNOPSIS DU DOCUMENTAIRE

« Nos lacs, sous la surface »

LUC BROCHU

Réalisateur

Le Québec compte 700 000 lacs : 3% des réserves mondiales d'eau douce, mais pour la plupart, ces lacs ne sont pas facilement accessibles ou suffisamment chauds pour que l'on puisse s'y baigner. Ceux que nous fréquentons se retrouvent de plus en plus mal-en-point. Ils vieillissent prématurément comme en fait foi la prolifération des algues et des plantes aquatiques. Les grands responsables de ce vieillissement sont, d'une part, les rejets excessifs de phosphore provenant de l'agriculture ou des déjections humaines, et d'autre part, l'érosion incontrôlée causée par le développement anarchique des bassins versants. Paradoxalement, tout le monde est dans les normes !

Avec des images tournées sur une centaine de lacs, ce documentaire démontre que, depuis 30 ans, en dépit des belles paroles, tous les partis politiques se sont faits complices du dépérissement de nos lacs. Pendant combien de décennies allons-nous pouvoir encore profiter de nos lacs ?

Le Lac Saint-Pierre: témoin de la situation environnementale du Québec

CHRISTIANE HUDON

Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, 105 rue McGill, Montréal, Québec, Canada H2Y 2E7
christiane.hudon@ec.gc.ca

Mots clés: tributaires agricoles, azote, phosphore, charges, effluents municipaux.

Le Lac Saint-Pierre constitue la dernière et la plus grande superficie de milieux humides du Saint-Laurent et a été désignée comme une Réserve de la Biosphère de l'UNESCO (2000) et un site Ramsar (1998). Ce vaste lac peu profond est particulièrement vulnérable aux apports de phosphore en raison de la circulation ralentie et du faible mélange des eaux provenant des tributaires qui s'écoulent le long de ses rives, sans se mélanger.

Dans le tronçon situé en amont du Lac Saint-Pierre, le Saint-Laurent reçoit de fortes charges d'azote et de phosphore apportées par les rivières Outaouais, Richelieu, Saint-François, Yamaska et l'Assomption, qui s'ajoutent aux effluents municipaux de plus de 3 millions de personnes dans la grande région montréalaise. Ces apports cumulés font passer la concentration moyenne de phosphore total de $8 \mu\text{g P L}^{-1}$ à Cornwall à $14 \mu\text{g P L}^{-1}$ en aval de Montréal et à $36 \mu\text{g P L}^{-1}$ à Québec. Les tributaires agricoles et les effluents municipaux représentent environ 85% et 15% respectivement, des charges de phosphore apportées au Lac Saint-Pierre.

La qualité de l'eau au Lac Saint-Pierre est la plus basse en conditions de fort débit et dans les milieux riverains peu profonds influencés par de petits tributaires drainant des terres agricoles; la variabilité spatiale est accentuée par les plantes submergées. En 2004, plus de 40% du secteur d'étude était au-delà du critère provincial de qualité des eaux (Phosphore total = $30 \mu\text{g P L}^{-1}$) visant à protéger la vie aquatique en eaux courantes. La rétention des éléments nutritifs se produisait principalement en été, lorsque les plantes submergées étaient abondantes et les courants, faibles. L'érosion de dépôts de dragage près du chenal de navigation a été observée pendant l'été, lorsque la vitesse du courant était accrue dans le profond chenal en raison de l'obstruction causée par les plantes croissant dans les zones peu profondes. Les conditions de faible débit et l'abondance de plantes accroissent le contraste entre les eaux du Lac Ontario coulant rapidement dans le chenal principal et les eaux de piètre qualité en provenance des tributaires qui coulent lentement le long des rives.

Les effets cumulatifs des apports élevés d'éléments nutritifs provenant zones urbaines et agricoles, du chenal excavé pour la navigation et de l'obstruction saisonnière de la circulation des eaux par les plantes aquatiques accentuent la vulnérabilité de l'écosystème du Lac Saint-Pierre aux activités humaines. Les résultats détaillés de cette étude sont disponibles dans Hudon et Carignan (2008).

Liste des références

Hudon, C. et Carignan, R. 2008. Cumulative impacts of hydrology and human activities on water quality in the St. Lawrence River (Lake Saint-Pierre, Quebec, Canada). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **65** (6): 1165-1180.

Les activités humaines et les principes biogéochimiques, leur rôle dans le mouvement des éléments vers les cours d'eau

J. DOUGLAS MACDONALD

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

doug.macdonald@agr.gc.ca

Mots clés: qualité d'eau, contaminant solubilité, éléments trace métallique, phosphore, azote.

Que ce soit en milieux naturels, agricoles ou urbains, les humains exercent leur influence sur les cycles biogéochimiques. La réponse d'un sol aux activités humaines est largement dictée par ses caractéristiques intrinsèques : minéralogiques et hydrologiques ainsi que les processus pédogénétiques qui ont créé les surfaces réactives des particules du sol. Cependant, les caractéristiques inorganiques du sol sont fortement tempérées par les demandes biologiques. Cette présentation mettra en évidence certains processus ou facteurs biogéochimiques qui ont une influence importante sur la solubilité des éléments traces métalliques (ETM), de l'azote et du phosphore dans les sols agricoles et forestiers.

En règle générale, les modifications des cycles élémentaires sont dues aux amendements appliqués (minéraux ou organiques), ou à une perturbation du sol, soit par le labour agricole, ou par le système écologique établi sur le sol (coupe à blanc en milieu forestier). Dans le cas des ETM, leur solubilité est contrôlée principalement par les liaisons avec la surface des particules du sol, et l'équilibre établi entre les anions en solution, particulièrement le carbone organique dissous (COD). La solubilité du phosphore et de l'azote est quant à elle davantage contrôlée par un équilibre entre la biodisponibilité des différents éléments majeurs dans la solution du sol. En effet, quand un des éléments agit comme facteur limitant sur la croissance biologique, les autres éléments majeurs peuvent s'accumuler en solution. Cet équilibre est variable dans le temps et sur le paysage. Ainsi, les périodes dans l'année où les exportations sont très élevées sont appelées : "les *hot moments* biogéochimiques" alors que lorsque les interfaces entre les zones terrestres et aquatiques (terres humides, zones riveraines, ruisseaux éphémères) ont un impact majeur sur les cycles des éléments, ces périodes sont appelés : "les *hotspots* biogéochimiques".

Une présentation de résultats qui démontrent que la solubilité des ETM est contrôlée par des liaisons chimiques avec la surface des particules du sol et que celles-ci, sont dépendantes du pH, et par l'équilibre établi entre les métaux et les anions en solution, en particulier le COD, dans les sols qui ont reçu des ETM sera effectuée. Dans le cas de l'azote, l'impact des dépôts aériens en milieu forestier, les dangers présentés par le phénomène de la saturation de l'azote, l'impact des perturbations forestières sur les exportations de l'azote inorganique autant dans les milieux forestiers qu'agricoles et l'influence des amendements agricoles sur le caractère labile ou la disponibilité de l'azote seront aussi discutés. Finalement, l'importance de l'équilibre entre la biodisponibilité des éléments majeurs sur la mobilité du phosphore ainsi que les réactions chimiques (COD, anaérobies, etc.) qui contrôlent sa solubilité seront également mentionnés.

Les activités humaines vont continuer d'influencer les cycles biogéochimiques. Le défi dans la prévision du risque d'impact sur les eaux de surfaces dans les milieux naturels et agricoles est de comprendre l'équilibre délicat entre le processus biogéochimique des sols et la demande biologique pour les éléments qui peuvent potentiellement devenir des contaminants aquatiques.

Gradients spatio-temporels dans la mobilité des sédiments et des nutriments en bassins versants agricoles: miroir du paysage et de la régie du parcellaire.

AUBERT R. MICHAUD, JACQUES DESJARDINS, JULIE DESLANDES, ISABELLE BEAUDIN
ET MICHÈLE GRENIER

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, Québec, QC
aubert.michaud@irda.qc.ca

Mots clés: bassin versant, qualité de l'eau, hydrologie, ruissellement, érosion.

Dans un cadre d'action concertée en bassin versant agricole, le monitoring du milieu aquatique est appelé à jouer un rôle important dans la planification et la mise en œuvre des interventions agroenvironnementales. La présente communication dresse un bilan des projets de recherche-action en bassins versants réalisés au Québec en partenariat avec des intervenants du milieu agricole au cours des dix dernières années. Globalement, le suivi hydrométrique et le monitoring de la qualité de l'eau de huit bassins versants expérimentaux d'une superficie variant de 3 à 30 km², couplés à la caractérisation géophysique du bassin et des systèmes de production agricole, ont permis une meilleure compréhension de la dynamique des transferts diffus des sédiments et des nutriments vers l'écosystème aquatique. Ces observations ont par ailleurs contribué au développement et à la validation d'outils de diagnostic et de gestion de l'eau à l'échelle parcellaire (Michaud et coll., 2008, 2009) et du territoire (Michaud et coll., 2007), de même que la mesure des retombées environnementales d'actions concertées d'entreprises agricoles à l'échelle du bassin versant. Au plan méthodologique, trois protocoles complémentaires de mesures ont été mis à contribution afin de mettre en relief les gradients spatiaux et temporels dans la qualité de l'eau, soit le suivi hydrométrique en continu, l'enregistrement en continu du signal géochimique (sondes multi-paramètres) et l'échantillonnage ponctuel des crues (dosages en laboratoire). Le traitement biostatistique des observations s'est appuyé sur trois protocoles distincts, soit la modélisation des flux sur la base de modèles de régression concentration:débit, la séparation des hydrogrammes sur la base de l'interprétation du signal géochimique de conductivité électrique de l'eau et enfin la détection de gradients spatio-temporels dans la qualité de l'eau sur la base de l'analyse de covariance (ANCOVA) des paramètres de qualité de l'eau utilisant le débit ou les observations de bassins témoins en covariable. Ces dispositifs ont permis une quantification relativement précise des flux de sédiments et des nutriments, de même que l'interprétation des principaux facteurs déterminants de leur modulation, soit le régime hydrique, les saisons, les propriétés du paysage et des sols de même que la vocation et la gestion du parcellaire agricole. L'analyse de covariance (ANCOVA) appliquée aux observations de la qualité de l'eau de bassins jumeaux s'est avérée particulièrement bien adaptée à la détection des effets et interactions du régime hydrique, de la saison et des actions agroenvironnementales sur la qualité de l'eau.

Liste des références

- Michaud, A.R., I. Beaudin, J. Deslandes, F. Bonn et C. A. Madramootoo.** 2007. SWAT-predicted influence of different landscape and cropping systems alterations on phosphorus mobility within the Pike River watershed of South-western Quebec. *Can. J. Soil Sci.* **87**(3) 329-344. Mai.
- Michaud, A.R., M. Giroux, I. Beaudin, J. Desjardins, G. Gagné, M. Duchemin, J. Deslandes, C. Landry, P. Beaudet et J. Lagacé.** 2008. ODEP; un Outil de diagnostic des exportations de phosphore. Manuel de l'utilisateur. IRDA, CRAAQ. Programme IACA, MAPAQ et AAC. 107 pages et annexes.
- Michaud, A.R. J. Deslandes, G. Gagné, L.Grenon, et K. Vézina.** 2009. Gestion raisonnée et intégrée des sols et de l'eau (GRISE). Rapport final. IRDA. AAC et Université de Sherbrooke. CDAQ. 89 pages.

La qualité de l'eau s'améliore-t-elle dans la Boyer Sud?

FRANÇOIS R. LAJOIE

Groupe d'intervention pour la restauration de la Boyer (GIRB);
girb@girboyer.qc.ca

Mots clés: Bande riveraine, conservation, habitat, mobilisation, restauration.

Le projet de mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau dans le bassin de la rivière Boyer Sud 2005-2010 consiste à poursuivre la démarche de restauration des habitats et de la qualité de l'eau, entreprise dès 2002 dans ce sous bassin par le Groupe d'intervention pour la restauration de la Boyer (GIRB) et ses partenaires. Le GIRB a mobilisé la majorité des 90 producteurs agricoles et des intervenants régionaux, du milieu agricole, municipal, scolaire, universitaire, environnemental et gouvernemental, en réalisant des activités d'acquisition et transfert de connaissance en plus de plusieurs travaux terrain. Ces interventions ont pour objectifs l'amélioration de la qualité de l'eau et un impact positif sur l'habitat aquatique.

L'altération physique du paysage en vue d'accroître les zones agricoles et l'intensité de l'agriculture dans le bassin de la rivière Boyer, notamment par le drainage des zones humides et le déboisement, a grandement affecté la qualité de l'eau et des écosystèmes qui en dépendent. L'ensemble des cours d'eau qui drainent le sous bassin de la rivière Boyer Sud fait 117 km de long pour un territoire, agricole à 68%, de 65 km². Le redressement des cours d'eau, associé à la diminution des bandes riveraines (86% herbacées en '97), a modifié le régime d'écoulement des eaux en plus de réduire la diversité des habitats aquatiques. La qualité de l'eau y est mauvaise de la tête du bassin à l'embouchure, suite à l'enrichissement excessif en nutriments accompagné d'une contamination microbienne importante.

Les stations du réseau Rivières du MDDEP que compte le bassin de la Boyer depuis le début des années '90 de même que les inventaires d'invertébrés benthiques nous donnent un portrait de l'évolution de la qualité de l'eau et des cours d'eau. Par leurs travaux de restauration pour établir des bandes riveraines et des corridors fauniques, le GIRB et ses collaborateurs cherchent, en réponse à la fragmentation des habitats, à aménager des habitats adéquats pour la faune, pour démontrer qu'il est possible d'inverser la dégradation du milieu.

Quelle amélioration de la qualité de l'eau peut-on observer suite aux interventions mises de l'avant dans le bassin de la Boyer Sud tant aux champs, en bandes riveraines et dans les cours d'eau? Passé de 23 055 U.A. en 1995 à 27 543 U.A. en 2008, selon les données du MAPAQ, la concertation des acteurs autour des enjeux reliés à la ressource eau ont tout de même permis de réduire de manière importante les concentrations de P total.

Liste des références

Bolduc, F. et E. Alain, 2002. Caractérisation des habitats aquatiques et riverains du bassin de la rivière Boyer. Rapport présenté au Groupe d'intervention pour la restauration de la Boyer, Québec, 65 p. et 3 annexes.

Maisonneuve, C., Jobin, B., Boutin, C. and Bélanger L. 2005. La faune aviaire, les micromammifères, les amphibiens et les plantes face à différents scénarios d'aménagement de bandes riveraines. Colloque La cohabitation agriculture-faune, une vision à partager. 19 et 20 avril à La Pocatière, 18 acétates électroniques.

Politiques et instruments économiques pour faciliter la mise en place de PGB reliées à l'amélioration de la qualité de l'eau en milieu agricole dans le cadre de BSE

IAN CAMPBELL

Direction générale des Services de l'agroenvironnement, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Tour 4 – Étage 4 – Pièce 109, 1341, rue Baseline, Ottawa, ON K1A 0C5
ian.campbell@agr.gc.ca

Mots clés: Biens et services écologiques, instruments économiques

Les biens et services écologiques (BSE) représentent les avantages que les populations humaines tirent des écosystèmes qui fonctionnent sainement. L'amélioration de la qualité de l'eau augmente les services fournis par l'eau. Il y a des raisons d'envisager des interventions gouvernementales sur les BSE, y compris le fait que les producteurs sont rarement payés pour les biens publics. Il y a aussi des raisons d'être prudent, tels le risque de paiements excessifs et le manque de renseignements scientifiques et économiques. Différentes options sont à envisager pour appuyer les BSE qui proviennent de l'eau : modifier les Pratiques de gestion bénéfiques (PGB), établir des systèmes d'échange et de crédits compensatoires, des mesures fiscales, des ventes aux enchères, la formation/sensibilisation, et des paiements annuels. La présentation portera sur les avantages et inconvénients de ces instruments pour l'amélioration de la qualité de l'eau.

Bio-disponibilité du phosphore suite à l'application répétée de différents composts dans la pomme de terre produite dans l'île du Prince Édouard

Soil P availability following repeated composts application in potato produced in Prince Edward Island

NOURA ZIADI¹, JEAN MACLEOD², BRIAN J. SANDERSON² ET TOM FORGE³

¹AAFC, CRDSGC, Sainte-Foy, QC;

²AAFC, Charlottetown, PEI;

³AAFC, Agassiz, BC

noura.ziadi@agr.gc.ca

Key word: *Solanum tuberosum* L, Anionic exchange membranes

Anionic exchange membranes (AEMs) have been successfully used as an alternative to chemical extraction in several studies to estimate soil nutrients availability to crops (Ziadi et al. 2006; Qian et al. 2007). This technique appeared to provide a better index of plant P availability than chemical extractions and may provide useful tools for monitoring *in situ* soil P availability/mineralization. However, few studies have assessed the utility of AEMs for in-situ monitoring of P availability under organic fertilizer such as compost. The objectives of our study were to: (i) assess the ability of AEMs as a P index during the growing season of potato (*Solanum tuberosum* L.), and (ii) evaluate soil P mineralization during winter after potato harvest.

The study was conducted during three growing seasons (2005-2007) in a long term experimental site established since 1992 in Prince Edward Island. The treatments in the long term experiment had a potato based compost applied at specific entry points in a three year barley/red clover/potato rotation. Treatments consisted of 5 rates of band applied fertilizer P ranging from 0 to 200 (kg P₂O₅ ha⁻¹) in 50 kg increments. To measure *in situ* adsorption of P onto AEMs (PO₄AEM), AEMs were buried in the surface horizon (0-15 cm) at different periods during each growing season from early spring until late on fall. The AEMs were incubated during eight, nine, and ten different 2-week periods in 2005, 2006, and 2007, respectively. After each contact period, AEMs were removed from the soils and analysed for adsorbed PO₄ (Ziadi et al. 1999). Other sets of AEMs were buried in the soil at four profiles (0-15, 15-30, 30-45, and 45-75–cm) in late fall of 2005, 2006 and 2007 to evaluate the release of P during winter. These AEMs were removed in early spring 2006, 2007 and 2008. Soil PO₄AEM varied among P application rates and with time in the growing season. An increase of PO₄AEM was observed early in summer (mid June) of each year, which we attribute to soil P mineralization. Subsequent decreases in a PO₄AEMs from July until the beginning of September were observed each year, which we attribute to plant P uptake. Phosphorus addition had a significant effect on PO₄ adsorbed onto AEMs during winters of 2006 and 2007. The relatively large amounts of PO₄AEMs obtained in spring 2006 (7.29 µg cm⁻²), after a period of 185 days in soil (November, 1st 2005 –May, 4th 2006) suggested the possibility of soil P mineralization during winter. The PO₄AEM also varied with the profiles where membranes were buried. In general, the highest amounts were obtained in the 0-15 cm layer in all treatments (P0 and P200). Obtained results indicated the ability of the AEMs to detect differences between organic P fertilizer treatments (With and without compost) and to predict the amount of soil P which is available to potato produced in eastern Canada.

References

- Qian, P., J. Schoenau and Ziadi, N. 2007. Ion Supply Rates Using Resins.** Pages 135-140. In E.G. Gregorich et M. R. Carter, eds. Soil sampling and methods of analysis. 2nd edition. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers, Boca Raton, Fl.
- Ziadi, N., Cambouris, A. N. and Nolin, M.C. 2006.** Anionic exchange membranes as a soil test for N availability. Commun. Soil Sci. Plant Anal., **37**: 2411-2422.
- Ziadi, N., R. R. Simard, G. Allard and J. Lafond. 1999.** Field evaluation of anion exchange membranes as a N soil testing method for grasslands. Can. J. Soil Sci. **79**: 281-294.

Évaluation de la disponibilité du phosphore dans les sols de bleuetières

JEAN LAFOND¹ ET NOURA ZIADI²

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures :

¹ 1468, Saint-Cyrille, Normandin, Qc G8M 4K3;

² 2560, boulevard Hochelaga, Qc G1V 2J3

Jean.Lafond@agr.gc.ca

Mots clés : bleuet, Mehlich 3, extraction à l'eau, membrane d'échange anionique

Des résultats provenant du Maine ont indiqué que la culture du bleuet répondait positivement à la fertilisation phosphatée (Smagula et Dunham 1995). Par ailleurs, une étude portant sur la disponibilité du P dans les sols de bleuetières de la Nouvelle-Écosse a indiqué une faible corrélation entre le P disponible du sol et le P des feuilles (Ring et al. 2004). La présence d'une litière organique reposant sur le sol minéral peut être une source importante de P à la culture. Toutefois, ce P est sous forme organique et il est non estimé par les méthodes conventionnelles d'extraction qui évaluent la biodisponibilité des formes inorganiques uniquement (Tran et Giroux 1985). Ainsi, l'objectif de l'étude a été de déterminer la disponibilité du P dans les sols de bleuetières. Les essais se sont déroulés sur sept sites de 2004 à 2008 dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Des doses de 0, 30, 60 et 90 kg N ha⁻¹ de sulfate d'ammonium et des doses de 0, 30, 60 et 90 kg P₂O₅ ha⁻¹ de super triple phosphate ont été appliquées au printemps de l'année de végétation du plant de bleuet. La disponibilité du P du sol a été déterminée à la suite d'une extraction avec la solution Mehlich 3 (P_{M3}) et avec de l'eau (P_W) et également à l'aide de membranes d'échange anionique (P_{MEA}). La disponibilité du P a été déterminée à quatre reprises au cours du cycle de production. Le P foliaire a été déterminé sur les feuilles prélevées à l'année de végétation. Le P_{M3} initial des sites a varié de 22 à 70 mg kg⁻¹. Les trois méthodes d'extraction du P du sol ont été efficaces pour suivre l'évolution du P et pour détecter les différences entre les doses de P. À chacune des dates d'échantillonnage, les trois méthodes ont été comparables pour estimer la quantité de P disponible comme l'ont indiqué les coefficients élevés de corrélation ($r^2 > 0,83$; $P < 0,01$). La quantité de P_{M3} a été plus élevée que le P_W et le P_{MEA}. Le P des feuilles a été corrélé au P_{M3} ($r^2 = 0,30$; $P < 0,01$) et au P_W ($r^2 = 0,40$; $P < 0,01$) un mois après l'application des engrais à l'année de végétation. Le rendement en fruit a été significativement corrélé avec le P_{M3} (r^2 de 0,17 à 0,36; $P < 0,05$) à toutes les dates d'échantillonnage. Avec le P_W, le rendement en fruit a été significativement corrélé ($r^2 = -0,23$ et 0,30; $P < 0,05$) à deux échantillonnages sur quatre tout comme le P_{MEA} ($r^2 = 0,22$ et 0,28; $P < 0,05$). Ainsi, les trois extractifs ont été aussi efficaces pour suivre l'évolution du P du sol et pour identifier les différences entre les doses de P. Cette étude a également mis en évidence les relations étroites entre les méthodes pour estimer le P du sol. Les résultats pourraient également suggérer que la productivité est liée à la forme de P inorganique (P_{M3}) plutôt qu'aux formes soluble (P_W) ou facilement disponible (P_{MEA}) qui sont par ailleurs, présentes en plus faibles quantités dans le sol.

Liste des références

- Smagula, J. M. et Dunham, S. 1995. Diammonium phosphate corrects phosphorus deficiency in lowbush blueberry. *J. Small Fruit and Viticulture* **3** (4):183-191.
- Ring, R. A., Warman, P. R., Stratton, G. W. et Eaton, L. J. 2004. Determining available soil phosphorus in Nova Scotia blueberry soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **35**:2449-2463.
- Tran, T. S. et Giroux, M. 1985. Comparaison de différentes méthodes d'extraction du P assimilable en relation avec les propriétés chimiques et physiques des sols du Québec. *Can. J. Soil. Sci.* **65** :35-46.

P du Mehlich-III en relation avec des formes inorganiques du phosphore de quelques sols très acides du Québec

JEAN-MANUEL CASTANO ET MICHEL PIERRE CESCAS

Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC
juan-manuel.castano.1@ulaval.ca

Mots clés: P-Mehlich-III, formes-P-inorganiques, sols-très-acides, Québec

Le but de cet essai a été de déterminer les quantités de différentes formes inorganiques de P (P-Al, P-Fe, et P-Ca) dans quelques sols très acides du Québec, et d'étudier les relations entre ces formes et les quantités de P disponible extraites par la méthode Mehlich-III (1988).

Les méthodes analytiques ont été : Mehlich-III pour le P disponible, la méthode du fractionnement du phosphore de Chang et Jackson (1958) modifiée par Petersen et Corey (1966), le pH par la méthode du pH à l'eau (CPVQ, 1988) et les autres caractéristiques physico-chimiques par les méthodes du CPVQ (1988).

Pour les calculs statistiques, le cas de l'horizon C du profil Des Crêtes n'a pas été inclu puisqu'il a été considéré comme une valeur extérieure par le programme d'analyse statistique (SYSTAT 11.0).

Les valeurs moyennes de Mehlich-III, de P-Al, P-Fe, et P-Ca variaient de 2,3 à 44,4 µg/kg, de 22,7 à 230,7 µg/kg, de 28,0 à 283,1 µg/kg, et de 4,0 à 611,5 µg/kg respectivement. Les coefficients de corrélation de Pearson étaient entre Mehlich-III et les formes inorganiques du P (P-Al, P-Fe, et P-Ca) de 0,616, -0,283, et 0,715 respectivement.

La régression multiple ascendante a permis de trouver un R^2 (coefficient de détermination) de 0,725, ce qui veut dire que les deux variables retenues sont P-Al et P-Ca, et qu'elles expliquent 72,5% du modèle.

Les coefficients de corrélation standardisés de P-Al et de P-Ca sont respectivement de 0,475 et 0,605, démontrant ainsi que le P-Ca est la variable la plus importante du modèle de régression.

Les diagrammes de solubilité des formes du phosphore aluminiques et calciques expliquent bien le phénomène. Le P-Al s'explique par la solubilisation faible et/ou l'échange superficiel des oxydes et hydroxydes d'aluminium, et le P-Ca par la dissolution importante des formes apatitiques à bas pH du sol.

Caractérisation biogéochimique de la biodisponibilité du P dans une monoculture de maïs après 18 années de culture

AIMÉ J. MESSIGA^{1,2}, NOURA ZIADI¹, LÉON E. PARENT² ET CHRISTIAN MOREL³

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2560 Boul. Hochelaga, Québec, G1V 2J3;

²Département des Sols et Génie Agroalimentaire, Université Laval, Québec, G1K 7P4;

³Institut National de la Recherche Agronomique, 1220 UMR TCEM, BP 81, 33883 Villenave d'Ornon cedex, Bordeaux, France;

aimejean.messiga@agr.gc.ca

Mots clés: bilan de phosphore, cycle biogéochimique de P, dilution isotopique, ³²P.

Comprendre le fonctionnement de la biodisponibilité du P permettrait une meilleure gestion de la fertilisation phosphatée et une réduction de l'impact environnemental des systèmes de culture à base de maïs-grain. Notre objectif est d'analyser l'évolution du P biodisponible du sol à partir de deux de ses composantes biogéochimiques majeures, les ions phosphate dissous de la solution (P_i) et les ions phosphate diffusible de la phase solide (P_r). Cette étude a été menée dans la région d'Aquitaine au sud de la France sur une monoculture de maïs de 1975 à 1992 comprenant 4 répétitions et trois régimes de fertilisation phosphatée, 0 (P_0), 28 (P_{28}) et 82 (P_{82}) kg P ha⁻¹, apportés sous forme de superphosphate triple (45%P₂O₅). La quantité P_r a été obtenue pour 3 temps (4, 40 et 400 min) en appliquant le principe de la dilution isotopique à des ³²Pi introduits dans la solution (Fardeau et al. 1991). La moyenne sur 18 ans du rendement est respectivement de 8,2 ; 8,5 et 8,5 t ha⁻¹ pour P_0 , P_{28} et P_{82} , avec une teneur moyenne de 3,0 ; 3,2 et 3,4 mg P kg⁻¹. Les valeurs de P_r varient à la fois avec la concentration des P_i en solution (C_p , mg P L⁻¹) et la durée (t) de dilution isotopique et sont décrites par l'équation : $P_r = 5,72 C_p^{0,69} t^{0,24}$. Ce résultat est en accord avec d'autres études (Morel 2007 ; Stroia et al. 2007). Le bilan cumulé (Bcum, kg P ha⁻¹) de P calculé en ne considérant que la fertilisation et les exportations dans les récoltes est de -410, -7 et +862 kg P ha⁻¹, respectivement pour P_0 , P_{28} et P_{82} . Nous avons obtenu une relation linéaire, invariante avec l'année d'échantillonnage, entre C_p et Bcum ($C_p = 0,77 + 1,10 \cdot 10^{-3} \text{ Bcum}$, $r^2 = 0,92$; $n = 12$). La quantité de P biodisponible sur une année (somme des ions P dissous et diffusibles pendant 1 an en supposant l'équation ci-dessus valide) pour la valeur de C_p à bilan nul (0,77 mg P L⁻¹) est de 472 kg P ha⁻¹ dans la couche labourée. En simulant un Bcum de -100 kg P ha⁻¹, on a obtenu une valeur de C_p égale à 0,55 mg P L⁻¹ qui est du même ordre de grandeur que celle observée au champ. En conclusion, l'analyse de la biodisponibilité de P à partir d'une évaluation biogéochimique couplée à une équation de conservation de masse est encourageante et pourrait être améliorée par un calcul plus complet du bilan cumulé de P qui tient compte du P lessivé.

Liste des références

Fardeau J.C., Morel, C. et Boniface, R. 1991. Cinétiques de transfert des ions phosphates du sol vers la solution du sol: paramètres caractéristiques. *Agronomie*, **11** : 787-797.

Morel C. 2007. Mobilité et biodisponibilité du phosphore dans les sols cultivés : mécanismes, modélisation et diagnostic. *Oceanis*, **33-1/2**: 51-74.

Stroia, C., Morel, C., Jouany, C. 2007. Dynamics of diffusive soil phosphorus in two grassland experiments determined both in field and laboratory conditions. *Agric. Ecosys. Env.* **119** : 60-74.

Spéciation du P dans les eaux de drainage et de ruissellement dans un bassin versant agricole de la Montérégie

SIMON-C. POIRIER^{1,2}, AUBERT MICHAUD², JACQUES DESJARDINS², MICHELE GRENIER²
ET JOANN K. WHALEN¹

¹ Macdonald Campus, Université McGill, 21 111 ch. Bord-du-Lac, Ste-Anne-de-Bellevue, H9X 3V9;

² Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 2700 rue Einstein, Québec, G1P 3W8

simon-claude.poirier@mail.mcgill.ca

Mots clés: Pollution diffuse, phosphore, qualité d'eau, drainage artificiel, Rivière aux Brochets.

La charge en phosphore (P) provenant du bassin versant de la rivière aux Brochets contribue à l'eutrophisation de la baie Missisquoi (lac Champlain) en lien avec des épisodes majeurs de prolifération de fleurs d'eau de cyanobactéries. La charge en P y a été majoritairement associée à la pollution diffuse provenant des champs agricoles (Mimeau 2002). Le transport du P est principalement en lien avec les événements hydrologiques. Pour deux parcelles situées dans le bassin versant de la rivière aux Brochets suivies en continu entre 2000 et 2002, Enright et Madramootoo (2004) ont rapporté une contribution des eaux de drains variant entre 52% et 93% du volume d'eau total exporté annuellement et entre 31% et 63% de la charge exportée en P. Des concentrations aux drains entre 0.06 et 0.37 mg/l en P total ont été mesurées, excédant la norme québécoise de 0.030 mg/l des eaux de surface. Le drainage artificiel est alors apparu contribuer de manière importante à la charge en P des eaux de surface. Dans une étude des eaux de drains, Chikhaoui *et al.* (2008) ont démontré en utilisant la concentration en Ca, que l'écoulement préférentiel (via les macropores de sol) pouvait constituer jusqu'à 70% de l'écoulement totale dans une parcelle à texture loam argileux et seulement que 20% dans une parcelle à texture loam sableux.

L'objectif de cette étude a été de comparer la qualité des eaux de drains de sites fortement contrastés par leur texture (sableuse vs argileuse), situés dans le bassin du ruisseau Ewing, un sous-bassin de la rivière aux Brochets. Dix sites (5 sableux and 5 argileux) ont été échantillonnés d'octobre à décembre 2008 pour un total de 10 campagnes d'échantillonnage. Les échantillons ont été dosés pour les différentes formes de P (total, total dissous, ortho, particulaire et biodisponible). La conductivité électrique a aussi été mesurée comme indicateur d'écoulement préférentiel. Les résultats ont présenté une grande variabilité des concentrations en P total pour les eaux de drains (de 9 à 2393 µg /l). La concentration moyenne des eaux de drains des champs à dominance argileuse a été de 3,4 fois la concentration en P total des sols à texture sableuse. Une plus grande proportion de P particulaire a été mesurée aux drains en période de crue du cours d'eau, alors qu'en période d'écoulement de base le P total dissous a été la forme dominante. La diminution observée du P total en fonction de la conductivité pour chacun des sites à texture fine a démontré l'importance de la contribution de l'écoulement préférentiel pour ceux-ci. Les sols à dominance argileuse apparaissent donc constituer un plus grand risque au transfert de P vers les cours d'eau comparativement aux parcelles à texture plus grossières.

Liste des références

Mimeault, M. 2002. Mise en valeur de la baie Missisquoi et du lac Champlain. *Agrosol* 13: 92-96.

Enright P. et Madramootoo. C. A. 2004. Phosphorus losses in surface runoff and subsurface drainage waters on two agricultural fields in Quebec. *Drainage VIII Proceedings of the Eighth International Symposium ASAE*, N° 701P0304, ed. R. Cooke, Pp. 160-170.

Chikhaoui M., Madramootoo C. A., Eastman M. et Michaud A. 2008. Estimating preferential flow to agricultural tile drains. *ASABE Annual International Meeting*, N° 083970, Providence, RO, USA, 29 juin– 2 juillet.

Pertes de phosphore d'origine agricole par drainage au sud du Québec : Effet de l'écoulement préférentiel

MOHAMED CHIKHAOUI¹, CHANDRA MADRAMOOTOO¹, APURVA GOLLAMUDI¹ ET AUBERT MICHAUD²

¹ Centre Brace pour la gestion des ressources hydriques, Université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC;

² IRDA, Québec, QC

mohamed.chikhaoui@mail.mcgill.ca

Mots clés: drainage, phosphore, écoulement préférentiel, conductivité électrique, modélisation, Québec.

Plusieurs études ont démontré qu'une quantité significative de phosphore (P) transite par les drains. Les formes du P transportées dépendent des propriétés des sols et la présence des fentes de retrait ou du type de l'écoulement à travers le profil du sol. L'objectif de cette étude était de quantifier les pertes de P par les drains et de comprendre le mécanisme de son transport à travers le sol. La conductivité électrique (CE) a été adoptée par notre étude afin d'estimer la contribution de l'écoulement préférentiel aux drains.

Les données utilisées dans cette étude ont été collectées au niveau de 2 parcelles expérimentales. Ces parcelles ont différents types de sols et sont situées au sud de la province du Québec, plus précisément, à Bedford. Les données collectées comprennent la conductivité électrique, le débit et la concentration des traceurs (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , K^+) dans l'eau de ruissellement et de drainage. Par ailleurs, l'estimation de la concentration de chaque traceur à un pas de temps donné est basée sur une courbe d'étalonnage. Cette dernière a été établie entre la CE et les différents traceurs à partir des données collectées. De même, le principe de la loi de conservation de la masse a permis d'évaluer la contribution de l'écoulement préférentiel de l'hydrogramme de chaque averse. Cependant, la présente étude considère les données collectées durant l'écoulement de base correspondant à l'écoulement matriciel. La validation des résultats est basée sur la fraction du phosphore particulaire dans la lame drainée. L'analyse et l'interprétation des données collectées durant 7 averses de l'année hydrologique 2005-06 ont permis d'appréhender la relation complexe existante entre le type de sol et le type d'écoulement (préférentiel ou matriciel).

Les résultats indiquent que les pertes en P particulaire était de 2.3 kg ha^{-1} et constituait également la forme principale du P (78 %) de l'eau de drainage pour la parcelle ayant un sol à texture fine. Par ailleurs, cette étude a montré que l'estimation de la contribution de l'écoulement préférentiel est plus précise avec les éléments (Ca^{2+} , Mg^{2+}). De même, nous avons constaté une forte corrélation entre ces deux éléments et la CE ($R^2 = 0,96$). Les résultats obtenus ont montré également que l'écoulement préférentiel à travers un sol à texture fine est dominant (70 %). L'effet de l'humidité antécédente du sol est envisagé.

Qualité des eaux de drainage sous cultures de maïs, canola et blé fertilisées à des doses croissantes de lisier de porc

MARC-OLIVIER GASSER

IRDA, Québec, QC.

marc-o.gasser@irda.qc.ca

Mots clés: eau de drainage, lisier de porc, grandes cultures, nitrate, métaux.

En milieu agricole, la qualité des eaux de surface est principalement affectée par les eaux de ruissellement et celles des drains souterrains. La part du volume d'eau transitant par le réseau de drainage est variable, mais peut devenir importante lorsque les conditions de ruissellement sont bien contrôlées. Par ailleurs, l'épandage de lisier de porc à des doses agronomiques permet de maintenir la fertilité des sols et soutenir la production des grandes cultures. En revanche, apportés année après année et à des doses excessives, ces lisiers amènent d'importantes quantités de nutriments qui saturent les sites d'échange au niveau du sol et peuvent conduire au lessivage de ces éléments en profondeur. Un dispositif expérimental de longue durée a été mis en place en 1978 à la station expérimentale de l'IRDA à Saint-Lambert-de-Lauzon, pour évaluer les effets d'apports répétés de quatre doses croissantes de lisier de porc sur la qualité du sol et des rendements du maïs-grain. En 1998, le dispositif a été instrumenté avec un réseau de drainage afin de suivre la qualité de ces eaux. Après 3 années de prairie de 2003 à 2005, le site a été labouré au printemps de 2006 pour y planter une succession culturale de maïs, canola et blé fertilisée avec des doses croissantes de lisier (1X, 2X, 3X, et 4X) et comparées à un apport d'engrais minéraux aux doses recommandées.

Pour le maïs-grain en 2006, les rendements les plus élevés (7,9 t/ha MS) ont été obtenus avec la dose la plus élevée de lisier (4X ou 234 kg N/ha) appliqué en post levée et incorporé après 3 jours, alors que pour le canola en 2007, les meilleurs rendements (3,5 t/ha MS) l'ont été avec une dose intermédiaire (3X ou 376 kg N/ha) de lisier de préfosse concentré appliqué en post levée et non incorporé. Pour le blé, les meilleurs rendements (2,9 t/ha MS) ont été atteints avec une plus faible dose (2X ou 132 kg N/ha) de lisier appliqué en présemis. Après 3 ans de culture, la plus faible dose de lisier (1X), a conduit à de légers déficits en nutriments par rapport aux exportations des cultures (grains et pailles), alors que la dose 2X et le traitement à l'engrais minéral étaient davantage en équilibre avec les exportations. Les doses massives (3X et 4X) ont toutefois conduit à des excès importants de N, P et Ca au niveau du bilan du sol. Des excès en Cu et Zn ont aussi été observés dans le bilan et au niveau des analyses de sol. Pour l'azote, des pertes importantes d'ammoniac ont été attribuées aux épandages en post levée en 2006 et 2007.

Alors que les concentrations en nitrate dans les eaux de drainage se maintenaient sous la norme de 10 mg N-NO₃/litre sous la prairie de 2003 à 2005, celles-ci ont augmenté très rapidement (jusqu'à 50 mg N-NO₃/litre) dès le labour du sol et la culture du maïs en 2006, pour finalement s'abaisser au cours de l'automne et sous la norme après la fonte des neiges. Les mêmes patrons se sont répétés sous le canola et le blé en 2007 et 2008 respectivement. Malgré l'importante quantité de N apporté avec le lisier concentré de préfosse dans la culture de canola, les concentrations de nitrate n'ont pas été plus élevées que sous les autres cultures annuelles, en raison de la dilution engendrée par d'importants volumes d'eau de drainage. Une importante accumulation de neige et des précipitations abondantes au cours du printemps 2008 ont été responsables de ces grands volumes d'eau et ont conduit au lessivage d'importantes quantités de nitrate (35-50 kg N-NO₃/ha), mais à la dilution des concentrations. En somme, des pertes en azote de 22 (dose 1X) à 45 kg/ha (dose 4X) ont été enregistrées sous forme de nitrate lessivé dans la culture de maïs en 2006; de 50 (1X) à plus de 80 kg/ha (4X) sous la culture de canola en 2007 et finalement de 35 (1X) à 60 kg/ha (4X) sous la culture de blé en 2008. L'apport répété de doses massives de lisier s'est aussi traduit par une augmentation des concentrations moyennes pondérées et des charges de P total dissous, B, Na, et Cu dans les eaux de drainage, mais cet effet était moins apparent pour Zn.

Réduction de la contribution agricole aux pertes de P : pistes de solution

LOUIS ROBERT

MAPAQ Chaudière-Appalaches, Sainte-Marie, QC
louis.robert@mapaq.gouv.qc.ca

Mots clés: pertes de P, réduction à la source, fertilisation, alimentation animale, recommandations.

Le phosphore (P) a fait l'objet ces dernières années au Québec de nombreuses initiatives gouvernementales de suivi, de contrôle et d'incitation destinées à réduire son accumulation dans les écosystèmes aquatiques. Malheureusement les résultats concrets se font rares et souvent décevants en regard des ressources mobilisées : la teneur moyenne des eaux du St-Laurent passe de 8 à 36 $\mu\text{g P L}^{-1}$ de Cornwall à Québec, soit un enrichissement par un facteur de 4,5 sur une portion représentant moins que 25 % du parcours total des eaux du bassin des Grands-Lacs (Hudon, 2008). La grande majorité des ressources allouées aux efforts de réduction de la contribution agricole aux pertes ont porté sur le déplacement et le transport de P (épandage, entreposage, bandes riveraines, etc.), et relativement peu d'efforts ont visé les réductions à la source, soit l'entrée de P sur les fermes sous formes d'engrais minéraux et d'aliments pour animaux. La gestion du P à l'échelle de la ferme se fait de moins en moins sur la base de critères agronomiques, même s'il a été démontré que les impacts environnementaux de la fertilisation des cultures ne se manifestent que lorsque les applications dépassent les normes agronomiques, ou encore lorsque ces recommandations sont surestimées. En utilisant l'exemple d'un sol typique de Chaudière-Appalaches destiné à la culture de maïs grain, on a comparé la recommandation québécoise en phosphore à celle en vigueur en Ontario et dans dix états du nord-est et du centre des États-Unis. Il appert que l'application de la grille de référence actuelle pour le maïs-grain se traduit en apports largement supérieurs aux quantités préconisées dans les juridictions voisines, et ce pour toutes les classes de richesse. Même en ne s'en tenant qu'au contexte québécois, les exercices de validation confirment des écarts importants, difficilement justifiables, entre les résultats obtenus et publiés en recherche, et les recommandations (Barnett, 1997; CRAAQ, 2003; Pellerin et al. 2006). Des bilans alimentaires exécutés sur des cheptels laitiers, porcins, et avicoles de Chaudière-Appalaches ont démontré la possibilité de réduire de façon significative (mais variable selon l'entreprise) les quantités de P dans les aliments, particulièrement dans les municipalités dites en surplus. Or ce P alimentaire excessif est aussi celui que l'on retrouve le plus souvent dans les cours d'eaux avoisinants (Cotanch et al., 2003). Bien qu'elle se soit révélée un outil puissant et peu coûteux, la méthode du bilan alimentaire demeure sous-utilisée et méconnue. Il faut également que le P qui se retrouve dans l'engrais de ferme soit reconnu à sa juste valeur fertilisante, limitant d'autant les apports requis pour combler les besoins des cultures en P_2O_5 . Les quantités excessives de P à l'entrée des agro-écosystèmes, que ce soit sous forme d'engrais ou d'aliments, engendrent des coûts directs (producteurs) et indirects (aide financière, contrôle, etc.) prohibitifs et injustifiés, tout en contribuant de manière insidieuse mais importante aux pertes diffuses de P.

Liste des références

- Barnett, G. M. 1997.** Maïs-grain : besoin et placement de l'engrais, travail du sol, précédents culturels et environnement. CPVQ inc., Colloque en agroenvironnement, Drummondville, 26 novembre 1997.
- Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2003.** Guide de référence en fertilisation, 1ère éd.
- Cotanch, K., Ballard, C., Emerich, W., Sniffen, C., et Thomas, E. 2003.** The feeding of supplemental phosphorus of dairy farms in the Lake Champlain basin: An education/demonstration project. Final Report, January 9, 2003.
- Hudon, C. 2008.** Le Fleuve St-Laurent, témoin de la situation environnementale du Québec. IRDA/CRAAQ, Colloque en agroenvironnement, Drummondville, 27 novembre 2008.
- Pellerin, A., Parent, L.-É., Tremblay, C., Fortin, J., Tremblay, G., Landry, C., et Khiari, L. 2006.** Agro-environmental models using M-III soil phosphorus saturation index for corn in Québec. Can. J. Soil Sci. **86**:897-910.

Effets de la fertilisation azotée de la pomme de terre sur le coefficient de recouvrement apparent de l'azote et l'azote résiduel du sol

ATHYNA N. CAMBOURIS¹, BERNIE J. ZEBARTH², MICHEL C. NOLIN¹ ET MARC R. LAVERDIÈRE³

¹ AAC, LPAP-CRDSGC, Sainte-Foy, QC;

² AAC, Centre de recherche sur la pomme de terre, Fredericton, N.B.;

³ IRDA, Québec, QC

Athyna.Cambouris@agr.gc.ca

Mots clés: *Solanum tuberosum* L., conductivité électrique apparente des sols, lessivage, bougie poreuse.

Une fertilisation adéquate en azote (N) est cruciale pour optimiser le rendement et la qualité de la pomme de terre ainsi que pour minimiser les pertes environnementales de N. Pour atteindre cet objectif, il importe d'optimiser les apports en engrais azoté en fonction des besoins de la culture tout en considérant les propriétés spécifiques du site. Cette étude vise à évaluer les effets des doses et du fractionnement de l'azote sur 1) la concentration en nitrates de l'eau du sol (SWN) durant la saison de croissance, 2) le coefficient de recouvrement azoté (N_{rec}) mesuré dans les tubercules de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) et 3) les nitrates résiduels (RSN) du sol à la récolte dans deux zones d'aménagement (ZA) délimitées à l'intérieur d'un champ de 13 hectares en production commerciale de pomme de terre.

De 1999 à 2001, deux sites expérimentaux représentatifs des ZA préalablement délimitées à l'aide de la conductivité électrique apparente du sol et différant selon leur réserve en eau utile ont été sélectionnés. Les ZA différaient principalement par la profondeur au substratum argileux, avec des valeurs moyennes respectives de 1,06 m dans la ZA ayant un substratum près de la surface (SMZ) et de 1,34 m dans la ZA avec un substratum plus loin de la surface (DMZ) (Cambouris et al. 2006). À chaque site, un essai de 21 traitements faisant intervenir cinq doses de nitrate d'ammonium (0-200 kg N ha⁻¹ en 1999 et 0-240 kg N ha⁻¹ en 2000 et 2001) a été mené. Chaque dose de N a été appliquée selon cinq modes de fractionnement (100, 75, 50, 25 ou 0 % de N appliqué à la plantation et le reste au buttage). Des échantillons de SWN ont été prélevés via des bougies poreuses au cours de la saison de croissance pour en analyser la teneur en NO₃. Des échantillons de tubercules prélevés lors de la récolte, ont été analysés pour déterminer leur teneur en azote en vue de calculer le N_{rec} . Le sol a été échantillonné à la récolte et analysé pour déterminer les RSN (N-NO₃, 0-0,7 m).

Les effets de la dose de N et du fractionnement sur N_{rec} , RSN et SWN diffèrent occasionnellement selon le site. Le N_{rec} était moins sensible à la dose de N et au fractionnement au site SMZ qu'au site DMZ. L'application de la même dose de fertilisant azoté a généralement résulté en une quantité plus importante de RSN à la récolte dans le site SMZ que dans le site DMZ. À plusieurs reprises en 1999 et 2001, le SWN du site DMZ était plus élevé que celui du site SMZ indiquant un lessivage plus élevé des nitrates au site DMZ. Différentes stratégies de gestion spécifique de l'azote selon le site pourraient donc être utilisées à ces deux sites afin d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de cet élément et de limiter les risques de pertes de nitrates par lessivage. Par contre, la variabilité temporelle de N influencée principalement par les conditions climatiques est supérieure à la variabilité spatiale. En conséquence, un modèle dynamique du statut azoté dans le sol et/ou la plante pourrait être utilisé pour aider le producteur à ajuster ses niveaux de fertilisants azotés à l'intérieur d'un même champ et d'une même saison.

Liste des références

Cambouris, A.N., Nolin, M.C., Zebarth, B.J. et Laverdière, M.R. 2006. Soil management zones delineated by electrical conductivity to characterize spatial and temporal variations in potato yield and in soil properties. *Amer. J. Potato Res.* **83**: 381-395.

Effets des applications d'azote sur les teneurs en nitrates résiduels dans les sols sous le maïs grain selon les textures, les précédents culturels et les années

MARCEL GIROUX, ADRIEN NDAYEGAMIYE ET JEAN-BAPTISTE SARR

IRDA, Québec, QC.

marcel.giroux@irda.qc.ca

Mots clés: Nitrates résiduelles, fertilisation azotée, dose d'azote, maïs grain.

Cette étude avait pour objectif d'évaluer les impacts des doses d'azote sur les accumulations de nitrates résiduels dans les sols (NRS) en post-récolte de la culture du maïs grain. Elle comportait 31 sites répartis dans 7 régions agricoles du Québec en 2008. Des données de 2002, 2006 et 2008 au site de Saint-Lambert-de-Lévis ont aussi été utilisées pour étudier la variabilité interannuelle des NRS. Les traitements consistaient en 5 ou 6 doses de N variant entre 0 et 250 kg N/ha, disposées en 3 ou 4 blocs aléatoires complets. Une dose de 50 kg N/ha a été apportée au semis et le reste en bande en post-levée au stade V6. Les sols ont été prélevés sur 60 cm par couches successives de 30 cm immédiatement après la récolte du maïs grain entre le 15 octobre et le 4 novembre pour déterminer leur teneur en NRS. Les rendements en grains ont été mesurés sur un rang de 8 m et la dose N économique optimale (Nop) de chaque site a été déterminée selon un modèle quadratique-plateau en considérant une productivité limite de 10 kg grains/kg N. La dose Nop a varié entre 111 et 250 kg N/ha selon les sites avec une moyenne de 177 kg N/ha.

Les teneurs en NRS sont modérément corrélées avec les doses N apportées ($R^2 = 0,29$). Elles varient entre 4 et 147 kg N-NO₃⁻/ha tous sites et toutes doses N confondus. Elles sont en moyenne de 16, 20, 22, 25, 36 et 61 kg N-NO₃⁻/ha respectivement pour les doses 0, 50, 100, 150, 200 et 250 kg N/ha. L'écart entre la dose N appliquée et la dose N économique optimale (? Nop) explique mieux la variabilité des NRS ($R^2 = 0,51$). Les NRS sont moindres quand ? Nop est < 0, variant entre 4 et 68 kg N-NO₃⁻/ha avec une moyenne de 19 kg N-NO₃⁻/ha. Quand ? Nop est > 0, les NRS sont plus élevés, variant entre 9 et 147 kg N-NO₃⁻/ha avec une moyenne de 55 kg N-NO₃⁻/ha. La teneur moyenne en NRS sur 60 cm au point optimal de fertilisation a été de 33 kg N-NO₃⁻/ha pour l'ensemble des sites en 2008. Elle a été respectivement de 80, 53 et 18 kg N-NO₃⁻/ha en 2002, 2006 et 2008 au site de Saint-Lambert-de-Lévis pour une fertilisation N optimale, démontrant ainsi une grande variabilité saisonnière. Les précédents culturels ont eu un effet sur les teneurs en NRS respectivement de 38, 46, 32 et 23 kg N-NO₃⁻/ha pour les précédents de soya, d'engrais verts, de céréales et de maïs, fertilisés à la dose Nop. La texture des sols a également affecté les teneurs en NRS. Dans les parcelles recevant des doses élevées, de 150 à 250 kg N/ha, les sols sableux ont montré des teneurs en NRS plus faibles avec 14 kg N-NO₃⁻/ha, comparativement à 35 kg N-NO₃⁻/ha pour les sols argileux et 39 kg N-NO₃⁻/ha pour les sols loameux. Le lessivage accru des nitrates dans les sols sableux en cours de saison peut expliquer cette différence, suite aux précipitations abondantes survenues au cours des mois de juin et juillet 2008 dans plusieurs régions agricoles.

La diminution du coefficient d'utilisation de l'azote des engrais lorsqu'il y a eu surfertilisation est largement responsable de l'accroissement des teneurs en NRS. Un apport d'azote au delà de Nop a produit un accroissement moyen des NRS de 0,52 kg N-NO₃⁻/ha par kg de N apporté. La dose Nop représente un point critique à ne pas dépasser au plan environnemental. Une application d'azote basée sur la dose Nop a permis de limiter les teneurs en NRS sur 60 cm à 80 kg N-NO₃⁻/ha et moins, tout en étant la plus profitable du point de vue économique.

COMMUNICATIONS ORALES

RÉSUMÉS

SESSION II

Éléments traces, résidus et biologie des sols

Concentrations en éléments traces dans un bassin versant forestier du Bouclier Canadien

FRANÇOIS COURCHESNE, MARIE-CLAUDE TURMEL, RACHEL THÉRIAULT ET ANDRÉ G ROY

Université de Montréal, département de géographie, Montréal, QC
francois.courchesne@umontreal.ca

Mots clés: Hydrochimie, éléments traces, bassin versant, patrons d'écoulement

Le contenu en éléments chimiques dissous d'un cours d'eau reflète l'action combinée des divers processus hydrobiogéochimiques en action dans le bassin versant qu'il draine. Les cours d'eau contiennent toutefois une quantité, encore mal chiffrée, d'éléments traces provenant de sources internes (altération des minéraux du sol) ou du dépôt par voie atmosphérique de contaminants issus de perturbations anthropiques et naturelles. Par ailleurs, il a été montré que plusieurs éléments traces (As, Cd, Ce, Pb, Y) présentaient un potentiel toxique considérable pour les organismes aquatiques (Borgmann et al. 2005). Or, la connaissance des mécanismes hydrologiques et biogéochimiques régissant la concentration et les variations temporelles en éléments traces dissous dans un cours d'eau est encore fragmentaire. Cette connaissance constitue la première étape d'une évaluation de l'impact écologique de ces éléments sur la qualité des eaux de surface.

Dans ce contexte, les objectifs de l'étude sont: a) d'établir les relations unissant les concentrations en éléments traces et le débit, b) d'identifier le rôle des conditions hydroclimatiques sur les concentrations en éléments traces d'un cours d'eau et c) d'évaluer le potentiel des éléments traces pour l'identification des patrons hydrologiques durant un événement. Notre approche consistait à réaliser des prélèvements dans un petit (5 ha) bassin versant forestier de tête de réseau, l'Hermine. Ce bassin situé sur la Bouclier Canadien est peu affecté par des apports directs en éléments traces et l'objet d'un suivi hydrobiogéochimique depuis 1992. Au total, 14 événements hydrologiques ont été échantillonnés de mars à novembre 2006 de façon à couvrir une gamme de conditions hydroclimatiques (température, débit, conditions antécédentes d'humidité). Pour chaque événement, les éléments traces en solution (Al, As, Ba, Cd, Ce, Cu, Fe, Ni, Pb, Rb, Sr, V, Y, Zn), donc les plus biodisponibles, ont été dosés par spectroscopie de masse (ICP-MS). Ces données chimiques sont complétées par la mesure du pH, du carbone organique dissous (DOC) et des éléments majeurs (Ca, K, Mg, Na, Si, Cl, NO₃, SO₄). Les données hydroclimatiques portent sur les températures (air et sol), l'humidité des sols, le niveau de la nappe phréatique et les précipitations. Les solutions de sols ont aussi été prélevées sous les horizons organiques LFH et dans l'horizon minéral B.

Les résultats montrent que le lien entre le débit et la concentration en éléments traces varie selon l'échelle temporelle (année à événement), que ce lien est maximal à l'échelle événementielle et que la pente de la relation débit - concentration est augmentée par des conditions antécédentes sèches. De plus, les analyses statistiques multivariées révèlent l'existence de groupements élémentaires. Un premier groupe comprend les éléments associés au DOC dont Ce, Pb, V et Y. Un second ensemble contenant Sr est structuré autour de cations majeurs Ca, Mg et Si. Le troisième groupe s'oppose au précédent et intègre les éléments Al, Cd et Rb ainsi que l'ion H⁺. Ces groupements élémentaires, l'évolution temporelle de la chimie du ruisseau de même que la signature chimique caractéristique des solutions des divers horizons de sols permettent d'identifier les principales sources d'eau contribuant au débit du ruisseau à l'échelle événementielle.

Liste des références

Borgmann, U., Couillard, Y., Doyle, P., and Dixon, D. G. 2005. Toxicity of sixty-three metals and metalloids to *Hyalella Azteca* at two levels of water hardness. *Env. Toxicol. & Chem.* **24**: 641–652.

Mesure *in situ* de la concentration en métaux traces dans la solution de sol par la microlysométrie

MARIE-CLAUDE DUQUETTE ET FRANÇOIS COURCHESNE

Département de géographie, Université de Montréal, Montréal, QC
marie-claude.duquette@umontreal.ca

Mots clés : microlysométrie, métaux traces, solution de sol, biodisponibilité.

La présente étude porte sur l'évaluation d'une méthode d'acquisition de la solution de sol présente à l'interface sol-racine, dans la rhizosphère. Cette interface est critique pour les écosystèmes terrestres car elle constitue le lieu privilégié de prise en charge par les plantes des nutriments et, par le fait même, des contaminants comme les métaux traces. Il est généralement admis que les mesures de concentration totale provenant du sol sont de pauvres indicateurs de la toxicité des métaux (Nolan et al., 2005). Acquérir les données de concentrations au niveau de la solution de sol de la rhizosphère permettrait de mieux prédire la fraction de métaux traces biodisponibles (Shen et Hoffland, 2007). Toutefois, compte tenu de la taille microscopique de la rhizosphère, plusieurs lacunes sont associées aux techniques d'échantillonnage de la solution de sol de ce compartiment (Hinsinger et Courchesne, 2008).

La microlysométrie est une méthode appropriée pour aborder les difficultés liées à l'échelle microscopique de la rhizosphère. En effet, la petite taille des microlysomètres permet de prélever de façon *in situ* et non destructive la solution sur des sites très précis le long du continuum entre la surface de la racine et la matrice du sol. Les microlysomètres en polyéthersulphone (Rhizon® 2,5 mm de diamètre et 10 cm de long) gagnent en popularité depuis une dizaine d'années dans les études sur la biodisponibilité des métaux traces. Or, très peu d'études ont testé l'efficacité de cet instrument sur les métaux traces, malgré que le risque de biais lié à l'adsorption ou à la libération de composés par le matériel de l'instrument soit connu (Rais et al. 2006; Shen et Hoffland, 2007). Nous avons donc évalué la capacité des Rhizons® à préserver la composition chimique de la solution en fonction des propriétés physico-chimiques du sol. Le comportement des métaux traces (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) a été étudié suite à une série d'essais de prélèvement en solution et dans les sols à l'aide des Rhizons®. Les premiers essais en solution ont montré qu'une quantité significative de métaux traces était adsorbée à l'intérieur de ces microlysomètres. Ce phénomène s'atténuait toutefois en présence de matière organique dissoute ou sous des conditions acides. Nos résultats montrent également que le comportement des Rhizons® se stabilise au-delà d'une dizaine d'heures de prélèvement continu. Une comparaison, au niveau des concentrations en métaux traces avec des valeurs de référence provenant de différentes méthodes d'acquisition de la solution de sol complète l'évaluation de l'efficacité des Rhizons®.

Liste des références

- Hinsinger, P. et Courchesne, F. 2008.** Biogeochemistry of heavy metals and metalloids at the soil-root interface. Pages 267-311 in A. Violante, P.M. Huang et G.M. Gadd, eds. Biophysico-chemical processes of heavy metals and metalloids in soil environments. John Wiley & Sons, Inc. New-Jersey, USA.
- Nolan, A.L., Zhang, H. et McLaughlin, J.M. 2005.** Prediction of zinc, cadmium, lead, and copper availability to wheat in contaminated soils using chemical speciation, diffusive gradients in thin films, extraction, and isotopic dilution techniques. J. Environ. Qual. **34**: 496-507.
- Rais, D., Nowack, B., Schulin, R. et Luster, J. 2006.** Sorption of trace metals by standard and micro suction cups in the absence and presence of dissolved organic carbon. J. Environ. Qual. **35**: 50-60.
- Shen, J. et Hoffland, E. 2007.** In situ sampling of small volumes of soil solution using modified micro-suction cups. Plant Soil **292**: 161-169.

Effet de l'activité microbienne sur la spéciation des éléments traces dans la rhizosphère du blé d'été (*Triticum aestivum* cv USU-Perigee) : application d'analyses statistiques multivariées

MARIE-CLAUDE TURMEL¹, FRANÇOIS COURCHESNE¹ ET BENOÎT CLOUTIER-HURTEAU²

¹Université de Montréal, département de géographie, Montréal, QC;

²Unité Mixte de Recherche Écologie fonctionnelle et Biogéochimie du Sol (UMR ECO&SOLS), INRA-ENSA Montpellier, France

mc.turmel@umontreal.ca

Mots clés: rhizosphère, métaux, microorganismes, PCR-DGGE, statistiques multivariées.

Les liens existant entre l'activité microbienne dans la rhizosphère, la spéciation des éléments traces et la prise en charge de ces éléments par les plantes comestibles sont peu documentés. En outre, l'étude directe des processus en cause demande des efforts considérables. Dans ce contexte, l'utilisation des statistiques multivariées (Legendre and Legendre, 1998) est utile afin de formuler des réponses aux objectifs spécifiques de cette étude qui sont : 1) de contraster les propriétés microbiennes et chimiques de la rhizosphère (Rz) et de la matrice (Bk) du sol et 2) d'établir les liens entre les propriétés microbiennes et chimiques de la Rz, d'une part, et la prise en charge des éléments traces (Al, As, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Tl et Zn) par le blé, d'autre part.

Deux sols contaminés par Zn et Cd sont à l'étude dans une expérience en chambre de croissance utilisant un cultivar de blé nain du printemps (*Triticum aestivum* cv. USU-Perigee). La croissance d'une durée de huit semaines a permis de produire deux compartiments de sol que sont la rhizosphère et la matrice. Pour chacun d'eux, les propriétés biologiques (biomasse microbienne, activité enzymatique et profilage bactérien par PCR-DGGE) et les propriétés chimiques (extraction des éléments traces solubles dans l'eau, spéciation d'Al, Cu et Zn) ont été mesurées. Les résultats montrent que les propriétés biologiques et chimiques diffèrent significativement entre la matrice et la rhizosphère; par exemple, l'activité enzymatique est plus grande dans la Rz que la Bk. Les analyses multivariées permettent de mettre en évidence les liens qui existent entre l'activité microbienne, la spéciation des éléments traces dans la Rz et leur absorption par les racines et les grains du blé à maturité. À partir des résultats d'analyse de la communauté microbienne du r16S par PCR-DGGE, nous savons, que certains taxons bactériens sont plus fortement liés aux éléments traces dans les différentes parties de la plante que les autres propriétés microbiennes mesurées. Il en ressort, plus spécifiquement que le taxon portant le numéro de bande 27 est négativement lié à la concentration de éléments traces dans les racines, les grains et le feuillage. De plus, les résultats de la partition de variation (Borcard *et al.* 1992) établissent que le lien entre les variables microbiennes de la Rz et l'accumulation d'éléments traces dans les parties de plante est significativement plus prononcé que pour le lien entre les variables chimiques de la Rz et l'accumulation de métaux dans la plante. Ce qui met en évidence le rôle joué par les microorganismes dans la prise en charge des éléments traces par les plantes.

Liste des références

Legendre, P. and Legendre, L. 1998. Numerical Ecology. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands. 853 pp.

Borcard, D., Legendre, P., and Drapeau, P. 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. Ecology: 73:1045-1057.

Accumulation du cadmium dans les tubercules de pomme de terre produits au Québec

NOURA ZIADI¹, JIAN-LING FAN^{1,2}, GILLES BÉLANGER¹, LÉON-ÉTIENNE PARENT³,
ATHYNA N. CAMBOURIS¹ ET ZHENG-YI HU⁴

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec, QC, Canada;

²State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, China;

³Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada;

⁴University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

noura.ziadi@agr.gc.ca

Mots clés: Cadmium, phosphore, *Solanum tuberosum* L, pH du sol

Le cadmium (Cd) est un métal lourd présent dans le sol qui peut être accumulé à des niveaux relativement élevés dans la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) sans effet négatif sur sa croissance. L'espèce végétale et les caractéristiques du sol, notamment son pH et sa teneur en P, sont les principaux facteurs influençant l'accumulation et la distribution du Cd dans les plantes (Loganathan et al. 1996; Grant et al. 1998). Des études effectuées, notamment, en Australie, en Bolivie et aux États-Unis ont démontré l'effet de la fertilisation phosphatée sur l'accumulation du Cd dans les tubercules de pomme de terre. Aucune étude, par contre, n'a été effectuée au Canada. Nos objectifs étaient d'examiner la concentration en Cd dans les tubercules de pomme de terre produits au Québec et de faire le lien entre celle-ci et certaines caractéristiques du sol, plus particulièrement son pH et ses teneurs en P et Cd. Des échantillons de tubercules de pomme de terre (n = 75) et de sol (n = 64) ont été collectés de 1999 à 2006 à cinq sites au Québec : St-Amable de 1999 à 2001, St-Ubalde de 2004 à 2006, St-Alban à 2003 et 2004, St-Casimir en 2003 et Montauban en 2006.

La concentration en Cd des tubercules variait de 0,04 à 0,20 mg kg⁻¹ matière sèche (MS), avec une valeur médiane de 0,11 mg kg⁻¹ MS, et elle n'excédait jamais la limite proposée pour l'alimentation humaine de 0,05 mg kg⁻¹ matière fraîche, ou l'équivalent de 0,25 mg kg⁻¹ MS (Fan et al. 2009). La concentration en Cd des tubercules était faiblement, mais non significativement, corrélée avec la teneur en P disponible du sol (R² = 0,53; P = 0,064), confirmant une influence possible de la teneur du sol en P sur le prélèvement du Cd par la pomme de terre. La concentration en Cd des tubercules n'était pas directement liée au pH du sol et sa teneur en Cd extrait par la solution Mehlich 3 ou par le DTPA. Le log transformé de la concentration des tubercules en Cd était significativement (R²adj = 0,87; P < 0,01) relié au pH du sol et au VCd13, une variable basée sur un simplex tenant compte des interactions entre les teneurs du sol en Cd, argile, matière organique, Fe, Al, Mn, P, K, S, Ca, Cu, Zn et B. Des facteurs uniques tels que les teneurs du sol en Cd et P ou son pH ne peuvent pas expliquer à eux seul l'accumulation du Cd dans les tubercules de pomme de terre; les interactions entre certaines propriétés du sol et la teneur en Cd du sol doivent être aussi considérées.

Liste des références

Fan, J., Ziadi, N., Bélanger, G., Parent, L.E., Cambouris, A. et Hu, Z. Cadmium accumulation in potato tubers produced in Quebec. Can. J. Soil Sci. (sous presse)

Grant, C. A., Buckley, W. T., Bailey, L. D. et Selles, F. 1998. Cadmium accumulation in crops. Can. J. Plant Sci. 78: 1–17.

Loganathan, P., Hedley, M. J., Gregg, P. E. H. et Currie, L. D. 1996. Effect of phosphate fertiliser type on the accumulation and plant availability of cadmium in grassland soils. Nutr. Cycl. Agroecosys. 46: 169–178.

Disponibilité de quelques métaux lourds suite à l'application répétée pendant neuf ans de biosolides papetiers et résidus alcalins en grandes cultures

ANNIE ROBICHAUD^{1,2}, NOURA ZIADI¹, BERNARD GAGNON¹ ET ANTOINE KARAM²

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, CRDSGC, Québec, QC;

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

noura.ziadi@agr.gc.ca

Mots clés: fractionnement, cadmium, cuivre, zinc, nickel.

L'exploitation papetière génère divers résidus tels des biosolides provenant du traitement des effluents, des cendres de bois et des résidus calciques dont 68% sont valorisés notamment en agriculture (CIFQ 2004). Ces résidus, qui contiennent des éléments nutritifs pour les cultures, peuvent avoir des effets bénéfiques sur les propriétés du sol (Gagnon et Ziadi 2004). Toutefois, peu d'informations sont disponibles sur l'impact de l'application répétée et à long terme de ces résidus quant à l'accumulation de métaux lourds dans le sol et les cultures au Québec. L'objectif de la présente étude est de déterminer la distribution et l'accumulation des formes chimiques de quatre métaux (Cd, Cu, Ni et Zn) dans des parcelles en culture du maïs après neuf ans d'apport annuel de boues mixtes de papetière et de résidus alcalins. L'effet de l'application répétée de ces sous-produits industriels sur les rendements de la culture a été également examiné. Des parcelles de longue durée ont été établies en 2000 sur un sol limoneux de la série Chaloupe dans la région de Trois-Rivières. Le dispositif expérimental comprenait les huit traitements suivants: témoins (T), engrais minéral (Min) de 120 unités de N ha⁻¹, trois doses (30, 60 et 90 t ha⁻¹, sur base humide) de boues mixtes de papetière et 3 t ha⁻¹ de matériaux alcalins (boue de chaux (BC), cendre de bois (CB) et chaux calcique (CC)) combinés à 30 t ha⁻¹ de boues mixtes de papetière. Des échantillons de sol ont été prélevés au printemps 2003 à la profondeur 0-30 cm et à trois profondeurs (0-30, 30-60, 60-90 cm) à l'automne 2008, soit après la récolte du maïs. Ces sols ont été analysés pour leur teneur en différentes fractions de Cd, Cu, Ni et Zn selon la méthode d'extraction séquentielle de Tessier (Tessier et al. 1979). Les flux de ces mêmes métaux mesurés à l'aide de membranes d'échanges cationiques ont été comparés à quatre autres méthodes d'extraction de formes labiles de métaux (eau distillée, Mehlich-3, DTPA et HNO₃). Globalement, il ressort de cette étude que les biosolides papetiers utilisés étaient des bons fertilisants, avec un rapport C/N < 30. Des augmentations de rendement et du contenu en N et en P des tissus ont été observées. Les résultats du fractionnement des métaux étudiés révèlent que la forme et la quantité des métaux varient avec les produits utilisés ainsi que l'année. C'est dans la fraction résiduelle que tous les métaux étudiés se retrouvent en plus grande proportion pour tous les traitements. Le Cu est principalement lié à la matière organique dans une proportion variant de 21% (30B) en 2003 à 32% (90B) en 2008. Cependant, le Ni et le Zn sont principalement liés aux oxydes de Fe et de Mn dans des proportions variant de 18 % à 40 %. La moyenne du facteur de mobilité calculé (Salbu et al. 1998) a augmenté en 2008 seulement pour Cu et Ni (20,7 à 27,38 mg kg⁻¹ et 21,87 à 31,45 mg kg⁻¹ respectivement). En conclusion, l'application de doses élevées de biosolides papetiers (90 t ha⁻¹), afin de simuler l'effet à long terme, a eu un effet marqué sur l'accumulation et les différentes formes de métaux dans le sol.

Liste des références

- CIFQ. 2004. Industrie forestière et respect de l'environnement : une évolution constante. Fibreexpression. 2(3).4p.
- Gagnon, B. et Ziadi, N. 2004. Value of paper mill sludge in agriculture: Crop yield, soil properties, and environmental impacts. Recent Res. Devel. Crop. Sci. 1 : 1-10.
- Salbu, B., Krekling, T., et Oughton, D. H. 1998. Characterization of radioactive particles in the environment. Analyst, 123:843-849.
- Tessier, A., Campbell, P.G.C. et Bisson, M. 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. Analytical Chemistry. 51 (7): 844-851.

Disponibilité de l'azote des résidus solides de traitement des lisiers et émissions de N₂O consécutives à leur épandage au champ

MARIE-HÉLÈNE PERRON^{1, 3}, MARTIN CHANTIGNY¹, PHILIPPE ROCHETTE¹, DENIS A. ANGERS¹, DANIEL MASSÉ² ET LÉON-ÉTIENNE PARENT³

¹ AAC, CRDSGC, Québec, QC;

² AAC, CRDBLP, Sherbrooke, QC;

³ Département des sols et génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC
perronmh@hotmail.com

Mots clés: N₂O, azote minéral, carbone organique dissous

Les risques environnementaux liés à l'application des fractions liquides issues des traitements de séparation de lisier ont été bien documentés, il reste maintenant à évaluer ceux qui sont reliés aux fractions solides. Avec les nouveaux procédés de traitement des déjections animales, il semble intéressant de s'attarder aux sous produits solides résultants de ces traitements (digestion anaérobie frais, digestion anaérobie floclulé, filtré et digestion aérobie).

La présente étude vise à déterminer les impacts agronomiques et environnementaux de l'application de fractions solides de traitement de lisier de porc (150 kg N total ha⁻¹) au champ sur une culture de maïs ensilage implantée sur un sol argileux lors de deux saisons de croissance. Pour ce faire, un suivi de l'azote dans le sol a été effectué couplé avec la détermination des quantités de N₂O émises par les sols amendés. La caractérisation des produits a démontré que les concentrations en carbone organique dissous (14,31 mg C kg⁻¹) et en azote minéral (6778,56 mg N-NH₄ kg⁻¹) du lisier entier, utilisé en 2006, étaient plus élevées que celles des fractions solides de traitement de lisier (moyenne de 3,66 mg C kg⁻¹ et de 3541,11 mg N-NH₄ kg⁻¹). Le lisier entier a induit une plus grande accumulation d'azote minéral dans le sol que les solides de traitement de lisier. Pour cette même année, les émissions de N₂O ont été plus élevées pour le lisier entier (8,7 kg N ha⁻¹) que pour les fractions solides (moyenne de 4,78 kg N ha⁻¹). Les rendements en maïs ensilage avec le lisier entier (14,39 t ha⁻¹) ont été supérieurs au rendement moyen obtenu avec les solides de lisier (11,79 t ha⁻¹). Les quantités d'azote minéral et de carbone organique dissous plus élevées contenues au départ dans le lisier entier ont affecté à la hausse les valeurs d'azote minéral et de carbone organique dissous contenu dans le sol durant la saison de croissance. Ces valeurs plus élevées pour le lisier entier ont influencé à la hausse les émissions de N₂O. Les quantités plus élevées d'azote minéral disponible dans les sols ayant été amendés avec le lisier entier ont permis un meilleur prélèvement de cet élément par la plante ce qui a entraîné de meilleurs rendements en 2006. D'un point de vue environnemental, les plus fortes quantités d'azote minéral et de carbone organique retrouvées dans les parcelles ayant reçu comme traitement le lisier entier ainsi que le mauvais drainage du sol ont favorisé le processus de dénitrification et ont donc intensifié les émissions de N₂O, un gaz à effet de serre puissant en agriculture. En 2006, les fractions solides de lisier entier ont donc été plus efficaces à réduire les émissions de N₂O mais moins efficaces d'un point de vue agronomique que le lisier entier. En 2007, les concentrations du sol en azote minéral et les quantités émises de N₂O ont été semblables pour le lisier entier et les fractions solides de lisier. Pour un même apport d'azote (150 kg N total ha⁻¹) en 2006 et en 2007, les concentrations du sol en azote minéral, en carbone organique dissous, les émissions de N₂O et les rendements ont été inférieurs en 2007 pour tous les traitements et même pour le traitement témoin sans azote. Les quantités cumulatives émises de N₂O du lisier entier (2,5 kg N ha⁻¹) et des fractions solides (moyenne de 1,95 kg N ha⁻¹) ainsi que les concentrations en azote minéral du sol n'ont pas démontré de différence significative. Il est donc probable que les conditions climatiques n'aient pas été propices à l'expression des différences entre les traitements comme cela a été le cas en 2006.

Végétalisation des résidus de bauxite : conditionnement du sol, implantation biologique et suivi environnemental

RÉGIS PILOTE¹ ET ANDRÉE LEDOUX²

¹ AGRINOVA, Alma, QC;

² RIO TINTO ALCAN, Saguenay, QC
regis.pilote@agrinova.qc.ca

Mots-clés : végétalisation, résidu, bauxite, agradation et environnement

Agrinova est un centre collégial d'innovation et de transfert de technologie lié à l'agriculture. Il développe et réalise des projets à la grandeur du Québec dans divers créneaux d'excellence dont celui des services agronomiques en milieu industriel. À ce titre, un projet en plusieurs phases a été entrepris, en 2004, avec Rio Tinto Alcan, pour développer une technique de végétalisation des résidus de bauxite (communément appelée boue rouge). Ce projet constitue un bel exemple d'application de principes des sciences du sol à un cas complexe sur le terrain.

La boue rouge est un résidu de la production d'alumine à partir de la bauxite. Selon le type de bauxite utilisé dans le procédé, pour une tonne d'alumine produite, de 0,65 à plus d'une tonne de résidus sont générés et accumulés sur les sites de disposition de l'usine d'alumine à Saguenay. Éventuellement, il sera nécessaire de restaurer les sites de disposition des résidus générés pendant l'opération de cette usine. La plupart des techniques de restauration impliquent un recouvrement par de la terre végétale suivi d'une implantation végétale. Compte tenu des volumes importants de terre végétale qui seront requis, il est important pour Rio Tinto Alcan d'avoir une alternative qui soit économique et écologiquement durable.

En guise d'alternative, Rio Tinto Alcan et Agrinova ont uni leurs efforts pour adapter et développer une technique de récupération agronomique des résidus de bauxite pour l'implantation végétale. À l'origine, la bauxite est un sol, mais le traitement d'extraction de l'alumine en a plutôt fait un non-sol. Le défi de reconditionnement pour sa végétalisation est immense, soit un pH basique, une salinité élevée, une absence de matière organique, une teneur élevée en aluminium (sous forme d'oxyde ou d'hydroxyde) et une compacité maximale. Bref, rien pour favoriser l'implantation de végétaux.

Pourtant, à la lumière d'études conduites en laboratoire et sur le terrain, en Irlande, en Australie et en Jamaïque, une procédure a été développée et bonifiée par les principes de sciences du sol, en vue de récupérer les résidus de bauxite pour en faire un sol propice à l'implantation végétale. Pour accentuer le défi, le reconditionnement des résidus devait se faire avec un minimum d'intrants et d'amendements disponibles en quantités suffisantes dans la région.

La présentation retrace les phases du projet depuis 2004 jusqu'à présent, à travers les essais conduits en laboratoire et les mises à l'échelle effectuées sur le terrain. L'objectif final est de produire un devis agronomique de conditionnement des résidus de bauxite et d'implantation végétale sur une boue rouge conditionnée pour la restauration éventuelle d'un site de disposition. L'objectif est aussi de démontrer le potentiel pleinement environnemental de l'application de ce devis.

Effets écotoxicologiques des insecticides utilisés pour combattre les pucerons de soya sur les vers de terre

Ecotoxicological effects of insecticides used to control soybean aphid on earthworms

HICHAM BENSLIM¹, JOANN K. WHALEN¹ ET ANNE VANASSE²

¹ Université McGill, Département des sciences des ressources naturelles, 21 111 chemin Lakeshore, Ste-Anne-de-Bellevue, Canada, H9X 3V9;

² Université Laval, Département de phytologie, Pavillon Paul-Comtois, Québec, Canada, G1K 7P4
hicham.benslim@mcgill.ca

Mots clés: earthworm, *Eisenia fetida*, OECD toxicology test, dimethoate, lambda-cyhalothrin.

Soybean aphid (*Aphis glycines*), a native of Asia, was accidentally introduced to North America in the late 1990s and first reported in Quebec, Canada in 2002. Due to yield losses attributed to this insect, many producers are now considering insecticidal sprays to protect their soybean crop. Among the products under consideration to control soybean aphid are dimethoate and lambda-cyhalothrin. The objective of this study was to determine if these insecticides affect earthworms, a non-target organism present in soybean fields. Standard laboratory test methods (OECD 1984; 2004) were used to determine lethal and sub-lethal effects on the earthworm *Eisenia fetida*. Earthworm populations in soybean fields on two farms were monitored during two field seasons. Ecotoxicology testing revealed an LC₅₀ of 348 mg kg⁻¹ soil for dimethoate, but mortality of *E. fetida* exposed to lambda-cyhalothrin was negligible over the range tested (up to 1000 times greater than field exposure rates). Sublethal effects related to reproduction (cocoon production and hatchlings) were observed for both dimethoate and lambda-cyhalothrin. The concentrations of insecticide that would have no observable effect on earthworms were 25 mg dimethoate kg⁻¹ and 2.5 mg lambda-cyhalothrin kg⁻¹. These values exceed the insecticide application rates recommended for control of soybean aphid. The earthworm populations at the two farms were distinct, with earthworms from various ecological groups (epigeic, endogeic and anecic) represented. Based on the sexually mature species present, Farm A had an earthworm population dominated by *Aporrectodea turgida* (64%) with important numbers of *Lumbricus terrestris* (22%) and *Allolobophora chlorotica* (12%). Earthworm species on Farm B were *A. turgida* (53%), *A. chlorotica* (21%) and *Eiseniella tetraedra* (26%). Assessment occurred twice during the season, shortly after insecticide application to the soybean crop. There was no difference in earthworm numbers and biomass in insecticide-treated plots and the untreated control. These results indicate that earthworm populations in the field were not affected by dimethoate and lambda-cyhalothrin applications, which confirms the results from laboratory ecotoxicology testing. We conclude that the standard laboratory test method is sufficiently robust that it can be used to predict insecticide effects on earthworm populations under field conditions.

Liste des références

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 1984. Guideline for testing of chemicals No. 207. Earthworm acute toxicity test. Paris, France.

OECD. 2004. Guideline for testing of chemicals No. 222. Earthworm reproduction test. Paris, France.

Comparaison du potentiel de survie de différentes souches de *E. coli* dans un loam sablo-argileux et une argile en conditions contrôlées

MYLÈNE GÉNÉREUX¹ ET CAROLINE CÔTÉ¹

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 3300 Sicotte, St-Hyacinthe J2S 7B8
mylene.genereux@irda.qc.ca

Mots clés: *E. coli*, survie, sol, texture, méthode d'analyse

La qualité microbiologique des sols peut influencer la salubrité de l'eau et des aliments destinés à la consommation humaine et animale. Toutefois, peu de données sont disponibles sur la sensibilité des méthodes d'analyse des entérobactéries dans le sol. La texture et le niveau de contamination du sol peuvent influencer les résultats obtenus. En effet, les microorganismes peuvent être adsorbés par les colloïdes tels l'argile et les substances humiques, ce qui peut rendre difficile leur extraction lors des analyses. Les travaux présentés ont pour objectifs de 1) déterminer la méthode d'analyse optimale de *E. coli* dans le sol selon la texture et le niveau de contamination du sol et de 2) préciser le potentiel de survie de *E. coli* selon la texture du sol en conditions contrôlées.

Deux types de sol provenant de champs agricoles, soient un loam sablo-argileux et une argile, ont été étudiés au cours de 2 essais. Dix échantillons de 1 kg de chacun des sols ont été tamisés à 2 mm, conservés à 15 °C et à leur humidité au champ. Pour l'essai 1, chaque échantillon a été contaminé avec une solution de *E. coli* composée d'un mélange de souches dont l'origine varie (porc, poulet, bovin, environnement et souche de référence) afin d'obtenir une charge moyenne de 4 900 UFC/ g de sol pour le 1^{er} essai et 136 UFC/g de sol lors du 2^e essai. Des échantillons de 100 g de sol ont été prélevés avant et 1, 5, 14, 28, 40 et 50 jours suivant l'inoculation et analysés selon deux méthodes de dénombrement de *E. coli*, soient les Pétrifilms et les tubes multiples (milieu Colilert). La persistance des différentes souches de *E. coli* a été estimée en procédant par PCR-RAPD, en prélevant l'empreinte génétique des souches présentes dans les échantillons suite à l'inoculation.

Les populations de *E. coli* observées au cours de l'essai 1 étaient significativement supérieures dans le loam sablo-argileux comparativement à l'argile. Par contre, aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les deux textures au cours de l'essai 2. Aucune différence statistiquement significative n'a été détectée entre la méthode des Pétrifilms et celle des tubes multiples lors de l'essai 1. Par contre, des niveaux supérieurs de *E. coli* ont été observés à certaines dates par la méthode des tubes multiples suite à l'essai 2. Toutefois, ces différences pourraient être associées à une spécificité inférieure de la méthode des tubes multiples.

COMMUNICATIONS ORALES

RÉSUMÉS

SESSION III

Foresterie et physique des sols

ET

SESSION IV

Classification et variabilité spatiale

Détermination des types écologiques sensibles à la récolte de biomasse forestière au Québec

ROCK OUIMET ET LOUIS DUCHESNE

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, Complexe scientifique, 2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8
Rock.ouimet@mrnf.gouv.qc.ca

Mots clés: biomasse forestière, charge critique, types écologiques.

Au Québec, les forêts du domaine de l'État produisent environ 6,4 millions de tonnes de biomasse forestière annuellement. Une partie de cette biomasse forestière pourrait être utilisée à des fins de développement énergétique ou industriel permettant ainsi de générer une activité économique importante. Le développement de cette filière à caractère énergétique est un maillon important de la stratégie de développement industriel du gouvernement du Québec orientée sur des produits à forte valeur ajoutée. Le remplacement d'énergies polluantes par une énergie propre, renouvelable et réductrice d'émissions de gaz à effet de serre est en effet à la base du plan d'action du gouvernement du Québec sur la valorisation de la biomasse forestière.

Dans le cadre de nos travaux sur la capacité de charge des écosystèmes forestiers, nous avons évalué le prélèvement des éléments minéraux par la végétation forestière selon le type de couvert et la contribution de la récolte de la biomasse forestière à l'excès d'acidité dans les écosystèmes forestiers. L'échelle étudiée était celle du type écologique. Selon le MRNF, le type écologique constitue une synthèse de la classification des écosystèmes qui décrit à la fois les caractéristiques physiques du milieu et les caractéristiques écologiques de la végétation potentielle (qui croît ou qui pourrait croître) en termes de composition, structure et dynamique.

Nous avons pu ainsi dresser la liste des types écologiques sensibles ou possiblement sensibles à l'appauvrissement en éléments minéraux par la récolte de la biomasse forestière selon la sous-région écologique.

Le taux de prélèvement en éléments minéraux est intimement lié au taux d'accroissement annuel moyen des types écologiques; l'accroissement annuel moyen varie entre autres selon la sous-région écologique et le milieu physique. La distribution de la minéralomasse (contenu en éléments minéraux de la biomasse) est liée aux différentes parties des arbres. La minéralomasse est surtout concentrée dans les branches et le feuillage, qui contiennent environ 60 % des éléments minéraux immobilisés en totalité dans les arbres par mètre cube de bois marchand.

La contribution de la récolte des troncs à l'excès d'acidité est de 35 à 50 % sur au plus 7 % du territoire forestier au Québec. Celle de la récolte des arbres en entier est de 50 à 70 % sur au plus environ 30 % du territoire forestier.

Nous avons déterminé qu'un total de 30 types écologiques étaient sensibles à la récolte de biomasse forestière dans l'une ou l'autre des sous-régions écologiques du Québec; selon la sous-région considérée, certains de ces types écologiques devraient être exclus des programmes de récolte de biomasse et la récolte des troncs uniquement devrait être privilégiée pour ces stations. De manière générale, l'évaluation montre que les sols forestiers organiques ombrotrophes et les sols minéraux très minces, pauvres, de texture grossière ou mal drainés sont considérés sensibles à la récolte de biomasse. Nous avons qualifié une quarantaine d'autres types écologiques potentiellement sensibles dans l'une ou l'autre des sous-régions écologiques qui devraient faire l'objet d'un suivi afin d'en déterminer plus précisément la sensibilité à cette pratique.

Qu'est qui conditionne la régénération des stocks de carbone du sol suite à l'afforestation d'un sol agricole

JÉRÔME LAGANIERE^{1,2}, DENIS A. ANGERS³ ET DAVID PARÉ^{1,2}

¹Centre d'étude de la forêt (CEF), Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre-ville, Montréal, QC, H3C 3P8;

²Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, 1055, rue du P.E.P.S., C.P. 10380, Succ. Ste-Foy, Québec, QC, G1V 4C7;

³Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560, boul. Hochelaga, Québec, QC, G1V 2J3.

jlaganie@rncan.gc.ca

Mots clés: Carbone organique du sol, changement d'affectation des terres, plantation d'arbres, méthodologie, séquestration du carbone

La déforestation engendre habituellement des pertes significatives de carbone organique du sol (COS). Les taux et les facteurs déterminant la régénération des stocks de COS suivant l'afforestation sont encore peu connus. La présente étude fait la synthèse de la littérature traitant de l'influence de l'afforestation sur les stocks de COS et fait la méta-analyse de 33 publications récentes (totalisant 120 sites et 189 observations) dans le but de déterminer les facteurs contribuant à la régénération des stocks de COS après afforestation. Basée sur un modèle linéaire mixte, la méta-analyse indique que les facteurs majeurs contrôlant l'accumulation de COS après afforestation sont : l'affectation précédente des terres, l'espèce d'arbre plantée, la teneur en argile du sol, les perturbations pré-plantation et, dans une moindre mesure, la zone climatique. Plus spécifiquement, cette méta-analyse (1) indique que l'impact positif de l'afforestation sur les stocks de COS est plus marqué dans les sols en culture que dans les pâturages ou les prairies; (2) suggère que les espèces d'arbres feuillues ont une meilleure capacité d'accumuler du COS que les conifères; (3) souligne que l'afforestation effectuée avec des pins ne se solde pas par des pertes nettes de COS par rapport aux valeurs initiales (sol agricole) lorsque la couche organique est incluse dans le calcul des stocks; (4) montre que les sols riches en argile (>33%) ont une capacité plus grande pour accumuler du COS que les sols plus pauvre en argile (<33%); (5) indique que de minimiser les perturbation pré-plantation peut augmenter le vitesse à laquelle les stocks de COS sont régénérés; et, finalement, (6) suggère que l'afforestation effectué en climat boréal génère des pertes de COS par rapport aux autres zones climatiques, probablement à cause de la faible croissance des arbres soumis à de telles conditions, sans toutefois exclure des gains au fil du temps après la conversion. D'autre part, cette étude souligne l'importance de l'approche méthodologique employée lors de la conception du dispositif d'échantillonnage et notamment l'inclusion de la couche organique dans le calcul des stocks de COS.

Les propriétés physiques et chimiques des substrats utilisés dans les pépinières forestières du Québec : Effets sur la croissance et le développement des plants d'épinette blanche (1+0)

SIMON BOUDREAULT¹, STEEVE PEPIN¹, JEAN CARON¹ ET MOHAMMED S. LAMHAMED².

¹ Université Laval, Dép. sols et génie agroalimentaire, Pavillon Paul-Comtois, 2425 rue de l'Agriculture, Québec, QC, G1V 0A6, Canada;

² Direction de la recherche forestière, Forêt Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2700 rue Einstein, Québec, QC, G1P 3W8, Canada
simonboudreault.4@ulaval.ca

Mots clés : aération, récipient, insuffisance racinaire, plants forestiers, tourbe de sphagne.

Au Québec, chaque année, des millions de plants forestiers produits en récipient sont rejetés à cause de leur système racinaire déficient. Une caractérisation récente des propriétés physico-chimiques initiales des substrats employés par les pépiniéristes indique que certains substrats pourraient, par leurs mauvaises propriétés d'aération et de drainage, présenter des difficultés dans la gestion de l'irrigation, ce qui limiterait la croissance racinaire. À cet égard, nous avons vérifié l'effet de six substrats composés de tourbe fine et grossière et de vermiculite sur la croissance de plants d'épinette blanche (1+0) en pépinière forestière. L'évolution des propriétés d'aération au cours de la saison de croissance a été évaluée ($D_s D_0^{-1} > 0.01$). De fortes tensions hydriques chez les substrats très aérés ont limité la croissance racinaire et aérienne des plants cultivés, sans toutefois affecter le rapport masse racinaire/masse aérienne. Des contenus en particules fines plus élevées ont permis une meilleure croissance sans limiter l'aération. Après la saison de croissance, tous les substrats ont montré un accroissement important de la diffusion des gaz ($D_s D_0^{-1} > 0.015$). D'autres travaux seront réalisés afin de déterminer l'effet de substrats moins aérées, dans des conditions d'irrigation plus humides, sur la croissance et le développement de l'épinette blanche en pépinière forestière.

Liste des références

- Allaire, S. 1992. Évaluation des propriétés physiques des milieux poreux utilisés en pépinière. Mémoire de maîtrise. Université Laval. 89 p.
- Caron, J., Rivière, L-M., Guillemain, G. 2005. Gas diffusion and air-filled porosity: effect of some oversize fragments in growing media. Can. J. Soil Sci. **85**: 57-65.
- Heiskanen, J. 1993. Favourable water and aeration conditions for growth media used in containerized tree seedling production: A review. Scand. J. For. Res. **8**: 337-358, 1993.
- Heiskanen, J. 1995. Physical properties of two-component growth media based on Sphagnum peat and their implications for plant-available water and aeration. Plant and Soil **172**: 45-54.

Aération avec des fragments larges de tourbe et d'écorce dans les milieux artificiels: questions méthodologiques

JEAN CARON¹, PHILIPPE MOREL², LOUIS-MARIE RIVIÈRE² ET G. GUILLEMAIN².

¹Département des Sols et de Génie agroalimentaire, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, Canada G1K 7P4;

²Institut National de la Recherche Agronomique, Centre d'Angers, 42 rue G. Morel, B.P. 57,

F 49071 Beaucouzé France

jean.caron@fsaa.ulaval.ca

L'aération a été identifiée dans plusieurs études comme limitant la croissance végétale dans les milieux artificiels et des méthodes basées sur une mesure de la porosité d'air pour diagnostiquer les problèmes d'aération ont été proposées et standardisées pour ces milieux. L'évaluation de la diffusion des gaz a aussi été proposée comme paramètre additionnel pour diagnostiquer la qualité des milieux artificiels mais nécessite un appareillage sophistiqué et serait d'utilisation difficile sur le terrain pour des mesures directes prises en contenant. Par conséquent, une méthode simple de mesure de la diffusion relative directement en contenant a été proposée mais jamais testée et a été comparée à d'autres approches. Différents substrats furent fabriqués à base de fragments d'écorce et de tourbe de différentes grosseurs variant de 1-2 à 10-20 mm de diamètre. Ils présentaient des contraintes de croissance pour le poinsettia et l'impatiante de Nouvelle-Guinée. L'étude comparait deux indices (diffusivité relative des gaz et porosité d'air) pour évaluer les performances de ces deux espèces dans une expérience en serre. Les propriétés d'aération des mélanges ont été mesurées avant la mise en pot et directement dans les pots, au début et à la fin de l'expérience, selon des approches standardisées ou simplifiées. Les résultats prouvent que la porosité d'air est demeurée relativement inchangée par les traitements de substrats tandis que la diffusivité relative de gaz différait de manière significative entre les traitements au début et à la fin de l'expérience. Les paramètres de croissance des racines et des parties aériennes ont été corrélés négativement avec le coefficient d'efficacité des pores et positivement avec la diffusivité relative des gaz mesurée en contenant. La réduction de croissance observée en mélanges d'écorce/tourbe relativement à la tourbe pure a été très probablement liée à l'échange limitée de gaz. Les mesures de porosité d'air réalisées *in situ* (dans le pot lui-même) ou avant la mise en pot, dans un cylindre, ont donné des résultats contradictoires ou n'ont pas été significativement corrélées avec la croissance des plants.

Évaluation de l'efficacité des systèmes de drainage dans la production de canneberges

VIVIANE JUNEAU¹, JEAN CARON¹, JACQUES GALLICHAND¹ ET SEBASTIEN MARCHAND²

¹ Université Laval, Département des sols et de génie agroalimentaire, Québec, (Québec), G1K 7P4;

² Agronome conseiller, 5 rue Fortier, Warwick, J0A 1M0

viviane.juneau@fsaa.ulaval.ca

Mots clés: canneberge, drainage, tension, nappe

Depuis le milieu des années 90, l'industrie québécoise de la canneberge connaît un essor considérable. Les superficies en culture ont plus que décuplé en 15 ans. Dans un souci d'accroissement de la productivité et de limitation des pressions exercées sur l'environnement, de récents travaux menés sur les bonnes pratiques d'irrigation dans les cannebergeraies ont démontré qu'une application excessive d'eau en période de nouaison des fruits réduisait les rendements (Bonin, 2009). Les tensions optimales à maintenir dans la zone d'enracinement sont évaluées entre -4 et -6 kPa. Il s'avère maintenant pertinent de déterminer la relation entre la profondeur de la nappe et la tension de l'eau dans le sol afin de concevoir des systèmes de drainage permettant le maintien de la nappe à une profondeur optimale pour la productivité des plants. Les objectifs de ce projet sont 1) de vérifier l'état actuel du drainage souterrain dans deux champs de canneberges qui présentent des designs de drainage différents (deux drains/champ et quatre drains/champ) et 2) de proposer des améliorations aux systèmes de drainage actuels afin de maintenir dans le sol des conditions hydriques optimales pour la production de canneberges. Au cours de l'été 2008, des suivis de l'élévation de la nappe et de la tension de l'eau dans le sol au niveau des racines ont été effectués en dix-huit points d'observation différents également répartis entre les deux champs à l'étude. Les propriétés hydrauliques du sol en ces points de mesure ont été caractérisées. Les vitesses de rabattement de la nappe à mi-distance entre deux drains, pour différents écartements de drains, ont été prédites à l'aide du modèle de van Genuchten (1980), lequel a été résolu par la méthode des éléments finis (Hydrus 3D, PC-Progress, CZE). Les résultats révèlent, d'une part, que les drains d'un des deux champs à l'étude sont partiellement obstrués ou colmatés. Le second champ, quand à lui, comporte des zones de sol présentant de fortes restrictions à l'écoulement pouvant conduire à la formation de nappes perchées. En présence de telles nappes, la régie d'irrigation doit être ajustée pour tenir compte de la diminution de la tension de l'eau dans la zone des racines. En l'absence de nappe perchée, la tension de l'eau dans le sol est reliée à la profondeur de la nappe. Il est alors possible de concevoir des systèmes de drainage permettant de contrôler la nappe afin de ramener la tension dans la zone d'enracinement à l'intérieur de la gamme optimale pour la croissance des plants. Les simulations de rabattements de nappe ont révélé que, suite à une précipitation de 12 mm, lorsque la nappe est initialement à 0,60 m sous la surface, deux drains suffisent à rabattre la nappe à une profondeur adéquate en moins de deux jours. Toutefois, lorsque la nappe débute à la surface, le passage de deux à quatre puis six drains réduit significativement la période de rabattement, passant de 77 à 54 et 49 h, respectivement. À la lumière de ces résultats, il s'avérerait pertinent d'installer un minimum de quatre drains par champ. Cela réduirait les problèmes de trop forte humidité en périodes d'importantes précipitations et offrirait une sécurité dans l'éventualité où certains drains s'obstrueraient. Ces résultats sont préliminaires. Des analyses supplémentaires seront faites, notamment pour évaluer le temps maximal à l'intérieur duquel la nappe doit être rabattue à 0,50 m sous la surface sans affecter les rendements.

Liste des références

Bonin, S. 2009. Régie agroenvironnementale de l'irrigation dans la production de canneberges (*Vaccinium macrocarpon* ait.). Mémoire. Université Laval.

Variabilité spatiale de la capacité de fixation du phosphore des sols agricoles dans trois parcelles agricoles du bassin versant du Bras d'Henri, Chaudières-Appalaches (Québec)

MATHIEU Y.A. QUENUM^{1,2}, MICHEL. C. NOLIN¹, DANIEL CLUIS² ET MONIQUE BERNIER²

¹AAC, Laboratoires de pédologie et d'agriculture de précision, Québec, QC;

²INRS-ETE, Québec, QC.

mathieu.quenum@agr.gc.ca

Mots clés : Capacité de fixation du phosphore, conductivité électrique, télédétection, géostatistique.

L'application modulée des intrants est une composante majeure de l'agriculture de précision. Cette approche passe par une connaissance précise de la variabilité spatiale des propriétés de sol utilisées dans les recommandations à l'aide des géostatistiques. La capacité de fixation du phosphore (CFP) par les sols est une propriété importante à considérer dans la gestion durable et précise des intrants à base de phosphore provenant du fumier, du lisier et des engrais minéraux. Les objectifs de cette communication sont de 1) caractériser la variabilité spatiale de quatre indicateurs de la CFP dans trois parcelles agricoles contiguës du bassin versant du Bras d'Henri et 2) comparer l'efficacité en termes d'erreur de prédiction de différentes stratégies d'interpolation spatiale par krigeage ou co-krigeage à l'aide de variables auxiliaires.

Les champs à l'étude ont fait l'objet d'une cartographie très détaillée des sols à l'échelle de 1:10.000 avec description de profils pédologiques (1m) et d'un échantillonnage intensif de la couche de surface (0-20 cm) à l'aide d'une grille non alignée (30m x 30m, n=164). Les échantillons ont été séchés et analysés pour mesurer leurs teneurs en Al et Fe extraits au Mehlich-3 (AlM3 et FeM3) et à l'oxalate d'ammonium (Alox et Feox) ainsi que l'indice de sorption du phosphore (PSI). Les quatre indicateurs de la CFP étudiés sont : AlM3, AlM3+FeM3, Alox+Feox et PSI. Les variables auxiliaires utilisées pour l'interpolation sont la conductivité électrique apparente (CEA) du sol mesurée en mode continu avec le VERIS 3100 à une profondeur de 0-30 et 0-100 cm et avec le Geonics EM 38 à une profondeur de 0-130 cm, un modèle numérique d'élévation (MNE) réalisé à l'aide d'un système de positionnement par satellite RTK (*Real Time Kinematic*) Trimble 5800, trois bandes (vert, rouge et proche infrarouge) extraites de deux images ASTER (15m x 15m), trois bandes (vert, rouge et proche infrarouge) extraites d'images multispectrales aéroportées (1m x 1m), quatre bandes (bleu, vert, rouge et proche infrarouge) extraites d'une image IKONOS (4m x 4m) ainsi que l'indice spectral de végétation ajusté aux sols (SAVI) dérivé de cette image. Ces images ont été intégrées aux couches d'information sur les sols dans le système d'information géographique développé avec ArcGIS 9.2 d'ESRI et de réaliser les analyses géostatistiques et les interpolations spatiales à l'aide du module *Geostatistical Analyst*.

Les résultats montrent que AlM3 est l'indicateur de la CFP qui présente les structures spatiales les mieux définies (ratio C/Co+C le plus élevé). Toutefois, tous les indicateurs étudiés présentent des structures spatiales permettant de réaliser une cartographie numérique de la CFP à la l'échelle de la parcelle par interpolation spatiale (krigeage). L'utilisation de variables auxiliaires permet généralement de réduire l'erreur de prédiction. C'est la CEA mesurée avec le Geonics EM38 qui donne la plus faible erreur de prédiction. Cependant, celle-ci demeure relativement élevée (215 mg kg⁻¹ pour AlM3, ce qui représente près d'une demie-classe) malgré la densité d'échantillonnage élevée utilisée (11 échantillons par ha). Ceci compromet l'efficacité d'une gestion modulée sur une base continue des intrants à base de P. La gestion des intrants par zones d'aménagement intraparcellaires, définies à l'aide de variables auxiliaires, peut s'avérer une alternative entre la gestion continue et uniforme des intrants.

Étude agropédologique de la ferme expérimentale de Saint-Bruno : Minéralisation de l'azote organique et indices de saturation en phosphore

MICHAËL LEBLANC^{1,2}, LÉON-ÉTIENNE PARENT¹ ET GILLES GAGNÉ²

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Pavillon Paul-Comtois, Université Laval, Québec, QC, G1K 7P4;

² Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 2700, rue Einstein, Québec, QC, G1P 3W8
michael.leblanc.1@ulaval.ca

Mots clés: cartographie, pédologie, fertilité, minéralisation azote organique, saturation phosphore

L'IRDA désire implanter une plate-forme de R&D et de transfert en agriculture biologique à la ferme expérimentale de Saint-Bruno-de-Montarville. En faisant appel à des expertises en pédologie et en fertilité, ce projet visait à réaliser la caractérisation de la qualité et de la fertilité des sols afin d'aider à la planification des activités de recherche, principalement en production végétale biologique. Le territoire de la ferme compte 110 ha cultivables et la prospection et la cartographie pédologique effectuées à l'échelle 1:5000 ont permis la distinction de 9 séries de sol et de 18 unités cartographiques, témoignant de la diversité des sols de la ferme. Un profil de chacune des séries a fait l'objet d'une description et d'un échantillonnage par horizon à des fins d'analyses. Le pouvoir de minéralisation de l'azote organique de 11 types de sols de surface (minéraux, humifères et organiques), représentant 94 % de la superficie cultivable, a été évalué à partir d'une incubation en aérobie à 30°C sur une période de 100 jours. Selon une cinétique d'ordre nul, les taux de minéralisation ont varié de 1.21 à 2.80 kg N ha⁻¹ j⁻¹. Ces taux furent principalement corrélés à la teneur en MO ($r = 0.91$, $P < 0.01$) et à l'activité de l'uréase ($r = 0.77$, $P < 0.01$). Les sols de surface des séries Verchères (organique) et Laplaine (argile humifère) ont démontré les plus hauts taux de minéralisation et ceux des séries Massueville (loam sableux) et Du Jour (loam argileux) les plus faibles. Les sols de surface des délimitations cartographiques ont été échantillonnés par transect ou par échantillons composites (petites superficies) pour une caractérisation physico-chimique (total de 71 échantillons). Les indices de saturation en phosphore (ISP)_{MIII} des modèles de Pellerin et al. (2006) en sols minéraux et de Guérin et al. (2007) en sols organiques ont été mis en relation avec l'indice de désorption du P (P extrait à l'eau). Ces modèles ont démontré que les sols de surface de la ferme ont une faible saturation en phosphore. En sols humifères, le niveau de saturation en phosphore a été évalué par les deux modèles. L'intégration des indices de qualité à un SIG a permis la réalisation de cartes thématiques (p. ex. minéralisation de l'azote organique, saturation en phosphore). La caractérisation détaillée des propriétés physico-chimiques et biologiques des sols contribuera à orienter la gestion et la planification des futures activités de R&D de la ferme.

Liste des références

- Guérin, J., Parent, L.E., et Abdelhafid, R. 2007. Agri-environmental thresholds using Mehlich III soil phosphorus saturation index for vegetables in histosols. *J. Environ. Qual.* **36**: 975-982.
- Pellerin, A., Parent, L.E., Fortin, J., Tremblay, C., Khiari, L., et Giroux, M. 2006. Environmental Mehlich-III soil phosphorus saturation indices for Quebec acid to near neutral mineral soils varying in texture and genesis. *Can. J. Soil Sci.* **86**: 711-723.

La présence dans les sols organiques d'une couche de terre coprogène (Oco) peu profonde : défi pour l'agriculture et le système canadien de classification des sols.

LUC LAMONTAGNE¹, DANIEL SAURETTE² ET ANDRÉ MARTIN¹

¹Laboratoires de pédologie et d'agriculture de précision, SNITE, AAC, Québec, QC;

²Jacques Whitford AXYS Ltd, Winnipeg, MN

luc.lamontagne@agr.gc.ca

Mots clés : sols organiques, couche limnique, terre coprogène, horizon Oco, classification des sols, propriétés physiques.

Au Canada, les sols organiques occupent environ 11 % de la superficie terrestre, alors qu'au Québec ils couvrent 111 703 km², soit 9% du territoire. Dans la plaine du Saint-Laurent, il y a 169 000 ha localement utilisés pour les productions industrielles (i.e. tourbe) et agricoles. Au sud-ouest de la plaine de Montréal, un secteur dénommé « Les Jardins du Québec » recèle plusieurs milliers d'hectares de sols organiques ayant un rôle économique important dans la production maraîchère grâce aux conditions climatiques régionales et à leur grande fertilité. Au cours d'un inventaire des sols du comté de Napierville, l'observation de profils de sols organiques a démontré la présence extensive d'une épaisse (= 25 cm) et peu profonde (< 1 m) couche de matériaux limniques. La nature de cette couche limnique est de la terre coprogène (horizon Oco) aussi appelé « gyttja ». Elle est riche en éléments nutritifs, constituée surtout de débris de plancton, de plantes et d'animaux aquatiques et de vase qui se sont déposés dans l'eau en couches lamellaires. Sa morphologie est de texture fine, plastique et souvent gélatineuse lorsqu'elle est humide. Le déboisement et le drainage des terres organiques ont provoqué l'affaissement (1-3 cm/an) de ces sols et favorisé l'érosion éolienne et hydrique. Ces facteurs ont grandement accentué l'émergence des couches limniques peu profondes à la surface des sols. La présence de gyttja pose donc un défi dans deux champs d'expertise de la science des sols : la classification taxonomique des sols organiques et la gestion agricole de ces terres. La philosophie générale du système canadien de classification des sols (SCCS) (GTCS, 2002) est pragmatique; elle vise à organiser les connaissances sur les sols à partir des propriétés morphologiques et physico-chimiques de façon raisonnable et utilisable. Le classement taxonomique des sols de l'ordre organique est basé sur la nature du matériau dominant l'étage intermédiaire (40-120 cm) de la coupe témoin (160 cm). De nombreux profils de sols organiques ont montré un étage intermédiaire dominé par un horizon Oco reposant sur un substratum terrique. La présence d'un important horizon Oco est faiblement considérée dans le SCCS. Des modifications devraient être apportées au SCCS, soit par l'ajout d'un Grand groupe les « Limnosols » ou en identifiant mieux la présence d'horizon limnique dans certains Sous-groupes (i.e. Humisol limnique terrique) de l'ordre organique. D'un point de vue agronomique, la gestion agricole des sols organiques avec une épaisse couche de terre coprogène près ou en surface est peu documentée. Même s'ils sont riches en nutriments, ces gyttjas présentent des propriétés physiques qui les rendent indésirables pour l'agriculture, qu'ils soient incorporés au sol organique de surface ou directement à l'air libre. Ils craquent en séchant, deviennent durs et relativement inertes. Ces sols organiques avec gyttja présentent un véritable challenge pour le pédologue et l'agronome.

Liste des références :

Groupe de travail sur la classification des sols (GTCS). 2002. Système canadien de classification des sols. 3^{ième} édition. Direction générale de la recherche, Ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire du Canada. Publication 1646. Ottawa, ON. 196 pp.

Évaluation de l'impact du travail du sol sur l'érosion hydrique d'un champ agricole à l'aide de la technique isotopique du béryllium-7

MARC DUCHEMIN¹, MONCEF BENMANSOUR², MYLÈNE VALLÉE^{1,3}, ASMAE NOUIRA², CAROLINE LANDRY¹, MAXIME BRIEN³ ET JEAN-PIERRE HIVON⁴

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

² Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN), Rabat - Maroc ;

³ Fédération de l'UPA de la Mauricie, Trois-Rivières, QC; ⁴ Groupe Envir-Eau-Sol inc., Yamachiche, QC

marc.duchemin@irda.qc.ca

Mots clés: érosion hydrique, travail du sol, conservation, technique isotopique, béryllium-7

Les recherches effectuées en conservation des sols et des eaux démontrent que l'agriculture intensive est en partie responsable de la dégradation de la qualité des eaux par l'apport de contaminants potentiels (N, P, pesticides) associés aux sédiments provenant de terres agricoles vulnérables à l'érosion hydrique. Au Québec, peu de mesures d'érosion hydrique ont été effectuées durant la saison automne-printemps, période critique où le sol est souvent laissé sans couverture végétale suite aux différentes pratiques culturales. Ce projet pilote, d'une durée de trois ans (2007-2010), vise à mesurer, pour différents types de travail de sol, le taux d'érosion d'un champ agricole de Saint-Barnabé Nord (Mauricie) en rotation soya-avoine-maïs durant la saison automne-printemps (novembre à avril). Le recours à la technique isotopique du béryllium-7 (⁷Be) pour le traçage des sédiments érodés a été envisagé pour évaluer l'impact à court terme de différentes pratiques culturales (labour conventionnel, semis direct, travail réduit) sur l'érosion hydrique durant la saison «non agricole». Les résultats obtenus pour l'année 2007-2008 ont montré que les activités en ⁷Be (Bq m⁻²) mesurées sur les sols provenant de la parcelle en semis direct présentaient une valeur moyenne plus près de l'activité moyenne des sols prélevés au site témoin (non érodé), comparativement à celles mesurées sur les sols provenant de la parcelle en travail conventionnel, témoignant ainsi d'une perte moins élevée de sédiments sur les sols soumis au semis direct. Les taux d'érosion (t ha⁻¹) estimés à partir des modèles de conversion ⁷Be-érosion indiquent que le semis direct sur culture de soya, comparativement au travail conventionnel, aurait permis de diminuer considérablement l'érosion hydrique entre les travaux du sol effectués à l'automne et au printemps : les pratiques de conservation en semis direct et en travail réduit (chisel) auraient réduit, respectivement, de 84% et 10% les taux d'érosion hydrique, par comparaison avec le travail conventionnel. La présence d'une couverture végétale au sol suite au labour d'automne (ex : résidus) a ralenti le ruissellement et favorisé le captage des sédiments sur les parcelles en semis direct et en travail réduit (chisel), diminuant ainsi l'apport de polluants vers le réseau hydrographique. Les différentes sources d'incertitudes et d'erreurs associées à cette méthode d'estimation de l'érosion hydrique sont présentées et discutées.

Cartographie de la texture de surface des sols de la Montérégie à l'aide d'images IKONOS et de la banque de données des profils de sol

MICHEL C. NOLIN¹, SIMON PERREAULT², MOHAMED ABOU NIANG¹, MICHEL BRETON³
ET LUCIE GRENON¹

¹ AAC, Laboratoires de pédologie et d'agriculture et de précision, Sainte-Foy, QC;

² Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC;

³ Université du Québec à Montréal (UQÀM), Montréal, QC

michel.nolin@agr.gc.ca

Mots clés: texture de surface, IKONOS, cartographie numérique des sols, télédétection.

Les méthodes traditionnelles de cartographie et de suivi de la qualité des sols sont longues et coûteuses. La télédétection réalisée à partir d'images satellitaires, comme les images multispectrales à haute résolution spatiale (4m x 4m) du capteur IKONOS, propose une méthode alternative pour la mise à jour et à niveau des cartes de sol. L'objectif de cette étude est d'évaluer le potentiel des images IKONOS pour la cartographie de la texture de surface des sols de la Montérégie. Un secteur du comté de Rouville, en Montérégie, dont les sols ont été cartographiés à une échelle de 1 : 20 000 (Grenon et al. 1999) est couvert par des images IKONOS acquises le 20 mai 2001. Ces images ont été corrigées géométriquement avec le module OrthoEngine de PCI à partir des informations de la base nationale de données topographiques du Canada et corrigées radiométriquement à l'aide du module ATCOR2 de PCI et des informations fournies avec les images et des données météorologiques de l'aéroport de Saint-Hubert. En plus de normaliser les réflectances, ce module a également permis de définir des masques pour les zones de nuages. À partir des quatre bandes spectrales disponibles avec le capteur IKONOS (*i.e.* bleu, vert, rouge et proche infrarouge), quatre indices spectraux jugés utiles à la cartographie des sols ont été calculés, soit l'indice de brillance, l'indice de coloration, l'indice de rougeur et l'indice de végétation ajusté aux sols (SAVI). La première étape a consisté à classifier chaque image en quatre types d'utilisation des terres (TUT), soit les sols nus (N); les prairies (P), les forêts (F) et les autres types d'utilisation (O), afin de développer des modèles de classification des sols spécifiques à chaque TUT. Une classification supervisée basée sur l'algorithme du maximum de vraisemblance a été utilisée à cette fin (précision : 88 à 95%). Dans un premier temps, seul les sols nus (N) ont été étudiés. Les zones d'entraînement ont été sélectionnées à partir de polygones représentatifs (unités simples) de la carte des sols de Rouville (méthode #1) ainsi qu'à partir de profils de sol de la base de données de la Montérégie (méthode #2). Enfin, des modèles de prédiction (méthode #3 : régression) du contenu en sable et en argile ont aussi été développés à partir de l'analyse de 88 échantillons de sol (0-20 cm) prélevés dans ce secteur. L'étude montre l'intérêt d'utiliser toutes les bandes spectrales ou les indices spectraux calculés pour améliorer la précision des modèles de classification de la texture. Les précisions atteintes sont de l'ordre de 40-50% mais s'élèvent à 75-85% si on tolère une erreur de plus ou moins une classe, précision obtenue à partir des méthodes de prospection pédologique traditionnelles (Nolin et Lamontagne 1991). La méthode #2 n'améliore pas significativement la précision de la classification supervisée; une approche par interpolation spatiale pourrait en tirer profit (à vérifier). La cartographie numérique du contenu (%) en sable et argile à partir des images IKONOS (méthode #3) a donné des résultats prometteurs pour le développement futur de cette approche à différentes échelles, comme la réalisation des futures cartes numériques des propriétés des sols du monde (*GlobalSoilMap.net*).

Liste des références

Grenon, L. Cossette, J.M., Deschênes, M. et Lamontagne, L. 1999. Étude pédologique du comté de Rouville. AAC. 263 p.

Nolin, M.C. et Lamontagne, L. 1991. Fiabilité d'une étude pédologique détaillée réalisée en terrain plat. Can. J. Soil Sci. 71: 339-353.

Classification du drainage des sols par analyse discriminante et par arbre de décision avec les données RADARSAT-1 et ASTER: cas du bassin versant du Bras-d'Henri

MOHAMED A. NIANG, MICHEL C. NOLIN ET ISABELLE PERON

AAC, Laboratoires de pédologie et d'agriculture de précision, Québec QC G1W 2L4
niangma@agr.gc.ca

Mots clés : Drainage du sol, RADARSAT-1, ASTER, analyse discriminante, arbre de décision.

Le drainage est l'une des propriétés du sol les plus importantes à prendre en considération pour assurer une gestion durable et efficace de la production agricole ainsi que le contrôle de la pollution environnementale. Deux techniques de classification supervisée (analyse discriminante et arbre de décision), basées sur de l'information recueillie sur 1612 profils de sol dans le bassin versant du Bras d'Henri sont évaluées dans cette étude.

L'approche adoptée consiste, dans un premier temps, à classifier le type d'utilisation du sol à partir d'une image optique ASTER acquise au printemps 2005. Une classification de type supervisée basée sur la technique du maximum de vraisemblance a été appliquée sur cette image. Par la suite, pour chaque type d'utilisation du sol identifié (*i.e.* sols nus, prairies et pâturages, forêts, terres humides, autres utilisations), les réponses du signal radar extraites des cinq images RADARSAT-1 acquises au printemps 2005 ainsi que trois indices de végétation dérivés de l'image ASTER ont été utilisés pour construire les deux modèles de classification du drainage des sols.

Pour chaque type d'utilisation du sol, la procédure de sélection pas à pas, en mode itératif ascendant, a été appliquée sur les huit variables auxiliaires définies précédemment pour choisir celles qui ont une contribution significative dans la discrimination des classes de drainage des sols. L'application des modèles de classification a permis de générer des fonctions de classification correspondantes aux différents types d'utilisation du sol identifiés. Ces fonctions ont été appliquées sur leurs masques respectifs. Tous les résultats de classification ont par la suite été fusionnés afin d'obtenir la carte de drainage du sol pour l'ensemble du bassin versant pour chacune des deux techniques de classification.

Afin d'évaluer la concordance des deux méthodes de classification par rapport à la méthode de cartographie traditionnelle du drainage du sol (échelle de 1 : 40 000), une comparaison des résultats de classification a été réalisée par étude de la similarité (S = distance euclidienne après standardisation) des probabilités d'occurrence des différentes classes de drainage du sol dans les polygones de sol délimités par les pédologues.

L'association entre la carte traditionnelle du drainage proposée par les experts et celle dérivée de la classification par arbre de décision a montré que près de 45% de la superficie du territoire étudié, soit environ 101 km², montre une similarité élevée ($S \geq 0.9$) alors que seulement 1,4% de la superficie du bassin, soit 3 km², présente une faible similarité ($S < 0.3$) avec la carte traditionnelle. L'analyse discriminante a donné une performance moindre avec seulement 8 km² présentant une similarité élevée ($S \geq 0.9$) bien qu'une grande partie du territoire (109 km²) présente une similarité moyenne à élevée ($0.6 \leq S < 0.9$).

Ces résultats montrent la pertinence de l'utilisation combinée des capteurs radar et optiques dans la classification et la cartographie du drainage des sols. Les prochaines recherches consisteront à évaluer l'efficacité des données polarimétriques du capteur RADARSAT-2 en utilisant cette approche.

AFFICHES

RÉSUMÉS

(par ordre du numéro d’affiche)

Prédiction par spectroscopie dans le proche infrarouge de certains éléments du sol extraits par la méthode Mehlich 3

NOURA ZIADI¹, CARGÈLE NDUWAMUNGU¹, LÉON-ÉTIENNE PARENT² ET GAËTAN F. TREMBLAY¹

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec, QC, Canada;

²Université Laval, département des sols et de génie agroalimentaire, Québec, QC

NOURA.ZIADI@AGR.GC.CA

Mots clés: Analyse des sols, Méthode Mehlich 3, SPIR, calibration

Plusieurs méthodes d'analyse de sol ont été développées pour prédire, entre autres, les éléments nutritifs disponibles aux plantes. La majorité de ces méthodes utilisent des extractifs chimiques. L'utilisation de la spectroscopie dans le proche infrarouge (SPIR) pour prédire la composition chimique des sols est de plus en plus considérée comme une méthode à privilégier après un échantillonnage intensif et comme une technique économique et durable du point de vue environnemental (Dunn et al. 2002, Nduwamungu et al. 2009a). La présente étude visait à évaluer le potentiel de la SPIR pour prédire les éléments du sol extraits par la méthode Mehlich 3, soit la méthode d'extraction de référence au Québec. Des échantillons de sols ($n = 150$) ont été prélevés sur un site de 15 ha à Saint-Marc-sur-Richelieu (Québec) dominé par des sols de type Humaquept, Endoaquept et Dystrochrept. Ces échantillons ont été séchés à l'air libre et tamisés à l'aide d'un tamis de 2 mm. Les échantillons ont été ensuite scannés en utilisant la SPIR (Foss NIRSystems, model 6500, Silver Spring, MD) et une cellule rectangulaire (~ 25 mL). Les modèles de prédiction ont été développés à l'aide de la régression par la méthode des moindres carrés partiels modifiée. Trois statistiques d'étalonnage ont été utilisées pour évaluer l'exactitude des modèles de prédiction: le coefficient de détermination (R^2), le ratio de déviation de la performance (RPD) et le ratio de l'étendue de l'erreur (RER). Des étalonnages fiables ont été obtenus pour le Ca, Cu et Mg ($R^2 = 0,7$, RPD = 1,75 et RER = 8). Des étalonnages moins fiables ont été obtenus pour Al, Fe, K, Mn, P et Zn ($R^2 < 0,7$, RPD < 1,75 et RER < 8), dont les pires étaient observés pour P et Zn (R^2 non significatif). Les modèles de prédiction obtenus pour Ca, Cu, et Mg pourraient être utilisés dans des situations où les exigences de précision sont relativement élevées, et ceux d'Al, Fe, K, et Mn là où les exigences de précision sont moins élevées (Nduwamungu et al. 2009b). Ces modèles de prédiction de certains éléments du sol, extraits par la méthode Mehlich 3, par SPIR devront être validés en utilisant un grand nombre d'échantillons provenant d'un espace géographique plus grand que celui de la présente étude.

Liste des références

Dunn, B. W., Beecher, H. G., Batten, G. D. et Ciavarella, S. 2002. The potential of near-infrared reflectance spectroscopy for soil analysis – a case study from the Riverine plain of south-eastern Australia. *Aust. J. Exp. Agric.* 42: 607–614.

Nduwamungu, C., Ziadi, N., Tremblay, G. F. et Parent, L.-E. 2009a. Near-infrared reflectance spectroscopy prediction of soil properties: Effects of sample cups and preparation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (sous presse).

Nduwamungu, C., Ziadi, N., Parent, L.-E. et Tremblay, G. F. 2009b. Mehlich 3 extractable nutrients as determined by near-infrared reflectance spectroscopy. *Can. J. Soil Sci.* (Sous presse).

Détermination de la chlortétracycline dans quelques fumiers de ferme par spectroscopie FT-NIR

ÉLIZABETH PARENT, ANTOINE KARAM ET LÉON-ÉTIENNE PARENT

ÉRSAM, Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, G1V 06A
eliparent@yahoo.com

Mots clés: antibiotique, contamination, spectromètre proche infrarouge.

Les hormones et les antibiotiques prescrits aux animaux de ferme peuvent contaminer les sols agricoles et parfois les plantes via le fumier. Afin de déterminer la concentration d'antibiotiques présents dans le fumier de ferme, l'usage d'une méthode fiable, rapide et peu coûteuse doit être mise sur pied. La littérature se base principalement sur les techniques chromatographiques. La faisabilité par spectroscopie FT-NIR (Fourier transform-near infrared) dans le but de détecter la chlortétracycline provenant de divers types de fumiers de ferme, dans l'ordre du ppm, a été investiguée. La chlortétracycline est un antibiotique à large spectre donné aux porcs et aussi aux bovins dans la province de Québec. Différentes concentrations de chlortétracycline (1,4 à 75 mg/L) ont été ajoutées à des échantillons de fumiers, préalablement lyophilisés et broyés à 1 mm. Les échantillons de fumiers enrichis ont été scannés au moyen d'un spectrophotomètre FT-NIR. Des régions spécifiques ont été sélectionnées et un modèle de régression PLS (Partial Least Square) a été utilisé pour la prédiction des données. Les indices de précision officiels R^2 , RPD et RER ont pu interpréter les résultats; le FT-NIR est utile pour la plupart des applications et son filtrage est satisfaisant.

Caractérisation chimique et relation entre les fractions labiles du phosphore et l'indice de saturation en phosphore de quarante sols de texture grossière du Québec

MARIE-HÉLÈNE LAMONTAGNE, LÉON-ÉTIENNE PARENT ET ANTOINE KARAM

ERSAM, Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval
marie-helene.lamontagne@fsaa.ulaval.ca

Mots clés: phosphore, saturation, fractionnement.

Les apports de phosphore (P) au sol proviennent des résidus végétaux et des engrais organiques et minéraux utilisés en agriculture. Les pertes de P par ruissellement et lessivage vers les eaux de surface peuvent entraîner l'eutrophisation des plans d'eau. La concentration de P total dans certaines rivières du Québec est de deux à six fois plus élevée que le seuil d'eutrophisation fixé à 0,030 mg P total par litre (MEQ, 2005). Il est donc important de comprendre le processus de transformation du P dans les sols et l'implication de chacune des fractions dans l'équilibre biogéochimique afin de les relier au risque environnemental. Les fractions de P labile fournissent le P disponible pour la croissance des plantes mais contribuent au risque environnemental, d'où l'importance de dresser le patron de distribution de ces fractions. L'objectif principal de la présente recherche est de déterminer les valeurs critiques d'accumulation des fractions labiles du P dans les sols minéraux de texture grossière. Pour ce faire, quarante sols ont été sélectionnés dans les classes texturales grossières suivantes : sable, sable loameux et loam sableux. Les échantillons ont été caractérisés par les analyses suivantes : Mehlich-3, pyrophosphate de sodium, oxalate acide d'ammonium et Sissinigh. Les valeurs de $(P/Al)_{M3}$ varient entre 0,8 et 28,4 %, celles de DSP_{ox} varient entre 5,1 et 35,7 % et les valeurs de P à l'eau varient entre 0,0 et 11,6 mg L⁻¹. Des relations significatives ont été obtenues entre le P_{eau} et le $(P/Al)_{M3}$ ($R^2 = 0,79^{***}$) et entre le $(P/Al)_{M3}$ et le DSP_{ox} ($r^2 = 0,88^{***}$). Le fractionnement a été effectué selon la méthode modifiée de Hedley et al. (1982a) (Tiessen et Moir, 2007), soit les fractions extraites à la résine, au NaHCO₃ et au NaOH. La répartition du P dans chaque sol fut reliée au risque environnemental ($(P/Al)_{M3}$, P à l'eau et DSP_{ox}). Les données ont été traitées par analyse compositionnelle des fractions labiles de P et complétées par la méthode de la distance simplicielle (Parent et al., 2009) dont les valeurs ont été reliées au risque environnemental. Les valeurs critiques obtenues varient de 14,88 % à 15,99% avec des coefficients de détermination significatifs ($r^2 = 0,39^{***}$ à $0,71^{***}$) selon le modèle utilisé. Cette relation montre que le seuil environnemental $(P/Al)_{M3}$ de 0,15 établi antérieurement par Khiari et al. (2000) sépare une tendance linéaire d'un plateau dans le patron de distribution des formes labiles de P dans les sols à l'étude.

Liste des références

- Ministère de l'Environnement du Québec. 2005.** Capacité de support des activités agricoles par les rivières : le cas du phosphore total. Direction des politiques en milieu terrestre, Ministère de l'Environnement du Québec, Québec, Qc. 36p.
- Tiessen, H. and Moir, J.O. 2007.** Characterization of available P by sequential extraction. Pages. 293-306. in Carter, M.R. and Gregorich, E.G., eds. Soil sampling and methods of analysis. 2nd Ed., Can. Soil Sci. Soc. and Lewis Publ., Boca Raton, Florida.
- Parent, L-E., Bolinder, M.A. and Gallichand, J. 2009.** Contribution of Régis R. Simard to phosphorus research in agroecosystems and future prospects. Can. J. Soil Sci. **89**: 145-155.
- Khiari, L., Parent, L.E., Pellerin, A., Alimi, A.R.A., Tremblay, C. and Fortin, J. 2000.** An agri-environmental phosphorus saturation index for acid coarse-textured soils. J. Environ. Qual. **29**: 1561-1567 [errata: 29: 2052].

Une approche mécaniste pour caractériser les ions phosphate diffusible des sols cultivés

AIMÉ J. MESSIGA^{1,2}, NOURA ZIADI¹, LÉON E. PARENT² ET CHRISTIAN MOREL³

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2560 Boul. Hochelaga, Québec, G1V 2J3;

²Département des Sols et Génie Agroalimentaire, Université Laval, Québec, G1K 7P4;

³Institut National de la Recherche Agronomique, 1220 UMR TCEM, BP 81, 33883 Villenave d'Ornon cedex, Bordeaux, France

aimejean.messiga@agr.gc.ca

Mots clés: cycle biogéochimique de P, dilution isotopique au ³²P, fonction cinétique de freundlich.

Deux formes importantes contrôlent le P biodisponible du sol, les ions phosphate dissous de la solution (*Pi*) et les ions phosphate diffusible (*Pr*) de la phase solide. La diffusion moléculaire est le mécanisme par lequel les *Pr* sont transférés dans la solution sous l'effet d'un gradient de concentration qui est créé à l'interface solide - solution du sol (Morel 2002). Notre objectif est de présenter une approche mécaniste qui permet de caractériser la quantité brute des *Pr* présents sur la phase solide. Une suspension de sol (rapport sol:solution (1:10)) dans laquelle l'activité microbienne a été préalablement inhibée est agitée pendant 16 heures pour obtenir un état stationnaire pour lequel les flux opposés de sorption et de désorption des ions phosphates entre la solution et la phase solide sont égaux et opposés. On marque les ions phosphate de la suspension avec une quantité *R* d'ions radioactifs ³²P et on mesure la radioactivité *r* restant en solution après des pas de temps très court (4, 40 et 400 min). On déduit du principe de la dilution isotopique, pour chaque durée (*t*, min), la quantité brute de *Pr* par la

formule : $Pr = 10 \times C_p \frac{R-r}{r}$ (avec *C_p* (mg P L⁻¹), la concentration de *Pi* dans la solution). Les valeurs

expérimentales de *Pr* ainsi obtenues sont ensuite décrites en fonction de *C_p* et *t* à partir d'une équation mathématique de la forme : $Pr = v C_p^w t^p$ (*Pr* < P minéral); Avec *v*, la valeur de *Pr* au temps *t* = 1 min pour une concentration de *C_p* = 1 mg P L⁻¹; *w* décrit l'augmentation non linéaire de *Pr* avec *C_p* et *p* l'augmentation non linéaire de *Pr* avec *t*. L'expression de *Pr* à l'aide d'une fonction cinétique de Freundlich sur des pas de temps court reste valide pour la prédiction de la quantité d'ions phosphate diffusible sur des pas de temps plus longs, allant jusqu'à l'année et ce à partir du paramètre *C_p* qui est d'obtention facile (Fardeau 1993). De récentes études ont permis de tester la validité et la robustesse de la fonction cinétique pour des écosystèmes variés en France (Stroia et al. 2007) et de calculer les valeurs prises par d'autres grandeurs périphériques directement associées et déduites du transfert à l'interface solide - solution. Cette approche mécaniste est en cours d'études au Québec sur une rotation maïs-soya mise en place depuis 1992.

Liste des références

Fardeau, J.-C. 1993. Le phosphore biodisponible du sol. Un système pluricompartimental à structure mamellaire *Agronomie* **1**: 1-13.

Morel, C. 2002. Caractérisation de la phytodisponibilité du Phosphore du sol par la modélisation du transfert des ions phosphates entre le sol et la solution. Mémoire d'HDR INPL Nancy, 80 p.

Stroia, C., Morel, C. et Jouany, C. 2007. Dynamics of diffusive soil phosphorus in two grassland experiments determined both in field and laboratory conditions. *Agric. Ecosyst. Environ.* **119**: 60–74.

Modèles de prédiction de l'évolution des indicateurs de fertilité phosphatée à l'application des engrais : La capacité de rétention du phosphore par les sols organiques du Québec

DALEL ABDI, LOTFI KHIARI ET ANTOINE KARAM

Département des sols et de GAA, FSAA, Université Laval. Pavillon P.Comtois. 2425, rue de l'agriculture, Québec (Québec) G1V 0A6

dalel.abdi.1@ulaval.ca

Mots clés: Sorption de P, saturation en P, sols organiques

L'agriculture intensive s'est accompagnée par des applications massives d'engrais phosphatés minéraux ou organiques. Ainsi, les sols agricoles montrent de plus en plus des teneurs élevées de phosphore soluble et particulaire, deux formes fortement corrélées au risque d'eutrophisation des eaux de surface. Cette accumulation de P et sa facilité de dissiper dans l'environnement sont surtout marquées dans des sols de faible capacité receptrice comme les sols organiques du Québec. Les études sur la dynamique du P dans cette catégorie de sol sont très rares et les indicateurs environnementaux développés au niveau national n'y sont pas applicables. En effet, l'objectif de ce travail de recherche est de prédire une capacité de rétention du P en fonction des critères de caractérisation routinière des sols organiques et d'en déduire des indicateurs de saturation. Pour ce faire, nous avons appliqué cinq doses de 0; 0,45; 0,9; 1,8 et 3,6 mg de P dans 30 g de sol, répétées deux fois sur 25 sols organiques à vocation maraichère choisis selon un gradient de teneur en P_{M3} . En tout, on a incubé 250 boîtes (25 sols x 5 doses x 2 répétitions) pendant 1 an. Après séchage, tamisage et extraction au Mehlich-III puis au $CaCl_2$ 0.01 M, on a étudié les courbes de sorption de P en fonction du P ajouté pour déduire un taux de sorption de P par sol. Le traitement statistique selon la procédure de régression multiple pas à pas (stepwise), nous a permis d'élaborer cette première équation de pédotransfert:

$$CRPE (\%) = 10^{-3}[39,9P_{M3} + 15,9AL_{M3} + 78,1Fe_{M3}] - 1,1 MO + 0,77 ; \quad R^2 = 0,71$$

Où la CRPE désigne la capacité de rétention par le sol du phosphore provenant de l'engrais exprimé en pourcentage; P_{M3} , Al_{M3} et Fe_{M3} représentent respectivement le phosphore, l'aluminium et le fer extraits selon la méthode Mehlich-III et exprimés en mg/kg. Et MO représente la teneur en matière organique exprimée en %. Cette capacité réceptrice en P des sols organiques pourrait servir comme dénominateur des indices de saturation des sols en P et pourrait faire aussi l'objet de classification et de cartographie des risques de pollution diffuse de P drainé par les sols organiques du Québec.

Fertilisation en phosphore et en potassium du soya cultivé sous un climat frais

DENIS PAGEAU¹, JULIE LAJEUNESSE¹, PHILIPPE SEGUIN² ET GILLES TREMBLAY³

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ferme de Recherches, Normandin, Québec, G8M 4K3;

²Department of Plant Science, McGill University – Macdonald Campus, Montréal, Québec, H9X 3V9;

³Centre de recherche sur les grains, CEROM, Beloeil, Québec, Canada J3G 0E2

denis.pageau@agr.gc.ca

Mots clés: soya, phosphore, potassium, fertilisation

La culture du soya (*Glycine max* L.) est importante au Québec principalement dans les régions chaudes du sud de la province. Néanmoins, de nouveaux cultivars hâtifs ont fait leur apparition et il est maintenant possible de cultiver cette légumineuse dans les régions plus froides. Au Québec, pour le soya, il est recommandé d'appliquer jusqu'à 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ et jusqu'à 110 kg ha⁻¹ de K₂O selon les analyses de sol.

Une étude a été entreprise pendant deux années (2007-2008) afin de déterminer les effets d'une fertilisation en P et en K sur la productivité du soya cultivé dans une zone à climat frais. Deux essais ont été effectués à la ferme de recherche Normandin. Dans un premier essai, cinq doses de P (0, 25, 50, 75 et 100 kg P₂O₅ ha⁻¹) ont été évaluées avec deux cultivars (Gaillard et OAC Vision). Pour cet essai, le sol était classé pauvre en P selon les grilles du Québec. Dans un second essai, cinq doses de K (0, 50, 100, 150 et 200 kg de K₂O ha⁻¹) ont été évaluées avec les deux mêmes cultivars. Pour cet essai, le sol était classé riche en K selon les grilles du Québec. Toutes les parcelles ont également reçu une application de 25 kg N ha⁻¹. La fertilisation en P (essai K) et en K (essai P) était ajustée en fonction des analyses de sol et selon le guide de recommandation. Les engrais ont été appliqués à la volée et enfouis avant le semis. Le dispositif expérimental utilisé pour chacun des essais était un dispositif en tiroir avec les cultivars en parcelle principales et la fertilisation en sous-parcelles avec quatre répétitions.

De façon générale, les rendements en grains ont été plus élevés en 2008. La saison de croissance 2008 (2331 UTM) a été plus favorable à la culture du soya comparativement à 2007 (2250 UTM).

Essai Fertilisation en P : Au cours des deux années, l'interaction dose x cultivar n'a pas été significative.

La fertilisation en P n'a pas permis d'accroître de façon significative les rendements en grains. Le prélèvement total en P n'a pas été influencé par la fertilisation en P. En moyenne (2007 - 2008), le soya a prélevé 17,5 kg P ha⁻¹ soit 40 kg P₂O₅ ha⁻¹. Pour cet essai, puisque le sol était classé pauvre en P selon les grilles du Québec, la recommandation aurait été d'appliquer 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Essai Fertilisation en K : Au cours des deux années, l'interaction dose x cultivar n'a pas été significative. La fertilisation en K n'a pas permis d'accroître de façon significative les rendements en grains en 2008. En 2007, une légère baisse significative des rendements en grains a été observée suite aux applications de K₂O. Le prélèvement total en K n'a pas été influencé par la fertilisation en K. En moyenne (2007 - 2008), le soya a prélevé 70 kg K ha⁻¹ soit 84 kg K₂O ha⁻¹. Pour cet essai, le sol était classé riche en K selon les grilles du Québec et la recommandation aurait été d'appliquer aucune fertilisation en K (0 kg ha⁻¹ de K₂O).

L'application de P et de K a peu d'impact sur le rendement en grains et sur le prélèvement en P et K. Ces résultats suggèrent qu'il n'existe aucun avantage à appliquer des quantités importantes de P et de K pour la production du soya cultivé sous climat frais.

Développement d'un indice de nutrition azotée pour le blé panifiable

ANNIE CLAESSENS¹, NOURA ZIADI¹, GILLES BÉLANGER¹, LOUIS LEFEBVRE¹, NICOLAS TREMBLAY², LÉON-ÉTIENNE PARENT³, ATHYNA N. CAMBOURIS¹ ET MICHEL C. NOLIN¹

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Québec, QC;

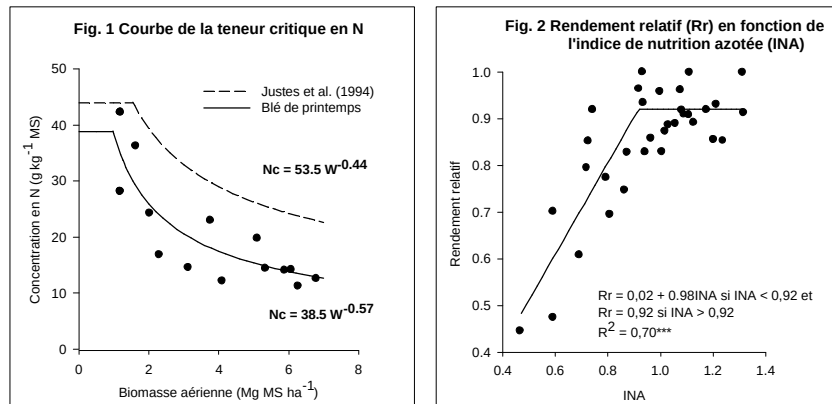
²AAC, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC;

³Université Laval, Québec, QC

annie.claessens@agr.gc.ca

Mots clés: Azote, blé, teneur critique, diagnostic

Les diagnostics basés sur l'analyse chimique des plantes permettent d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de N. La courbe de la teneur critique (Nc) permet de calculer un indice de nutrition azotée (INA = Nmesuré/Nc) et de décrire l'état nutritionnel azoté des cultures (Lemaire et Gastal, 1997). Ce concept a été testé chez le blé d'automne par Justes et al. (1994). Nos objectifs étaient de déterminer si la courbe de la teneur critique en N proposée par Justes et al. [1994; $Nc = 53.5 W^{-0.44}$ avec Nc en g kg⁻¹ MS et W (biomasse aérienne) en Mg ha⁻¹] pour la culture du blé d'automne en France est applicable à la culture du blé de printemps sous les conditions pédoclimatiques du Québec, et d'établir la relation entre l'INA et le rendement relatif. L'étude a été réalisée au Québec à six sites-années (2004 à 2006). Les traitements consistaient en quatre à huit doses de N (0 à 200 kg N ha⁻¹) appliquées à la plantation et à la montaison. Au cours de la saison de croissance, la biomasse aérienne et sa teneur en azote ont été mesurées entre cinq et huit fois. Tous les points expérimentaux obtenus se situaient sous la courbe proposée par Justes et al. (1994) malgré l'utilisation de doses élevées, ce qui suggère que cette dernière n'est pas applicable au blé de printemps cultivé au Québec. Une nouvelle courbe de la teneur critique en azote a donc été établie : $Nc = 38.5 W^{-0.57}$ (Fig.1), laquelle diffère grandement de celle établie par Justes et al. (1994). La bonne relation linéaire plateau entre l'INA et le rendement relatif (Fig. 2) indique que l'INA basé sur la nouvelle courbe de Nc permet de bien différencier les situations déficientes et non-déficientes en azote au cours de la saison de croissance. Cette nouvelle courbe de Nc pourra servir de base à l'établissement du statut nutritif azoté du blé de printemps produit au Québec.



Liste des références

Justes, E., Mary, B., Meynard, J.M., Machet, J.M et Thelier-Huches, L. 1994. Determination of a critical nitrogen dilution curve for winter wheat crops. *Ann. Bot.* **74**: 397-407.

Lemaire, G. et Gastal F. 1997. N uptake and distribution in plant canopies. p. 3-43. In G. Lemaire (ed.) *Diagnosis of the nitrogen status in crops*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany.

Efficacité fertilisante en N et P de la fraction solide de lisier de porc centrifugé dans la pomme de terre.

CHRISTINE P. LANDRY, JULIE MAINGUY ET DANIELE PAGÉ

IRDA, Québec, QC
christine.landry@irda.qc.ca

Mots clés: Traitement de lisier, fraction solide, pomme de terre, efficacité fertilisante.

La séparation des lisiers par centrifugation facilite la gestion des surplus de phosphore (P) établis sur la base des abaques de dépôts maximum. La fraction solide (FS) produite, riche en P, en azote organique (N_o) et en matière organique (MO), pourrait se révéler un amendement fertilisant intéressant pour les cultures exigeantes en P et cultivées en sols sableux. La connaissance de ses propriétés fertilisantes est toutefois requise afin de baliser son utilisation. Un projet de deux ans a donc été établi en 2007 à Deschambault en sol sableux en culture de pommes de terre afin de déterminer le coefficient d'efficacité (CE) du N_{FS} et P_{FS} . Des doses de FS conditionnée (Martin et al. 2006) équivalentes *a priori* à 100, 150 et 200 kg ha⁻¹ pour le N et le P_2O_5 ont été comparées à un témoin minéral (MIN) (150-150-120). À la pleine floraison, les plants fertilisés au N_{FS} montraient une croissance de 17-38 % et des prélèvements en N jusqu'à 35 % supérieurs à ceux du témoin N_{MIN} ($P > 0,001$). Ce développement s'est traduit par des rendements vendables équivalents à celui du témoin N_{MIN} , même à la plus faible dose de N_{FS} . Les prélèvements totaux en N à la récolte confirment l'efficacité fertilisante du N_{FS} , avec un CE de 65,5%, qui se compare avantageusement à ceux des fumiers (CE=55 %) et lisiers (CE=60 %) de bovins et qui dépasse les CE reconnus pour le N_o se situant entre 8-40 % (CRAAQ 2003). Il se rapproche donc de celui du fumier de volaille (CE=75 %) servant à la fabrication d'engrais granulés commerciaux. L'effet bénéfique de la FS sur le potentiel biologique des sols expliquerait en partie cette efficacité. L'apport de FS a fourni de la MO facilement minéralisable qui a stimulé l'activité des microorganismes du sol, tel que l'indique l'augmentation des contenus en C_{eau} et du potentiel de dégagement de CO_2 des sols (2007: $R^2=0,62$, $P > 0,02$; 2008: $R^2=0,64$, $P > 0,04$) suivant les traitements FS. Le potentiel de minéralisation du N y était aussi de 1,2-2,4 fois plus élevé que dans le sol du témoin N_{MIN} , accompagné d'une hausse de l'uréase (2007: $R^2=0,64$, $P > 0,04$; 2008: $R^2=0,71$, $P > 0,006$). Une part importante du N_{FS} semble donc sous forme de N_o facilement minéralisable. Le P_{FS} a aussi été prélevé efficacement par la culture. À la pleine floraison, les plants fertilisés au P_{FS} montraient une forte croissance et des prélèvements représentant 100-150% de ceux du témoin P_{MIN} ($P > 0,001$). Des rendements vendables équivalents ont été atteints avec les deux types de P. Les prélèvements totaux en P à la récolte dans les parcelles P_{FS} , représentant 100-150% de ceux des plants fertilisés en P_{MIN} ($P > 0,001$), ont permis le calcul de CE très positifs, démontrant que le P_{FS} est très disponible. En fait, comme le plateau de production n'a pas été atteint, on ne peut statuer sur un CE exact. Cependant, celui-ci semble de plus de 100 %. Ceci surpasse les CE des fumiers de bovins et de volailles (CE=65 %), de même que celui des lisiers (CE=80 %) (CRAAQ 2003). L'efficacité du P_{FS} ne semble cependant pas liée à une activité biologique accrue des sols, tel que le suggère l'absence de différence entre les sols fertilisés au P_{FS} ou P_{MIN} pour le contenu en C_{eau} , l'activité des phosphatases acide et alcaline, et le potentiel de dégagement de CO_2 du sol, à la floraison. Ceci concorde avec le fait que les doses appliquées apportent peu de MO et que le P_{FS} est majoritairement minéral.

Liste des références

Martin, D.-Y., Léveillé, F., Landry, C. et Carrier, R. 2006. Installation et essais à la ferme d'un système de séparation solide-liquide du lisier de porcs complémenté par la stabilisation et l'entreposage de la fraction solide. Rapport final CORPAQ, juin 2006. 100 pages.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2003. Guide de référence en fertilisation. 1ère ed. CRAAQ, Québec, QC.

Suivi du lessivage des nitrates et des phosphates en sol organique

ÉLIANE BERGERON PIETTE, JEAN CARON, LÉON-ÉTIENNE PARENT ET GUILLAUME THÉROUX-RANCOURT

Département des Sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Sainte-Foy, QC
eliane.bergeron-piette.1@ulaval.ca

Mots clés: irrigation, lessivage, nitrate, phosphate, sol organique.

L'irrigation, la fertilisation excessive et le drainage des sols organiques peuvent causer la dégradation de l'eau de surface et l'eau souterraine (Miller, 1979). L'étude du mouvement de l'eau et de certains éléments fertilisants dans des sols organiques cultivés en maraîchage permet de quantifier les pertes d'éléments fertilisants et d'améliorer la régie d'irrigation des cultures.

Le premier objectif de ce projet consiste à comparer trois méthodes d'estimation du flux d'eau afin d'en déterminer la précision et la pertinence. Pour ce faire, quatre cases lysimétriques ont été installées à la profondeur des drains dans deux champs de laitues romaines en sol organique. Les cases étaient reliées à un sseau d'échantillonnage, qui permettait de recueillir les volumes réels de drainage et de mesurer le flux d'eau à travers la case. La deuxième méthode d'estimation consiste à calculer la demande d'évapotranspiration journalière et à soustraire à cette demande les précipitations reçues au cours de la journée. Le troisième flux d'eau est estimé par bilan hydrique, à partir de calculs de changements de stock en eau et de demande d'évapotranspiration. Le changement de stock était évalué à l'aide de sondes de teneurs en eau insérées à différentes profondeurs dans la case. Par la suite, les flux d'eau estimés par ces trois méthodes sont couplés à des mesures de concentrations de nitrates et de phosphates recueillis à l'aide de lysimètre à succion, afin de déterminer le flux de soluté dans le sol (Hillel, 1998).

Ces quatre méthodes d'estimation des flux d'eau et de soluté ont été évaluées sous quatre régies d'irrigation. Les deux premières régies correspondent à des seuils de potentiels matriciels au niveau des racines (-30 kPa et -50 kPa). La troisième régie consiste à évaluer la demande hebdomadaire d'évapotranspiration, à soustraire de cette demande les précipitations et à combler les déficits par l'irrigation. Un traitement témoin, irrigué par les producteurs sans l'aide des tensiomètres, est également évalué.

À la lumière des premières analyses, la méthode d'estimation des flux d'eau et de soluté par bilan hydrique incluant le changement de stock en eau du sol semble donner des mesures de flux plus proches de celles obtenues par cases lysimétriques que la méthode d'estimation ne nécessitant que des données météorologiques et des calculs d'évapotranspiration. De plus, les analyses réalisées jusqu'à maintenant indiquent un lessivage en profondeur des nitrates. Par contre, l'impact des différentes régies d'irrigation sur les flux d'eau et de solutés n'a pu être évalué, car les précipitations ont été fréquentes au cours de l'été 2008 et les cultures n'ont pas nécessité d'irrigations. Avec ces données et celles qui seront recueillies au cours de l'été 2009, il sera possible d'ajuster la fertilisation et éventuellement l'irrigation, afin de diminuer l'impact environnemental des pratiques agricoles en sols organiques.

Liste des références

Miller, M. H. 1979. Contribution of Nitrogen and Phosphorus to Subsurface Drainage Water from Intensively Cropped Mineral and Organic Soil in Ontario. *J. Environ Qual.* **8**: 42-48
Hillel, D. 1998. *Environmental Soil Physics.* Academic Press, San Diego, California, USA

Dynamique du carbone à la suite du labour d'un sol sous prairie

J. DOUGLAS MACDONALD¹, DENIS A. ANGERS¹, PHILIPPE ROCHETTE¹, MARTIN H. CHANTIGNY¹, ISABELLE ROYER¹ ET MARC-OLIVIER GASSER²

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

² Institut de recherche et développement en agroenvironnement, (IRDA) Québec, Canada, G1P 3W8

doug.macdonald@agr.gc.ca

Mots clés: carbone, séquestration, labour d'inversion complet, fourrage, prairie.

Les sols sous prairie présentent généralement d'importants stocks de C et dans une optique d'atténuation des émissions de CO₂, une attention particulière doit être portée aux pratiques pouvant altérer ce stock de C. À l'automne 2007, deux parcelles de longue durée (30 ans) sous prairie ayant reçu 0 ou 100 m³ ha⁻¹ an⁻¹ de lisier de porc ont été divisées en 32 sous-parcelles. Huit sous-parcelles ont été préservées comme témoin, et vingt-quatre ont été brûlées avec du glyphosate, puis laissées sans travail du sol, labourées (charrue à versoir) à l'automne ou labourées au printemps. Les émissions de CO₂ à la surface du sol et les concentrations de CO₂ et d'O₂ dans le profil du sol (5, 15, 25, 40 cm) ont été mesurées sur une période d'un an suivant le brûlage. Des échantillons de sol ont été prélevés de façon régulière pour suivre les formes du carbone labile (soluble à l'eau à 80°C) dans la phase solide du sol. Les parcelles ont été maintenues sans végétation durant toute la durée de l'étude.

Dans la parcelle fertilisée au lisier de porc, les émissions de CO₂ ont été de 1,5 à 1,7 fois plus élevées dans le traitement non-labouré que dans les traitements labourés. Dans la parcelle non-fertilisée, les mêmes tendances ont été observées avec des émissions de 370 g C-CO₂ m⁻² dans les parcelles non-labourées, contre 269 g C-CO₂ m⁻² dans le traitement labouré à l'automne. Les concentrations de CO₂ dans le profil de sol étaient proportionnelles aux émissions, indiquant que la réduction des émissions suite au labour est due à une diminution de la respiration du sol et non pas à changements dans la diffusion du CO₂ vers la surface du sol. Une analyse de régression multiple indique que, globalement, les émissions provenant des parcelles non labourées sont fortement reliées à la température du sol à la surface (0-10 cm) ($R^2 = 0,63$, $p < 0,0001$), alors que les émissions provenant des parcelles labourées à l'automne sont plutôt reliées à la température (R^2 partiel=0.42, $p < 0.001$) en profondeur (40 cm), avec en plus un effet négatif lié à la quantité d'oxygène du profil de sol (R^2 partiel=0.08, $p = 0.001$). Les émissions provenant des parcelles labourées au printemps étaient également liées à la quantité d'oxygène dans le profil du sol (R^2 partiel=0.31, $p < 0.001$), et la température du sol de surface (R^2 partiel=0.24, $p < 0.001$). De façon générale, on note aussi une diminution significative de l'ordre de 20 à 30% des quantités de C extractible à l'eau chaude dans les parcelles labourées, ce qui suggère une adsorption d'une partie du C enfoui par le labour sur la phase solide du sol, ou une réduction du taux de production de carbone soluble issu de la décomposition de la matière organique enfouie.

Dans l'ensemble, nos résultats indiquent que la respiration du sol est réduite à la suite du labour en raison du placement d'une partie importante du C en profondeur où les sols sont plus froids et moins bien aérés. Il semble aussi plausible que les fractions solubles du C soient adsorbées en profondeur suite au labour, alors que la matière organique enfouie se retrouve mélangées à du sol moins saturé en C.

Le mode de renouvellement des prairies influence les émissions de N₂O.

J. DOUGLAS MACDONALD¹, PHILIPPE ROCHETTE¹, MARTIN H. CHANTIGNY¹, DENIS A. ANGERS¹, ISABELLE ROYER¹ ET MARC-OLIVIER GASSER²

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

²Institut de recherche et développement en agroenvironnement, (IRDA) Québec, Canada, G1P 3W8

doug.macdonald@agr.gc.ca

Mots clés: N₂O, labour, fourrage, prairie.

Avec les années, les sols sous prairie tendent à accumuler de l'azote et d'autres éléments nutritifs. Quand ces sols sont labourés et mis en cultures annuelles, il y a une forte possibilité de perte d'azote sous forme de N₂O, un puissant gaz à effet de serre. 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 m³ ha⁻¹ 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 non labourées (H). Les huit autres sous-parcelles ont été gardées intactes comme parcelles témoin (T). Des chambres ont été installées dans les parcelles pour mesurer les émissions de N₂O, et des bougies poreuses ont été insérées à différentes profondeurs pour suivre les formes d'azote dans la solution de sol. Des échantillons de sol ont été pris régulièrement pour suivre les concentrations en azote minéral dans la phase solide du sol. Les parcelles ont également été laissées en jachère durant l'expérience (une année).

Dans les parcelles ayant reçu du lisier, les émissions à partir du sol labouré à l'automne 2007 (LA) ont dépassé celles sur le sol non labouré (H) pendant les 12 premiers jours suivant le labour. Ces émissions ont été associées à des concentrations plus élevées de N-NO₃ dans les sols du traitement LA. Cependant, sous le traitement H, au fil du temps, le N-NO₃ a migré plus profondément dans le profil du sol, tel qu'indiqué par une augmentation des concentrations dans la solution du sol à 30 cm. Cet apport de substrat plus profond a vraisemblablement stimulé la dénitrification et la production de N₂O, si bien que les émissions de N₂O dans le traitement H ont dépassé celles du traitement LA par la suite. Les émissions venant des parcelles H sont ensuite demeurées plus élevées que dans les parcelles labourées durant le reste de l'expérience. Les régressions « stepwise » indiquent que, de façon générale, les variations de la température, et de la teneur en oxygène du sol ainsi que des concentrations de N-NO₃ dans la solution du sol en profondeur (30 et 45 cm) expliquent en grande partie la variation des émissions. L'importance de chaque facteur n'est cependant pas la même dans chaque traitement. Notamment, il y a une relation négative entre les concentrations de N-NO₃ à 45 cm et les émissions de N₂O dans les sols labourés alors que le taux d'oxygène à 20-30 cm et les concentrations de N-NO₃ dans les lysimètres à 30 cm sont les facteurs les plus importants dans les parcelles non labourées (H). Les émissions totales de N₂O ont été plus élevées dans les sols non labourés que dans les sols labourés. L'analyse des facteurs du sol responsables de la production biologique du N₂O suggère que, même si le labour stimule la minéralisation du N, ce N et la matière organique sont placés en profondeur où la mauvaise aération favorise une dénitrification complète (émissions de N₂) du nitrate au détriment de la production de N₂O.

L'ODEP; un Outil de Dagnostic des Exportations de Phosphore (ODEP) à l'échelle du champ. Présentation des modules de l'ODEP et d'un exemple pour le suivi de petits bassins versants

ISABELLE BEAUDIN¹, AUBERT MICHAUD¹, MARCEL GIROUX¹, GILLES GAGNÉ¹, JACQUES DESJARDINS¹, MARC DUCHEMIN¹, JULIE DESLANDES¹, CHRISTINE. LANDRY¹ ET JOANNE LAGACÉE²

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

² Centre de référence en agriculture et agroalimentaire Québec, 2875, boulevard Laurier, 9^e étage, Québec, Québec, Canada, G1V 2M2

Isabelle.beaudin@irda.qc.ca

Mots clés: phosphore, IRP, indice, érosion, ruissellement.

L'Outil de Dagnostic des Exportations de Phosphore (ODEP) a été mis au point par l'IRDA et le CRAAQ en juin 2008 dans le cadre du programme d'Initiative d'Appui aux Conseillers Agricoles. Issus des résultats de recherche de l'IRDA et de ses partenaires, l'ODEP est outil informatique convivial de gestion agroenvironnementale destiné aux conseillers et producteurs agricoles. Programmé en Visual Basic dans un environnement Microsoft Acces, l'ODEP permet d'estimer, de manière quantitative, le ruissellement, l'écoulement aux drains ainsi que les exportations de sédiments et de phosphore à l'échelle de parcelles de champ, du champ, de l'entreprise agricole ou du bassin versant.

L'ODEP permet donc de localiser les parcelles les plus vulnérables et d'identifier les raisons pour lesquelles certaines présentent un risque environnemental plus élevé. Grâce à cet outil, l'utilisateur peut aussi élaborer de scénarios alternatifs de régie des sols ou d'aménagement du parcellaire et évaluer leur efficacité de réduction du phosphore exporté.

Le but de la présentation est d'une part de présenter les quatre modules (*Hydrologie, Climat, Érosion et Phosphore*) composant l'ODEP mais également d'illustrer son utilisation grâce à des exemples à la ferme et en bassin versant.

Charges d'atrazine exportées en rivière dans un petit sous-bassin versant en fonction des pratiques culturales et phytosanitaires

PIERRE LAFRANCE¹, EMMANUELLE CARON^{1,2}, ALAIN N. ROUSSEAU¹, RENAUD QUILBÉ¹, ET ERIC VAN BOCHOVE³

¹Institut National de la Recherche Scientifique, Centre-Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE), Université du Québec, Québec, QC;

² Adresse actuelle : University of Manitoba, Department of Soil Science, Winnipeg, MA;

³ Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Québec, QC

pierre.lafrance@ete.inrs.ca

Mots clés: herbicide, transport, pertes, eau de surface, bassin versant.

La présence de pesticides dans les cours d'eau a déjà été documentée pour des régions de culture intensive du Québec. La nécessité de contrôler et diminuer la contamination diffuse des eaux, notamment par les pesticides, est ainsi reconnue depuis longtemps. La préservation de la qualité de l'eau à l'échelle de petits bassins agricoles requiert ainsi une meilleure connaissance des charges en pesticides réellement exportées sous les conditions agro-pédoclimatiques du Québec. Le but de cette étude est de quantifier, pour deux sites situés sur un ruisseau en milieu agricole, les pertes de l'herbicide atrazine et de les exprimer en pourcentage de la masse appliquée aux champs.

Les deux sites d'échantillonnage d'eau se situent sur le ruisseau du Bras d'Henri, un affluent de la rivière Beaurivage (sous-bassin de la Chaudière). Ces deux sites drainent des superficies respectives de 45 et 130 km². Un inventaire *in situ* a permis de répertorier, à ces échelles, les pratiques culturales (types de cultures, superficies traitées) et phytosanitaires (produits utilisés, dates et taux d'application). Pour l'emploi des herbicides, une enquête a été menée auprès des producteurs, des Clubs de fertilisation et d'agronomes-conseils. La pente des terrains est de 2 à 3 %. L'échantillonnage sur les sites a eu lieu entre le 20 juin et le 29 août 2005. Cette période a été considérée comme étant celle contribuant à l'exportation maximale de l'herbicide vers le ruisseau. La culture ciblée étant le maïs, l'herbicide suivi a été l'atrazine et son sous-produit de dégradation, le dééthylatrazine (DEA). Le dosage de ces herbicides dissous a été réalisé par CG/SM. Les charges journalières en atrazine et en DEA exportées ont été calculées à partir des débits mesurés par des stations hydrométriques aux deux sites de prélèvement d'eau. Un bilan de masse à l'échelle des sous-bassins a été effectué en tenant compte de la dégradation de ces composés.

Les résultats indiquent que, durant la période d'étude, les concentrations en atrazine dans le ruisseau ont été inférieures au critère de la qualité de l'eau pour la vie aquatique (1,8 µg/L). Les calculs ont montré qu'au premier site (superficie cultivée de 394 ha), les pertes en atrazine ont été de 0,08 % de la masse totale appliquée sur les cultures. Sur le second site (superficie cultivée de 705 ha) situé plus en aval du Bras d'Henri, les pertes en atrazine ont été de 0,18 % de la masse totale appliquée. En prenant en compte les charges exportées en DEA, les pertes d'atrazine et de son sous-produit atteignent respectivement 0,18 % et 0,23 %. Pour ces sites québécois et pour les conditions de cette saison de croissance, ces valeurs sont comparables à celles d'autres études réalisées hors-Québec. Les résultats suggèrent également qu'une connaissance approfondie des pratiques phytosanitaires est nécessaire pour améliorer la fiabilité des modèles de transport des pesticides des champs vers le cours d'eau, ainsi que leur transport en rivière.

Modélisation de l'impact des changements climatiques sur la qualité de l'eau dans le bassin de la rivière aux Brochets, à l'aide de SWAT

COLLINE GOMBAULT¹, ISABELLE BEAUDIN², MOHAMED CHIKHAOUI³, AUBERT R. MICHAUD³, CHANDRA A. MADRAMOOTOO¹ MARIE-FRANCE SOTTILE⁴

¹ McGill, Bioresource Engineering Dpt, Ste. Anne de Bellevue, QC ;

² IRDA, Québec, QC;

³ Brace Center, Ste. Anne de Bellevue, QC;

⁴ Consortium Ouranos, Montréal, QC

Colline.gombault@mail.mcgill.ca

Mots clés: rivière aux Brochets, Qualité de l'eau, SWAT, Changement climatique

Plusieurs études ont démontré que les épisodes de fortes précipitations et de fortes chaleurs seront de plus en plus récurrents. Dans les milieux ruraux, cela se traduit par le changement du fonctionnement hydrologique des bassins versants à activités agricoles, de la pollution diffuse résultante et conséquemment des conditions d'eutrophisation des plans d'eau. Tel a été le cas de la baie Missisquoi qui représente l'exutoire du bassin versant de la rivière aux Brochets (R aux B). Dans ce contexte, ce travail a pour objectif d'évaluer l'impact du changement climatique (CC) sur l'hydrologie du bassin versant de la R aux B, situé au sud du Québec, et sur la qualité de l'eau de cette rivière.

L'utilisation du modèle SWAT (Soil and Water Assessment Tool) couplé aux sorties du Modèle Régional Climatique Canadien (MRCC) a permis de modéliser la réponse hydrologique ainsi que la prédiction des charges des sédiments, du phosphore total et d'azote. Dans le cadre de cette étude, plusieurs scénarios de CC ont été simulés avec le MRCC, alimenté aux limites de sa couverture par des réanalyses ou le Modèle de Circulation Général Canadien (MCGC3). La comparaison des valeurs estimées par le modèle SWAT et des mesures recueillies par l'IRDA¹ et le MDDEP² a permis de calibrer et valider le modèle hydrologique. De même, les résultats obtenus par le modèle SWAT à partir des sorties du MRCC piloté par les réanalyses ont servi comme deuxième outil de calibration et validation. Par ailleurs, deux scénarios du CC ont été simulés à l'aide du MRCC, piloté par le MCGC3 sur deux périodes de 30 ans (1971-2000 et 2041-2070) afin d'évaluer l'impact du CC. Pour ce faire, la comparaison des deux périodes permet ainsi d'évaluer l'influence du climat futur sur l'hydrologie, l'érosion et les pertes de nutriments.

Les résultats préliminaires indiquent une bonne calibration et validation mensuelle du modèle, avançant respectivement des coefficients de régression de (0.69, 0.68 et 0.68), des Nash-Sutcliffe de (0.66, 0.61 et 0.5) et des déviations de (-0.05, -0.2 et 0.07), pour l'hydrologie, le phosphore total et l'azote. L'utilisation de plusieurs scénarios a permis d'évaluer dans certaine mesure les incertitudes associées au MRCC et au modèle SWAT. Toutefois, ces résultats seraient analysés afin d'évaluer la sensibilité du modèle SWAT aux données climatiques. Les résultats de cette étude permettraient également d'élaborer des stratégies afin de limiter les effets du CC.

Adsorption de cadmium dans deux sols agricoles amendés avec trois composts

VAN TRANG NGUYEN, ANTOINE KARAM ET LÉON-ÉTIENNE PARENT

ERSAM, Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC
van-trang.nguyen.1@ulaval.ca

Mots clés: matières organiques, métal lourd, mousse de tourbe, amendement.

Les matières organiques des composts peuvent jouer un rôle important dans la sorption, le transport et l'accumulation des ions métalliques dans les sols. La relation entre la fraction soluble et la fraction adsorbée du cadmium (Cd) revêt une importance environnementale lors de la phytorestauration de sols. L'objectif de cette étude est d'évaluer la capacité d'adsorption de Cd de deux sols, un sol argileux et un sol sablonneux, amendés avec 10% de composts. Les composts utilisés sont : i) un compost à base de fumier de bovin et de sciure de bois (CBS), ii) un compost à base de fumier de bovin et de paille (CBP) et iii) un compost commercial à base de mousse de tourbe et de farine de crevettes (CTC). À cet effet, un gramme de sol a été équilibré, à la température ambiante, pendant une semaine avec agitation intermittente, dans 30 mL d'une solution de 0,01 M CaCl_2 contenant des concentrations croissantes (entre 0 et 2000 mg/L) de Cd (CdCl_2). L'essai d'adsorption a été répété deux fois. L'adsorption de Cd a augmenté avec l'accroissement de la concentration de Cd dans la solution. L'ajout de compost a contribué à rehausser la capacité d'adsorption de l'argile de 0,34 à 0,40 fois et de 0,51 à 0,59 fois dans le cas du sol sablonneux. Le CTC, qui est riche en mousse de tourbe, possède une capacité d'adsorption de Cd plus élevée que celle des deux composts à base de fumier de bovin.

Caractérisation minéralogique d'un résidu minier sulfuré acide amendé avec de la chaux

ANTOINE KARAM¹, MICHEL PRÉDA² ET ALFRED JAOUICH²

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

² Département des sciences de la terre et de l'atmosphère, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC
antoine.karam@fsaa.ulaval.ca

Mots clés: drainage minier acide, pyrite, amendement.

Les résidus miniers (RM) sulfurés générateurs de drainage minier acide (DMA) constituent un problème environnemental important pour l'industrie minière canadienne. Le DMA résulte de la circulation d'eau acide produite par l'oxydation des minéraux sulfurés présents dans les RM. Cette acidité favorise la mise en solution des métaux lourds présents dans les RM. L'une des solutions envisagée pour empêcher la formation du DMA consiste en un recouvrement des RM par une barrière composée de chaux et d'une couche d'eau. L'objectif principal de cet essai est de déterminer la composition minéralogique de RM traités avec du carbonate de calcium puis maintenus sous un couvert hydrique pendant une période de dix ans. Les doses de chaux varient entre 0 et 2% de CaCO_3/kg de RM. Après traitement, les valeurs de pH des RM séchés à l'air ont varié de 2,56 (témoin) et 7,60 (RM ayant reçu la plus forte dose de chaux). L'analyse minéralogique des RM ayant reçu la plus forte dose de carbonate de calcium montre une dominance de phases non oxydées. Le dosage du soufre par fluorescence X confirme l'état d'oxydation des échantillons de RM. La concentration du soufre total varie entre 3,69 % dans les RM oxydés n'ayant pas reçu de chaux et 8,3 - 8,9 % dans les RM chaulés. En général, la teneur en oxygène total des échantillons de RM non chaulés est supérieure à celle des RM chaulés. La présence de gypse dans les échantillons de RM chaulés indique une précipitation des sulfates. Ces résultats mettent en évidence le rôle bénéfique du chaulage des RM sulfurés ainsi que la barrière humide sur la mitigation du drainage minier acide à long terme.

Stabilisation de la matière organique dans les horizons superficiel et profond d'un profil de sol : minéralisation du C et formation rapide de macroagrégats stables à l'eau

VINCENT POIRIER^{1,2}, DENIS A. ANGERS¹, PHILIPPE ROCHETTE¹ ET JOANN K. WHALEN².

¹AAC, CRDSGC, Sainte-Foy, QC;

²Department of Natural Resource Sciences, Macdonald Campus, McGill University, Ste Anne de Bellevue, QC
vincent.poirier2@mail.mcgill.ca

Mots clés: séquestration du C dans le sol, saturation en C du sol, gleysol, agrégation, décomposition.

Les sols gleysoliques sont des sols productifs que l'on retrouve abondamment dans l'est du Canada. Leur grande teneur (> 80 %) en particules fines (< 50 µm) suggère qu'ils aient un potentiel élevé de stockage du C. Dans de tels sols, l'absence de labour contribue à augmenter le niveau d'agrégation et la quantité de C organique stocké dans la couche de surface du sol. Par contre, la pratique du labour tel que réalisé de façon conventionnelle dans l'est canadien permet d'enfouir les résidus de culture et pourrait augmenter le niveau d'interaction entre les phases organiques et minérales du sol et la quantité de C retenu dans les horizons profonds. L'objectif de cette recherche est d'évaluer le potentiel intrinsèque des horizons superficiel et profond d'un profil de sol argileux à retenir le C nouvellement apporté sous forme de résidus de maïs.

Des échantillons de sol provenant des couches superficielle (0-20 cm) et profonde (30-75 cm) ont été prélevés à même le profil d'un sol cultivé de la série Kamouraska situé dans la région de Québec. Les sols ont été amendés avec des doses de 0, 2.5, 5, 10, 20, et 40 g C kg⁻¹ sol apportées sous forme de résidus de maïs marqués au ¹³C et au ¹⁵N. De grandes quantités de résidus ont été ajoutées dans l'espoir de saturer en C les diverses fractions du sol. Les sols et les résidus ont été mélangés à sec et ensuite incubés en conditions optimales (25 °C, -38 kPa, C/N = 10) pendant 52 jours. Davantage de C a été perdu sous forme de CO₂ dans les sols provenant de la surface que dans ceux provenant du sous-sol et ce pour tous les traitements de résidus, à l'exception de la dose de 40 g C kg⁻¹. Pour chaque dose de C apportée, le rapport entre la quantité de C perdue et celle ajoutée était plus faible dans les échantillons provenant du sous-sol que dans ceux provenant de la surface. Ceci nous indique que la protection du C est plus importante dans les échantillons prélevés en profondeur que dans ceux prélevés en surface et ce spécialement lorsque de faibles doses de C sont apportées. De plus, l'effet des apports de C sur la formation et la stabilisation des macroagrégats (>250µm) s'est avéré plus important dans les sols de profondeur que dans ceux de surface. Par contre, les deux types de sols ont atteints le même plateau avec un maximum de 90% du sol retrouvé sous forme de macroagrégats stables à l'eau avec un apport de 20 g C kg⁻¹. La formation de nouveaux macroagrégats était plus importante dans les sols de profondeur que dans les sols de surface et reliée à de moins grandes pertes de C par respiration.

Ces résultats préliminaires démontrent clairement que lorsque les conditions de l'environnement sont les mêmes, les sols prélevés en profondeur répondent de façon différente aux apports de C en comparaison à ceux prélevés en surface. Les analyses isotopiques à venir fourniront de plus amples informations en ce qui concerne l'incorporation du C provenant des résidus au sein de fractions spécifiques dans le sol. L'emploi de techniques analytiques à l'échelle moléculaire pourrait nous permettre de suivre certains biomarqueurs à l'intérieur de fractions spécifiques du sol. Ceci pourrait accroître notre compréhension des mécanismes de rétention de la matière organique opérant en absence et en présence d'un état de saturation en C du sol, de même que durant les premières étapes de la stabilisation du C dans le sol.

Utilisation de résidus et de paillis organiques en production biologique de pommiers : effet sur la matière organique du sol.

NICOLE BISSONNETTE¹, DENIS A. ANGERS¹, GERRY NIELSEN², DENISE NEILSEN², GENE HOGUE² ET TOM FORGE².

¹ AAC, CRDSGC, Sainte-Foy, QC;

² AAC, Centre de recherches agroalimentaires du Pacifique, Summerland, BC

Nicole.Bissonnette@agr.gc.ca

Mots clés: litière de volaille, pommiers, C et N du sol, matière organique particulaire, agrégation.

Les systèmes de production agricole utilisant les résidus de culture et les sous-produits agricoles permettent d'augmenter la quantité de matière organique du sol (MOS) et contribuent au maintien de la fertilité des sols en culture. La litière de volaille est un sous-produit animal qui pourrait être utilisée en production agricole étant donné sa teneur élevée en macro- et micro-nutriments. Le compostage de la litière de volaille permet de réduire la concentration en N du produit original diminuant ainsi les risques de pollution environnementale. Au printemps 2006, un verger de pommiers a été établi sur un loam limoneux Penticton à Summerland, BC avec traitements d'application de litière de volaille compostée (LVC) avec ou sans paillis. Un suivi de la qualité des sols a été fait à l'automne 2007. Après 2 ans, les traitements avec LVC ont fortement augmenté la MOS comparativement à la gestion conventionnelle de pommier. L'application annuelle de LVC a augmenté le C et N de 47 et 43%, respectivement, et l'application unique de LVC de 34 et 25%, respectivement. L'effet du LVC était plus marqué pour la MOP (65 et 67% plus de MOP-C et MOP-N, respectivement) que la MOF (27 et 22% plus de MOF-C et MOF-N, respectivement). Les traitements avec applications annuelles de LVC avaient accumulé 30% plus de MOP que ceux avec application unique de LVC. Par contre, la biomasse, l'activité microbienne et l'agrégation du sol ont été peu affectées par le LVC. La quantité importante de MOP dans le LVC et le fait que celle-ci soit devenue plus récalcitrante à la décomposition microbienne suite au compostage pourrait expliquer ces résultats.

Minéralisation de l'azote dans deux sols amendés avec deux composts enrichis d'un antibiotique

SITHURAIN KENDE, ANTOINE KARAM ET LÉON-ÉTIENNE PARENT

ERSAM, Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC
sithurain.kende.1@ulaval.ca

Mots clés: fumiers de ferme, chlortétracycline, contaminant, amendement.

Les antibiotiques sont souvent utilisés dans l'élevage moderne à titre prophylactique. Cependant, on ne connaît pas l'effet que ces derniers peuvent avoir sur la minéralisation de l'azote (N) dans les sols agricoles amendés avec des composts contenant des antibiotiques. L'objectif de la présente étude est d'évaluer les principaux paramètres de minéralisation de N dans deux sols agricoles amendés avec deux composts à base de fumier de bovin (0, 12,5, 15,4, 25,0 ou 30,9 g/kg de sol) en présence de la chlortétracycline (0, 450 et 2250 µg/kg de compost). Les traitements ont été répétés trois fois. Les fumiers compostés contenaient de la paille ou de la sciure de bois. La minéralisation de N organique des composts de fumiers de ferme a été déterminée durant une incubation aérobie de sept périodes (0, 10, 20, 40, 80, 120 et 160 jours), sous des conditions contrôlées de température et d'humidité. Les résultats montrent un effet très hautement significatif ($p < 0,001$) des doses du compost et d'antibiotique dans le sol sableux, alors que dans le sol argileux, seulement l'effet des doses de compost est très hautement significatif ($p < 0,001$). Les résultats indiquent que la présence d'antibiotiques dans le sol peut affecter la minéralisation de N. Il est important d'approfondir les connaissances sur le devenir des antibiotiques dans les sols agricoles pour mieux cerner l'impact de ce contaminant dans l'environnement.

Production durable de tomate en serre sur mélange organique

CAROLE BOILY¹, JEAN CARON¹, GUILLAUME LÉTOURNEAU¹, STEEVE PÉPIN¹, RÉMI NAASZ³ ET MARTINE DORAIS²

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

² Université Laval, Québec QC, G1V 0A6, Centre de recherche en horticulture, Agriculture et agroalimentaire Canada;

³ Premier Horticulture Ltée, Rivière-du-Loup, QC, G5R 6C1

Carole.Boily@fsaa.ulaval.ca

Mots clés: bac de culture, remontée de l'eau, serriculture, *Lycopersicon esculentum*, substrats de culture

Le Canada est un chef de file en production de tomates de serre avec 42 % de la production nord-américaine et des rendements de plus de 55 kg par m². Cette production se fait principalement dans la laine de roche, milieu de culture dispendieux et produisant un volume important de déchets. L'usage d'un substrat plus écologique et moins couteux a orienté les recherches vers l'utilisation de sous-produits forestiers et de tourbe comme milieu de culture. Des travaux préliminaires en matière de conception de substrats et de régie de culture ont démontré qu'il est possible d'augmenter la productivité avec des mélanges sciure/tourbe. L'étude avait pour but d'évaluer et de comprendre les mécanismes physico-chimiques de ces mélanges dans la production de tomate afin de maximiser le rendement potentiel. Puisque l'aération jouerait un rôle important dans ces mécanismes, de la tourbe de qualité intermédiaire et de la sciure ont été prétraitées et mélangées en différentes proportions afin d'obtenir des porosités d'air de 25 et 40%. Les 6 traitements comparés étaient : pain de laine de roche de 13,5 litres, pain de fibre de coco Biogrow Duo de 17,8 litres, bac de 13 litres avec une porosité d'air de 25%, bac avec une porosité d'air de 40% et deux traitements en sac de 13 litres avec support (porosité d'air de 40%) avec ou sans agent biologique. Chaque traitement se composait de 2 bacs ou pains contenant chacun 4 plants du cultivar Starbuck sur porte-greffe Beaufort réparti aléatoirement dans 6 blocs. Sous les mêmes conditions de culture, les rendements n'ont pas différés significativement entre les traitements. Toutefois, des mesures de photosynthèse ont indiqué un potentiel de production plus important avec les mélanges sciure/tourbe et particulièrement avec la porosité d'air de 25%. La caractérisation physique et l'analyse des milieux de culture va permettre d'adapter une régie de culture à ce substrat afin d'optimiser son utilisation. Cette première étape est essentielle au développement d'un système de production performant et durable en substrats organiques.

L'optimisation de l'irrigation de la laitue romaine (*Lactuca sativa* L.) cultivée en sol organique

LAURIE PLAMONDON¹, LINDA GAUDRAU¹, ANDRÉ GOSSELIN¹, JEAN CARON¹, DENYS VAN WINDEN² ET SYLVIE JENNI³

¹ Centre de Recherche en Horticulture, Université Laval, Québec, Canada, G1K 7P4;

² Coop Multi-Veg, 147 rang St-Paul, Sherrington, Québec, Canada, J0L 2N0;

³ Centre de Recherche et de Développement en Horticulture, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 430, Boul. Gouin, St-Jean-sur-Richelieu, Québec, Canada, J3B 3E6

laurie.plamondon.2@ulaval.ca

Mots clés: Laitue, irrigation, potentiel matriciel, chambre de croissance, sol organique.

Au Canada, l'augmentation de la conscience environnementale des producteurs de légumes au champ résulte en un essor considérable de la recherche afin d'optimiser l'utilisation de l'eau et des engrais pour la production de laitue cultivée en sol organique. Un projet en chambre de croissance a été initié afin de déterminer le potentiel matriciel optimal du sol nécessaire pour amorcer l'irrigation dans les champs de laitue pour chacun des trois stades de croissance différents, et ce, afin de réduire l'incidence de la brûlure de la pointe. Des transplants de laitue romaine (Cv Sunbelt) en mottes cubiques composés de tourbe de sphaigne ont été cultivés en serre pendant 14 jours. Ils ont été ensuite transplantés dans des contenants en plastique de 84 litres remplis de blocs de sol organique non perturbés et placés dans la chambre de croissance. Les transplants ont été irrigués à l'aide d'un système d'irrigation de goutte à goutte selon quatre traitements de potentiel matriciel (-10 kPa, -20 kPa, -30 kPa et -50 kPa), et contrôlés avec des tensiomètres électroniques sans-fil. Des lampes à sodium à haute pression et un éclairage incandescent fournissaient un flux de photons de $500 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ pendant une photopériode de 16 heures. Les températures ont été maintenues à 21 °C pendant le jour et à 17 °C pendant la nuit. La biomasse fraîche, le nombre de feuille, la longueur de cœur, le taux de photosynthèse ainsi que l'incidence de brûlure de la pointe ont été mesurés périodiquement. Les résultats récents montrent que pour un sol organique peu décomposé, la biomasse maximale est obtenue à un potentiel matriciel de -32 kPa et le taux de photosynthèse maximal, à -26 kPa. Pour un sol plus décomposé, la biomasse maximale est obtenue à un potentiel matriciel de -22,5 kPa et le taux de photosynthèse maximal, à -21 kPa.

La co-habitation difficile du hêtre d'Amérique et de l'érable à sucre sur sites acides : un cas de partage inéquitable des ressources en Ca du sol?

CHING-CHIH CHEN, FRIEDA BEAUREGARD ET BENOIT COTE

Département des Sciences des Ressources Naturelles, Campus Macdonald de l'université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC, H9X 3V9
ching-chih.chen@mail.mcgill.ca

Mots clés: acidification, feuillus, nutrition, racines, sols

L'érable à sucre a connu des périodes de dépérissement dans plusieurs régions de sa distribution naturelle. Des changements de la disponibilité des cations basiques associés aux dépositions acides et aux extrêmes climatiques (sécheresse, gels tardifs) ont été identifiés comme deux des causes principales. La "hêtrification" récemment observée dans les forêts feuillues du sud du Québec (Duchesne et al. 2005) suggère une acidification progressive des sols. L'absorption du Ca par l'érable à sucre semble se faire principalement à partir des horizons B de profondeur où l'on observe des pH de sol plus élevés (Beauregard 2007). Nous émettons l'hypothèse que le hêtre d'Amérique avec ses ectomycorhizes est très compétitif pour le Ca des horizons organiques du sol, ce qui lui permet une nutrition optimale en cations basiques même en période d'acidification des sols.

Dans cette étude, nous avons utilisé le ratio Ca/Sr comme marqueur de la source de Ca. La calibration de la relation entre le ratio Ca/Sr du sol et de la plante a été faite en analysant les ratios de Ca/Sr d'extraits de sol (NH_4Cl 1M) et de semis de hêtre de régénération naturelle provenant de stations de différente fertilité (Beauregard et Côté 2008). Les relations entre les ratios de Ca/Sr des extraits de sol et des feuilles des semis étaient linéaires. L'approche a donc été utilisée pour déterminer la profondeur de l'absorption du Ca du hêtre dans le bassin de l'Hermine, une forêt dominée par l'érable à sucre dans le sud du Québec. La caractérisation des profils de sol a révélé que le ratio Ca/Sr diminuait avec la profondeur de sol ($r^2=0.32$, $p<0.05$), procurant une signature de la profondeur de la source de Ca. Un échantillonnage des feuilles de quelques hêtres a été fait à l'été 2008. Les résultats préliminaires des ratios de Ca/Sr suggèrent que la majorité du Ca de l'arbre provient des horizons organiques du sol. Un échantillonnage plus intensif dans le bassin de l'Hermine est planifié pour l'été 2009 pour confirmer/infirmier ce patron différent d'absorption du Ca.

Liste des références

- Beauregard, F. 2007.** Depth of Calcium Uptake by Sugar Maple (*Acer saccharum* Marsh.) and its relationships with climatic extremes. M.Sc. thesis, McGill University.
- Beauregard, F, and Côté, B. 2008.** Test of soil extractants for their suitability in predicting Ca/Sr ratios in leaves and stems of sugar maple seedlings. *Biogeochem.* **88**: 195-203.
- Duchesne, L., Ouimet, R., Moore J.-D., and Paquin, R. 2005.** Changes in structure and composition of maple-beech stands following sugar maple decline in Quebec, Canada. *For. Ecol. Manag.* **208**: 223-236.

Modélisation de la variation journalière de la température du sol en profondeur à la Ferme expérimentale de l'IRDA à Saint-Lambert-de-Lauzon

MARC DUCHEMIN

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

marc.duchemin@irda.qc.ca

Mots clés: température du sol, loam limono-argileux, variation journalière, modélisation

La connaissance de la répartition des températures dans les couches supérieures du sol a une grande importance pour les études en conservation des sols et des eaux. Les températures du sol influencent l'activité métabolique des micro-organismes du sol ainsi que la germination des plantes qui s'exercent dans une gamme de températures particulières. La température du sol a aussi une grande influence sur les réactions chimiques dans le sol et sur la disponibilité des substances nutritives. Les températures du sol présentent un grand intérêt en hydrologie à cause de leur rapport avec les mouvements d'eau et la durée du gel au sol qui modifient le ruissellement de surface et l'infiltration. Les flux de chaleur ascendant et descendant contribuent au cycle gel-dégel au cours duquel le sol peut successivement se soulever (lentilles de glace) et se tasser (sol boueux), augmentant alors l'érodabilité du sol en période de fonte printanière. La modélisation de la variation journalière de la température du sol à différentes profondeurs repose sur la variation saisonnière du rayonnement solaire qui agit sur les échanges thermiques entre l'atmosphère et le sol. Cet apport de chaleur à la surface du sol varie selon la localisation géographique, la couverture végétale et la nature du sol alors que le transfert de chaleur dans le sol dépend de sa diffusivité thermique, qui est le rapport entre sa conductivité thermique et sa capacité calorifique. La diffusivité thermique d'un sol croît en fonction de sa teneur en humidité ; plus la teneur en eau du sol est élevée, plus la diffusivité thermique est élevée. La neige influe cependant sur la température du sol en diminuant la capacité calorifique à la surface du sol et en agissant comme un piège à chaleur. L'objectif de cette étude visait à étudier le comportement thermique d'un sol agricole à la Ferme expérimentale de l'IRDA à Saint-Lambert-de-Lauzon, plus précisément à mesurer et simuler la température moyenne journalière d'un loam limono-argileux sous couverture herbacée en terrain plat pour différentes profondeurs (0, 10, 20 et 30 cm) durant les années 2003 à 2007. La méthodologie utilisée consistait à : (1) adapter et tester un modèle de prédiction des températures du sol à différentes profondeurs (Nofziger et Wu, 2003); (2) déterminer le degré de correspondance entre les températures journalières simulées et mesurées; (3) optimiser la valeur du coefficient de diffusivité thermique du sol étudié à partir des températures observées et simulées. Les résultats obtenus montrent une très bonne corrélation significative ($R : 0,984 \text{ à } 0,988$; $p < 0,05$) entre les températures journalières du sol mesurées à la Ferme expérimentale et celles simulées avec le modèle générale. Le modèle reproduit mieux la gamme des températures supérieures à 0°C ($R : 0,966 \text{ à } 0,991$) que la gamme des températures inférieures à 0°C ($R : 0,622 \text{ à } 0,711$): cette situation serait attribuable, en partie, au fait que le modèle ne tient pas compte du rôle « d'isolant thermique » joué par le couvert nival lors des froides journées hivernales. Le coefficient de diffusivité thermique a été estimé à $0,043 \text{ m}^2/\text{jour}$ pour le profil de sol étudié.

Liste des références

Nofziger, D.L. et Wu, J. 2003. Soil Temperature Changes With Time and Depth: Soil Temperature Model Software. Site internet : <http://soilphysics.okstate.edu/software/SoilTemperature>.

Étude de la variabilité spatiale de la rugosité de surface des sols sous cultures de maïs-grain en Montérégie.

JEAN-DANIEL SYLVAIN^{1,2}, MICHEL C. NOLIN² ET MOHAMED ABOU NIANG²

¹ Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC;

² AAC, Laboratoires de pédologie et d'agriculture et de précision, Sainte-Foy, QC
jean-daniel.sylvain@usherbrooke.ca

Mots clés: rugosité de surface, variabilité spatiale, échantillonnage, texture, stratification.

La rugosité de surface des sols est une propriété importante pouvant influencer la capacité de stockage et d'infiltration des eaux (Zobeck et Onstad 1987). En télédétection radar, elle influence la rétrodiffusion du signal. Au cours de ces dernières années, plusieurs études ont permis de caractériser les paramètres descripteurs de la rugosité de surface en fonction des méthodes culturales, du type de culture et des conditions climatiques (Bertuzzi et al. 1990). L'objectif de cette étude est d'évaluer l'influence de la texture sur la rugosité de surface. Pour ce faire, des mesures de rugosité ont été prises au printemps 2008 à l'aide d'un profilomètre à aiguilles de 1m de longueur dans 12 champs de maïs-grain après semis dans deux secteurs de la Montérégie, soit Rouville et Napierville. Les champs sélectionnés (trois points par champ, $n = 36$ points) étaient représentatifs de la diversité pédologique et texturale de la région à l'étude. Ces mesures ont permis de calculer deux paramètres statistiques décrivant la rugosité de surface, soit la longueur de corrélation (λ) et l'écart-type des hauteurs (RMS), le long de transects de 3 à 5m selon trois directions, soit parallèle et perpendiculaire au semis et parallèle à l'angle de visée du satellite RADARSAT-1. Par la suite, une analyse de variance a été appliquée sur ces descripteurs en prenant comme facteur, le groupe de texture du sol (grossière, moyenne, fine et organique). Le couvert de résidus, le pourcentage de matière organique et l'angle d'observation ont aussi été utilisés comme covariables dans une analyse de covariance. L'analyse de variance a démontré que la généralisation des groupes de texture permet d'améliorer la stratification des valeurs du paramètre RMS. Par ailleurs, l'utilisation du couvert de résidus et de l'angle d'observation comme covariables permet de discriminer significativement les groupes de texture grossière, moyenne et fine, à partir des valeurs RMS mesurées parallèlement à la visée radar. Enfin, les valeurs du paramètre λ ne sont pas influencées par le groupe de texture, mais plutôt par le travail du sol. Les résultats obtenus démontrent l'importance de considérer la texture de surface du sol lors de la mise en place d'une stratégie d'échantillonnage de la rugosité des sols dans un territoire donné. Ainsi, la stratification du territoire à partir du groupe de texture, permettrait d'optimiser l'efficacité de l'échantillonnage et améliorer l'estimation de la rugosité de surface. Les résultats de cette étude laissent également entrevoir de nouvelles possibilités d'utiliser les capteurs radar, en particulier le signal multipolarisé et le potentiel polarimétrique du satellite RADARSAT-2, pour cartographier la texture de surface des sols sous conditions de sols nus (Baghdadi et al. 2002).

Liste des références

- Zobeck, T. M. and Onstad, C. A. 1987.** Tillage and rainfall effects on random roughness: a review. *Soil Tillage Res.* **9**: 1-20.
- Bertuzzi, P., Rauws, G. and Courault, D. 1990.** Testing roughness indices to estimate soil surface roughness changes due to simulated rainfall. *Soil Tillage Res.* **17**: 87-99.
- Baghdadi, N., King, C. N., Bourguignon, A. and Remond, A. 2002.** Potential of ERS and RADARSAT data for surface roughness monitoring over bare agricultural fields. *Int. J. Remote Sens.* **23**: 3427-3442.

Stratégies de segmentation des parcelles agricoles en zones d'aménagement selon leur capacité de fixation du phosphore

MATHIEU Y. A. QUENUM^{1, 2}, MICHEL. C. NOLIN¹, DANIEL CLUIS² ET MONIQUE BERNIER²

¹AAC, LPAP, Sainte-Foy, QC;

²INRS-ETE, Québec, QC

mathieu.quenum@agr.gc.ca

Mots clés : Capacité de fixation du phosphore, SAVI, MZA, zones d'aménagement, stratificateur.

Les unités de gestion et d'aménagement aux propriétés pédogénétiques homogènes, encore appelées zones d'aménagement (Fridgen et al. 2004), offrent une alternative entre la gestion continue et la gestion uniforme des intrants. La capacité de fixation du phosphore (CFP) est une donnée importante à intégrer dans la gestion des intrants à base de phosphore comme les engrais, le fumier et le lisier. L'objectif de cette affiche est d'évaluer l'efficacité de quelques stratégies de segmentation de trois champs agricoles contigus en zones d'aménagement (ZA) selon leur CFP à partir de variables auxiliaires, ici appelées stratificateurs.

À cette fin, 164 échantillons de sol ont été séchés et analysés pour mesurer leurs teneurs en Al et Fe extraits au Mehlich-3 (AlM3 et FeM3) et à l'oxalate d'ammonium (Alox et Feox) ainsi que l'indice de sorption du phosphore (PSI). Quatre indicateurs de la CFP ont été étudiés, soit AlM3, AlM3+FeM3, Alox+Feox et PSI. Les stratificateurs utilisés pour la délimitation des ZA sont la conductivité électrique apparente (CEA) du sol mesurée en mode continu avec le VERIS 3100 à une profondeur de 0-30 et 0-100 cm ou avec le Geonics EM 38 à une profondeur de 0-130 cm, les données d'élévation issues du modèle numérique d'élévation (MNE) et les informations spectrales (bleu, vert, rouge, et proche infra rouge) extraites d'une image IKONOS à haute résolution spatiale (4m x 4m) ainsi que l'indice de végétation ajusté au sol (SAVI). Le logiciel MZA (*Management Zone Analyst*) développé par Fridgen et al. (2004) réalise une segmentation des parcelles en ZA à partir d'un algorithme de classification floue non supervisée (*Fuzzy c-means*). Parmi les trois mesures de similarité disponibles dans MZA, la distance de Mahalanobis était la mieux adaptée au jeu de données de l'étude. Le choix du nombre optimal de ZA est basé sur l'analyse de quatre paramètres : l'indice de performance floue (IPF), l'entropie de classification normalisée (NCE), le pourcentage de réduction de la variance (RV) et l'analyse de la variance (ANOVA).

Parmi les stratificateurs utilisés, c'est la CEA mesurée avec le VERIS 3100 (0-100 cm) ainsi que l'indice SAVI généré par krigeage à partir de l'image IKONOS qui ont entraîné la plus grande RV des indicateurs de la CFP. En stratifiant les parcelles en deux ZA avec le Geonics EM 38 et l'élévation, la variance de AlM3 a été réduite à 55 % de la variance mesurée pour l'ensemble du champ. Avec cinq ZA, la variance de AlM3 est réduite à 45 %, soit un gain de 10 %. C'est Alox+Feox qui bénéficie le plus de la stratification car la variance de cet indicateur de la CFP est réduite à 35 % pour deux ZA et à 25 % pour cinq ZA. Cependant, les résultats de l'ANOVA ont montré que seulement trois ZA sont significativement différentes les unes des autres pour les indicateurs AlM3, AlM3+FeM3 et Alox+Feox et uniquement deux ZA pour PSI. La gestion des intrants par ZA définies à partir de variables auxiliaires semble *a priori* une approche adaptée au contexte agricole québécois; il reste à vérifier son efficacité agroenvironnementale.

Liste des références

Fridgen, J.J., Kitchen, N.R., Sudduth, K.A., Drummond, S.T, Wiebold, W.J. et Fraise, C.W. 2004. Management Zone Analyst (MZA): Software for subfield management zone delineation. *Agron.J.* 96: 100-108.

Modélisation de l'impact du travail du sol sur l'érosion hydrique d'un champ de soya à l'aide de RUSLE2

CAROLINE LANDRY¹, MARC DUCHEMIN¹, MYLÈNE VALLÉE^{1,2}, MAXIME BRIEN², JEAN-PIERRE HIVON³

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

² Fédération de l'UPA de la Mauricie, Trois-Rivières, QC; ³ Groupe Envir-Eau-Sol inc., Yamachiche, QC

marc.duchemin@irda.qc.ca

Mots clés: érosion hydrique, travail du sol, conservation, modélisation, RUSLE2

La dégradation de la qualité des eaux en milieu agricole serait en partie attribuable à une accélération de l'érosion hydrique découlant des activités anthropiques. La période de l'année qui s'étend de l'automne au printemps est considérée comme critique pour l'érosion hydrique car les champs agricoles sont souvent laissés sans couverture végétale suite aux labours. Ce projet vise à simuler, pour différents types de travail de sol, l'érosion hydrique d'un champ agricole de Saint-Barnabé Nord (Mauricie) en rotation soya-avoine-maïs durant la saison automne-printemps (novembre à avril). Le progiciel de modélisation RUSLE2 a été utilisé pour évaluer l'impact de différentes pratiques culturales (labour conventionnel, semis direct, travail réduit) sur l'érosion hydrique. Les résultats obtenus pour l'année 2007-2008 ont montré que le semis direct et le travail réduit (chisel) sur culture de soya, comparativement au travail conventionnel, ont permis de diminuer respectivement de 73% et 29% l'érosion hydrique survenue entre les travaux du sol effectués à l'automne et au printemps. Les simulations indiquent que la présence d'une couverture végétale au sol (facteur C) suite au labour d'automne (ex : résidus) a favorisé le captage des sédiments sur les parcelles en semis direct et en travail réduit (chisel). Ces pratiques de conservation s'avèrent bénéfiques pour le développement durable de l'agriculture québécoise. Les différentes sources d'erreurs associées à la détermination des paramètres du modèle RUSLE seront discutées.

Variabilité spatiale et saisonnière de l'érosion dans neuf bassins versants agricoles de la rivière des Envies

MYLÈNE VALLÉE¹, STÉPHANE CAMPEAU¹ ET MARC DUCHEMIN²

¹ Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), Trois-Rivières, QC

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

mylene.vallee@uqtr.ca

Mots clés: érosion hydrique, bassin versant, sédiment, variabilité saisonnière, restauration.

L'érosion hydrique en milieu agricole constitue un défi environnemental de plus en plus préoccupant pour la société québécoise. En ce sens, depuis les dernières années, les efforts entrepris pour diminuer l'impact de l'agriculture sur les cours d'eau se sont intensifiés. Ces efforts se traduisent par l'émergence de plusieurs projets de restauration de cours dans les zones agricoles du Québec. Afin d'améliorer la gestion de nos cours d'eau, il est important d'approfondir nos connaissances sur les régimes d'érosion. Dans le cadre du projet de restauration du bassin versant de la rivière des Envies, notre étude s'est intéressée à deux problématiques particulières. Dans un premier temps, notre étude vise à déterminer les facteurs qui influencent les régimes d'érosion des bassins versants, et ce pour différentes saisons. Deuxièmement, nous avons pour fin d'établir des objectifs de restauration pour la zone d'étude. Afin de répondre à nos objectifs, un suivi des débits et des concentrations de sédiments en suspension fut réalisé sur neuf petits bassins versants de la rivière des Envies. Pour analyser les régimes d'érosion des cours d'eau moins touchés par l'agriculture et ainsi déterminer des objectifs de restauration, quatre des neuf stations ont été localisées dans des zones où l'agriculture est moins intensive. Une caractérisation incluant des facteurs physiques et anthropiques fut réalisée sur tous les bassins versants à l'étude. Pour mesurer la variabilité spatio-temporelle des régimes d'érosion, des *sediment rating curves* (SRC) furent produites. Des matrices de corrélation et des régressions multiples entre les caractéristiques des bassins versants et les pentes des SRC ont été réalisées pour déterminer les facteurs qui influencent les régimes d'érosion. Les résultats obtenus indiquent que pour les bassins versants agricoles, 40 à 75 % des charges sédimentaires annuelles sont produites durant les périodes de fonte. Pour ces conditions, les facteurs qui influencent les régimes d'érosion sont reliés à la morphologie du cours d'eau, l'aire du bassin versant et l'occupation du territoire. Pour la période estivale et le début de l'automne, les facteurs qui influencent l'érosion sont reliés à la morphologie du cours d'eau, la granulométrie du lit en aval et le drainage agricole. L'analyse des données recueillies permet d'affirmer que pour la saison estivale, les concentrations de sédiments en suspension et les charges sédimentaires sont beaucoup plus élevées dans les stations de référence que dans les stations agricoles. Ainsi, une médiane de 3,6 mg L⁻¹ est déterminée comme concentration de sédiments en suspension de référence, avec un intervalle de 2,3 mg L⁻¹ (Q1) à 7,3 mg L⁻¹ (Q3).

Suivi spatio-temporel de l'humidité du sol à l'échelle de la parcelle à l'aide de la télédétection et de la prospection électrique des sols

KARINE LABRECQUE¹, MONIQUE BERNIER¹, MICHEL C. NOLIN², ISABELLE PERRON² ET DANIEL CLUIS¹.

¹INRS-ETE, Québec, QC;

² AAC, Laboratoires de pédologie et d'agriculture de précision, Sainte-Foy, QC

Karine.Labrecque@ete.inrs.ca

Mots clés: humidité du sol, RADARSAT-1, IKONOS, conductivité électrique apparente des sols

La variation spatio-temporelle de l'humidité du sol est un paramètre à considérer en agriculture car il détermine l'eau disponible aux plantes ainsi que les conditions d'aération du sol, deux éléments essentiels à la bonne croissance des cultures et à l'évaluation des risques environnementaux. Les travaux récents de Kravchenko (2008) et de Liu et al. (2008) ont montré l'utilité de la conductivité électrique apparente (CEA) des sols et de la télédétection pour la cartographie numérique du drainage à l'échelle de la parcelle. L'objectif de ce projet est de développer une méthode de cartographie du drainage des sols à l'échelle de la parcelle par un suivi spatio-temporel de l'humidité du sol réalisé à partir d'images des satellites RADARSAT-1 et IKONOS, du conductivimètre VERIS 3100 et de la sonde de mesure de l'humidité du sol HydroSense CS620 de Campbell.

Le projet est réalisé sur trois parcelles contigües (15,6 ha) dans un microbassin expérimental de 3 km² environ, dans le bassin versant du Bras d'Henri (167 km²) situé sur la rive sud du St-Laurent, près de la municipalité de Saint-Narcisse. Les sols de ce secteur ont été cartographiés par les laboratoires de pédologie et d'agriculture de précision d'Agriculture et Agroalimentaire Canada en 2004 et 2005 afin de mettre à jour les données pédologiques à une échelle semi-détaillée (1 : 40 000), détaillée (1 : 20 000) et très détaillée (1 : 10 000). En étudiant les données recueillies par les experts, on constate que cinq des sept classes de drainage du système canadien de classification des sols s'y retrouvent, soit de bien à très mal drainé (D3 à D7). Des images radar (polarisation HH) du secteur ont été acquises en mode fin en mai 2007 et 2008. Une image multispectrale (bleu, vert, rouge et proche-infrarouge) du satellite IKONOS a été acquise en mai 2008. Des mesures de la CEA des sols ont été prises sur les trois parcelles au début du printemps 2008 avec le VERIS 3100. Enfin, une caractérisation spatiale de l'humidité de la surface du sol (0-10 cm) a été effectuée sur 164 points de mesure géoréférencés (grille non alignée de 30 m x 30m) à l'aide de l'appareil HydroSense CS620 à plusieurs reprises au cours des printemps 2007 et 2008. Des cartes de l'humidité du sol et de la CEA ont été générées par krigeage et cokrigeage à partir de ces données à l'aide du module «*Geostatistical Analyst*» du logiciel ArcGIS 9.2.

Les résultats préliminaires de cette étude montrent que l'humidité de surface, mesurée avec l'appareil HydroSense CS620, présente une structure spatiale ce qui permet d'en réaliser la cartographie numérique. Des corrélations ont été observées entre les informations spectrales extraites de l'image IKONOS (proche infrarouge et l'indice de couleur), la CEA mesurée avec le VERIS à 0-30 cm et les données d'humidité du sol pour les parcelles #1 et #2 drainées à l'automne 2007. Cette corrélation était moins élevée dans la troisième parcelle drainée depuis plus longtemps. La variabilité spatiale et temporelle de l'humidité du sol confirme la classification du drainage des sols proposée par les experts.

Liste des références

Kravchenko, A.N. 2008. Mapping of Soil Drainage Classes Using Topographical Data and Soil Electrical Conductivity. Pages 255-261 in Allred et al. (eds). Handbook of Agricultural Geophysics. CRC Press.

Liu, J., Pattey, E., Nolin, M.C., Miller, J.R. et Ka, O. 2008. Mapping within-field soil drainage using remote sensing, DEM and apparent soil electrical conductivity. *Geoderma* **143**: 261-272.

La carte pédologique de la ferme expérimentale de Saint-Bruno : une base d'information pour la planification de recherches en production végétale biologique

GILLES GAGNÉ¹, MICHAËL LEBLANC^{1,2}, YVES LEMAY¹, JULIE DESLANDES¹, LUCIE GRENON³ ET LÉON-ÉTIENNE PARENT²

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

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

³ Laboratoires de pédologie et d'agriculture de précision, Agriculture et Agroalimentaire Canada
gilles.gagne@irda.qc.ca

Mots clés: cartographie, pédologie, fertilité, variabilité, production végétale biologique

L'IRDA désire implanter une plate-forme de R&D et de transfert en agriculture biologique à la ferme expérimentale (Ferme du Grand Coteau) de Saint-Bruno de Montarville. Une carte pédologique détaillée (1 : 5000) a été produite pour localiser et caractériser des sols défrichés afin d'aider à la planification de recherches, principalement en production végétale biologique. Les sols de cette région avaient déjà fait l'objet d'une première cartographie au 1 : 63360 (Baril et Mailloux, 1942) et d'une seconde au 1 : 20000 par Agriculture Canada (Martin et Nolin, 1991). Le Service de recherche en sols du MAPAQ avait également publié une carte des sols de cette ferme expérimentale pour l'ensemble de sa superficie, soit 284 ha (Ministère de l'Agriculture, 1978). Dans le cadre de cette étude, le territoire cartographié fût celui des sols défrichés situés au Nord-Ouest du Rang des 25 Est, soit une superficie de 118 ha dont 110 ha cultivables. La superficie non cultivable regroupe des ravins, un escarpement et les zones construites. Les travaux antérieurs, dont les 70 sites de prospection déjà caractérisés sur le site par l'équipe pédologique d'AAC, ont permis d'établir une légende et des contours préliminaires sur photos aériennes. Par la suite, 164 sites déterminés par transects ou prospection libre et géoréférencés ont été ajoutés, inspectés et caractérisés afin d'obtenir une fiabilité et une précision suffisante pour la planification. La densité de prospection fût de 2,1 sites par hectare (1 site par 0,47 ha). Neuf séries de sols dominantes ont permis de caractériser 96% de la superficie cultivable, le reste étant composé de sols anthropiques (comblement d'un ravin et d'une lagune, ancienne route, zone partiellement construite remise en culture). Un profil des séries de sols dominantes a été décrit et échantillonné pour une caractérisation physico-chimique de chacun des horizons et du pouvoir de minéralisation de l'azote organique du sol de surface. La série Verchères, un sol organique mince (40 à 160 cm d'épaisseur), a été subdivisée en deux variantes de profondeur. Dans la zone organique, du sol minéral excavé de fossés et mélangé à la tourbe d'origine a engendré des sols de surface argileux et humifères sur un matériau organique mince. Nous avons établi 21 unités simples et 33 délimitations cartographiques. La variabilité de propriétés des sols de surface (granulométrie, pH, MO, P, K, etc.) des délimitations a été déterminée. Les sols de cette ferme ont toujours été qualifiés de *variables* par les différents utilisateurs. Cette variabilité étant réduite, nous espérons que cette cartographie et caractérisation des sols sera utile afin de mieux planifier l'utilisation des sols ainsi que des projets de recherche et des activités de transfert et de démonstration.

Liste des références

- Baril, R. et Mailloux, A. 1942.** Carte des sols du comté de Chambly. Ministère de l'Agriculture. Gouvernement du Québec. 1 carte et une notice explicative.
- Martin, A. et Nolin, M.C. 1991.** Étude pédologique du comté de Chambly (Québec). Équipe pédologique du Québec, Agriculture Canada. Contribution no 89-26, Volumes 1 et 2.
- Ministère de l'Agriculture. 1978.** Carte des sols de la ferme de St-Bruno. Service de recherche en sols, Ministère de l'Agriculture, Gouvernement du Québec. 1 carte avec une notice explicative.

Les sols du comté d'Iberville

LUCIE GRENON, JEAN-MARC COSSETTE ET MARIE-LINE LECLERC

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Laboratoires de pédologie et d'agriculture de précision
lucie.grenon@agr.gc.ca

Mots clés : sols, cartographie, pédologie

La prospection et l'échantillonnage des sols du comté d'Iberville (472.85 km²), dans la région de la Montérégie-Est, a été réalisée principalement de 1995 à 1999. Lors de ce relevé pédologique semi-détaillé, 1917 sites et profils de sols ont été décrits, dont 114 de ceux-ci échantillonnés. La densité de prospection étant donc de une observation par 24 ha. L'interprétation des photographies aériennes (1 : 40 000) combinée à l'étude des informations recueillies sur le terrain ont permis de délimiter les polygones de sols sur les photos. Par la suite, la numérisation et l'ensemble du travail cartographique, à l'aide du logiciel ArcGIS (Grenon et al. 2008), ont mené à la réalisation de la carte pédologique du comté d'Iberville à l'échelle de 1 : 40 000.

Le territoire à l'étude se situe dans la région physiographique des basses terres du Saint-Laurent (Lajoie 1975), plus particulièrement dans la région pédologique de la plaine de Montréal (Lamontagne et Nolin 1997). L'altitude y varie de 20 à 60 mètres. En inclusion, le secteur du mont Saint-Grégoire où l'altitude passe de 60 à 250 mètres, appartient à la région des hautes terrasses du Saint-Laurent, section des Montérégiennes. Les terres agricoles occupent 87 % du comté.

D'une surface terrestre de 46040 ha, le comté comprend 385 délimitations regroupées en 80 unités cartographiques dont 5 sont des unités de terrain non prospecté (Ravin, Sablière, Autoroute, Zone urbaine et Zone non cartographiée). La légende sépare les sols en 32 groupes selon leur classe granulométrique de matériau parental, leur classe de drainage naturel et leur position physiographique. Les 75 unités cartographiques de sols sont différenciées et identifiées d'après la ou les séries de sols dominants et leurs pourcentages de composition ainsi que par les phases de sol telles la pente et la pierrosité. 45 séries de sols ont ainsi été définies. 5 groupes de matériaux de sols couvrent plus de 50 % du territoire (loameux-grossiers (till), squelettique-loameux d'origine diverses, sableux graveleux, limoneux stratifiés et argileux stratifiés). Nous avons choisi de décrire quelques séries de sols composant les unités cartographiques couvrant le plus de superficie. Ce sont les séries de sols Sainte-Brigide de l'unité BG⁹ (occupant 15 % du territoire), Ménard de l'unité ME⁵ + GI³ (7 %), Saint-Jacques de l'unité JA⁹ (6 %) ou Chambly de l'unité CY⁸ (5 %).

Liste des références

Grenon, L., Leclerc, M.-L., Cossette, J.-M. et Perron, I. 2008. La carte pédologique du comté d'Iberville : Réalisation à l'aide de ArcGIS. Affiche présentée au 22^e congrès annuel de l'AQSSS, Saint-Georges de Beauce, 2-5 juin 2008. Programme et résumés, p. A18.

Lajoie, P.-G. 1976. Les terres agricoles du Québec méridional : Distribution, étendue et qualité. Publication 1556 (révision 1976). Institut de recherches sur les sols. Direction de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa. 62 p. (1 carte).

Lamontagne, L. et Nolin, M.C. 1997. Cadre pédologique de référence pour la corrélation des sols. Équipe pédologique du Québec, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sainte-Foy. Bulletin d'extension #7. 69 p.