

A
Q
S
S
S



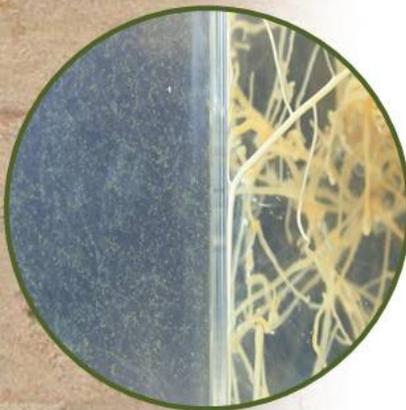
S
P
P
Q

Congrès annuel conjoint

**« Vers des systèmes sol-plante
sains et durables »**

**1^{er} au 3 juin 2010
à l'Abbaye d'Oka**

Programme scientifique et résumés



COMITÉ ORGANISATEUR

- 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
- Carole MARTINEZ,** Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département de sols et génie agroalimentaire. Québec QC G1V 0A6. carole.martinez@fsaa.ulaval.ca
- Lucie GRENON,** Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement en horticulture. 430 boulevard Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu QC J3B 3E6. lucie.grenon@agr.gc.ca
- Stéphan POULEUR,** Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures. 2560 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 2J3. stephan.pouleur@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.gouv.qc.ca
- Valérie GRAVEL,** Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement en horticulture. 2480 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 0A6. valerie.gravel@agr.gc.ca
- 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
- 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

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.

Société de protection des plantes du Québec

La Société de protection des plantes du Québec est la plus ancienne société scientifique en Amérique du Nord vouée à la protection des plantes et toujours active sous son nom original. En 1908, le professeur William Lochhead fonda notre Société, au Collège Macdonald à Sainte-Anne-de-Bellevue, avec l'aide d'un petit groupe de chercheurs.

MISSION : La Société regroupe des personnes intéressées à la protection des plantes. Elle est constituée de chercheurs des universités et des gouvernements fédéral et provinciaux, d'étudiantes et d'étudiants, ainsi que toute personne intéressée à la protection des plantes agricoles et forestières. Les membres de la SPPQ s'intéressent aux aspects théoriques et pratiques des diverses disciplines associées à la phytoprotection, notamment la phytopathologie, l'entomologie et la malherbologie. Devenir membre : www.sppq.qc.ca.

Membres de l'AQSSS - Prix honorifique : Appel de candidature

PRIX AUGUSTE SCOTT

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

Le prix honorifique est constitué d'un trophée-pelle et d'un diplôme souvenir. Les mises en candidature doivent être présentées par un membre au président de l'association, qui est le seul membre non-éligible. Le président formera un comité pour l'étude des dossiers et la nomination du récipiendaire.

Veillez faire parvenir les candidatures en incluant une description suffisante de la contribution du récipiendaire potentiel avant le 10 mai 2010 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 et/ou de la SPPQ - Prix et bourses

BOURSE ANNUELLE DE LA SPPQ

La Société de protection des plantes du Québec décerne annuellement une bourse au mérite de 1000 \$ pour encourager les étudiantes et les étudiants à poursuivre des études graduées dans le domaine de la protection des végétaux.

CONCOURS PHOTO DE LA SPPQ 2010

Le concours présente trois catégories : - Animal (bactéries, nématodes, insectes, oiseaux, mammifères) - Végétal (plantes entières ou partie de plante) - Invasculaire et Mycète (champignons inférieurs ou supérieurs) Toute personne, membre en règle de la SPPQ et présente au congrès, peut présenter une photographie (terrain, labo, microscope...) dans un format de 8 po x 10 po sur papier photographique. Également, une version électronique (Powerpoint et sans identification) de chaque photo devra être acheminée pour une projection lors du banquet. Chaque participant peut soumettre au plus 2 photos par catégorie (identification au verso du format papier). Le gagnant de chaque catégorie se verra attribuer un prix et pourra voir sa photo sur la couverture des Échos phytosanitaires, la revue des membres de la SPPQ. Voir : www.sppq.qc.ca

PRIX ROGER BARIL - COMMUNICATION ORALE (AQSSS)

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 (AQSSS)

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.

PRIX W.E. SACKSTON - COMMUNICATION ORALE (SPPQ)

Le prix W.E. Sackston est décerné à la meilleure communication orale présentée par des étudiants à la maîtrise ou au doctorat membres de la SPPQ. Ce prix est d'une valeur de 300 \$.

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.

Waldemar E. Sackston (1918-2004). Phytopathologiste. Président de la Société de protection des plantes du Québec (1967-68). Membre honoraire. Professeur émérite du département de Plant Science de McGill University. Président (CPS 1960-61) et Fellow de la CPS (1982). Prix Dr. and Mrs. D.L. Bailey (CPS - 1983) et récipiendaire du Lifetime achievement Award (CPS - 2003). Fellow de l'American Phytopathological Society (1988).

Les prix de l'AQSSS et de la SPPQ seront remis lors du banquet qui cette année aura lieu le soir du 2 juin 2010. L'AQSSS et la SPPQ encouragent les membres et les étudiants à être présents lors de cette soirée.

CONSEIL D'ADMINISTRATION AQSSS 2009-2010

- 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 en horticulture. 430 boulevard Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu QC J3B 3E6. lucie.grenon@agr.gc.ca
- Secrétaire : **Isabelle ROYER**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures. 2560 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 2J3. isabelle.royer@agr.gc.ca
- Administrateurs : **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.gouv.qc.ca

COLLABORATEURS

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

CONSEIL D'ADMINISTRATION SPPQ 2009-2010

- Président : **Guy BÉLAIR**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de R & D en Horticulture, 430 boul. Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC, Canada J3B 3E6. Guy.Belair@AGR.GC.CA
- Vice-présidente : **Danielle BERNIER**, MAPAQ, DIST, 200 chemin Sainte-Foy, 9e étage, Québec, QC, Canada G1R 4X6. danielle.bernier@mapaq.gouv.qc.ca
- Présidente sortante : **Valérie GRAVEL**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement en horticulture. 2480 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 0A6. valerie.gravel@agr.gc.ca
- Trésorier : **Stéphan POULEUR**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures. 2560 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 2J3. stephan.pouleur@AGR.GC.CA
- Secrétaire : **Marie-Eve BÉRUBÉ**, Université Laval. me_berube@hotmail.com
- Registraire : **Vicky TOUSSAINT**. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de R & D en Horticulture, 430 boul. Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC, Canada J3B 3E6. Vicky.Toussaintr@AGR.GC.CA
- Directeurs :
- Diane Lyse BENOIT**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de R & D en Horticulture, 430 boul. Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC, Canada J3B 3E6. DianeLyse.benoit@AGR.GC.CA
- Jean Denis BRISSON**, Ministère des ressources naturelles et de la faune, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitants, 880 chemin Sainte-Foy, Québec, QC, Canada G1S 4X4. Jean-Denis.Brisson@mrf.gouv.qc.ca
- Valérie CHABOT**, La Coop Fédérée, Ferme de recherche en productions végétales, 19 235 avenue Saint-Louis, Saint-Hyacinthe, QC, Canada J2T 5J4. valerie.chabot@lacoop.coop
- Carole MARTINEZ**, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département de sols et génie agroalimentaire. Québec, QC G1V 0A6. carole.martinez@fsaa.ulaval.ca
- Sylvie RIOUX**, Centre de recherche sur les grains, CÉROM, 2700, rue Einstein, bur. D1.300.24A, Québec, QC, Canada G1P 3W8. sylvie.rioux@cerom.qc.ca
- Directeur étudiant : **Olivier LALONDE**, Université Laval. olalonde@bell.net

COLLABORATEURS

- Webmestre SPPQ : **Anne-Marie SIMAO-BEAUNOIR** Université de Sherbrooke, Biologie, 2500 Boul. Université, Sherbrooke, QC, Canada J1K 2R1. anne-marie.simao@usherbrooke.ca
-

CONGRÈS CONJOINT AQSSS - SPPQ

Le congrès conjoint se tiendra à l'Abbaye d'Oka dans la région de Montréal du 1^{er} au 3 juin 2010 sous le thème « Vers des systèmes sol-plante sains et durables ».

Il est à noter que ce congrès est accrédité comme formation à l'Ordre des Agronomes du Québec.

SOMMAIRE DU PROGRAMME

	Lundi 31 mai 2010	Mardi 1 ^{er} juin 2010	Mercredi 2 juin 2010	Jeudi 3 juin 2010
Matinée		8h00 – 9h00 Inscription Abbaye d'Oka Grand réfectoire 9h00 – 10h20 Session d'affiches Abbaye d'Oka Grand réfectoire 10h20 – 12h00 Session plénière Abbaye d'Oka Petit réfectoire	7h30 – 8h30 Inscription Abbaye d'Oka Grand réfectoire 8h30 – 10h30 Symposium Abbaye d'Oka Petit réfectoire Salle du chapitre 10h30 – 12h00 Session d'affiches Abbaye d'Oka Grand réfectoire	8h00 – 15h00 Tournée post-congrès
Midi		12h00 – 13h00 Dîner Abbaye d'Oka Grand réfectoire	12h00 – 13h00 Dîner Abbaye d'Oka Grand réfectoire	
Après-midi		13h15 – 17h00 Présentations orales Sessions simultanées Abbaye d'Oka Petit réfectoire Salle du chapitre	13h15 – 17h00 Présentations orales Sessions simultanées Abbaye d'Oka Petit réfectoire Salle du chapitre	
Soirée	Arrivée Abbaye d'Oka Hôtel Impéria Souper et soirée libres	17h15 – 19h00 Assemblées générales de l'AQSSS et de la SPPQ et dégustation de bières Abbaye d'Oka 19h00 – 22h00 Souper Abbaye d'Oka Grand réfectoire	18h00 – 22h00 Banquet Abbaye d'Oka Grand réfectoire et Remise des prix de l'AQSSS et de la SPPQ	

DATES IMPORTANTES

- Réception des titres : 9 avril 2010
- **Réception des résumés : 30 avril 2010**
- **Inscription à prix réduit : 7 mai 2010**

La **réservation de chambres avec petits déjeuners doit être faite par les participants** directement à l'Abbaye d'Oka (450-415-0651, poste 26) ou à l'hôtel Impéria (1-888-472-3336; www.imperiahotel.com).

Pour de plus amples détails, visitez nos sites Internet : www.sppq.qc.ca; www.aqsss.com

Mardi 1^{er} juin 2010 AM

8h00 – 9h00

INSCRIPTION
Abbaye d'Oka – Grand réfectoire

9h00 – 10h20

SESSION D’AFFICHES I – Grand réfectoire
(tous les présentateurs présents)

Liste des affiches

- 1. Cartographie numérique de la texture de surface des sols de la Montérégie à l'aide de données d'observation de la terre et de la base de données des profils de sols.**
MOHAMED ABOU NIANG, MICHEL C. NOLIN ET ISABELLE PERRON
- 2. Cartographie des propriétés des sols. Apports des sondes électromagnétiques multifréquences et des spectromètres de rayons gamma.**
HILDA PAUCAR, MICHEL NOLIN, MARC RICHER- LAFLÈCHE ET JEAN-CHRISTOPHE AZNAR
- 3. Capacité tampon d'un géodéchet de cuivre.**
ANTOINE KARAM, ARNAUD S. DE CONINCK, MICHEL PRÉDA ET ALFRED JAOUICH
- 4. Adsorption du plomb par un sol sablonneux marginal.**
IIDEPHONSE NDUWAYEZU, ANTOINE KARAM ET ALFRED JAOUICH
- 5. Caractérisation des propriétés physiques et chimiques des substrats de croissance et leurs effets sur le développement racinaire des plants d'épinette blanche en pépinière forestière.**
IAN PAIEMENT, STEEVE PÉPIN, MOHAMMED S. LAMHAMEDI ET JEAN CARON
- 6. Effet de la brumisation, de l'irrigation et de l'application foliaire de calcium sur l'incidence de la brûlure de la pointe chez la laitue.**
JENNIFER CORRIVEAU, JEAN CARON, SYLVIE JENNI, LINDA GAUDREAU ET ANDRÉ GOSSELIN
- 7. Étude du chauffage du sol dans une sapinière boréale: augmentation de la disponibilité de K, Al et Mn avec la température.**
LOÏC D'ORANGEVILLE, BENOIT COTÉ, DANIEL HOULE, LOUIS DUCHESNE ET HUBERT MORIN
- 8. Réalisation des grilles de fertilisation par la Méta-analyse.**
NICOLAS SAMSON, ANNIE PELLERIN ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
- 9. Normes CND (Compositional Nutrient Diagnosis) préliminaires pour le manguier (*Mangifera indica*) au Brésil.**
DANILO EDUARDO ROZANE, WILLIAM NATALE ET LÉON-ETIENNE PARENT NICOLAS SAMSON, ANNIE PELLERIN ET LÉON-ÉTIENNE PARENT
- 10. La spectroscopie dans le proche infrarouge pour estimer le phosphore du sol**
DALEL ABDI, NOURA ZIADI, GAËTAN F. TREMBLAY, GILLES BÉLANGER ET LÉON-ÉTIENNE PARENT

- 11. Détermination du phosphore particulaire et biodisponible dans les eaux de ruissellement agricoles selon la taille des particules.**
SIMON-C. POIRIER, AUBERT MICHAUD, JACQUES DESJARDINS, CHARLES LUSSIER ET JOANN K. WHALEN
- 12. Croissance de peupliers hybrides utilisés dans un dispositif de bande végétale filtrante.**
MARC DUCHEMIN ET JEAN MÉNÉTRIER
- 13. Impact de deux types de bandes végétales sur le transport par ruissellement et par infiltration des herbicides atrazine et métolachlore en parcelles expérimentales.**
EMMANUELLE CARON, PIERRE LAFRANCE, JEAN-CHRISTIAN AUCLAIR ET MARC DUCHEMIN
- 14. Étude du bilan d'engrais azoté (^{15}N) dans des systèmes de production de pomme de terre.**
ADRIEN N'DAYEGAMIYE, JUDITH NYIRANEZA ET ANNE DRAPEAU
- 15. Modélisation du risque de lessivage des nitrates sous culture de pomme de terre.**
JÉROME G. FORTIN, FRANÇOIS ANCTIL, LÉON-ÉTIENNE PARENT ET MARTIN A. BOLINDER
- 16. Effet de différentes sources et doses de fertilisants minéraux azotés sur le lessivage potentiel des nitrates sous culture de pomme de terre.**
ATHYNA N. CAMBOURIS, BERNIE J. ZEBARTH ET CRAIG DRURY
- 17. Effet des apports répétés de biosolides mixtes papetiers et résidus alcalins sur la fertilité des sols.**
ANNIE ROBICHAUD, NOURA ZIADI, BERNARD GAGNON ET ANTOINE KARAM
- 18. Synthèse des impacts de l'application d'effluents d'élevage sur le contenu en carbone du sol**
ÉMILIE MAILLARD, DENIS ANGERS ET BRIAN G. MCCONKEY
- 19. Impact à long-terme du travail du sol et de la fumure organique sur la matière organique et la structure de l'argile de Normandin sous différentes rotations culturales.**
NICOLE BISSONNETTE, DENIS A. ANGERS, JEAN LAFOND ET GABRIEL LÉVESQUE
- 20. Dynamique des ions phosphates à l'interface solide-solution dans la couche 0-5 cm du sol : semis direct vs. labour conventionnel.**
AIMÉ J. MESSIGA, NOURA ZIADI, CYNTHIA GRANT, LÉON-ÉTIENNE PARENT ET CHRISTIAN MOREL
- 21. Validation d'un protocole RT-PCR pour le dépistage des virus PVS, PVY et PLRV des semences de pommes de terre.**
EDITH PLANTE, NATHALIE DAIGLE ET RICHARD HOGUE

9:30 à 10H00 : PAUSE commanditée par Syngenta



Mardi 1^{er} juin 2010 AM

10h20 – 10h30

OUVERTURE

Abbaye d'Oka – Petit réfectoire
MARTIN CHANTIGNY, président AQSSS
GUY BÉLAIR, président SPPQ

10h30 – 12h00

SESSION PLÉNIÈRE

Abbaye d'Oka – Petit réfectoire

Vers des systèmes sol-plante sains et durables

Modérateur : Martin Chantigny, Agriculture & Agroalimentaire Canada

10:30 **La gale commune de la pomme de terre : contraintes et perspectives d'un modèle d'étude des interactions sol-plantes-microorganismes.**

RICHARD HOGUE, Institut de Recherche et Développement en Agroenvironnement

11:00 **Les plantes : ingénieurs du sol et de l'écosystème.**

DENIS ANGERS, Agriculture et Agroalimentaire Canada

11:30 **Les champignons mycorhiziens arbusculaires modulent l'expression des gènes des mycotoxines de *Fusarium culmorum* chez la pomme de terre.**

MOHAMED HIJRI, Université de Montréal

12h00 – 13h00

DÎNER

Abbaye d'Oka – Grand réfectoire

Commandité par
Monsanto Canada



Mardi 1^{er} juin 2010 PM - Petit réfectoire

13h15 – 16h00

SESSION I – Variabilité spatiale et temporelle

Modérateur : Michel Nolin, Agriculture & Agroalimentaire Canada

13:15 **Cartographie numérique de la granulométrie de surface des sols de la Montérégie à l'aide de la géostatistique et de la base de données des profils de sols.**

MICHEL C. NOLIN, MOHAMED ABOU NIANG ET ISABELLE PERRON

13:30 **Développement et validation d'un indice spectral de brillance traduisant la variabilité spatiale des propriétés physico-chimiques des sols.**

JEAN-DANIEL SYLVAIN, AUBERT R. MICHAUD ET GOZE-BERTIN BÉNIÉ

13:45 **Cartographie numérique de l'humidité du sol à l'aide de la télédétection et des mesures au sol.**

KARINE LABRECQUE, MONIQUE BERNIER, MICHEL C. NOLIN, ISABELLE PERRON ET DANIEL CLUIS

14:00 **Analyse temporelle des patrons de distribution spatiale multi-échelles de la diffusion des gaz dans deux sols sableux agricoles.**

JONATHAN LAFOND, SUZANNE E. ALLAIRE, PIERRE DUTILLEUL, BERNARD PELLETIER, SÉBASTIEN F. LANGE ET ATHYNA N. CAMBOURIS

14:15 **Caractérisation spatiale des propriétés hydrodynamiques de sols organiques en maraîchage visant l'optimisation de l'irrigation.**

SYLVAIN JUTRAS, JEAN CARON ET YANN PÉRIARD-LARRIVÉE

14:30 **Évaluation des propriétés de rétention hydrique et de conductivité hydraulique des horizons superficiels et des couverts de bryophytes de deux tourbières minérotrophes du milieu boréal Québécois (Canada).**

GRÉGOR LEVREL, ALAIN N. ROUSSEAU ET PIERRE LAFRANCE

14:45 **Variation de la disponibilité du P et d'autres éléments nutritifs du sol dans une rotation maïs-soya établie depuis 15 ans.**

AIMÉ J. MESSIGA, NOURA ZIADI, CHRISTIAN MOREL, CYNTHIA GRANT, GILLES TREMBLAY ET LÉON-ÉTIENNE PARENT

15:00 PAUSE

Mardi 1^{er} juin 2010 PM - Salle du Chapitre

13h15 – 14h15

SESSION II – Gestion des sols et ennemis des cultures I
Modérateur : Stéphan Pouleur, Agriculture & Agroalimentaire Canada

13:15 **Effet d'un apport en silice sur la résistance du soya (*Glycine max*) à *Phakopsora pachyrhizi*, agent de la rouille asiatique.**

GENEVIÈVE ARSENAULT-LABRECQUE, JONATHAN MONTPETIT, WILFRIED RÉMUS-BOREL ET RICHARD R. BÉLANGER

13:30 **Effets des thés de compost sur les agents pathogènes causant la fonte des semis de la tomate.**

ANTOINE DIONNE, BENJAMIN MIMÉE, RUSSELL J. TWEDDELL, HANI ANTOUN ET TYLER J. AVIS

13:45 **Interactions entre le stress hydrique, les pourridiés et le dendroctone de l'épinette.**

GASTON LAFLAMME, ROBERT LAVALLÉE ET CLAUDE GUERTIN

14:00 **Caractérisation microbiologique de différents composts réprimant le développement de la verticilliose du fraisier.**

ANDRÉANNE MARTIN-LAPIERRE, BENJAMIN MIMÉE, TYLER AVIS ET RUSSELL TWEDDELL

14h15 – 17h00

SESSION III – Gestion du sol, de l'eau et de l'environnement
Modérateur : Jean Caron, Université Laval

14:15 **Émissions de N₂O produits par différents engrais minéraux appliqués en post-levée dans le maïs-grain.**

BERNARD GAGNON, NOURA ZIADI, PHILIPPE ROCHETTE, MARTIN CHANTIGNY ET DENIS ANGERS

14:30 **Étude du devenir de l'azote résiduel au cours de l'hiver grâce au traçage isotopique ¹⁵N.**

MARTIN CHANTIGNY, DENIS ANGERS, JUDITH NYIRANEZA ET PHILIPPE ROCHETTE

14:45 **Nitrates résiduels après la récolte de l'orge : Impacts des travaux de sol.**

JEAN LAFOND

15:00 PAUSE

Mardi 1^{er} juin 2010 PM - Petit réfectoire

13h15 – 16h00

SESSION I – Variabilité spatiale et temporelle (suite)

15:30 **Spéciation du phosphore de sources agricoles diffuses en fonction du régime hydrique, de la régie et des propriétés des sols.**

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

15:45 **Ré-échantillonnage du sol dans le but de détecter des changements possibles après 20 ans dans une érablière.**

ROCK OUIMET

16h00 – 17h00

SESSION IV – Fertilisation et fertilité du sol

Modérateur : Jean Lafond, Agriculture & Agroalimentaire Canada

16:00 **Effet de différentes sources et doses de fertilisants minéraux azotés sur la production de pomme de terre au Québec.**

ATHYNA N. CAMBOURIS, NOURA ZIADI ET CYNTHIA GRANT

16:15 **Efficacité d'engrais azoté à libération lente dans la culture de pomme de terre.**

JUDITH NYIRANEZA, NOURA ZIADI, CYNTHIA GRANT, NICOLAS SAMSON, GILLES BÉLANGER ET LÉON-ÉTIENNE PARENT

16:30 **Coefficients réels d'utilisation de l'engrais azoté par le maïs et sa dynamique dans le sol : influence des pratiques culturales.**

JUDITH NYIRANEZA, MARTIN CHANTIGNY, ADRIEN N'DAYEGAMIYE ET MARC R. LAVERDIÈRE

16:45 **Fertilisation azotée en post-levée du maïs-grain sous semis direct.**

GILLES TREMBLAY, JULES BLANCHETTE, ÉRIC THIBAUT ET PIERRE FILION

14h15 – 17h00

SESSION III – Gestion du sol, de l'eau et de l'environnement (suite)

- 15:30 **Impact de 35 ans d'application de fumier à différents taux sur la sorption et la minéralisation du 17 β -estradiol.**
EMMANUELLE CARON, ANNEMIEKE FARENHORST, XIYING HAO ET CLAUDIA SHEEDY
- 15:45 **Optimisation de la profondeur d'une irrigation enterrée et son effet sur la culture de maïs.**
BOUTHEINA DOUH, NAJIB MHAMDI, ASMA CHEMINGUI, MARC DUCHEMIN ET ABDELHAMID BOUJELBEN
- 16:00 **Pertes d'eau et de nitrates durant l'irrigation des laitues romaines en sol organique : comparaison de méthodes d'évaluation et impact sur les rendements.**
ÉLIANE BERGERON PIETTE, JEAN CARON, LÉON-ÉTIENNE PARENT, GUILLAUME THÉROUX-RANCOURT ET ANDRÉ GOSSÉLIN
- 16:15 **Effets de la profondeur d'enracinement sur la gestion de l'irrigation de la laitue romaine (cv Sunbelt) cultivée en sol organique.**
LAURIE D. PLAMONDON, JEAN CARON, LINDA GAUDREAU, SYLVAIN JUTRAS, SYLVIE JENNI, DENYS VAN WINDEN ET ANDRÉ GOSSÉLIN
- 16:30 **Marais filtrants artificiels pour le traitement des effluents horticoles**
VICKY LÉVESQUE, MARTINE DORAIS, VALÉRIE GRAVEL, CLAUDINE MÉNARD, PHILIPPE ROCHETTE ET HANI ANTOUN
- 16:45 **Utilisation des marais filtrants pour réduire les ions sulfates et les agents pathogènes des effluents de serre.**
NICOLAS GRUYER, MARTINE DORAIS, GÉRALLD J. ZAGURY ET BÉATRIX ALSANIUS

Mardi 1^{er} juin 2010 PM -

17h15 – 19h00

Cocktail pré-AGA

Commandité par
Les Brasseurs du Nord Inc.



ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

AQSSS – Petit Réfectoire
SPPQ – Salle du Chapitre

19h00 – 22h00

SOUPER
Abbaye d'Oka – Grand Réfectoire



- un centre de recherche en amélioration végétale
- une cinquantaine de chercheurs membres provenant de différentes institutions

Regroupement stratégique financé par le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Université de Sherbrooke
Faculté des sciences
Département de biologie
2500, boul. de l'Université
Sherbrooke (Québec) J1K 2R1

Tél. : (819) 821-8000 poste 61917
Télé. : (819) 821-8049
Courriel : info@centreseve.org

www.centreseve.org

Approche multidisciplinaire, articulée autour de deux axes :

1. l'amélioration végétale dans un contexte de réduction des émissions des gaz à effet de serre,
2. la protection des cultures dans un contexte limitant l'utilisation d'intrants chimiques.

Les recherches tiennent compte des divers impacts environnementaux et sociaux.

Le Centre SÈVE permet :

- la reconnaissance de l'expertise unique au Québec en matière d'agroenvironnement,
- une vitrine à la recherche agroalimentaire québécoise auprès du public, des gouvernements et des scientifiques canadiens et étrangers,
- une liaison entre les scientifiques, les producteurs et les industriels et les décideurs,
- la création d'un milieu de formation de haute qualité en offrant un encadrement multidisciplinaire innovateur et en multipliant les expériences de formation et de recherche des étudiants.



 UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

 UNIVERSITÉ
LAVAL

 McGill
UNIVERSITY

Université 
de Montréal

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES
UQTR



Université du Québec
en Abitibi-Témiscamingue

 irda

Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Mercredi 2 juin 2010 AM

7h30 – 8h30

INSCRIPTION
Abbaye d'Oka – Grand réfectoire

8h30 – 10h30

SYMPOSIUM
Petit réfectoire

Influence de la gestion des sols sur les ennemis des cultures
Modérateur : Daniel Dostaler, Université Laval

- 8:30 **Incidence du sol sur la diversité et l'abondance des nématodes phytoparasites.**
GUY BÉLAIR ET LOUIS SIMARD
- 9:00 **Plantes nuisibles et travail du sol: tendances lourdes et réponses contradictoires.**
ANNE LÉGÈRE
- 9:30 **Insectes nuisibles des gazons sur les terrains de golf et les espaces verts urbains : relation avec le sol.**
LOUIS SIMARD
- 10:00 **Effets du travail du sol sur les maladies des grandes cultures.**
STÉPHAN POULEUR, DANIEL DOSTALER, SYLVIE RIOUX ET DENIS PAGEAU
-

10h30 – 12h00

SESSION D’AFFICHES II – Grand réfectoire
(tous les présentateurs présents)

Liste des affiches (voir SESSION D’AFFICHES I)

12h00 – 13h00

DÎNER
Abbaye d'Oka – Grand réfectoire

Commandité par
**Institut de recherche et de développement
en agro-environnement (IRDA)**





**VOUS NE TROUVEREZ RIEN DE MIEUX
POUR VOTRE ENTREPRISE.**



D'un bout à l'autre du Canada, pour un nombre croissant de cultures de fruits et de légumes, des agriculteurs comme vous découvrent à quel point les produits de Dow AgroSciences conviennent aux pratiques des entreprises avisées. De la tavelure au pou rouge et à la pyrale de la pomme en passant par le mildiou, nous contribuons à contrôler d'insectes parasites problématiques et à améliorer vos profits. Cette saison-ci, ces moyens de lutte s'enrichissent du nouvel insecticide pour fruits et légumes Delegate^{MC}. Delegate offre une suppression exceptionnelle de la pyrale de la pomme et d'une vaste gamme d'autres insectes et une cote de risque réduite. Des nouveaux produits chimiques enthousiasmants aux noms que vous connaissez et auxquels vous faites confiance, les produits horticoles de Dow AgroSciences conviennent parfaitement à votre exploitation.

FAITES-EN PLUS. DANS LE MÊME CHAMP. AVEC DOW AGROSCIENCES. POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS, VISITEZ DOWAGRO.COM/CA.

Dow AgroSciences

*Marque de commerce de Dow AgroSciences LLC
0410-13147

Mercredi 2 juin 2010 PM - Petit réfectoire

13h15 – 14h45

SESSION V – Physique, chimie et biologie du sol

Modérateur : Benoît Côté, Université McGill

13:15 **La teneur en xylose : un indicateur possible de l'effet des cultures sur la stabilité structurale d'un oxisol en semis direct.**

MÁRCIO DOS REIS MARTINS, DENIS ANGERS, JOSÉ EDUARADO CORÁ ET NICOLE BISSONNETTE

13:30 **Microorganismes dissolvants les phosphates organiques et inorganiques associés au maïs.**

PAOLA MAGALLÓN SERVÍN, MARTIN TRÉPANIER, HICHEM CHOUAYEKH, PATRICE DION ET HANI ANTOUN

13:45 **La durée et la température d'extraction influencent la nature de la matière organique du sol extraite à l'eau.**

MARTIN CHANTIGNY, TINA HARRISON-KIRK, MIKE H. BEARE ET DENIS CURTIN

14:00 **Effet de la disponibilité en azote minéral sur la décomposition de résidus organiques et la stabilisation de la structure du sol.**

CÉDRIC LE GUILLOU, SAFYA MENASSERI, PHILIPPE LETERME ET DENIS ANGERS

14:15 **Accumulation des sels dans les milieux artificiels organiques.**

GUILLAUME LÉTOURNEAU, JEAN CARON, RÉMI NAASZ, DAVE E. ELRICK ET STEEVE PEPIN

14:30 PAUSE

Mercredi 2 juin 2010 PM - Salle du Chapitre

13h15 – 14h30

SESSION VI – Gestion des sols et ennemis des cultures II

Modérateur : Guy Bélair, Agriculture & Agroalimentaire Canada

13:15 **Réduction des maladies des racines du maïs et du soya par l'allongement des rotations en travail conventionnel et en travail réduit du sol.**

STÉPHAN POULEUR, JEAN LAFOND ET ANDRÉ COMEAU

13:30 **Impact de l'interaction azote et activité microbienne sur la levée des mauvaises herbes.**

DYANE-LYSE BENOÎT, MARYSE LEBLANC, ÈVE ABEL ET ÉTIENNE JOBIN

13:45 **Travaux de sol et systèmes de production contrastants chez le blé panifiable : impact sur le rendement, l'incidence de la fusariose de l'épi et la cécidomyie orangée du blé.**

HÉLÈNE MUNGER, ANNE VANASSE, SYLVIE RIOUX, GENEVIÈVE LABRIE ET NICOLE BOURGET

14:00 **Incidence du type de fertilisant azoté sur le rendement et les qualités panifiables du blé implanté dans deux sols contrastés.**

CHRISTINE RIEUX, ANNE VANASSE, MARTIN CHANTIGNY, ÉLISABETH VACHON ET PIERRE GÉLINAS

14:15 **Impacts de combinaisons de moyens de lutte à la gale commune sur la diversité des Streptomycètes et des bactéries du cycle du soufre.**

THOMAS JEANNE, GUYANNE D'ASTOUS ET RICHARD HOGUE.

14:30 PAUSE

Mercredi 2 juin 2010 PM - Petit réfectoire

15h15 – 17h00

SESSION VII – Valorisation des résidus et inoculants

Modérateur : Steeve Pépin, Université Laval

- 15:15 **Étude d'un mélange *Trichoderma viride* et *Sinorhizobium meliloti* : optimisation et effet sur la luzerne.**
NAJIB MHAMDI, TAREK ROUISSI, FATMA GASSARA, JOHN ROJAN, DANIELLE PRÉVOST, STÉPHAN POULEUR, SATINDER KAUR BRAR ET RAJESHWAR DAYAL TYAGI
- 15:30 **Développement de formulations de grains pré-inoculés de luzerne par des *Sinorhizobiums meliloti* à partir des rejets de l'industrie d'extraction d'amidon.**
TAREK ROUISSI, JOHN ROJAN, NAJIB MHAMDI, SATINDER KAUR BRAR, DANIELLE PRÉVOST ET RAJESHWAR DAYAL TYAGI
- 15:45 **L'utilisation du biochar comme fertilisant et son potentiel dans la chaîne de valorisation de la biomasse.**
GUILLAUME PILON ET JEAN-MICHEL LAVOIE
- 16:00 **Phytodisponibilité de quelques métaux (Cu, Zn, Ni et Cd) dans des parcelles de sol ayant reçu des apports répétés de biosolides mixtes papetiers et de résidus alcalins.**
ANNIE ROBICHAUD, NOURA ZIADI, BERNARD GAGNON ET ANTOINE KARAM
- 16:15 **Effet des résidus de désencrage (RDD) sur la neutralisation du pH du sol, sur les rendements et la qualité des récoltes.**
GILLES TREMBLAY ET SIMON ROY
- 16:30 **Disponibilité du P, Cu et Zn au maïs-ensilage suite à l'apport de biosolides papetiers et lisiers de porc**
BERNARD GAGNON, NOURA ZIADI, MARTIN CHANTIGNY ET GILLES BÉLANGER
- 16:45 **De la Terra Preta au Biochar : perspectives sur la redécouverte d'un procédé de revitalisation des sols.**
BENOÎT LAMBERT

Mercredi 2 juin 2010 PM - Salle du Chapitre

15h15 – 17h00

SESSION VIII – Phytopathologie

Modérateur : *Philippe Tanguay, Ressources Naturelles Canada*

- 15:15 **Régulation des gènes de l'îlot de pathogénicité du *Streptomyces scabiei*, un agent pathogène responsable de la gale commune de la pomme de terre.**
REBECA PADILLA REYNAUD, SYLVAIN LERAT ET CAROLE BEAULIEU
- 15:30 **Molécules antifongiques et activité antagoniste de deux souches de *Pseudomonas* envers *Helminthosporium solani*, agent responsable de la tache argentée de la pomme de terre.**
ANGÉLIQUE BOJANOWSKI, BENJAMIN MIMÉE ET RUSSELL J. TWEDDELL
- 15:45 **Outil moléculaire pour la détection précoce du *Ceratocystis polonica*, un champignon pathogène exotique qui infecte les épinettes.**
PHILIPPE TANGUAY, JOSYANNE LAMARCHE ET RICHARD, C. HAMELIN
- 16:00 **Étude exploratoire de la résistance à la rouille vésiculeuse de pins hybrides à cinq aiguilles.**
MARIE SIMARD, DANNY RIOUX, AUDREY JOBIN-PICHÉ ET PHILIPPE TANGUAY
- 16:15 **Mise à jour de l'évaluation des risques phytosanitaires du *Phytophthora ramorum* pour les forêts de l'Est canadien.**
DANNY RIOUX, MARIE SIMARD, ANDRÉA JINEK, STÉPHAN C. BRIÈRE, ALAN K. WATSON ET RUSSELL J. TWEDDELL
- 16:30 **Importance des infections fongiques racinaires parmi les diagnostics réalisés en laboratoire au cours des cinq dernières années**
GÉRARD GILBERT, DOMINIQUE HAMEL, DENIS MORAIS, CINDY DALLAIRE, LISE VÉZINA, MARIO TÉSOLIN ET MARION BERROUARD.

Mercredi 2 juin 2010 PM - Salle du Chapitre

18h00 – 22h00

Cocktail pré-banquet

Commandité par
Hoskin Scientific



BANQUET
Abbaye d'Oka – Grand réfectoire

et

REMISE DES PRIX DE L'AQSSS ET DE LA SPPQ

Jeudi 3 juin 2010

8:00 – 15:00

TOURNÉE POST-CONGRÈS DANS LA RÉGION D'OKA

Organisée par

LOUIS ROBERT et NORMAND BOURGON (MAPAQ), LUCIE GRENON (AAC).

Horaire et personnes-ressources	Sites visités
8h00 Rassemblement Lucie Grenon	Stationnement Abbaye d'Oka
8h15 Larbi Zerouala , agronome, Direction régionale de l'Outaouais-Laurentides, MAPAQ	Visite d'un site d'observation de la vigne au Québec, mis en place par le Centre de recherches agricoles de Mirabel
10h30 Daniel Cormier, IRDA et Bruno Fréchette et Stefano Campagnaro du CRAM Vincent Phillion, agronome, IRDA et Roland Joannin, Agropomme	Verger Husereau, 215 rang Ste-Sophie à Oka. Les activités commerciales sont-elles une source d'infestation d'insectes en pomiculture ? Démonstration de l'appareil ELIMINAE pour réprimer la tavelur du pommier. Autres sujets en phytoprotection et en pomiculture selon le temps disponible.
12h00 Dîner	St-Joseph-du-Lac Resto-Pub de la montagne
13h30 Stéphane Goyette, agronome, Direction régionale de l'Outaouais-Laurentides, MAPAQ	Visite de deux fermes côte à côte : Charles Daoust, 4961 chemin Clement-Pesant, Mirabel et Jean-Claude Filion, 4880 chemin Clement-Pesant, Mirabel. Semis direct vs travail de sol conventionnel : modification de la structure; bonnes pratiques culturales et contrôle des ennemis de culture. Présentation de projets touchant l'aménagement des sols et l'agronomie.
15h00 Fin	F : Retour à l'abbaye.

Colloque SPPQ-AQSSS

Dans les mois et les années à venir, la FPCCQ entend placer la productivité en grandes cultures au centre des enjeux de recherche.



Un événement comme le Congrès conjoint SPPQ / AQSSS « Vers des systèmes Sol-Plante sains et durables » offre une tribune d'échange et de réflexion propice à la relance de la productivité dans les grandes cultures.

Félicitations aux organisateurs de la SPPQ et de l'AQSSS !



Fédération des
Producteurs de Cultures Commerciales
du Québec

RÉSUMÉS DE TOUS LES PARTICIPANTS
(Par ordre alphabétique du premier auteur)

La spectroscopie dans le proche infrarouge pour estimer le phosphore du sol

DALEL ABDI^{1, 2}, NOURA ZIADI¹, GAËTAN F. TREMBLAY¹, GILLES BÉLANGER¹ ET LÉON-ÉTIENNE PARENT².

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

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

Courriel : dalel.abdi.1@ulaval.ca

Mots clés : Analyse de sol, phosphore, spectroscopie dans le proche infrarouge

La quantification des éléments nutritifs du sol et l'estimation de leur disponibilité aux plantes sont d'importants aspects de la réussite de systèmes de cultures à la fois productifs et sains pour l'environnement. La majorité des méthodes d'analyse du sol utilisent des extractifs chimiques et fournissent un indice de la disponibilité réelle de l'élément étudié. L'utilisation de la spectroscopie dans le proche infrarouge (SPIR) pour prédire la composition chimique des sols est de plus en plus considérée pour des raisons économiques et environnementales. De récentes études effectuées au Québec ont démontré que la SPIR est efficace pour, notamment, prédire la texture, l'azote potentiellement minéralisable et le carbone du sol (Nduwamungu et al. 2009a), de même que les concentrations en Ca et Mg extraits au Mehlich 3 (Nduwamungu et al., 2009b). La présente étude vise à évaluer le potentiel de la SPIR pour prédire le phosphore (P) du sol extrait par la méthode Mehlich 3 (P_{M3}), soit la méthode de référence au Québec, ainsi que pour prédire la concentration en ions phosphates dans la solution du sol suite à une extraction à l'eau (Cp, Morel 2007).

Des échantillons de sol ($n = 448$) ont été prélevés dans le cadre d'une expérience visant à déterminer les effets de la fertilisation azotée et phosphatée sur la productivité de la fléole des prés. L'essai a été établi en 1998 sur un loam sableux à Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy. Quatre doses de P (0, 15, 30 et 45 kg P ha⁻¹; parcelles principales) et quatre doses d'azote (0, 60, 120 et 180 kg N ha⁻¹; sous-parcelles) ont été appliquées au printemps de chaque année dans un dispositif avec quatre répétitions. De 2001 à 2007, un échantillonnage annuel du sol (0-15 cm) a été effectué dans chacune des parcelles ($n = 64$) après la première coupe au stade épiaison. Tous les échantillons ont été séchés, tamisés à 2 mm et analysés pour leur teneur en P par colorimétrie après une extraction au Mehlich 3 et à l'eau (Morel 2007). Les résultats de ces analyses ont montré que la teneur en P_{M3} variait entre 4,04 et 102,04 mg kg⁻¹, et que la Cp variait de 0,06 à 1,28 mg P L⁻¹, avec un coefficient de variation respectif de 48 et 62%. Les échantillons ont été par la suite balayés par SPIR (Foss NIRSystems, model 6500, Silver Spring, MD) en utilisant une cellule rectangulaire (≈25 mL). Deux approches de calibration ont été utilisées. Une première calibration a été effectuée avec 90 échantillons et la validation a été réalisée en utilisant 356 échantillons. Dans la deuxième approche, 340 échantillons ont été utilisés en calibration alors que 90 échantillons ont été utilisés pour la validation. Les équations de calibration ont été développées en utilisant la régression aux moindres carrés partiels modifiée avec différents traitements mathématiques (Nduwamungu et al. 2009b).

La performance des modèles de prédiction a été évaluée lors de la validation en se basant sur le coefficient de détermination (R^2) et le ratio de déviation de la performance [RPD = écart-type (SD) des valeurs de référence des échantillons de validation / erreur-type de prédiction (SEP)]. La prédiction du P et Cp en utilisant la SPIR a été jugée non acceptable ($R^2 < 0,70$ et RPD $< 1,75$), et ce, dans les deux approches de calibration. Ces résultats confirment ceux de Nduwamungu et al. (2009b) concernant la prédiction non acceptable par SPIR du P extrait au Mehlich 3 et démontrent pour la première fois la difficulté de prédire la Cp par SPIR. D'autres analyses sont en cours pour évaluer le potentiel de la SPIR pour prédire le pH et les concentrations en Fe, Al, P/Al, K, Ca, Cu, Zn, Mg et Mn de ces échantillons après extraction au Mehlich 3.

Références :

- Morel, C. 2007. Mobilité et biodisponibilité du phosphore dans les sols cultivés : mécanismes, modélisation et diagnostic. *Océanis*, 33-1/2: 51-74.
- Nduwamungu, C., N. Ziadi, G.F. Tremblay et L.-É. Parent. 2009a. Near-infrared reflectance spectroscopy to predict soil texture, carbon, nitrogen, CEC, and pH. *Soil Science Society of America Journal*, 73: 1896-1903.
- Nduwamungu, C., N. Ziadi, L.-É. Parent et G.F. Tremblay. 2009b. Mehlich 3 extractable nutrients as determined by near-infrared reflectance spectroscopy. *Canadian Journal of Soil Science*, 89: 579-587.

Les plantes : ingénieurs du sol et de l'écosystème

DENIS ANGERS

Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agro-Alimentaire Canada, Québec.

Courriel : denis.angers@agr.gc.ca

La structure du sol a un effet marqué sur la croissance et l'activité des organismes vivant dans le sol et à sa surface. En retour, les microorganismes, la faune et les végétaux influencent l'organisation spatiale des solides et des vides du sol. Dans cette présentation, nous rappellerons les mécanismes principaux par lesquels les plantes modifient la structure du sol et certaines fonctions environnementales associées. Les racines des végétaux forment des macropores qui facilitent l'écoulement des fluides dans le sol. Celles-ci contribuent également à la création de plans de faiblesse qui favorisent la formation d'agrégats. Les cycles d'humectation et dessiccation engendrés par la croissance des plantes amplifient cet effet agrégeant. De plus, l'encrage des racines dans le sol et l'exsudation de produits agrégeant stabilisent la structure. Finalement, il est reconnu que les racines des végétaux sont la source la plus importante de matière organique dans les sols. Cette matière organique sert de substrat aux microorganismes et à la faune du sol qui à leur tour modifient la structure du sol. L'agrégation a un effet *feedback* sur la séquestration du carbone en favorisant la protection physique de la matière organique. Bien que ces effets directs et indirects prennent place à des échelles spatiales fines (μm à cm), la présence des végétaux a un impact important sur les fonctions environnementales du sol à l'échelle de l'écosystème par leur rôle de tampon hydrologique, dans la stabilisation du sol et la séquestration du carbone atmosphérique.

Effets d'un apport en silice sur la résistance du soya (*Glycine max*) à *Phakopsora pachyrhizi*, agent de la rouille asiatique.

G. Arsenault-Labrecque, J. Montpetit, W. Rémus-Borel et R. R. Bélanger. Centre de recherche en horticulture, Université Laval, Pavillon de l'Environnement, Québec (QC), Canada, G1V 0A6

Le silicium (ou silice) est reconnu pour avoir plusieurs effets bénéfiques chez les plantes capables de l'absorber. Bien que son rôle dans la réduction de différents stress abiotiques et biotiques soit largement documenté, ses effets potentiels sur le soya sont peu connus puisque la capacité de cette plante à absorber la silice n'a jamais été clairement définie. Cette plante pourrait potentiellement bénéficier d'un apport en silice pour augmenter sa résistance à plusieurs agents pathogènes, dont *Phakopsora pachyrhizi*, agent de la rouille asiatique pour lequel la résistance génétique semble peu efficace. Notre projet vise donc à 1) évaluer et quantifier la déposition de silice dans les feuilles de plants de soya amendés avec de la silice et 2) de valider si cette absorption permet d'augmenter la résistance des plants à la rouille asiatique. Cinq cultivars de soya ont été utilisés afin de vérifier la manifestation de différences intervariétales. La déposition de silice a été vérifiée par analyse en microscopie rayons-X et par dosage ICP-OES et la sévérité de la maladie a été évaluée à l'aide d'une échelle développée par Bayer CropScience. Les résultats préliminaires ont révélé une absorption différentielle entre les cultivars traités et la réaction à la maladie semble être étroitement liée à la quantité de silice retrouvée dans les tissus.

Incidence du sol sur la diversité et l'abondance des nématodes phytoparasites

GUY BÉLAIR ET LOUIS SIMARD

Centre de recherche et de développement en horticulture, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec Canada J3B 3E6

Courriel : Guy.belair@agr.gc.ca

Mots clés : contrôle, nématodes libres, nématodes phytoparasites, flore microbienne, répression

La plupart des nématodes phytoparasites d'importance économique, soit des espèces endoparasites, passent la majeure partie de leur vie dans le sol, et ce, même s'ils doivent compléter leur cycle de développement à l'intérieur de la racine de leur plante hôte. Les œufs et/ou les larves de la nouvelle génération et des générations subséquentes se retrouvent dans le sol pour passer l'hiver, pour se déplacer et infecter une nouvelle racine de plante hôte. Malgré les nombreux efforts de recherche réalisés dans le but de comprendre les relations existantes entre la densité et la diversité des nématodes phytoparasites et les facteurs édaphiques, nous sommes forcé d'admettre que notre compréhension de ces systèmes complexes est excessivement limitée. En fait, les recherches tentent de plus en plus à démontrer que les facteurs biotiques et les relations interspécifiques ont un impact majeur sur les populations de nématodes du sol en général, y compris les espèces phytoparasites. Hors, les méthodes culturales, telles que les rotations, les amendements de sol, le travail du sol, la gestion des résidus de cultures, etc., modulent les facteurs abiotiques mais encore davantage la faune et la flore microbienne du sol lesquelles ont eu un impact tantôt négatif, tantôt positif et tantôt nul sur la densité des nématodes phytoparasites du sol. Évidemment, la gestion et la répression des nématodes ravageurs sont les objectifs visés par ces travaux de recherche qui veulent tenter de modifier l'écosystème afin de maintenir les populations de ravageurs sous leur seuil de nuisibilité. Les chercheurs les plus pessimistes affirment que les pratiques culturales et la gestion des résidus de cultures ont peu d'effet sur les nématodes, et ces pratiques doivent être considérées en fonction des avantages agronomiques, plutôt que pour la gestion des nématodes phytoparasites. Au contraire, les plus optimistes, eux, affirment évidemment le contraire et que nous devons poursuivre nos efforts de recherche dans le but de mieux comprendre ces relations interspécifiques complexes qui s'exécutent dans les sols.

Impact de l'interaction azote et activité microbienne sur la levée des mauvaises herbes.

DIANE LYSE BENOIT¹, MARYSE LEBLANC², ÈVE ABEL³ ET ÉTIENNE JOBIN⁴

¹Agriculture et agroalimentaire Canada, Centre de recherche et développement en horticulture, Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec) Canada J3B 3E6.

²Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA), Saint-Hyacinthe (Québec) Canada J2S 7B8.

³Université Laval, Québec (Québec) Canada G1K 7P4

⁴ Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel (CRAM), Mirabel (Québec) Canada J7N 2X8

Courriel : DianeLyse.Benoit@AGR.GC.CA

L'objectif de cette étude est de déterminer l'impact de différents engrais verts sur la levée des mauvaises herbes l'année de l'implantation et la saison suivante. L'étude a été réalisée sur 3 sites : Mirabel, l'Acadie et St-Bruno. Deux quadrats (0.25 m x 0.5 m) par parcelle étaient installés chaque année et la levée des mauvaises herbes était dénombrée à chaque semaine. Deux échantillons de sol par parcelle étaient recueillis et analysés (MO, % humidité) avant le semis des engrais verts, 15 jours après l'enfouissement de l'engrais vert et avant le faux semis au printemps suivant. L'activité microbienne était évaluée par la phosphatase alcaline 24 heures suivant la collecte des échantillons. Le bilan azoté cumulatif (NO₃, N total) était mesuré par membrane anionique à tous les 7 jours. L'émergence totale des mauvaises herbes était fonction du site et des conditions climatiques plutôt que du type de culture utilisé comme engrais vert. L'activité microbienne était fortement influencée par le pH, les précipitations et la température du sol. L'activité microbienne n'était pas différente pour les parcelles ayant reçu ou non un engrais vert. Le trèfle rouge a apporté suffisamment de nitrate au printemps suivant leur enfouissement pour engendrer un effet significatif sur la levée d'espèces nitrophiles telles le chénopode blanc, l'amarante à racine rouge et le panic capillaire.

Pertes d'eau et de nitrates durant l'irrigation des laitues romaines en sol organique : comparaison de méthodes d'évaluation et impact sur les rendements

ÉLIANE BERGERON PIETTE¹, JEAN CARON¹, LÉON-ÉTIENNE PARENT², GUILLAUME THÉROUX-RANCOURT¹ ET ANDRÉ GOSSELIN¹

¹ Centre de Recherche en Horticulture, Université Laval, Québec, G1V 0A6

² Département des sols et génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, G1V 0A6

Courriel : eliane.bergeron-piette.1@ulaval.ca

Mots clés : irrigation, lessivage, case lysimétrique, laitue romaine

L'irrigation des cultures maraîchères est une pratique qui doit être optimisée, car elle peut entraîner une consommation importante d'eau et d'énergie, elle affecte les rendements des cultures et les applications excessives peuvent entraîner le lessivage d'éléments fertilisants vers la nappe phréatique (Miller, 1979). Peu d'études ont été réalisées en sols organiques sur l'impact de l'irrigation sur la productivité des cultures et le lessivage des solutés dans ces sols particuliers.

Les **objectifs** de ce projet étaient donc :

- De mesurer les flux d'eau et de solutés en sols organiques par quatre méthodes d'estimation.
- De mesurer l'impact de différentes régies d'irrigation sur le rendement des laitues romaines et sur le lessivage des nitrates et des phosphates vers la nappe phréatique.

La valeur réelle des flux d'eau a été obtenue à l'aide d'une case lysimétrique. Cette valeur a été comparée à un bilan hydrique simple comprenant les précipitations, les irrigations et l'évapotranspiration, à un bilan hydrique plus complexe incluant des estimations de changement de stock en eau du sol, et finalement, à un drainage journalier estimé à partir de la loi de Darcy. Pour estimer les flux de solutés, les concentrations en nitrates, phosphates et bromures de la solution du sol ont été couplées aux flux d'eau. Les échantillons de solution du sol ont été prélevés à l'aide de lysimètres à succion. Les flux d'eau et de solutés, ainsi que les rendements ont été comparés sur trois sites, et sous quatre régies d'irrigation. Deux traitements d'irrigation étaient basés sur des consignes de potentiel matriciel, élaborées d'après des expériences préliminaires menées en cabinet de croissance, tandis qu'un troisième traitement consistait à combler les pertes par évapotranspiration de la culture. Le dernier traitement était un témoin non irrigué.

Nos résultats indiquent que les méthodes d'estimation des flux d'eau et de solutés ont surestimé le drainage par rapport au drainage réel mesuré dans les cases lysimétriques. Le suivi du lessivage indique également des pertes en azote et en phosphore faibles et peu influencées par les traitements d'irrigation au cours de la saison de production. Cela est attribuable à la très grande capacité de rétention en eau de la couche fibrique des sols organiques. Cette couche constituerait d'ailleurs une réserve d'eau importante pour les laitues, ce qui expliquerait que les traitements d'irrigation aient eu peu d'effet sur la productivité, à l'exception d'un site. À moins que l'été ne soit très sec, ce qui n'a pas été le cas en 2008 et 2009, il semblerait que les laitues soient capables de prélever l'eau nécessaire à des profondeurs importantes. Les résultats indiquent également que ces sols seraient sujets à de l'écoulement préférentiel.

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

Impact à long-terme du travail du sol et de la fumure organique sur la MO et la structure de l'argile Normandin sous différentes rotations culturales.

NICOLE BISSONNETTE¹, DENIS A. ANGERS¹, JEAN LAFOND² ET GABRIEL LÉVESQUE¹.

¹AAC, CRDSGC, Sainte-Foy, QC

²AAC, Ferme de recherche, Normandin, QC

Courriel : Nicole.Bissonnette@agr.gc.ca

Mots clés : rotation, labour, chisel, absence de travail de sol, fumier, C, agrégation.

Les pratiques culturales telles que les rotations, le travail du sol et l'application de fertilisants organiques influencent la structure et la teneur en matière organique (MO) du sol. Une expérience à long-terme a débuté à l'automne 1989 afin d'étudier l'évolution des propriétés biologique, biochimique et physique de l'argile Normandin (Gleysol humique). Dans une monoculture d'orge et une rotation orge-trèfle rouge, on a comparé l'effet de deux types de travail du sol, le labour conventionnel et le chisel, et deux types de fertilisation, minéral et application de fumier de bovin liquide. Après 18 ans, la quantité de C total dans la surface du sol (0-7.5 cm) de la monoculture d'orge a été réduite de 662 g C m⁻², moyenne de la fertilisation minérale et du labour, et 560 g C m⁻², moyenne du fumier et du chisel. En comparaison avec les valeurs obtenues au cours de la première année de production (1990), le travail du sol annuel a largement contribué à réduire l'agrégation du sol dans tous les traitements de la monoculture d'orge. À la faveur de l'absence de travail de sol durant la rotation, le fumier et le chisel ont respectivement augmenté de 342 et 393g C m⁻² la quantité de C dans la surface du sol comparé à des baisses de 190 et 242 g C m⁻² avec le fertilisant minéral et le labour, respectivement. Le DMP a augmenté dans le fumier et le chisel alors qu'il a diminué avec le fertilisant minéral et le labour. Il y avait une forte corrélation entre l'agrégation et les teneurs en C du sol ($r^2=0.95$). Les résultats montrent que les pratiques de conservation n'ont pas permis de conserver la MO et la structure du sol de surface dans une production d'orge en monoculture. Par contre, l'application de fumier jumelé au travail réduit dans une rotation courte orge-trèfle rouge a augmenté de façon importante le stockage de C en surface du sol et stabilisé la structure du sol. Il existe donc une forte interaction positive entre ces pratiques qui favorisent la qualité du sol de surface.

Molécules antifongiques et activité antagoniste de deux souches de *Pseudomonas* envers *Helminthosporium solani*, agent responsable de la tache argentée de la pomme de terre

A. Bojanowski, B. Mimee et R.J. Tweddell. Centre de recherche en horticulture, Université Laval, Québec (Québec), Canada G1V 0A6

La tache argentée, maladie affectant le tubercule de pomme de terre, est causée par le champignon *Helminthosporium solani* Durieu et Mont. Avec l'apparition de souches résistantes au fongicide (thiabendazole) habituellement utilisé pour prévenir cette maladie, plusieurs études se sont intéressées au développement d'une alternative biologique impliquant des microorganismes antagonistes. L'une d'elles a permis de montrer que les souches *Pseudomonas* 9419 et E30 présentent une forte activité antagoniste envers *H. solani* attribuable à la production de composés antifongiques. Les travaux réalisés au cours de ce projet avaient pour but d'en connaître davantage sur les composés antifongiques impliqués. Outre la mise au point d'un biotest permettant la détection des composés ayant une activité antifongique envers *H. solani*, les travaux ont permis de relier l'activité antagoniste de la souche 9419 à des molécules connues et celle de la souche E30 à un composé antifongique non identifié. Ces travaux devraient ouvrir de nouvelles avenues de recherche dans la lutte biologique à la tache argentée de la pomme de terre.

Effet de différentes sources et doses de fertilisants minéraux azotés sur le lessivage potentiel des nitrates sous culture de pomme de terre.

ATHYNA N. CAMBOURIS¹, BERNIE J. ZEBARTH² ET CRAIG DRURY³

¹ Agriculture et agroalimentaire Canada (AAC), Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec

² AAC, Centre de recherche sur la pomme de terre, Fredericton, NB

³ Centre de recherche sur les cultures abritées et industrielles, Harrow, Ontario.

Courriel :athyna.cambouris@agr.gc.ca

Mots clés : Ammonium nitrate, Ammonium sulphate, Controlled released fertilizer.

Introduction

Adequate nitrogen (N) fertilization is crucial to optimize potato (*Solanum tuberosum* L.) yield and quality and also to minimize environmental N losses (Cambouris et al. 2008). To achieve this goal, a combination of appropriate N rates and N sources could be used. To evaluate N fertilizer management with respect to environmental losses, the criterion of the residual soil nitrate (RSN) is commonly used to assess nitrate leaching potential after harvest (between fall and spring). Other tools as suction lysimeters were also be used to evaluate the potential of in-season nitrate leaching by analyzing nitrate concentrations in soil solution. The objective of this study was to evaluate the effect of N rates and sources on nitrate leaching potential under potato production on a coarse-textured soil using the two criteria: residual soil nitrate (RSN) and the soil solution nitrate (SWN) concentrations.

Methodology

A field experiment was conducted in 2008 on an Orthic Humo-Ferric Podzol (soil series Morin) near Québec City, Canada using potato cultivar Russet Burbank. The experiment used a RCBD with 13 treatments and four replicates. Treatments consisted of four N rates (60, 120, 200, and 280 kg N ha⁻¹) for each of three sources of N [ammonium nitrate (AN), ammonium sulphate (AS) and a controlled-release N (CRF)] plus an unfertilized control. The CRF was applied all at planting and the AS and AN sources were split between 40% at planting and 60% at hilling. Hilling was done at 45 days after planting (DAP). A 0.9-m-length suction lysimeter was installed just after planting in all treatments except for the 60 kg N ha⁻¹ rate and subjected to a continuous vacuum of 0.07 MPa (Errebhi et al. 1998). For NO₃-N concentration determination, soil water samples were collected from the lysimeters every two weeks, starting 2 weeks after planting and continuing until harvest. Nine sampling periods had been done in 2008 [i.e. 18, 32, 44, 60, 74, 88, 100, 115, 115 130 (DAP)]. Soil samples were collected from all plots for 0-0.9 m depth to determine NO₃-N content prior to planting in 2008, just after harvest in 2008, and in the spring of 2009.

Results and discussion

The average SWN increase with the increasing of N rates i.e. N0 < N120 < N200 < N 280 with average values of 7 < 10 < 16 < 20 mg NO₃-N L⁻¹, respectively. There was a significant sampling period by N source interaction on SWN. For example at 18 DAP, the SWN followed the pattern AN > AS > CRF whereas at 32 DAP, the SWN followed the pattern AN, AS > CRF. At 44 DAP, the SWN of the CRF was significantly lower than the AN, but was not significantly different from the AS. The lower SWN for the CRF than the AS and AN occurred even though all of the CRF was applied at planting. The RSN was not influenced by N rates or N sources but only by sampling periods. The very low content of nitrates found at each sampling period (i.e. 1.3 kg NO₃-N ha⁻¹ at harvest and 2.5 kg NO₃-N ha⁻¹ at spring 2009) demonstrates that the criteria of RSN to evaluate to nitrate leaching potential after harvest (fall to next spring) was not useful in this coarse-textured soil. Moreover, the SWN concentration highlights the high potential for in-season nitrate leaching. The CRF was less susceptible to leaching than AN and AS sources and this could become a real advantage for potato crop that are cultivated on sandy soils in Québec. This study will continue for four more years.

References

Cambouris, A.N., B.J. Zebarth, M.C. Nolin, and M.R. Laverdiere. 2008. Apparent fertilizer nitrogen recovery and residual soil nitrate under continuous potato cropping: effect of N fertilization rate and timing. *Can. J. Soil Sci.* 88: 813-825.

Errebhi, M., C.J. Rosen, S.C. Gupta, and D.E. Birong. 1998. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. *Agron. J.* 90:10-15.

Effet de différentes sources et doses de fertilisants minéraux azotés sur la production de pomme de terre au Québec.

ATHYNA N. CAMBOURIS¹, NOURA ZIADI¹ ET CYNTHIA GRANT²

¹ Agriculture et agroalimentaire Canada (AAC), Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec

² AAC, Centre de recherche Brandon, Manitoba

Courriel : athyna.cambouris@agr.gc.ca

Mots clés : Nitrate d'ammonium, sulfate d'ammonium, engrais à libération lente, rendement en tubercules, poids spécifique.

Introduction

La culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) nécessite des doses élevées d'engrais azotés (N) pour atteindre des rendements élevés (Bélangier et al. 2002) et une bonne qualité. Ainsi, une bonne gestion des engrais azotés est importante tant sur le plan économique qu'agro-environnemental. L'efficacité de la fertilisation azotée pourrait être améliorée en sélectionnant le type d'engrais et la dose d'application qui correspond le mieux à l'approvisionnement en N du sol et aux besoins de cette culture. À chaque année (2008 et 2009), un site expérimental installé dans un champ commercial de pomme de terre de la région de Saint-Catherine-de-la-Jacque-Cartier, a été mis en place sur un sol de texture grossière pour évaluer les effets de différentes sources et doses de fertilisants minéraux azotés sur le rendement, le poids spécifique et le prélèvement en N par la pomme de terre.

Méthodologie

Un essai de 13 traitements faisant intervenir cinq doses de N (0, 60, 120, 200 et 280 kg N ha⁻¹) et trois sources de fertilisants azotés, a été mis en place en 2008 et 2009 sur des podzols humo-ferriques orthiques (séries Morin en 2008 et Pont-Rouge en 2009). Les trois sources de N utilisées sont le nitrate d'ammonium (AN), le sulfate d'ammonium (AS) et un engrais azoté à libération lente (ELL). Le dispositif expérimental est un bloc complet aléatoire avec 4 répétitions. Le cultivar utilisé est le Russet Burbank. Le rendement a été évalué sur chacune des parcelles pour déterminer les rendements total et commercialisable. Le poids spécifique des tubercules a été déterminé à partir d'un sous-échantillon de tubercules utilisés pour évaluer le rendement commercialisable. Le prélèvement en N par la culture a aussi été déterminé.

Résultats et discussion

Les conditions climatiques des deux saisons de croissance (2008 et 2009) étaient contrastantes. En effet, les quantités de précipitation reçues lors de la saison de croissance 2008 ont atteint 712 mm comparativement à 406 mm pour 2009 et à 639 mm pour la normale de 30 ans (1971-2000). L'ajout d'engrais azoté a un effet positif statistiquement significatif sur l'augmentation des rendements totaux et commercialisables. Après deux années d'expérimentation, les rendements en tubercules croissent avec l'ajout des doses d'azote jusqu'à un maximum puis diminuent. Peu importe l'année de croissance ou la source d'engrais azoté, le rendement total le plus élevé a été observé avec une dose d'application de 200 kg N ha⁻¹, mais la différence de rendement moyen de 3,3 t ha⁻¹ entre la dose d'azote de 120 kg ha⁻¹ et 200 kg ha⁻¹ n'était pas statistiquement significative. Le rendement commercialisable le plus élevé a été atteint avec la dose de 200 kg N ha⁻¹. Le poids spécifique des tubercules a été significativement influencé par l'année suggérant que cette caractéristique est dépendante des conditions climatiques. Une interaction significative entre la source de N et l'année a aussi été observée pour la variable prélèvement azoté par la culture. En effet, le prélèvement en N par la culture pour les sources AN et AS est toujours plus élevé en 2009 qu'en 2008. Par contre, le prélèvement en N par la culture avec l'engrais ELL n'est pas influencé par la saison de croissance. Cet effet met en évidence la possibilité que la source ELL soit moins lessivable que les sources AS et AN. Sous les conditions du Québec, cet effet pourrait se révéler un atout important pour réduire le lessivage potentiel des nitrates dans les sols à texture grossière sous culture de pomme de terre et augmenter l'efficacité du prélèvement azoté par cette culture. Cette étude se poursuivra durant les trois prochaines années.

Références

Bélangier, G., J.R. Walsh, J.E. Richards, P.H. Milburn et N. Ziadi. 2002. Nitrogen fertilization and irrigation affects tuber characteristics of two potato cultivars. *Amer. J. Potato Res.* 79: 269-279.

Impact de deux types de bandes végétales sur le transport par ruissellement et par infiltration des herbicides atrazine et métolachlore en parcelles expérimentales

EMMANUELLE CARON^{1*}, PIERRE LAFRANCE¹, JEAN-CHRISTIAN AUCLAIR¹ ET MARC DUCHEMIN²

¹ Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE), 490 de la Couronne, Québec, QC, G1K 9A9, Canada

* Adresse actuelle : University of Manitoba, 362 Ellis Building, Winnipeg, MB, R3T 2N2, Canada

² Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement, Inc. (IRDA), 2700 rue Einstein, Québec, QC, G1P 3W8, Canada

Courriel : manueno1@hotmail.com

Mots clés : bandes végétales, herbicides, ruissellement, infiltration

L'atrazine et le métolachlore sont des herbicides de post-émergence qui sont souvent retrouvés dans les cours d'eau des régions agricoles du Québec. Il est connu que les bandes enherbées peuvent réduire la pollution diffuse d'origine agricole (Duchemin et Majdoub, 2004). L'objectif du projet était d'étudier et de comparer la capacité de deux types de bandes végétales (enherbées et enherbées+arborées) à réduire les masses d'atrazine et de métolachlore exportées dans les eaux de ruissellement et d'infiltration, pour des conditions pédo-climatiques typiques du sud du Québec. Douze parcelles de 30 m x 5 m, réparties selon un design expérimental en blocs aléatoires complets (3 traitements : contrôle sans bande, bande enherbée et bande enherbée+arborée en 4 réplicats chacun) ont été semées en maïs-grain. Les bandes végétales mesuraient 5 m x 5 m et la bande enherbée+arborée comportait huit peupliers hybrides en plus de la couverture enherbée. Au cours de la période d'étude (2004-2005), les eaux de ruissellement et d'infiltration ont été mesurées et échantillonnées pendant les trois premières pluies suivant l'application des herbicides. L'atrazine, le métolachlore et le déséthyl atrazine (un sous-produit de dégradation de l'atrazine) ont été extraits par SPE et dosés par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse. Les premières pluies sont survenues beaucoup plus tard en 2005 (premier échantillonnage au jour 21) qu'en 2004 (premier échantillonnage au jour 1). En 2004, les masses d'herbicides exportées par ruissellement ont été réduites d'environ 65% en présence d'une bande végétale (enherbée ou enherbée+arborée) tandis que les masses exportées par l'eau d'infiltration ont augmentées de l'ordre de 800 à 1200% par rapport au témoin. En 2005, les masses d'herbicides exportées par ruissellement ont été réduites d'environ 99% tandis que les masses exportées par infiltration ont été négligeables (une pluviométrie tardive a eu comme conséquence que très peu d'échantillons d'eau d'infiltration ont été récoltés suite à l'application des herbicides). Globalement, les parcelles en bandes végétales (enherbées ou enherbées+arborées) ont réduit entre 75 et 95% la masse totale (ruissellement + infiltration) d'herbicides exportées par les parcelles témoins, sans bandes végétales. La première pluie suivant l'application d'herbicides a été responsable de 67 à 69% des exportations d'herbicides pendant la période d'étude. L'importance de cette première pluie confirme d'ailleurs les observations déjà effectuées concernant les exportations d'herbicides dans le sud du Québec (Lafrance et al. 1996). Aucune différence significative n'a cependant été obtenue entre l'efficacité des deux types de bandes végétales étudiées. Le jeune âge des peupliers hybrides pourrait, en partie, en être la cause.

Références :

Duchemin, M. et R. Majdoub. 2004. Les bandes végétales filtrantes : de la parcelle au bassin versant. *Vecteur Environnement* 37(2):36-50.

Lafrance, P., Banton, O. et F. Bernard Inc. 1996. Évaluation environnementale des pratiques culturales sur maïs pour la réduction des pertes d'herbicides. INRS-Eau, Rapport final, No R-390, 919 p.

Impact de 35 ans d'application de fumier à différents taux sur la sorption et la minéralisation du 17 β -estradiol.

EMMANUELLE CARON¹, ANNEMIEKE FARENHORST¹, XIYING HAO² ET CLAUDIA SHEEDY²

¹ Department of Soil Science, University of Manitoba, 362 Ellis Building, Winnipeg, Manitoba, Canada, R3T 2N2

² Agriculture and Agri-Food Canada, Box 3000, 5403-1 Avenue South, Lethbridge, Alberta, Canada, T1J 4B1
Courriel : manueno1@hotmail.com

Mots -clés: sorption, minéralisation, estrogènes

Les estrogènes sont naturellement produits et excrétés par les vertébrés. Lorsque les déjections animales sont appliquées sur les terres agricoles, les estrogènes peuvent atteindre les eaux de surface par ruissellement où ils peuvent avoir des effets néfastes sur l'écosystème aquatique, notamment sur la reproduction de certains poissons (Lai et al., 2002). L'objectif du présent projet est de déterminer l'influence de divers taux d'application de fumier de bovins sur la sorption et la minéralisation du plus puissant des estrogènes naturels, le 17 β -estradiol. Les échantillons de sol (0-15 cm) ont été récoltés dans des parcelles dont l'historique d'application de fumier de bovins est de 35 ans. Le fumier a été appliqué annuellement à des taux de 0, 60, 120 et 180 Mg ha⁻¹ aux parcelles irriguées et à des taux de 0, 30, 60 et 90 Mg ha⁻¹ aux parcelles non-irriguées. Tous les traitements étaient répliqués trois fois. Ces taux correspondaient respectivement à une, deux et trois fois les taux recommandés lors de l'établissement des parcelles en 1973 (Alberta Environment and Alberta Agriculture, 1973). La sorption a été étudiée par des expériences en réacteurs discontinus (ratio sol:solution 1:2, concentration de fortification de 50 μ g de 17 β -estradiol kg⁻¹ de sol). L'étude de la minéralisation a été effectuée par une incubation de 90 jours à 20°C en microcosmes durant laquelle la quantité de C¹⁴O₂ évolué provenant de la minéralisation du [¹⁴C]17 β -estradiol a été mesurée. De plus, diverses propriétés du sol telles que NO₃⁻, NH₄⁺, N total, PO₄, C total, C organique, C inorganique, la texture ainsi que l'activité microbienne ont été mesurées. Lors des analyses statistiques (ANOVAs), les deux types d'irrigation sont traités séparément tandis que la moyenne des réplicats au champ est utilisée. Les concentrations sorbées de 17 β -estradiol représentaient de 96 à 100% de la concentration de fortification. Une hausse des taux d'application de fumier entraînait une augmentation de la sorption et ce dans les deux types d'irrigation. La minéralisation du 17 β -estradiol suivait une cinétique de premier ordre, était de nature biologique et commençait sans délai. Le maximum de minéralisation variait de 15,2 à 28,9 % tandis que les demi-vies variaient de 3,3 à 14,7 jours. Le taux de minéralisation était plus rapide dans le traitement à 60 Mg ha⁻¹ dans les parcelles irriguées et dans le traitement à 90 Mg ha⁻¹ pour les parcelles non-irriguées. Les taux d'application n'influençaient pas significativement le maximum de minéralisation du 17 β -estradiol et ce, peu importe le type d'irrigation. Les taux d'application de fumier ont une influence sur la sorption et la vitesse avec laquelle le 17 β -estradiol est minéralisé mais pas sur la quantité qui est minéralisée.

Références :

- Alberta Environment and Alberta Agriculture. **1973**. Confinement livestock facilities waste management code of practice. Agdex538/710. Alberta Environment and Alberta Agriculture, Alberta.
- Lai, K.M., Scrimshaw, M.D. et Lester, J.N. **2002**. The effects of natural and synthetic steroid estrogens in relation to their environmental occurrence. Crit. Rev. Toxicol., 32 (2):113-132.

Étude du devenir de l'azote résiduel au cours de l'hiver grâce au traçage isotopique ^{15}N

MARTIN CHANTIGNY, DENIS ANGERS, JUDITH NYIRANEZA ET PHILIPPE ROCHETTE

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

Courriel: martin.chantigny@agr.gc.ca

Mots clés : azote résiduel, perte à l'hiver, sols froids, traçage isotopique ^{15}N .

Le risque de perte de l'azote résiduel du sol est souvent estimé à partir des niveaux de nitrate présent dans le sol après la récolte. Toutefois, il a été démontré que l'azote du sol continue de subir des transformations lorsque les sols sont froids ou même gelés, ce qui peut modifier les formes sous lesquelles se retrouve l'azote résiduel et ainsi influencer sur son devenir environnemental. La technique de traçage isotopique ^{15}N a permis de démontrer que 20 à 50% de l'azote résiduel du fertilisant peut être perdu entre la récolte et le semis suivant dans un système de culture de maïs-grain. La même technique a permis de montrer que jusqu'à 50% de l'azote résiduel d'un lisier de porc peut être perdu au cours de l'hiver, dans un système de culture de maïs-grain, et ce même si l'azote résiduel se trouve sous des formes organique et fixée dans les feuillets argiles, jugées peu vulnérables aux pertes environnementales. Les implications de ces résultats sur notre compréhension du devenir de l'azote du sol au cours de l'hiver seront discutées.

La durée et la température d'extraction influencent la nature de la matière organique du sol extraite à l'eau

MARTIN H. CHANTIGNY¹, TINA HARRISON-KIRK², MIKE H. BEARE², ET DENIS CURTIN²

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

²New Zealand Institute for Plant and Food Research, Gerald St., Lincoln, New Zealand.

Courriel: martin.chantigny@agr.gc.ca

Mots clés : matière organique soluble, extraction à l'eau, carbone organique soluble, azote organique soluble, sucres neutres.

Il est largement énoncé dans la littérature scientifique que la matière organique extractible à l'eau représente une source de carbone disponible pour les microorganismes du sol. Toutefois, la nature et la composition biochimique de cette matière organique soluble sont peu connues, en particulier en regard de l'influence que la température et la durée d'extraction peuvent avoir sur celles-ci. Quatre sols de l'est du Canada et de la Nouvelle-zélande ayant des historiques de culture différents ont été incubés dans l'eau à 20 et à 80°C. Les teneurs en carbone organique dissous, azote organique dissous, azote aminé, acides phénoliques et sucres neutres ont été mesurées dans les extraits de sols obtenus après 1, 4, 8, 12 et 24 heures d'incubation dans l'eau. La plupart des paramètres mesurés ont augmenté au cours de premières 4 heures d'incubation à 20°C, pour ensuite se stabiliser ou décroître. Ceci indique une dégradation microbienne des composés solubilisés lorsque la durée d'incubation à 20°C dépasse 4 heures. Le rapport entre la quantité de sucres neutres d'origine microbienne et celle d'origine végétale a varié entre 1,1 et 1,3 et est demeurée stable au cours des 24 heures d'incubation à 20°C. Ceci indique une légère dominance des sucres d'origine microbienne et démontre que la durée d'incubation a peu d'influence sur ce paramètre. Lors de l'incubation à 80°C, tous les paramètres mesurés ont augmenté de façon continue au cours des 24 heures d'incubation, mais le taux d'augmentation était le plus rapide au cours des premières 4 heures. À cette température, le rapport entre sucres microbiens et sucres végétaux a été de 1,4 à 1,6 pour les premières 4 heures, démontrant une plus grande solubilité des sucres microbiens à l'eau chaude. Le rapport entre sucres microbiens et sucres végétaux a décliné par la suite pour atteindre, après 24 heures, des niveaux similaires à ceux mesurés à 20°C. Ces résultats indiquent que la composition de la matière organique du sol qui est extractible à l'eau varie en fonction de la durée et de la température d'extraction. La durée d'extraction des sols à l'eau chaude est généralement de 16 à 24 heures. Il est cependant recommandé de procéder à des extractions de 4 heures ou moins afin de bien refléter la nature de la matière organique qui se solubilise le plus facilement dans l'eau.

Effet de la brumisation, de l'irrigation et de l'application foliaire de calcium sur l'incidence de la brûlure de la pointe chez la laitue

JENNIFER CORRIVEAU¹, JEAN CARON¹, SYLVIE JENNI², LINDA GAUDREAU¹ ET ANDRÉ GOSSELIN¹

¹2480 boulevard Hochelaga, Pavillon Environnement, Université Laval, Québec

²Agriculture et Agroalimentaire Canada, 430 boulevard Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec

Courriel : jennifer.corriveau-boulay.1@ulaval.ca

Mots clés : Brûlure de la pointe, brumisation, irrigation, calcium, laitue romaine

La brûlure de la pointe de la laitue est un désordre physiologique qui se manifeste peu de temps avant la récolte et qui peut causer des pertes financières importantes aux agriculteurs. Elle se présente sous forme de nécrose à la marge des jeunes feuilles suite à une carence en calcium. Cette carence en calcium survient lorsque l'expansion des feuilles surpasse la capacité de la plante à fournir le calcium nécessaire au maintien de l'intégrité des parois cellulaires des tissus marginaux. Malgré les nombreuses études, peu de méthodes pratiques et efficaces aux champs ont été développées pour aider les agriculteurs. L'objectif de la présente étude est de diminuer l'incidence de la brûlure de la pointe de la laitue par des méthodes applicables au champ. Pour ce faire, une expérience en serre fut réalisée de janvier à mars 2010. Des laitues romaines furent cultivées dans des bacs de 84 litres de sol prélevé au champ, à raison de 30 bacs. Les températures étaient de 22° C le jour et de 17° C la nuit. Une photopériode de seize heures fut assurée par un éclairage d'appoint fournissant une intensité lumineuse de 120 m⁻² s⁻¹. L'humidité était 50% le jour et de 75% la nuit. Les consignes d'irrigation étaient contrôlées à partir des données de potentiel matriciel mesurées en continu par un système de tensiomètres électroniques. Une irrigation goutte-à-goutte avec une consigne de -30 kPa était appliquée à tous les traitements. Un système de brumisation était activé pendant 1 minute une heure avant et cinq heures après le lever du soleil pour la brumisation de nuit et de jour respectivement. Un dispositif en tiroirs de 6 blocs et 5 répétitions a été mis en place. En parcelle principale, six traitements furent testés : 1) un témoin irrigué de jour selon la consigne de -30 kPa; 2) un traitement de brumisation de jour; 3) un traitement de brumisation de nuit; 4) un traitement avec une consigne d'irrigation de nuit; 5) un traitement de brumisation de jour et de nuit; 6) un traitement avec une irrigation de nuit et une brumisation de nuit. De plus, trois autres traitements ont été évalués en sous-parcelles : 1) un traitement de calcium par aspersion d'une solution de calcium chélaté sur les jeunes feuilles de laitue; 2) un traitement d'aspersion d'eau; 3) un témoin. Au moment de la récolte, la biomasse, la masse sèche, la surface foliaire et le nombre de feuilles furent mesurés. Pour évaluer l'incidence et la sévérité de la brûlure de la pointe, la date d'apparition des premiers symptômes, le nombre de feuilles atteintes par plant et la surface foliaire brûlée par plant furent mesurés. Les traitements d'irrigation et l'application foliaire de calcium n'ont pas eu d'effet significatif par rapport au témoin et se sont avérés peu efficaces pour diminuer l'incidence de la brûlure de la pointe. Les données tendent à montrer une relation positive entre la biomasse et la surface totale atteinte par la brûlure de la pointe. À la lumière de ces résultats, une seconde expérience sera mise en place afin d'étudier l'influence de la diminution du taux de croissance de la laitue vers la fin du cycle de culture sur l'incidence de la brûlure de la pointe.

Normes CND (Compositional Nutrient Diagnosis) Préliminaires pour le Manguier (*Mangifera indica*) au Brésil

DANILO EDUARDO ROZANE¹, WILLIAM NATALE¹ ET LÉON-ETIENNE PARENT²

¹ Département des Soils et des Fertilisants, Unesp – Université de l’État de São Paulo, Jaboticabal, CEP: 14884-900, Brésil

² Département des Soils et de Génie Agroalimentaire, Pavillon Paul Comtois, Université Laval, Québec, Canada G1K 7P4

Courriel : danilorozane@yahoo.com.br

Mots clés : CND, mangue, nutrition minérale

La mangue occupe la première place parmi des exportations brésiliennes de fruits. Cependant, le manque d’informations techniques sur le faible niveau de fertilité des sols tropicaux mène souvent à une approche empirique de la fertilisation des vergers, ce qui mène à des déséquilibres nutritionnels pouvant limiter la productivité de la mangue. Le diagnostic foliaire permet d’établir des programmes de fertilisation plus efficaces en réduisant les pertes économiques et les risques de contamination de l’environnement. Ce travail a pour but d’établir des normes diagnostiques préliminaires à partir de l’analyse minérale foliaire de 79 vergers commerciaux de manguiers des variétés Tommy Atkins, Palmer et Espada obtenues en 2009 dans l’État de Sao Paulo au Brésil. Des normes CND ont été élaborées (Parent & Dafir, 1992; Khiari et al., 2001; Parent et al., 2009). Le point médium d’inflexion de la fonction cumulative de la variance se situait à 69,3 kg de mangues par arbre d’après l’équation $y = 0,0000015340x^3 - 0,0003183977x^2 + 0,0089671540x + 0,9215611868$ ($R^2 = 0,99$). Ce rendement représentait la limite inférieure de la sous population de référence (n = 41). Les teneurs moyennes en N, P, K, Ca, Mg, et S (g/kg) et en B, Cu, Fe, Mn et Zn (mg/kg) de la sous population de référence étaient de 13,3; 1,1; 9,5; 19,8; 1,9; 1,3; 25; 15; 58; 528; 22, respectivement, et la valeur résiduelle était de 952386,4. Basé sur les teneurs jugées adéquates pour la culture de la mangue au Brésil (Quaggio et al., 1997) et en les comparant aux standards des prélèvements foliaires déterminés par les normes préliminaires CND pour la culture, on a observé que les indices IN, IP, IK, ICa, IMg, IS, ICu, IFe, IMn et IZn étaient respectivement de - 1,58 ; -0,05; 0,69; 2,44; -1,61; 3,13; 1,10; 2,62; -4,10; 0,55. Le CND – $r^2 = 49,49$ indiquait que les normes foliaires actuellement employées sont inadéquates pour la culture de la mangue au Brésil. Quelques paramètres statistiques des normes CND préliminaires pour les manguiers au Brésil sont présentés au tableau 1.

Tableau 1 : Normes diagnostiques CND préliminaires du manguier au Brésil (n= 49)

	IN	IP	IK	ICa	IMg	IS	IB	ICu	IFe	IMn	IZn	CND- r^2
m	0,024	0,057	0,010	0,062	-0,028	-0,004	-0,090	-0,044	-0,055	0,118	-0,063	9,724
ET	0,157	0,153	0,155	0,146	0,145	0,150	0,141	0,158	0,148	0,123	0,155	0,592
LI	-0,293	-0,252	-0,302	-0,233	-0,320	-0,307	-0,374	-0,363	-0,354	-0,130	-0,376	8,528
LS	0,340	0,366	0,322	0,356	0,264	0,299	0,194	0,274	0,244	0,366	0,250	10,920

m = moyenne, ET = écart type, LI = limite inférieure, LS = limite supérieure

Références

- Khiari, L., Parent, L. E. and Tremblay, N. 2001. Selecting the high-yield subpopulation for diagnosing nutrient imbalance in crops. *Agronomy Journal*, 93, 802-808
- Parent, L. E. and Dafir, M. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117, 239-242.
- Parent, L. E., Natale, W., and Ziadi, N. 2009. Compositional nutrient diagnosis of corn using the Mahalanobis distance as nutrient imbalance index. *Canadian Journal of Soil Science*, 89, 383-390.
- Quaggio, J. A., Raij, B. van and Piza Junior, C. T. 1997. *Frutíferas*. In: Raij, B. van, Cantarella, H., Quaggio, J. A., Furlani, A. M. C. (Eds). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 121-153.

Effets des thés de compost sur les agents pathogènes responsables de la fonte des semis de la tomate

A. Dionne¹, B. Mimee¹, R.J. Tweddell¹, H. Antoun^{1,2} et T.J. Avis^{1,3}. ¹Centre de recherche en horticulture, Université Laval, Québec (Québec), Canada G1V 0A6; ²Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec (Québec), Canada G1V 0A6; ³Department of Chemistry, Carleton University, Ottawa (Ontario), Canada K1S 5B6

De nombreuses recherches ont montré que les thés de compost (TC) ont des effets inhibiteurs, mais variables sur les maladies des plantes. Nos recherches ont porté sur l'effet de TC non aérés (TCNA) à base de compost de fumiers de bovin, de mouton ou de volaille, d'algues et de crevettes sur les agents pathogènes (AP) (*Pythium ultimum* et *Rhizoctonia solani*) responsables de la fonte des semis de la tomate. L'effet inhibiteur des TCNA a été testé *in vitro* en mesurant la croissance mycélienne des AP sur milieu gélosé contenant l'un ou l'autre des TCNA (15% v/v) à l'étude. De plus, des essais *in vivo* furent menés sur des semences de tomate inoculées avec les AP et traitées avec les différents TCNA. Les résultats obtenus ont montré que tous les TCNA inhibent la croissance mycélienne *in vitro* des deux AP. Les TCNA à base de compost de fumiers étaient les plus inhibiteurs. Tous les TCNA ont par ailleurs réduit significativement (de 42 à 100%) la présence de nécroses causées par *P. ultimum* sur les semis. Aucun effet phytotoxique des TCNA n'a été noté. La présente étude suggère que le type de compost utilisé pour produire les TCNA influence leur efficacité.

Étude de chauffage du sol dans une sapinière boréale: augmentation de la disponibilité de K, Al et Mn avec la température

LOÏC D'ORANGEVILLE¹, BENOIT CÔTÉ¹, DANIEL HOULE^{2,3}, LOUIS DUCHESNE² ET HUBERT MORIN⁴

¹ Département des sciences des ressources naturelles, campus MacDonald de l'Université McGill, 21 111 Lakeshore Rd., Ste. Anne de Bellevue, Canada H9X 3V9

² Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, 2700, rue Einstein, Sainte-Foy, Canada G1P 3W8

³ Consortium Ouranos, 550 Sherbrooke Est, Montréal, Canada H3A 1B9

⁴ Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, 555, boulevard de l'Université, Chicoutimi, Canada G7H 2B1

Courriel : loicdorangeville@gmail.com

Mots clés : changements climatiques, minéralisation, chauffage du sol, forêt boréale

Les plus récentes simulations climatiques émanant du Modèle canadien du climat régional pour la forêt boréale de l'est du Canada suggèrent un accroissement de la température annuelle moyenne de 3°C dès 2050 tandis que les précipitations devraient s'accroître de 5 à 20% (Plummer et al. 2006). De tels changements auront certainement un impact majeur sur la croissance de la forêt boréale. Le climat n'est cependant pas le seul facteur important, puisque la croissance de la forêt est reconnue comme étant contrôlée par la disponibilité de l'azote (N) (Tamm 1991). En fait, de plus en plus d'études montrent que la réponse de la végétation boréale aux changements climatiques sera fortement influencée par la disponibilité de N (Magnani et al. 2007) et dans une moindre mesure à la disponibilité d'autres nutriments majeurs (Shaver et al. 1998).

L'objectif principal de l'étude est de mesurer l'effet de trois paramètres importants de la croissance des arbres en forêt boréale en intégrant, à l'intérieur d'une même étude, une manipulation expérimentale *in situ* du climat (précipitations, température du sol), et d'ajouts d'azote directement sur la canopée des arbres. Un volet nutrition est également inclus et vise à déterminer l'effet de ces mêmes facteurs sur la disponibilité des nutriments du sol. Le site d'étude est localisé dans une sapinière boréale mature typique du Québec (Lac Laflamme, Forêt Monmorency). L'ajout de précipitations artificielles se fait à l'aide de gicleurs individuels situés au-dessus de chaque arbre du dispositif. Des câbles chauffants et des thermocouples sont enfouis sous chaque arbre et permettent de maintenir une différence de température de 4°C par rapport aux parcelles non-chauffées. Le protocole d'échantillonnage comprend entre autres l'enfouissement de membranes échangeuses d'ions dans le sol (PRSTM-probes) mesurant le taux mensuel de mise en circulation des éléments nutritifs et des mesures hebdomadaires du contenu en eau du sol (Theta probe) et du tronc (Humitest).

Les résultats de la première année montrent un effet du chauffage plus important que celui de la fertilisation en N. L'interception par la canopée du N ajouté pourrait expliquer l'absence jusqu'à maintenant d'un effet de la fertilisation sur la disponibilité des nutriments du sol. La disponibilité de plusieurs éléments a augmenté significativement avec la température du sol. Ces relations suggèrent un effet positif du chauffage, dès la première année, sur la disponibilité d'éléments sensibles au pH du sol (Al et Mn) ainsi que d'autres potentiellement limitants pour la croissance des arbres (NO₃ et K).

Références

- Magnani F., Mencuccini M., Borghetti M., Berbigier P., Berninger F., Delzon S., Grelle A., Hari P., Jarvis P.G., Kolari P., Kowalski A.S., Lankreijer H., Law B.E., Lindroth A., Loustau D., Manca G., Moncrieff J.B., Rayment M., Tedeschi V., Valentini R. and Grace J. 2007. The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests. *Nature* **447**: 849-851.
- Plummer D.A., Caya D., Frigon A., Côté H., Giguère M., Paquin D., Biner S., Harvey R. and de Elia R. 2006. Climate and climate change over North America as simulated by the Canadian RCM. *Journal of Climate* **19**: 3112-3132.
- Shaver G.R., Johnson L.C., Cades D.H., Murray G., Laundre J.A., Rastetter E.B., Nadelhoffer K.J. and Giblin A.E. 1998. Biomass and CO₂ flux in wet sedge tundra: responses to nutrients, temperature, and light. *Ecological Monographs* **68**: 75-97.
- Tamm C.-O. 1991. Nitrogen in terrestrial ecosystems, Springer, Berlin.

Optimisation de la profondeur d'une irrigation enterrée et son effet sur la culture de maïs

BOUTHEINA DOUH*¹, NAJIB MHAMDI², ASMA CHEMINGUI², MARC DUCHEMIN³ ET ABDELHAMID BOUJELBEN¹

¹Département du génie des systèmes horticoles et du milieu naturel, Institut Supérieur Agronomique de Chott Meriem (ISAC), BP 47, Code postale 4042, Sousse, Tunisie.

² Institut National de la recherche scientifique (INRS-ETE), 490 de la couronne, Québec, Canada.

³ Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement (IRDA), 2700 rue Einstein, Québec, Canada, G1P 3W8

Courriel : boutheina_douh@yahoo.fr

Mots clés : développement durable, Irrigation enterrée, TDR, économie en eau, teneur en eau dans le sol, stock d'eau.

Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Un des principaux enjeux internationaux du XXI^{ème} siècle sera, sans contredit, la gestion de l'eau. En particulier, en Tunisie et à raison de sa rareté, l'eau constitue un enjeu fondamental pour le développement actuel et futur. Avec la majorité de son territoire situé en zone semi-aride, la Tunisie est un pays aux ressources hydriques particulièrement limitées mais aussi aléatoire et inégalement réparties du nord au sud. L'agriculture, et notamment l'agriculture irriguée est considérée comme un secteur fort consommateur d'eau. En effet, celle-ci est estimée à 1384 milliards de mètres cube soit 83,4 % des ressources en eau mobilisable. Les réserves d'eau sont surexploitées, font l'objet d'une demande toujours croissante et subissent des pollutions diverses et graves. Cette étude concerne l'utilisation de l'irrigation goutte à goutte enterrée qui constitue un moyen de valorisation des ressources en eaux marginales et en sol et permet une bonne gestion et protection de l'environnement. En effet, l'irrigation enterrée favorise une économie substantielle en eau, une meilleure conservation du sol et favorise une meilleur croissance des racines en plus d'une distribution sûre et efficace des engrais et des produits phytosanitaires qui arrivent directement dans la zone racinaire de la culture, ce qui diminue les quantités utilisées et les risques de pollution du milieu ambiant. Un essai expérimental a été conduit à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott Meriem-Tunisie, en utilisant le système d'irrigation goutte à goutte enterré à 5cm, 20cm et 35cm en comparaison avec le système goutte à goutte classique pour une culture de maïs (*Zea mays*). Nous avons suivi la dynamique de l'eau dans le sol par la TDR et l'évolution du stock en eau à différentes profondeurs. Les résultats obtenus ont montré que le stock en eau pour le système d'irrigation enterré à une profondeur de 35cm est nettement plus important que ceux de 5cm et 20cm, notamment pour le témoin. L'utilisation du logiciel *SURFER* nous a permis de suivre la distribution spatiale de la teneur en eau dans le sol en fonction des profondeurs et des distances par rapport au goutteur. Les résultats obtenus mettent l'accent sur l'effet de l'irrigation enterrée sur l'économie en eau en général et la diminution de l'évaporation en particulier.

Croissance de peupliers hybrides utilisés dans un dispositif de bande végétale filtrante.

MARC DUCHEMIN¹ ET JEAN MÉNÉTRIER²

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

² Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (MRNF), Québec, Québec, G1P 3W8

Courriel : marc.duchemin@irda.qc.ca

Mots clés: bande riveraine, peupliers hybrides, clone 3230, croissance, rendement

Introduction : Les bandes végétales sont utilisées pour filtrer les eaux de ruissellement provenant des champs agricoles érodés et favoriser la sédimentation des particules contaminées (Duchemin et Majdoub 2004). L'ajout d'arbres à croissance rapide aux dispositifs enherbés est susceptible d'en augmenter le pouvoir épurateur. Parmi les espèces à croissance rapide, les peupliers hybrides ont rapidement attiré l'attention car ils produisent un grand volume de bois à court terme (Ménétrier 2008). Il s'avère alors essentiel d'évaluer la croissance des peupliers hybrides afin d'intégrer ces arbres aux plans d'aménagement agroforestier.

Méthodologie : Cette étude a été réalisée à la Ferme expérimentale de l'IRDA située à Saint-Lambert-de-Lauzon, à environ 30 km au sud de la ville de Québec. Le site expérimental comprenait quatre parcelles de 5 m de largeur par 30 m de longueur aménagées en légère pente (3%) sur un loam limoneux. Chacune des parcelles était occupée par une culture de maïs-grain (*Zea mays* L.) de 5 m de largeur par 30 m de longueur à l'extrémité de laquelle se trouvait une bande enherbée-arborée de 25 m² (5 m par 5 m). Chaque bande enherbée était semée à 45 % de fétuque rouge (*Festuca rubra* L.), 45 % d'agrostide blanche (*Agrostis alba* L.) et 10 % de ray-grass vivace (*Lolium perenne* L.) et supportait huit peupliers hybrides (CLONE 3230 *Populus trichocarpa* X *Populus deltoides* cultivar 'Boelare') placés sur trois rangées (*i.e.* 3200 arbres ha⁻¹). Les 32 peupliers ont été plantés à l'âge de 1 an, en novembre 2003, alors que les bandes enherbées ont été ensemencées en mai 2004. Au printemps de chaque année, la parcelle de maïs-grain a reçu une application de lisier de porcs (40 t ha⁻¹). L'eau de ruissellement chargée de nutriments qui traversait la bande végétale était captée et mesurée après chaque événement pluvieux. Le suivi de la croissance des peupliers s'est effectué de juin 2004 à septembre 2008.

Résultats et conclusion : Au 9 juin 2004, les 32 peupliers hybrides présentaient une hauteur moyenne de 1,36 m (écart-type 0,19 m), un diamètre moyen au collet de 1,13 cm (écart-type 0,18 cm) et un diamètre moyen à hauteur de poitrine de 0,29 cm (écart-type 0,30 cm) alors qu'au 23 septembre 2008, ces peupliers atteignaient une hauteur moyenne de 6,21 m (écart-type 1,23 m), un diamètre moyen au collet de 10,57 cm (écart-type 3,27 cm) et un diamètre moyen à hauteur de poitrine de 7,22 cm (écart-type 2,75 cm). Le volume moyen du tronc principal des 32 peupliers qui était de 64,4 cm³ (écart-type 34,3 cm³) le 9 juin 2004 a atteint 17718,3 cm³ (écart-type 13162,5 cm³) le 23 novembre 2008. Le volume total du tronc principal des 32 peupliers était de 566985 cm³ au 23 novembre 2008, ce qui correspond à un accroissement de 275 fois le volume de bois estimé le 9 juin 2004 (*i.e.* 2061 cm³). Ainsi, les peupliers hybrides ont vu leur rendement passer de 0,21 m³ ha⁻¹ à 56,70 m³ ha⁻¹ pendant la période d'étude, soit un accroissement annuel moyen d'environ 14,1 m³ ha⁻¹ an⁻¹. Le rendement de nos peupliers hybrides (clone 3230) utilisés sur bandes végétales filtrantes a été légèrement inférieur au rendement obtenu en bandes riveraines dans la région de Sherbrooke (*i.e.* 17,6 m³ ha⁻¹an⁻¹, Fortier et al. 2009). Des conditions limitantes associées au climat, à la pédologie, à la compétition des herbacées, à la densité de reboisement et à la gestion des parcelles agricoles seraient, en partie, responsables de la faible croissance de nos peupliers hybrides. Une éclaircie devrait améliorer la croissance de nos arbres et augmenter leur capacité filtrante.

Références :

- Duchemin, M. et R. Majdoub. 2004. Les bandes végétales filtrantes : de la parcelle au bassin versant. *Vecteur Environnement* 37(2) :36-50.
- Ménétrier, J. 2008. Le peuplier hybride au Québec : une révolution, une évolution. *Le Naturaliste Canadien* 132(1):46-54.
- Fortier, J., D. Gagnon, B. Truax et F. Lambert. 2009. La production de bois et de biomasse dans les systèmes riverains avec le peuplier hybride. *Progrès Forestier* Été 2009 pp.10-15.

Émissions de N₂O produits par différents engrais minéraux appliqués en post-levée dans le maïs-grain

BERNARD GAGNON, NOURA ZIADI, PHILIPPE ROCHETTE, MARTIN CHANTIGNY ET DENIS A. ANGERS

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

Courriel: bernard.gagnon@agr.gc.ca

Mots clés : gestion des fertilisants, azote, émissions de N₂O, maïs

La culture de maïs-grain requiert des applications importantes d'engrais azotés pour atteindre des rendements élevés et une qualité répondant aux exigences du marché. Une utilisation optimale de ces engrais peut permettre d'augmenter la rentabilité de cette culture tout en préservant l'environnement. Cette meilleure efficacité peut notamment être obtenue en sélectionnant le type de fertilisant et le taux d'application qui harmonisent le mieux l'approvisionnement en N du sol et la demande par la culture durant la saison de croissance (Gagnon et Ziadi 2010). Peu d'études ont toutefois comparé l'impact de plusieurs types de fertilisants azotés à différents taux d'application à un même site et sous des conditions similaires sur les émissions de protoxyde d'azote (N₂O), un puissant gaz à effet de serre. L'importance de ces émissions peut être influencée par plusieurs autres facteurs dont le mode d'application des engrais, le travail du sol, les caractéristiques du sol et les conditions climatiques (Stehfest et Bouwman 2006, Rochette et al. 2008).

Une expérience a été conduite au champ sur une argile Kamouraska dans la région de Québec afin d'évaluer l'effet du type de fertilisants azotés et de la dose d'application sur les émissions de N₂O. Les traitements consistaient en un témoin non fertilisé (0 N) et trois types de fertilisants azotés [solution d'urée et nitrate d'ammonium 32% (UNA), nitrate d'ammonium calcique 27-0-0 (NAC) et ammoniac aqueux 24% (HA)] apportés à trois différentes doses (100, 150 et 200 kg N ha⁻¹). Les fertilisants azotés ont été appliqués en bandes entre les rangs de maïs au stade 6-feuilles (fin juin). Chaque parcelle a reçu initialement 20 kg N ha⁻¹ de NAC, 70 kg P₂O₅ ha⁻¹ et 30 kg K₂O ha⁻¹ comme engrais de démarrage. Les émissions de N₂O ont été mesurées du dégel printanier jusqu'aux premières neiges à l'automne à l'aide de chambres statiques placés entre les rangs. Cet essai a été reproduit pendant trois saisons de croissance (2004-2006).

Le site a été propice à des pertes de N₂O élevées alors que plus de 13 kg N₂O-N ha⁻¹ ont été émis chaque année dans les parcelles ne recevant que l'engrais de démarrage (20 kg N ha⁻¹). Des pics d'émissions de N₂O ont été observés peu après l'application des engrais et tôt à l'automne lorsque le sol s'est ré-humidifié. Les émissions de N₂O ont augmenté de façon linéaire avec le taux d'application d'azote même à des taux dépassant le niveau optimal pour le rendement en grains. Les émissions de N₂O ont été étroitement liées à l'aération du sol (taux de saturation en eau $\geq 57\%$) et à la teneur moyenne en N inorganique du sol. En moyenne, pour les trois années, les émissions induites par les engrais étaient plus élevées que le facteur par défaut établi par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (0,01 kg N₂O-N kg N⁻¹) avec des valeurs respectives de 0,038, 0,033 et 0,027 kg de N₂O-N kg N⁻¹ pour UAN, CAN et AA. Nos résultats confirment que le type d'engrais azoté et le taux d'application peuvent avoir un impact sur les émissions de N₂O, mais ces effets interagissent fortement avec les propriétés du sol et l'environnement.

Références

- Gagnon, B., and Ziadi, N. 2010. Grain corn and soil N responses to sidedress nitrogen sources and applications. *Agronomy Journal* **102**, 1014-1022.
- Rochette, P., Worth, D.E., Lemke, R.L., McConkey, B.G., Pennock, D.J., Wagner-Riddle, C., and Desjardins, R.L. 2008. Estimation of N₂O emissions from agricultural soils in Canada. I. Development of a country-specific methodology. *Canadian Journal of Soil Science* **88**, 641-654.
- Stehfest, E., and Bouwman, L. 2006. N₂O and NO emission from agricultural fields and soils under natural vegetation: summarizing available measurement data and modeling of global annual emissions. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **74**, 207-228.

Disponibilité du P, Cu et Zn au maïs-ensilage suite à l'apport de biosolides papetiers et lisiers de porc

BERNARD GAGNON, NOURA ZIADI, MARTIN CHANTIGNY ET GILLES BÉLANGER

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

Courriel: bernard.gagnon@agr.gc.ca

Mots clés : biosolides papetiers, lisier de porc, traitement des lisiers, phosphore, métaux lourds

Au cours des dernières décennies, l'agriculture au Québec s'est intensifiée de façon remarquable. La productivité des cultures s'est accrue de même que le nombre d'animaux par ferme. Dans certaines régions, les cultures annuelles telles que le maïs et le soya ont partiellement remplacé les cultures fourragères. Cet état de fait a conduit à une détérioration des sols, entre autres, par une diminution de la matière organique, une acidification et un enrichissement en P de la couche de surface. L'industrie forestière dispose de quantités importantes de résidus qui peuvent être utilisés pour suppléer aux pertes de matière organique des sols. Les biosolides papetiers mixtes sont une source intéressante de N et P pour les cultures alors que les boues de désencrage peuvent accroître de façon intéressante le pH du sol (Camberato et al. 2006). D'autre part, le traitement des lisiers de porc est une avenue qui a été envisagée au cours des dernières années pour réduire le P dans la fraction liquide appliquée à la ferme et exporter la fraction solide à des coûts raisonnables vers d'autres régions (Chantigny et al. 2007). Toutefois, cette fraction solide peut être plus riche en P et en certains métaux tels que le Cu et le Zn (Møller et al. 2007), ce qui pourrait occasionner des accumulations dans la plante et le sol suite à son application. L'évaluation au champ de cette fraction solide en comparaison au lisier de porc non traité et aux biosolides papetiers déjà réglementés apparaît essentiel.

Une expérience a été conduite pendant trois ans (2006-2008) sur une argile Kamouraska dans la région de Québec afin d'évaluer, sous culture de maïs-ensilage, l'effet de différents biosolides issus de l'industrie papetière et du traitement de lisier sur les teneurs en P, Cu et Zn du sol et de la culture. Les sites utilisés à chaque année étaient classés pauvres en P selon le Guide de référence en fertilisation du CRAAQ. Les traitements (9) consistaient en un témoin non fertilisé (0 N), un engrais minéral (27-0-0), un biosolide papetier mixte, un biosolide de désencrage (C/N de 60), un lisier de porc non traité, et des biosolides de lisier de porc ayant été soit digéré anaérobiquement, floculé chimiquement, filtré au travers d'un lit de terre de diatomées, ou digéré de façon aérobie. Tous les biosolides ont été apportés à une dose de 150 kg N ha⁻¹ sur une base de N total au printemps avant le semis. Le rendement en matière sèche, la composition des plantes et le contenu du sol en P et métaux ont été mesurés à chacune des années.

Les biosolides issus du lisier ont apporté des quantités plus importantes de P et de métaux au sol que le lisier de porc non traité. Il en a été ainsi aussi pour les métaux du biosolide de désencrage comparativement au biosolide mixte papetier. L'analyse en composantes principales a expliqué 59 à 82% de la variabilité dans le rendement du maïs, le prélèvement en éléments minéraux et la composition des plantes. L'engrais minéral a permis les rendements les plus élevés, suivi par le lisier de porc non traité. Les rendements obtenus avec la plupart des biosolides de lisier et avec le biosolide mixte papetier se comparaient à celui obtenu avec le lisier de porc non traité. Le biosolide de désencrage a par ailleurs causé une immobilisation de l'azote du sol. Les concentrations en N, P et métaux des cultures ont été plus élevées là où les traitements ont occasionné des rendements inférieurs. La plupart des biosolides de lisier ont entraîné des augmentations modérées du P, Cu et Zn dans le sol, alors que le biosolide mixte papetier n'a entraîné aucune accumulation. Ces résultats démontrent les avantages agronomiques de l'utilisation des biosolides de lisier sur des sols pauvres en P afin de répondre aux besoins des plantes.

Références

- Camberato, J.J., Gagnon, B., Angers, D.A., Chantigny, M.H., et Pan, W.L. 2006. Pulp and paper mill by-products as soil amendments and plant nutrient sources. *Canadian Journal of Soil Science* **86**, 641-653. Erratum (2007) **87**, 118.
- Chantigny, M.H., Angers, D.A., Rochette, P., Bélanger, G., Massé, D., et Côté, D. 2007. Gaseous nitrogen emissions and forage nitrogen uptake on soils fertilized with raw and treated swine manure. *Journal of Environmental Quality* **36**, 1864-1872.
- Møller, H.B., Jensen, H.S., Tobiasen, L., et Hansen, M.N. 2007. Heavy metal and phosphorus content of fractions from manure treatment and incineration. *Environmental Technology* **28**, 1403-1418.

Importance des infections fongiques racinaires parmi les diagnostics réalisés en laboratoire au cours des cinq dernières années

G. Gilbert, D. Hamel, D. Morais, C. Dallaire, L. Vézina, M. Tésolin, M. Berrouard. Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Sainte-Foy (Québec), Canada G1P 3W8

Les infections des plantes par les champignons représentent 60% de toutes les maladies infectieuses diagnostiquées. Certaines années, jusqu'à la moitié de celles-ci sont des infections fongiques racinaires (IFR). Presque inexistantes chez certains grands groupes de cultures, les IFR représentent 63% des infections fongiques sur les plantes aromatiques, 55% chez les plantes industrielles et 48% chez les cultures ornementales respectivement. C'est en provenance des entrepôts que nous retrouvons la plus forte proportion d'échantillons atteints (80% des maladies parasitaires). Près de vingt-sept genres différents de champignons pathogènes ont été isolés sur les racines, les collets, les bulbes ou les tubercules. La plupart de ces infections étaient attribuables à 4 genres principaux : *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora* et *Rhizoctonia*. Depuis 2005, sept espèces de *Fusarium* ont été identifiées chez soixante-dix cultures, dix espèces de *Pythium* chez soixante-dix-huit cultures, neuf espèces de *Phytophthora* chez trente cultures et deux cent quarante-six cas de *Rhizoctonia* spp. chez soixante-dix cultures principalement maraîchères. Des espèces de champignons sont beaucoup plus fréquentes que d'autres ou davantage associées à des familles de plantes. Les complexes fongiques racinaires sont une particularité que l'on retrouve avec les IFR; la pourriture noire des racines du fraisier ou du framboisier est l'exemple le plus souvent rencontré.

Modélisation du risque de lessivage des nitrates sous culture de pomme de terre

JEROME G. FORTIN¹, FRANÇOIS ANCTIL¹, LEON-ETIENNE PARENT² ET MARTIN A. BOLINDER²

¹ Département de Génie Civil, Université Laval

² Département des Sols et Génie Agroalimentaire, Université Laval

Courriel : jerome.goulet-fortin.1@ulaval.ca

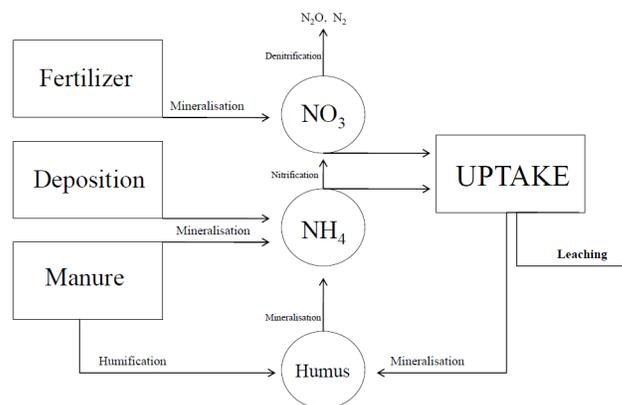
Mots clés : NLEAP, SOILN, modèles de croissance, télédétection

Une forte demande en azote (N), combinée à un faible taux de recouvrement azoté des engrais minéraux, rend la culture de la pomme de terre particulièrement à risque quant au lessivage des nitrates. Dans le but d'optimiser les rendements et de minimiser les pertes environnementales de N, le fractionnement spatio-temporel des applications azotées s'avère donc primordial.

Les modèles simulant la dynamique de l'azote dans le temps et l'espace permettent de dresser des bilans azotés et de quantifier les risques potentiels de lessivage. Dans le cadre de cette étude, les modèles NLEAP et SOILN seront évalués et calibrés pour nos conditions climatiques. NLEAP (*Nitrate Leaching and Economic Analysis Package*) fonctionne suivant trois niveaux d'analyses : un niveau annuel, mensuel et événementiel (Delgado et al., 1998). SOILN, développé en régions nordiques, tient également compte de l'effet de la neige au sol et du gel durant l'hiver (Beier et al., 2001). Afin de caractériser l'azote prélevé par les plantes, des modèles de croissance pour les différentes cultures sont requis.

L'estimation des paramètres d'entrée à partir de photos multispectrales aéroportées permettra, dans un deuxième temps, de cartographier les indices de risque de lessivage issus des modèles.

Modélisation de la dynamique de l'azote dans les sols agricoles (ex : SOILN)



Delgado, J.A., Follett, R.F., Sharkoff, J.L., Brodahl M.K. and Shaffer M.J. 1998. NLEAP facts about nitrogen management. *Journal of Soil and Water conservation* **53**, 332-337.

Beier, C., Eckersten, H., Gundersen, P. 2001. Nitrogen cycling in a Norway spruce plantation in Denmark - A SOILN model application including organic N uptake. *The ScientificWorld* **1** (2), 394-406.

Utilisation des marais filtrants pour réduire les ions sulfates et les agents pathogènes des effluents de serre

NICOLAS GRUYER¹, MARTINE DORAIS², GÉRALD J. ZAGURY³ ET BÉATRIX ALSANIUS⁴

¹CRH, Université Laval, Québec, QC, G1V 0A6

²Agriculture et Agroalimentaire Canada, Pav. Environtron, Université Laval, Québec, QC, G1V 0A6

³Civil, Geological, and Mining Engineering Department, École Polytechnique de Montréal, Montréal, QC, H3T 1J4

⁴Department of Horticulture, Swedish University of Agricultural Sciences Alnarp, Sweden

Courriel : Nicolas.gruyer.1@ulaval.ca

Mots clés : marais filtrants, serre, recirculation, agents pathogènes, ions excédentaires.

En 2008, l'industrie serricole canadienne disposait de 20,8 millions m² de serre, pour atteindre des ventes de 2,1 milliards de dollars. Afin de répondre à la demande, la majorité des producteurs ont recours à l'utilisation de milieu de culture hors-sol et de fertilisants de synthèse. Ces éléments nutritifs, présents dans l'eau d'irrigation, sont en partie absorbés par la plante. La partie résiduelle excédentaire est éliminée par drainage. Ces pertes sont évaluées annuellement à près de 6 tonnes de sels minéraux par hectare de serre. Dans un souci de développement durable, le recyclage de l'eau de drainage permettrait de réduire les effets négatifs sur l'environnement et de sauver environ 20-25% d'eau. Toutefois celui-ci pose deux problèmes majeurs, soit l'accumulation d'ions indésirables (e.g. les sulfates) et la propagation d'agents pathogènes. Les marais filtrants représentent une solution potentielle peu coûteuse et durable pour le traitement des effluents de serre grâce aux interactions multiples entre les plantes, les microorganismes et le sol. Ce projet avait donc pour but d'évaluer la performance de 3 types de marais artificiels pour réduire les agents pathogènes dans un effluent de serre ayant une concentration élevée en SO₄ et NO₃, soit 500 et 300 ppm respectivement. Le substrat de base pour les 24 marais testés consistait en la roche volcanique. Huit marais étaient constitués uniquement de cette roche, 8 autres ont reçu en plus une source simple de carbone (2 g/L de saccharose), et les 8 derniers ont été amendés par un mélange complexe de source de carbone (compost de fumier de poule et de feuilles d'érable, sciure et copeaux de bois d'érable). Tous les marais (0,08 m³) ont été végétalisés avec de la quenouille (*Typha latifolia*). La moitié des marais ont été inoculés avec *Pythium ultimum* à une concentration de 10⁶ CFU/mL. L'efficacité des 3 types de marais à réduire les sulfates a été hebdomadairement évaluée. Les populations de microorganismes (bactéries sulfato-réductrices, bactéries hétérotrophes, *Pseudomonas spp.*, *Bacillus spp.*, actinomycètes), les activités enzymatiques, le contenu en biofilm, et le carbone organique dissous ont été estimés à intervalle de deux semaines. Nos résultats ont démontré que l'apport d'une source simple de carbone accroît la performance des marais à réduire les sulfates ; réduction de 88% par rapport à 33% et 32%, respectivement, pour les marais avec une source complexe de carbone et les marais témoin. Ceci s'explique par une plus grande disponibilité du carbone pour les microorganismes et par conséquent une plus grande activité biologique (i.e. population de microorganismes, activité enzymatiques et quantité de biofilm plus importante) pour les marais enrichis d'une source de carbone simple. D'autre part, l'apport d'une source complexe de carbone a également augmenté la population des microorganismes par rapport au marais témoins, bien que sa performance de réduction des SO₄ ait été inférieure à la source simple de carbone. Peu importe le type de marais, ceux-ci ont permis de réduire de plus de 99% les populations de *P. ultimum*. L'effet à long terme ainsi que les mécanismes impliqués sont présentement à l'étude. L'utilisation de marais filtrants pour traiter les effluents de culture et recycler les eaux de drainage semble une avenue prometteuse.

Les champignons mycorhiziens modulent l'expression des gènes des mycotoxines de *Fusarium sambucinum* chez la pomme de terre

YOUSSEF ISMAIL ET MOHAMED HIJRI

Institut de recherche en biologie végétale, Département de sciences biologiques, Université de Montréal. 4101 Rue Sherbrooke Est, Montréal, QC, H1X 2B2

Courriel : mohamed.hijri@umontreal.ca

Mots clés : Mycotoxines, champignons mycorhiziens, *F. sambucinum*, expression des gènes, pomme de terre.

Les cultures de la pomme de terre sont le plus souvent confrontées aux champignons nuisibles causant ainsi des pertes considérables dans le monde. Une première étape de ce travail porte sur la constitution d'une collection d'isolats représentatifs des différentes espèces de champignons pathogènes de la pomme de terre et sur l'harmonisation des méthodes permettant leur isolement dans la grande région de Montréal. Certaines espèces fongiques sont difficilement identifiables par des caractères morphologiques qui peuvent être difficiles à observer. Ces difficultés peuvent être contournées par l'utilisation d'approches de taxonomie moléculaire. Dès lors, nous avons utilisé des marqueurs moléculaires basés sur l'ADN ribosomique, PCR et séquençage. Nous avons isolé et identifié un grand nombre de champignons et nous sommes intéressés particulièrement aux espèces du genre *Fusarium*. Parmi les différents pathogènes isolés, certaines espèces sont connues pour leur production de mycotoxines. Les espèces du genre *Fusarium* sont les principaux responsables de la présence de mycotoxines dans différents produits. Selon les espèces et les souches, les champignons inféodés à la pomme de terre produisent des mycotoxines différentes, appartenant au groupe des trichothécènes.

Une deuxième étape a consisté à identifier la présence des gènes (Tri 3, Tri4, Tri5 et Tri101) de la biosynthèse des trichothécènes. La majorité des espèces de *Fusarium* isolées dans cette étude contiennent ces gènes. Par la suite, nous avons utilisé des méthodes biochimiques (spectrométrie de masse et chromatographie en phase gazeuse) de détection et de dosage des mycotoxines et les identifiées sur toutes les espèces qui ont montré la présence des gènes codant pour les trichothécènes. La dernière étape de cette étude a consisté à confronter une espèce virulente et produisant une grande quantité de mycotoxine (*F. sambucinum*) avec un champignon mycorhizien arbusculaire *Glomus intraradices in vitro* en pétri bi-ompartimenté et *in situ* sur des plantes de pomme de terre. *G. intraradices* réduit significativement la croissance du pathogène *F. sambucinum in vitro* et réduit considérablement la sévérité de la maladie dans les plantes de pomme de terre. Nous avons alors testé l'hypothèse suivant : *G. intraradices* module l'expression des gènes des trichothécènes (Tri4 et Tri5) de *F. sambucinum*. Nous avons mis au point un essai de PCR en temps réel de 2 gènes Tri4 et Tri5. Les gènes β -tubuline et le facteur d'élongation EF-1 α comme référence (*house-keeping genes*). Les résultats obtenus montrent clairement qu'en présence de *G. intraradices* le gène Tri4 est réprimé significativement en comparaison avec le témoin. Par contre, le gène Tri5 est surexprimé (en moyenne 5 fois plus) en présence de *G. intraradices*. Ceci confirme notre hypothèse que *G. intraradices* module l'expression des gènes des trichothécènes et par la suite réduit l'effet de la maladie dans les plantes de pomme de terre. Des tests biochimiques de dosage confirmeront d'avantage cette hypothèse.

En conclusion, les champignons mycorhiziens peuvent contrôler des agents pathogènes toxigènes par un mécanisme de modulation de l'expression des gènes de virulence.

La gale commune de la pomme de terre : Contraintes et perspectives d'un modèle d'étude des interactions sol-plantes-microorganismes

RICHARD HOGUE

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

Courriel : richard.hogue@irda.qc.ca

D'un point de vue agricole, la qualité d'un sol repose sur ses propriétés structurales, physiques et chimiques ainsi que sur les interactions complexes qui résultent de la diversité génomique et fonctionnelle des microorganismes, des plantes et de la microfaune qui le peuplent. L'évolution temporelle et spatiale de ces interactions crée des équilibres dynamiques soumis aux perturbations d'origines environnementales et humaines.

Plusieurs maladies telluriques des plantes cultivées résultent d'une rupture des équilibres dynamiques entre les organes végétaux souterrains et les microorganismes bénéfiques du sol, au profit de microorganismes pathogènes. L'industrie agrochimique commercialise des microbicides, molécules létales aux microorganismes pathogènes, qui éliminent la source des interactions négatives résultant de la rupture des équilibres dynamiques. Toutefois, les principes d'une agriculture durable, des considérations économiques ou l'absence de microbicides imposent le recours à des régies de protection et de production qui soient économiquement et écologiquement acceptables.

La gale commune de la pomme de terre est causée par plusieurs espèces de bactéries du genre *Streptomyces*, dont la principale est *S. scabies*. Ces bactéries sont très bien adaptées à une vaste gamme de conditions de sols, de cultures et de régies, car la gale commune affecte toutes les régions productrices de pommes de terre et très peu de cultivars sont résistants aux effets de la thaxtamine, une toxine produite par les *Streptomyces* pathogènes.

Lors de la conférence, la présentation de résultats issus d'un projet de recherche amorcé en 2008 et visant l'évaluation des impacts de combinaisons de moyens de lutte à la gale commune permettra d'aborder les interactions plantes-microorganismes bénéfiques ou neutres qui prévalent lors de la répression des *Streptomyces* pathogènes et lors du rétablissement des équilibres dynamiques. La présentation illustrera la contribution des méthodes d'analyses génomiques et fonctionnelles nécessitant ou non la culture des microorganismes du sol. Ces méthodes permettent de qualifier et de quantifier les impacts des types de sols, de précédents culturaux, des régies de fertilisation et des traitements des semences sur les populations de *Streptomyces* pathogènes et de microorganismes antagonistes. Les précédents culturaux conventionnels de maïs ou de blé ont été comparés à des cultures d'engrais verts ou de moutarde brune enfouies pour leurs effets potentiels de biofumigation. Les régies de fertilisation comparaient l'emploi d'engrais conventionnels à l'emploi d'engrais soufrés.

Impacts de combinaisons de moyens de lutte à la gale commune sur la diversité des Streptomycètes et des bactéries du cycle du soufre.

THOMAS JEANNE, GUYANNE D'ASTOUS ET RICHARD HOGUE.

IRDA, Québec (Québec), Canada G1P 3W8

Courriel : Richard.hogue@irda.qc.ca

Mots clés : pomme de terre, gale commune, moyens de lutte, écologie microbienne

La gale commune de la pomme de terre cause de lourdes pertes économiques pour les producteurs agricoles. L'hypothèse du projet dont les résultats seront discutés stipule que la synergie des traitements de lutte à la gale commune appliqués en combinaison accroît leur efficacité individuelle.

En 2009, des combinaisons impliquant le type de précédent cultural (avoine vs 2 moutardes brunes enfouies successivement), les fertilisants (MAP vs MES+AS+Tiger90CR), un traitement de semence (AgriclayA6 vs Eau) et un apport ou non de fraction solide de lisier de porc (3,5 t/ha) au renchaussage ont été évaluées dans un champ de pomme de terre de Trois-Pistoles. L'application de ces combinaisons visait à perturber les populations microbiennes du sol de la tuberculosphère afin d'ultimement diminuer la propagation, la survie et l'infectivité des souches de *Streptomycètes* pathogènes. Les variations des populations de *Streptomycètes* pathogènes et non pathogènes ainsi que des populations bactériennes impliquées dans le métabolisme du soufre ont été analysées par PCR-DGGE. Ces variations ont été mises en relation avec les indices de gale commune et les rendements vendables observés à la récolte des tubercules.

La comparaison des profils PCR-DGGE des populations de *Streptomycètes* pathogènes et non pathogènes a mis en évidence des différences de similitudes entre les traitements. Des populations bactériennes spécifiques au métabolisme du soufre ont aussi pu être identifiées et mises en lien avec les effets des traitements sur les pH des sols échantillonnés et les indices de gale des tubercules récoltés. Ces mesures des profils de la diversité microbienne de la tuberculosphère permettent de définir des critères d'efficacité des combinaisons de traitements visant à réduire la gale commune de la pomme de terre et permettraient la sélection d'indicateurs microbiens utiles pour poursuivre la mise en application à plus vaste échelle des meilleures combinaisons.

Caractérisation spatiale des propriétés hydrodynamiques de sols organiques en maraîchage visant l'optimisation de l'irrigation

SYLVAIN JUTRAS¹, JEAN CARON¹ ET YANN PÉRIARD-LARRIVÉE¹.

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

Courriel : sylvain.jutras@fsaa.ulaval.ca

Mots clés : terre noire, réserve utile, discontinuité texturale, conductivité hydraulique, masse volumique apparente

Introduction :

Au Québec, la production de laitue à l'échelle commerciale se fait majoritairement sur des sols organiques. Ces types de sols possèdent des propriétés texturales et hydrodynamiques particulières qui varient très fortement au niveau spatial. Ainsi, diverses problématiques liées à l'eau dans ces sols sont récurrentes au sein des différents producteurs, soit : la traficabilité réduite et persistante suite à des pluies abondantes, la faible efficacité du réseau de drainage souterrain et, ultimement, la difficulté d'établir une régie d'irrigation appropriée. L'objectif de cette étude est de cartographier, à petite et à grande échelle, les propriétés des sols suivantes : épaisseur de la matière organique, porosité effective, masse volumique apparente (MV), conductivité hydraulique saturée (Ksat), conductivité hydraulique non-saturée (Knsat) et courbe de rétention.

Méthodologie :

Un échantillonnage aléatoire a été effectué en octobre 2009 sur un territoire de 6 km² situé dans la région de Sherrington, en Montérégie. Au total, plus de 80 pédons ont été creusés. Une description complète des horizons organiques et de la couche limitante sous-jacente a d'abord été effectuée. L'épaisseur de la matière organique était alors évaluée. Des échantillons de sols d'environ 300 cm³ étaient ensuite collectés à quatre profondeurs différentes (5-10 cm, 20-25 cm, 35-40 cm et 50-55 cm). Le sol recueilli dans les cylindres métalliques étaient transvidés dans des sacs de plastiques afin d'être apportés en laboratoire pour la détermination de la porosité et de la MV. Deux autres cylindres métalliques de la même dimension ont aussi été utilisés afin de prélever des échantillons de sols non perturbés. Ceux-ci ont été emballés dans des sacs, avec le cylindre, afin de demeurer intact jusqu'à leur analyse en laboratoire. Au total, 300 sacs de sols ont été prélevés pour la détermination de la porosité et de la MV et 190 échantillons de sols non-perturbés ont été rapportés dans leurs cylindres.

Les protocoles de laboratoire ayant été utilisés sont les suivants. La porosité effective a été déterminée à l'aide du contenu en matière organique obtenu pour des sous-échantillons de 3 g de sol par perte au feu à 550°C pendant 16 heures. La masse volumique apparente a été déterminée par séchage à 70°C. La conductivité hydraulique saturée (Ksat) a été déterminée par la méthode de la perte de charge constante sur des échantillons de sols non perturbés. La conductivité hydraulique non-saturée a été déterminée à l'aide de la méthode du débit à pallier multiple utilisant des cellules Tempe. Cette méthode permet d'estimer simultanément la courbe de rétention (teneur en eau vs tension matricielle) ainsi que la courbe entre Knsat et la tension matricielle. Cette méthode offre aussi comme avantage de permettre un traitement rapide (< 7 jours) et précis de plusieurs échantillons simultanément.

Résultats :

Les propriétés des sols échantillonnés ont démontré des différences importantes autant au sein d'un même profil de sol que spatialement, d'un champ à l'autre. De façon générale, les premiers 30 cm de sols sont fortement décomposés par l'influence des pratiques culturales et ils présentent des conductivités hydrauliques beaucoup plus faibles que les sols retrouvés plus en profondeur. L'écoulement lent de l'eau à la surface de ces sols est donc dû à cette faible conductivité, mais elle est possiblement affectée conjointement par le changement abrupt des propriétés texturales qui caractérise ces sols. La présence d'une importante discontinuité texturale entre les deux horizons rompt la colonne d'eau, créant ainsi une nappe perchée et des écoulements en frange capillaire. Les courbes de rétention obtenues en laboratoire se sont avérées être très précises et couvrant avantageusement une gamme de valeur de tension matricielle ressemblant à celle observée sur le terrain. Plus de détails en lien avec la répartition spatiale de ces informations seront données lors de la présentation.

Capacité tampon d'un géodéchet de cuivre

ANTOINE KARAM¹, ARNAUD S. DE CONINCK¹, MICHEL PRÉDA² ET ALFRED JAOUICH²

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

² Département des sciences de la terre et de l'atmosphère, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC, Canada.

Courriel :antoine.karam@fsaa.ulaval.ca

Mots clés: résidu minier, pH, calcite, compost.

La capacité tampon d'un géodéchet minier, soit sa résistance aux changements de pH, dépend entre autres de la nature et de la proportion des constituants géochimiques de la phase solide de ce géodéchet. La calcite présente dans le géodéchet minier, grâce à son pouvoir tampon, prévient les variations d'acidité découlant de l'oxydation de la pyrite. La présente étude vise à évaluer la capacité tampon de trois sorbants : 1) un géodéchet de cuivre légèrement alcalin (GD) ayant reçu 0, 5 et 20% d'un compost commercial à base de tourbe et de déchets de crevettes (CTC), 2) un compost commercial (CTC) et 3) une calcite récoltée sur le site minier. Le géodéchet provient du parc à résidus miniers situé à Murdochville (Québec, Canada). Ce géodéchet renferme plusieurs minéraux dont la calcite et des minéraux contenant du soufre (marcasite, pyrrhotite, pyrite, chalcopyrite). En outre, il contient, en moyenne, 56 g de calcium (Ca) total/kg. La capacité tampon des sorbants est déterminée par la méthode de la courbe de titrage qui met en relation le pH de la suspension aqueuse du solide à l'équilibre et la quantité d'acide (0,5 M HCl) ajoutée. Les principaux résultats se résument comme suit. La calcite montre un fort pouvoir tampon. Le compost manifeste une forte sensibilité à de faibles ajouts d'acide. La capacité tampon des échantillons de GD diminue avec l'augmentation de la dose de CTC. ***La dissolution des carbonates contribue à contrôler les variations de pH subies par l'ajout d'acide. Dans les conditions expérimentales utilisées, il est possible de conclure que*** la présence de calcaire dans le géodéchet de cuivre légèrement alcalin peut constituer une barrière naturelle contre le processus de drainage minier acide.

Adsorption du plomb par un sol sablonneux marginal

ILDEPHONSE NDUWAYEZU¹, ANTOINE KARAM² ET ALFRED JAOUICH¹

¹ Département des sciences de la terre et de l'atmosphère, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC, Canada.

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

Courriel :antoine.karam@fsaa.ulaval.ca

Mots clés: métal lourd, cinétique, contamination, amendement.

L'apport de Pb anthropique et sa présence sous forme soluble dans la solution de sols marginaux peut s'avérer toxique pour le biote. Il est connu que l'adsorption constitue le principal mécanisme géochimique dans le sol qui permet la rétention du Pb. Une étude expérimentale concernant l'adsorption du Pb par un sol sablonneux marginal provenant d'un site forestier abandonné est entreprise pour déterminer la cinétique de rétention du Pb. À cet effet, 2,5 g de sol sont équilibrés, à la température ambiante, pendant une période allant de 30 minutes à 56 jours avec agitation intermittente, dans 1,5 L d'une solution contenant 100 mg Pb/L. L'essai de cinétique d'adsorption est répété deux fois. Les principaux résultats se résument comme suit. La vitesse de rétention du Pb augmente faiblement avec le temps de contact, suggérant que le nombre de sites actifs dans ce sol est relativement faible. Le taux de Pb immobilisé par le sol, qui varie entre 0,75 (30 minutes) et 17,2% (56 jours), peut s'exprimer par un mécanisme de pseudo-ordre 1 ($R^2 = 0,902$). Toutefois, l'apport d'une farine de crabes commerciale (FC) au sol augmente la capacité de rétention du sol. L'analyse de variance révèle un effet simple très hautement significatif ($P < 0,001$) de la FC sur le coefficient d'adsorption du Pb. En conclusion, la farine de crabes peut être utilisée comme un agent de rétention du Pb anthropique dans les sols sablonneux acides.

Cartographie numérique de l'humidité du sol à l'aide de la télédétection et des mesures au sol

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

¹Institut national de la recherche scientifique/ Centre Eau, Terre et Environnement, 490, rue de la Couronne, Québec (Québec), G1K 9A9.

²Laboratoires de pédologie et d'agriculture de précision/ Agriculture et Agroalimentaire Canada, 979, avenue de Bourgogne, bur. 140, Québec (Québec), G1W 2L4.

Courriel : Karine.Labrecque@ete.inrs.ca

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

Dans le cycle continental de l'eau, l'humidité du sol joue un rôle de premier plan dans les processus hydrologiques qui gouvernent un bassin versant (Baghdadi et al. 2008). C'est en grande partie le contenu en eau du sol qui déterminera si l'eau de pluie (ou d'irrigation) doit ruisseler ou s'infiltrer. D'un point de vue plus agricole, l'humidité du sol joue un rôle crucial pour la culture. En effet, ce paramètre détermine la quantité d'eau et d'air disponible à la plante, deux éléments essentiels pour une croissance optimum. Afin de mieux contrôler l'écoulement de l'eau dans un bassin versant et mieux répondre aux besoins en eau d'une culture, il est important de savoir où se situent les zones d'excès et de déficience hydriques. La cartographie numérique des sols permet de bien localiser ces zones, de façon précise et fiable. L'objectif de ce projet est de cartographier l'humidité de surface des sols à l'échelle de la parcelle à l'aide d'images satellitaires et de capteurs au sol.

Le projet a été réalisé sur trois parcelles contiguës (15 ha) d'un micro-bassin expérimental de 3 km² du bassin versant du Bras d'Henri (167 km²) située sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, près de la municipalité de Saint-Narcisse. Des images satellitaires du secteur ont été acquises au printemps 2008 par deux types de signal, soit radar (RADARSAT-1) et optique (IKONOS). La conductivité électrique apparente (CEA) des sols a été mesurée en mode continu avec le conductivimètre VERIS 3100, dont le signal de basse fréquence permet d'obtenir des données pour des profondeurs de 30 et de 100 cm. L'appareil tiré par un véhicule tout terrain a parcouru systématiquement les trois champs en effectuant un relevé selon une série de lignes parallèles, distantes les une des autres d'environ 5 m, pour obtenir une densité moyenne de 665 points ha⁻¹. Enfin une caractérisation spatiale de l'humidité de la surface du sol (0-10 cm) à partir de 164 points (grille non alignée de 30 m x 30 m) de mesure géoréférencés a été effectuée à l'aide de l'appareil HydroSense CS620 à quatre reprises au cours du printemps 2007 (22, 25 et 28 mai ainsi que le 7 juin) et huit fois au cours du printemps 2008 (13, 15, 20, 22, 27, 30 mai ainsi que les 3 et 6 juin). Des cartes d'humidité du sol ont été générées par co-krigeage à l'aide des données de CEA ainsi que des informations extraites des images RADARSAT-1 et IKONOS en utilisant le module *Geostatistical Analyst* du logiciel ArcGIS V9.3. Parmi tous les outils auxiliaires utilisés, la bande du proche infrarouge d'IKONOS est celle qui présente la corrélation la plus élevée ($r = 0,76$) avec l'humidité du sol, suivi de très près par la CEA mesurée avec le VERIS à la profondeur 0-30 cm ($r = 0,73$). L'analyse variographique des données d'humidité du sol et plus particulièrement le ratio C/C_0+C (0,4-0,7) a permis de constater que deux des trois champs étudiés présentent une structure spatiale modérée (Whelan et McBratney 2000). Toutefois, l'apport de variables auxiliaires à la cartographie numérique de l'humidité du sol par co-krigeage ne permet pas d'améliorer significativement la précision de l'interpolation générée par krigeage ordinaire des données d'humidité du sol, pour une densité de mesure au sol élevée. Cette étude a démontré la faisabilité de la cartographie numérique de l'humidité du sol à l'échelle de la parcelle à partir des mesures au sol et de télédétection.

Références

Baghdadi et al. (2008). Operational performance of current synthetic aperture radar sensors in mapping soil surface characteristics in agricultural environments: Application to hydrological and erosion modeling. *Hydrological Processes* 22(1): 9-20.

Whelan, B.M. et A.B. McBratney. 2000. The 'Null Hypothesis' of precision agriculture management. *Precision Agriculture*, 2: 265-279.

Interactions entre le stress hydrique, les pourridiés et le dendroctone de l'épinette

G. Laflamme¹, R. Lavasllée¹ et C. Guertin². ¹ Centre de foresterie des Laurentides, Ressources Naturelles Canada, SCF (Québec), Canada G1V 4C7 ; ² INRS-Institut Armand-Frappier, Laval (Québec) Canada H7V 1B7

Les changements climatiques semblent augmenter la fréquence de conditions météorologiques extrêmes comme des périodes de grandes sécheresses ou de pluies abondantes. Un exemple parmi d'autres d'un tel phénomène est relié à la mortalité soudaine d'arbres dans une plantation de 10,000 pins rouges (*Pinus resinosa*) dans la région de Mont-Tremblant, Québec, en 2007. La dendrochronologie des cernes de croissance de ces pins montre une succession de stress liés à la compétition entre les arbres et ce pendant plusieurs années. Les infections par le pourridié-agaric (*Armillaria ostoyae*), un champignon pathogène opportuniste, ont probablement été favorisées par cette compétition. De plus, une sécheresse excessive sévissant en 2004 aura déclenché l'attaque massive des racines par le pourridié-agaric, causant la mortalité des pins. La dendrochronologie est un outil très utile pour relier l'incidence des stress abiotiques aux ravageurs des arbres. Nous avons donc appliqué cette méthode d'observation aux épinettes rouges (*Picea rubens*) attaquées par le dendroctone de l'épinette (*Dendroctonus rufipennis*) en Nouvelle Écosse. Des carottes prélevées au bas des arbres attaqués par ces scolytes montrent des réductions de croissance pour les 11 dernières années. Ces réductions sont attribuées au pourridié-agaric. Une vérification des données météorologiques montre qu'une sécheresse excessive a eu lieu juste avant le début de la décroissance en 1997. Dans le pic de l'augmentation de la population de dendroctones, des arbres sains montrant une croissance normale ont commencé à subir l'attaque des scolytes en 2009. Ce dernier événement peut porter à conclure que le dendroctone agit comme un insecte primaire; en réalité, ce n'est qu'une conséquence de l'épizootie du scolyte. L'observation de l'écosystème forestier sur des périodes de plusieurs années nous aide à mieux comprendre les interrelations entre des phénomènes naturels qui surviennent en cascade chez ces végétaux de longue vie, souvent centenaires.

Nitrates résiduels après la récolte de l'orge : Impacts des travaux de sol

JEAN LAFOND

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 1468, Saint-Cyrille, Normandin, Qc G8M 4K3;
Courriel : Jean.Lafond@agr.gc.ca

Mots clés : nitrate, orge, travail du sol

Sous les conditions climatiques des régions périphériques ayant moins de 2200 UTM, il est difficile d'utiliser des cultures de couverture après la récolte de la culture principale. La période favorable à la croissance est trop courte et ne permet donc pas une implantation satisfaisante de la culture de couverture. Souvent, les sols sont travaillés tôt en septembre, laissant ainsi le sol à nu durant plusieurs semaines avant les premières neiges de novembre. Ce projet vise donc à déterminer l'impact de différents travaux de sol effectués à différentes dates à l'automne sur le devenir de l'azote minéral du sol sous une culture d'orge. Les traitements ont consisté à travailler le sol après la récolte d'orge à l'aide d'une charrue, d'un chisel ou de laisser le sol non travaillé. Les sols ont été travaillés à trois reprises, soit après la récolte (16 septembre), 20 jours après la récolte (6 octobre) et 40 jours après la récolte (26 octobre). La paille des parcelles a été laissée ou enlevée après la récolte de la céréale. Les sols ont été échantillonnés jusqu'à 1 m pour mesurer les nitrates (extraction au KCl) à trois reprises à l'automne et une fois au printemps suivant. Des membranes d'échange anioniques ont été placées dans le sol pour faire le suivi des nitrates en surface durant l'automne et l'hiver. La gestion de la paille n'a eu aucun effet significatif sur les nitrates résiduels du sol à toutes les dates d'échantillonnage. Au printemps, dans l'ensemble du profil, la quantité de nitrates a été significativement plus élevée pour les sols qui ont été travaillé tôt à l'automne précédent comparativement au travail effectué 20 et 40 jours plus tard. Par ailleurs, la quantité de nitrates a été significativement plus élevée pour les parcelles travaillées avec le chisel et la charrue comparativement aux parcelles non travaillées. Les mesures effectuées avec les membranes ont donné les mêmes résultats. Ainsi, pour limiter l'accumulation de nitrates dans le sol, les travaux de sol devraient être retarder le plus tard possible à l'automne. De plus, le sol non travaillé à l'automne n'a pas favorisé l'accumulation de nitrates dans le sol contrairement à la charrue et au chisel qui ont favorisé la minéralisation des résidus et de la matière organique du sol.

Analyse temporelle des patrons de distribution spatiale multi-échelles de la diffusion des gaz dans deux sols sableux agricoles.

JONATHAN LAFOND¹, SUZANNE E. ALLAIRE¹, PIERRE DUTILLEUL², BERNARD PELLETIER^{2,3}, SÉBASTIEN F. LANGE⁴ ET ATHYNA N. CAMBOURIS⁵

¹Centre de Recherche en Horticulture, Université Laval, Environtron, 2480 Hochelaga, Québec, Qc, Canada, G1V 0A6

²Department of Plant Science, McGill University, Macdonald Campus, 21111 Lakeshore Road, Ste-Anne-de-Bellevue, Qc, Canada, H9X 3V9

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

⁴Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE), 490 de la Couronne, Québec, Qc, Canada, G1K 9A9

⁵Laboratoires de Pédologie et d'Agriculture de Précision, Agriculture et Agro-alimentaire Canada, 979 Ave de Bourgogne, Québec, Qc, Canada, G1W 2L4

Courriel : jonathan.lafond.2@ulaval.ca

Mots clés : géostatistiques, échelles de variation

La diffusion des gaz dans le sol (D_s/D_o) est un paramètre physique très important lorsqu'on parle de respiration racinaire, d'échanges de gaz entre le sol et l'atmosphère, et d'émissions de gaz à effet de serre (GES) par les sols. Le paramètre D_s/D_o est très variable, car il est fonction entre autres de la teneur en air du sol et de la structure, de la taille et du nombre de pores. Peu d'études cependant illustrent ce caractère variable de D_s/D_o spatialement, temporellement et en fonction des échelles de variation sur un champ agricole. Deux sites semblables cultivés en rotation maïs-pommes de terre sur sable loameux ont été instrumentés à deux profondeurs (15 et 30 cm) sur 1 ha selon une grille régulière de 108 points géoréférencés. Au cours de la saison de croissance 2006 (7 dates) et au printemps 2007 (1 date), la mesure d'une panoplie de paramètres édaphiques et de rendement a été réalisée. Le paramètre D_s/D_o a été prédit selon le modèle de Millington-Quirk (1961) sélectionné comme étant le plus performant pour ce sol (Allaire et al. 2008). Des analyses géostatistiques réalisées à l'aide de la méthode CRAD (« Analyse de corégionalisation avec dérive »; Pelletier et al. 2009) permettant une séparation selon deux échelles de variation ont été effectuées sur D_s/D_o pour toutes les dates aux 2 sites. Les objectifs de cette étude étaient 1) de décrire la variabilité spatiale de D_s/D_o , 2) de décomposer cette variabilité en petite et grande échelles, et 3) de faire l'analyse temporelle de la distribution spatiale de D_s/D_o selon l'échelle.

Les résultats montrent que D_s/D_o varie avec des coefficients de variation entre 30% à 15 cm de profondeur et 101% à 30 cm. Cette variation plus importante à 30 cm pourrait s'expliquer par un changement d'horizon à cette profondeur aux 2 sites. La décomposition de la variation totale entre les échelles aux 2 sites indique une plus grande proportion de variance à petite échelle, et ce particulièrement à 15 cm pour le site 1. Une différence de pente et de drainage entre les 2 sites pourrait expliquer cette distinction. La proportion de variation à grande échelle est quant à elle plus importante à 30 cm, surtout au site 2. Les structures spatiales sont maintenues au cours de la saison de croissance 2006, plus particulièrement à 30 cm où les racines des plantes étaient beaucoup moins présentes. Une corrélation négative à grande échelle entre la mesure du printemps 2007 et la première date d'échantillonnage de 2006 suggère que la variabilité inter-annuelle est plus importante que la variabilité intra-annuelle au site 1, ce qui pourrait être expliqué par des facteurs tels que le travail du sol, la période d'enneigement et la fonte des neiges. Ces résultats mettent en évidence l'importance de considérer les échelles de variation dans les analyses de corrélation de D_s/D_o avec d'autres paramètres du sol ou de croissance des plantes. La stabilité temporelle de ce paramètre pourrait être exploitée pour prédire des valeurs à d'autres temps durant la saison de croissance.

Références

Allaire, S.E., Lafond, J.A., Cabral, A.R., and Lange, S.F. 2008. Measurement of gas diffusion through soils: comparison of laboratory methods. *Journal of Environmental Monitoring* **10**, 1326-1336.

Millington, R.J. and Quirk, J.P. 1961. Permeability of Porous Solids. *Transactions of the Faraday Society* **57**, 1200-1207.

Pelletier, B., Dutilleul, P., Larocque, G., and Fyles, J.W. 2009. Coregionalization analysis with a drift for multi-scale assessment of spatial relationships between ecological variables 1. Estimation of drift and random components. *Environmental and Ecological Statistics* **16**, 439-466.

ravailler le sol après la récolte d'orge à l'aide d'une charrue, d'un chisel ou de laisser le sol non travaillé. Les sols ont été travaillés à trois reprises, soit après la récolte (16 septembre), 20 jours après la récolte (6 octobre) et 40 jours après la récolte

De la Terra Preta au Biochar : perspectives sur la redécouverte d'un procédé de revitalisation des sols.

BENOIT LAMBERT

Biochar Génération, (entreprise en voie de création), 28 Lansdowne, Ville du Lac Brome, J0E 1V0, Qc.
Courriel : benoit.lambert@delaplanete.org

Mots clés : Biochar, amendement aux sols, valorisation des matières résiduelles, lutte contre le réchauffement planétaire

Inspiré de pratiques ancestrales amazoniennes où on l'appelle *terra preta* – des sols fertiles au milieu de sols non-fertiles, des oxysols – le biochar est produit lorsque du bois, des feuilles ou des déchets de jardins, sont chauffés dans un environnement avec peu ou pas d'oxygène et que ces matières organiques sont converties en un revitalisant pour les sols. En convertissant ainsi par pyrolyse de la biomasse en amendements organiques, les sols peuvent être enrichis et l'utilisation d'engrais et d'eau réduite grâce aux qualités de rétention du biochar. Certains scientifiques ont comparé le biochar à « un corail » dont les effets de revitalisation des sols et de rétention sont permanents (très riche en carbone le biochar est « récalcitrant », il ne se décompose pas facilement). L'usage de biochar en agriculture pourrait ainsi contribuer à réduire le problème des cyanobactéries.

Les déchets organiques contiennent une grande proportion de carbone issu de l'atmosphère ; nous sommes donc en présence d'une pompe à carbone de l'atmosphère vers les sols (atmosphère _ biomasse _ biochar destiné à servir d'amendement stable aux sols). Le biochar est un des rares procédés peu onéreux pour combattre le réchauffement planétaire et les changements climatiques qu'il provoque. Elle est applicable à une large échelle, en horticulture ou en agriculture par exemple. Notons également que le biochar retient l'azote. Ainsi les émissions d'oxyde d'azote, un gaz à effet de serre puissant (310 fois le CO₂), peuvent être réduites, tout comme les gaz méthanes générés par la décomposition des déchets de biomasse que nous évitons en la carbonisant par pyrolyse pour produire du biochar (21 fois le CO₂).

Parmi une cascade de bénéfices, le biochar peut : réduire les risques climatiques en offrant une méthode de gestion du cycle du carbone, améliorer la sécurité alimentaire et énergétique des populations, participer à une gestion plus appropriée des matières résiduelles organiques. (Pour de plus amples informations, voir le site de l'International Biochar Initiative www.biochar-international.org et à l'avenir celui de biochar génération www.biochar-generation.com).



Ca ressemble à une locomotive, mais c'est un pyrolyseur, le moteur de la révolution du biochar.

Effet de la disponibilité en azote minéral sur la décomposition de résidus organiques et la stabilisation de la structure du sol.

CEDRIC LE GUILLOU¹, SAFYA MENASSERI¹, PHILIPPE LETERME¹ ET DENIS A. ANGERS²

¹ Agrocampus Ouest centre de Rennes, UMR SAS (Sol Agro-hydrosystème Spatialisation), France

² AAC, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec

Courriel : cedric.leguillou@rennes.inra.fr

Mots clés : qualité du résidu, dynamique, agrégats stables, minéralisation

La disponibilité en azote minéral dans les sols cultivés est gérée de manière à répondre aux besoins de la culture tout en limitant les risques de perte dans l'environnement. La diminution des intrants minéraux est une pratique en développement. L'azote minéral est un facteur limitant de la décomposition de résidus à C/N élevés. Recous et al. (1995) ont défini dans leur étude une teneur minimale en azote minéral du sol nécessaire pour une décomposition optimale d'une paille de maïs. La stabilité structurale est une propriété physique du sol influencée par la décomposition des matières organiques. Il est admis que la stabilité de la structure du sol évolue positivement avec la décomposition des matières organiques apportées. La plupart des études sur l'évolution de la stabilité de la structure du sol au cours de la décomposition de matières organiques apportées sont réalisées en conditions non limitantes en azote (Guggenberger et al., 1999; Abiven et al., 2007) ou ne prennent pas en compte explicitement le facteur azote (Sonnleitner et al., 2003). L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet de la disponibilité en azote minéral sur la stabilisation de la structure du sol au cours de la décomposition de résidus apportés à C/N élevés.

Deux résidus, une paille de blé (C/N=125,6) et une canne de miscanthus (C/N=311,3), ont été étudiés en combinaison avec trois modalités d'apport d'azote minéral (0, 60, 120 mg N kg⁻¹ sol sec). Les résidus ont été séchés à 60°C et broyés finement (<1mm). Ils ont été incorporés dans un sol limoneux (15,1% argile, 71,1% limon, 13,8% sable) à la dose de 4 g de carbone kg⁻¹ sol sec. Les traitements contrôles sans apport de résidus et les traitements organiques ont été incubés pendant 56 jours à 25°C et maintenus à l'humidité à la capacité au champ soit 220g kg⁻¹ sol. La minéralisation du carbone et de l'azote ainsi que la formation d'agrégats stables à l'eau ont été mesurés à différentes dates au cours de l'expérimentation.

La minéralisation du carbone des résidus augmente avec la disponibilité en azote minéral du sol. Cependant cette augmentation de la décomposition des résidus ne conduit pas une stabilisation supplémentaire de la structure du sol. Entre 0 et 7 jours l'augmentation de la stabilité structurale est liée à la décomposabilité initiale des résidus apportés, puis le caractère limitant de l'azote minéral conduit à une poursuite de l'augmentation de la stabilité structurale. Nous émettons l'hypothèse que les champignons sont stimulés en condition d'azote limitant, ce qui augmente la stabilisation de la structure du sol malgré une moindre décomposition des apports organiques. La stabilisation de la structure du sol n'est donc pas uniquement liée à l'intensité de décomposition des apports organiques. Réduire les intrants minéraux d'azote pour limiter les pertes en azote dans l'environnement peut avoir des conséquences positives sur la stabilité de la structure du sol.

Références

Abiven, S., S. Menasseri, et al. (2007). "Dynamics of aggregate stability and biological binding agents during decomposition of organic materials." *European Journal of Soil Science* **58**(1): 239-247.

Guggenberger, G., E. T. Elliott, et al. (1999). "Microbial contributions to the aggregation of a cultivated grassland soil amended with starch." *Soil Biology and Biochemistry* **31**(3): 407-419.

Recous, S., D. Robin, et al. (1995). "Soil inorganic N availability: Effect on maize residue decomposition." *Soil Biology & Biochemistry* **27**(12): 1529-1538.

Sonnleitner, R., E. Lorbeer, et al. (2003). "Effects of straw, vegetable oil and whey on physical and microbiological properties of a chernozem." *Applied Soil Ecology* **22**(3): 195-204.

Plantes nuisibles et travail du sol : tendances lourdes et réponses contradictoires

A. Légère. AAC, Centre de recherche de Saskatoon, Saskatoon (Saskatchewan), Canada S7N 0X2

Les plantes nuisibles réagissent au travail du sol en fonction de son intensité, de sa fréquence et du moment où il est pratiqué. Le travail du sol effectué à l'automne contribue à enfouir les graines nouvellement produites, à redistribuer celles déjà présentes dans le profil, et à créer des conditions propices à la dormance. À l'autre extrême, la dispersion verticale des graines de mauvaises herbes dans le profil de sol en semis direct dépend des fentes de retrait et du transport « assisté » prodigué par les invertébrés plus abondants dans ces systèmes. Ainsi, l'amarante à racine rouge (*Amaranthus retroflexus*) et le chénopode blanc (*Chenopodium album*) auront des banques de graine plus abondantes sous labour comparativement au tabouret des champs (*Thlaspi arvense*) et à la sétaire jaune (*Setaria glauca*) plus importantes sous semis direct. Les travaux du printemps détruisent les plantules hâtives mais stimulent aussi la germination. Certains outils favorisent la fragmentation et la dispersion de propagules végétatives contribuant à la reproduction d'espèces vivaces. Enfin, le nombre croissant de biotypes résistants au glyphosate vient jeter un sérieux pavé dans la mare des adeptes du semis direct. Les plantes nuisibles pourraient donc, dans un avenir prochain, dicter le choix du travail du sol.

Accumulation des sels dans les milieux artificiels organiques.

GUILLAUME LÉTOURNEAU¹, JEAN CARON¹, RÉMI NAASZ², DAVE E. ELRICK³ ET STEEVE PEPIN¹

¹Dep. des Sols et Génie Agroalimentaire, Université Laval, Québec

²Premier Horticulture Ltée, Rivière-du-Loup, Québec

³Dep of Land Resource Science, University of Guelph, Guelph, Ontario

Courriel : guillaume.letourneau.1@ulaval.ca

Mots clés : eau mobile-immobile, substrats organiques, tourbe, salinité, tomates.

L'utilisation de substrats composés de sous produits peut être envisagée par les producteurs serricoles pour diminuer leurs impacts environnementaux et favoriser un développement durable de l'industrie. Pour la culture de la tomate, des mélanges de sciures et de tourbe ont démontré leur potentiel, mais ces substrats sont sujets à une accumulation problématique de sels en cours de culture. Cette étude vise l'obtention d'une meilleure compréhension des phénomènes liés aux mouvements de sels dans les substrats de culture. Un essai de culture en serre de la tomate a été réalisé pour effectuer un suivi de la salinité dans différents substrats et des expériences de lessivage en laboratoire ont été faits pour déterminer la proportion d'eau immobile qu'ils contiennent. Sans que les rendements n'en soient affectés, des salinités élevées et une proportion d'eau immobile importante liée à la présence de substances humiques ont été observées dans des mélanges de sciures et tourbe

Marais filtrants artificiels pour le traitement des effluents horticoles

VICKY LÉVESQUE¹, MARTINE DORAIS¹, VALÉRIE GRAVEL¹, CLAUDINE MÉNARD¹,
PHILIPPE ROCHETTE² ET HANI ANTOUN¹

¹Agriculture Agroalimentaire Canada, Centre de Recherche en Horticulture, Université Laval, Québec, QC, Canada, G1V 0A6

²Agriculture Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Ste-Foy, Québec, QC, Canada, G1V 2J3

Courriel : vicky.levesque.1@ulaval.ca

Mots clés : marais filtrant artificiel, nitrate, phosphate, traitement des effluents horticoles, gaz à effet de serre.

L'innovation technologique récente a permis aux producteurs horticoles de produire davantage afin de répondre à la demande croissante d'aliments frais. Au Canada, entre 2001 et 2006, le rendement de la tomate de serre a augmenté de 21% (AAC, 2008). Cependant, les effluents de serre non traités représentent un problème environnemental, car leur charge polluante élevée en ions nitrates et phosphates peut causer l'eutrophisation des cours d'eau et des lacs. Les marais filtrants artificiels pourraient être une alternative à faible coût pour traiter les effluents horticoles et protéger l'environnement. Une première expérience effectuée en 2008 a démontré que l'ajout d'une source de carbone avec l'implantation de *Typha latifolia*, une macrophyte aquatique, dans les marais filtrants, sous surfaciques à écoulement horizontal (SSH), rend plus efficace le traitement des effluents (Lévesque et al. 2010). De plus, une deuxième étude a démontré qu'à l'échelle commerciale (essai de 2008 à 2009), le traitement des effluents par trois marais filtrants successifs à flux sous surfaciques et à écoulement vertical (SSV) élimine jusqu'à 84% des nitrates, 100% des phosphates et 63% des sulfates. L'objectif de cette présente étude est de comparer l'efficacité de différents types de marais filtrants artificiels pour réduire la teneur en ions des effluents de serre. L'expérience a été réalisée dans une serre à l'Université Laval où trois traitements (12 marais surfaciques à flux horizontal (SH), 12 SSH et 12 SSV, 0.8m³/marais) ont été comparés. Les macrophytes aquatiques utilisées étaient la *Typha latifolia* (SSH et SSV) et l'*Eichhornia crassipes* (SH). Les substrats utilisés étaient du gravier (SSH), du sable (SSV) et de l'eau (SH). Un effluent standard de tomate (conductivité électrique de 5.0 mS/cm et un pH de 6) a été administré aux trois traitements. La quantité d'effluents envoyée dans les marais était respectivement de 33, 37 et 27 L j⁻¹ pour les SSH, SH et SSV. Le temps de rétention hydraulique entre l'entrée et la sortie pour chaque type de marais était de 10 jours. Chaque traitement a reçu 400 mg saccharose par L_{EFFLUENT} j⁻¹. Dans chacune des 36 unités expérimentales, les concentrations relatives aux macro- et micro-éléments et aux gaz à effets de serre (GES : CH₄, CO₂, N₂O), la demande biologique et chimique en oxygène (DBO et DCO), la population microbienne, et les concentrations minérales foliaires des macrophytes ont été mesurées. Selon nos résultats, les SSH et SH ont été plus efficaces que les SSV pour réduire les ions présents dans les effluents de serre (environ 60% des nitrates et 65% des phosphates). De plus, les émissions de N₂O ($p < 0.0001$) et de CO₂ ($p < 0.001$) étaient significativement plus élevées dans les SH que dans les SSH et les SSV. Enfin, l'*Eichhornia crassipes* n'a pas résisté à la charge élevée en minéraux tandis que la *Typha latifolia* s'est bien adaptée tout au long de l'expérience. En conclusion, les SSH semblent prometteurs pour le traitement des effluents de tomate de serre. Néanmoins, les émissions de GES ne sont pas à négliger dans les SSH et afin d'accroître leur performance de traitement en terme de charge polluante ionique, des marais en série devraient être utilisés. Dans une perspective de développement durable, il serait donc pertinent d'améliorer la réduction des émissions de GES dans les SSH tout en restant efficace.

Références

Agriculture Agroalimentaire Canada (AAC). 2008.

www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1205766026093&lang=f

Lévesque, V., Gravel V., Ménard, C., Roy, S., Rochette, P., Antoun, H. et Dorais, M. 2010. The use of artificial wetlands to treat greenhouse effluents. Acta Horticulturae. Sous presse.

Évaluation des propriétés de rétention hydrique et de conductivité hydraulique des horizons superficiels et des couverts de bryophytes de deux tourbières minérotrophes du milieu boréal Québécois (Canada)

GREGOR LEVREL¹, ALAIN N. ROUSSEAU¹ ET PIERRE LAFRANCE¹

¹ Centre Eau, Terre et Environnement, Institut National de la Recherche Scientifique (INRS-ETE), 490 rue de la couronne, G1K 9A9, Québec (Qc), Canada
Courriel : gregor.levrel@ete.inrs.ca

Mots clés : conductivité hydraulique (K), teneur en eau volumique (θ_v), tourbières minérotrophes boréales, mousses, sphaignes.

Les propriétés de rétention hydrique et de conductivité hydraulique (K) des couverts de bryophytes et des horizons superficiels de tourbières minérotrophes du milieu boréal québécois restent mal connues. Or, les zones boréales québécoises possèdent un immense potentiel de production hydroélectrique, et les modèles hydrologiques mécanistes appliqués aux bassins versants nordiques ont besoin de considérer ces propriétés de surface afin d'estimer la capacité d'infiltration des sols.

Deux tourbières minérotrophes représentatives, la tourbière de l'Abeille (54°06'51.81'' N, 72°30'03.73'' O) et la tourbière de la Chenille (54°07'00.34'' N, 72°30'15.43'' O), ont été sélectionnées à proximité des infrastructures hydroélectriques de La Forge d'Hydro-Québec. Sur ces deux tourbières, les principaux environnements ont été identifiés : les platières sur-élevées, les platières basses et les buttes. Ceux-ci ont été échantillonnés dans des mini-colonnes de polyvinyl-chlorure (PVC) d'une dizaine de centimètres de hauteur. Les platières basses présentent un couvert de sphaignes essentiellement constitué par *S.Fallax* et *S.Angustifolium*, et par quelques cypéracées non-identifiées. Les platières sur-élevées présentent un couvert de mousses hépathiques (*Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske et *Cladopodiella fluitans* (Nees) Joerg.) ou de sphaignes (*S.Angustifolium* et *S.Balticum*), ou un mixte des deux. Quelques espèces de graminées ou de cypéracées (genre *Eriophorum*) sont parfois présentes. Les buttes sont colonisées par des sphaignes de type *S.Rubellum* et *S.Fuscum*, les plus grandes pouvant être boisées et chapotées par une mousse hépatique : *Pleurozium Schreberi* (Brid.) Mitt.. Les horizons pédologiques sous les différents couverts ont tous des textures fibriques (allant de H1 à H3 sur l'échelle de Van Post).

Au laboratoire, les courbes de rétention hydrique (teneur en eau volumique (θ_v) versus potentiel hydrique (h)) ont été établies pour h compris entre 0 et -75 cm, et ceci, grâce à une méthode peu conventionnelle consistant à coupler l'utilisation d'une table à tension (TT) et l'utilisation d'un infiltromètre à double disque (IDD).

Pour l'établissement des courbes de conductivité hydraulique ($K-h$), un IDD a également été utilisé à proximité de la saturation, pour h compris entre 0 et -10 cm. Ensuite, les relations $K-\theta_v$ ont pu être établies en croisant les données de rétention hydrique (θ_v-h) avec les données des courbes $K-h$.

Les résultats montrent que les valeurs de teneur en eau volumique à saturation (θ_s) sont toujours supérieures à 92% quel que soit l'environnement considéré. Il ressort également que les courbes θ_v-h sont très dispersées. Lorsque h baisse de 0 à -20 cm, la diminution de θ_v est comprise entre 50 et 73% pour les échantillons de platières basses et de buttes, et entre 24 et 40% pour les échantillons de platières sur-élevées. Ceci s'explique par une macroporosité plus importante dans les platières basses et les buttes (45 à 55% de la porosité totale) que dans les platières sur-élevées (25% de la porosité totale).

Les échantillons des platières sur-élevées semblent présenter les valeurs de conductivité hydraulique à saturation (K_s) les plus faibles : $0,045 < K_s < 5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, et les échantillons des platières basses et des buttes les plus élevées : $0,13 < K_s < 80 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$. Lorsque h baisse de 0 à -10 cm, la diminution de K suit une pente à peu près similaire pour les trois environnements, en revanche, la diminution de K en regard de θ_v est plus rapide pour les échantillons des platières sur-élevées que pour les échantillons des platières basses et des buttes.

Microorganismes dissolvant les phosphates organiques et inorganiques associés au maïs.

PAOLA MAGALLÓN SERVÍN^{1,3}, MARTIN TREPANIER^{1,2}, HICHEM CHOUAYEKH⁴, PATRICE DION² ET HANI ANTOUN^{1,3}

¹Centre de recherche en Horticulture, Université Laval.

²Département de Phytologie, Université Laval.

³Département des Sols et de Génie Agroalimentaire, Université Laval.

⁴Centre de Biotechnologie de Sfax, Tunisie

Courriel : paola.magallon-servin.1@ulaval.ca

Mots clés : dissolution biologique de la roche phosphatée, Rhizobactéries bénéfiques aux plantes

Le phosphore (P) est un élément essentiel à la croissance et au développement des plantes. Les engrais phosphatés sont dispendieux et l'on estime qu'une proportion pouvant atteindre 80% du P des engrais précipite rapidement dans le sol l'année de l'application. Les sols agricoles peuvent donc contenir des réserves importantes de P inorganique et organique, ce dernier pouvant représenter jusqu'à 50% de la réserve totale. Une solution alternative aux engrais coûteux est l'utilisation directe de la roche phosphatée, qui est aussi une solution viable pour l'agriculture biologique. Le but de ce travail est de développer des inoculants pour le maïs, à base de microorganismes dissolvant les phosphates (MDP) de roche et les phosphates organiques, afin de mieux valoriser les réserves importantes de P dans le sol et de permettre une meilleure utilisation directe des roches phosphatées en agriculture durable et organique. Les plants de maïs ont été prélevés sur quatre fermes biologiques de la région de Sainte-Élisabeth-de-Warwick, Québec. Dans chaque champ quatre plants, choisis de façon aléatoire, ont été déracinés avec précaution en utilisant des outils désinfectés. Les racines et les sols éloignés ont été mis dans des sacs d'échantillonnage stériles et transportés au laboratoire dans une glacière. Les MDP ont été isolés à partir de la rhizosphère (sol attaché fortement aux racines), du rhizoplan (surface végétale de la racine), et du sol éloigné. Les endophytes ont été obtenus suite à la désinfection en surface des racines lavées. Pour l'isolement des MDP, nous avons utilisé le milieu NBRIP (National Botanical Research Institute) modifié de Nautiyal (1999), contenant comme seule source de P 5 g/l d'une roche phosphatée (RP) du Maroc (0-13-0). Pour isoler les bactéries, le milieu contenait 12,5 µg ml⁻¹ de cycloheximide et pour isoler les champignons on a ajouté au milieu 50 µg ml⁻¹ de chloramphénicol et 150 µg ml⁻¹ de streptomycine. Un total de 256 isolats bactériens et de 50 isolats fongiques ont été capables de croître sur le milieu NBRIP-RP. Vu la difficulté à observer des halos de dissolution sur le milieu NBRIP-RP, tous les isolats ont été testés sur le milieu NBRIP contenant de l'hydroxyapatite (HA) comme source de P inorganique. Les isolats formant un halo de dissolution bien distinct ont été retenus: on a ainsi conservé 153 bactéries et deux champignons. Selon l'intensité et la stabilité du phénotype de dissolution de la RP en milieux solides et liquides (Reyes et coll. 2001), 16 bactéries dissolvant les phosphates (BDP) ont été retenues. Neuf de ces isolats provenaient de la rhizosphère, six du sol éloigné et un était endophyte. L'identification de ces bactéries par séquençage du gène de l'ARN-r 16S est en cours. Les deux isolats fongiques sont rhizosphériques et ont été identifiés par séquençage du gène de l'ARNr 18S, comme étant *Penicillium chrysogenum* et *Penicillium canescens*. Un test d'inoculation du maïs en serre a démontré l'innocuité de tous les MDP sélectionnés. Parmi les bactéries sélectionnées, seulement trois ont produit des phytases permettant l'utilisation du phosphore organique. Les isolats qui produisent du HCN ou des sidérophores protègent souvent la plante contre certaines maladies fongiques, alors que ceux qui produisent des phytohormones stimulent la croissance végétale. Parmi les MDP choisis aucun n'a produit du HCN, 11 ont produit de l'acide indole-acétique (ou des substances apparentées) et tous ont produit des sidérophores. Nous avons observé que certaines BDP colonisent bien les hyphes du champignon mycorhizateur *Glomus intraradices*, sans nuire à sa croissance, et nos travaux à venir détermineront s'il existe un synergisme entre ces deux microorganismes bénéfiques qui sera profitable à la croissance du maïs. Les travaux se poursuivent pour préciser le devenir du P et de la RP dans le sol en présence des MDP utilisés individuellement ou en mélange, et pour définir la combinaison de microorganismes qui optimisera la nutrition phosphatée du maïs, tout en mettant en valeur les réserves phosphatées du sol.

Références

- Nautiyal, C. S., 1999. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. *FEMS Microbiology Letters*. 170, 265-270.
- Reyes, I., et al., 2001. Solubilization of phosphate rocks and minerals by a wild-type strain and two UV-induced mutants of *Penicillium rugulosum*. *Soil Biology and Biochemistry*. 33, 1741-1747.

Synthèse des impacts de l'application d'effluents d'élevage sur le contenu en carbone du sol

ÉMILIE MAILLARD¹, DENIS A. ANGERS¹ ET BRIAN G. MCCONKEY²

¹ AAC, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec

² AAC, Centre de recherche sur l'agriculture des Prairies semi-arides, Swift Current

Courriel : Emilie.Maillard@agr.gc.ca

Mots clés : effluent d'élevage, carbone du sol

Les stocks de carbone (C) organique du sol étant liés à la fertilité et la qualité du sol ainsi qu'au cycle global du C de la biosphère, toute pratique agricole améliorant les réserves de C organique du sol présente un intérêt majeur. L'application d'effluents d'élevage occasionne la plupart du temps une augmentation du contenu en C organique du sol par rapport à une parcelle recevant une fertilisation minérale (Aoyama et al. 1999, Wu et al. 2004) ou par rapport à une parcelle qui ne recevrait aucune fertilisation (Morlat et Chaussod 2008, Sleutel et al. 2006, Su et al. 2006). Il est donc pertinent de quantifier l'apport de C par l'application d'un effluent d'élevage dans l'optique d'améliorer les calculs de bilan humique dans une parcelle. En effet, cela permettrait de connaître l'accumulation de C organique du sol pour une dose apportée d'effluent d'élevage. De plus, cette quantification est nécessaire pour les inventaires nationaux et la mise en place de programmes d'atténuation d'émission de gaz à effet de serre. L'effet de l'apport d'effluents d'élevage sur le contenu en C du sol a été largement étudié. Cependant, ces études étaient généralement locales et peu d'études ont essayé d'établir une relation entre l'augmentation de C du sol et l'apport d'effluents d'élevage de façon plus globale. Notre objectif est donc d'établir cette relation à partir de la littérature internationale. Parmi 70 études provenant de plusieurs continents, nous en avons sélectionné près de 50 qui comportaient un traitement de fertilisation minérale et dont la période d'étude s'étalait sur au moins 5 ans. La très grande majorité portait sur les effluents de bovins (74 %) et le reste sur les effluents de volaille (8 %) et porcs (6 %) essentiellement. L'augmentation relative des teneurs et stocks de C du sol suite aux apports d'effluents était variable mais dans la gamme des valeurs proposées par le GIEC pour les inventaires nationaux (IPCC 2006). Les variations du taux d'augmentation du C du sol selon la localisation géographique, le type de sol et le type d'effluent utilisé seront présentées.

Références

- Aoyama, M., Angers, D.A., and N'Dayegamiye, A. 1999. Particulate and mineral-associated organic matter in water-stable aggregates as affected by mineral fertilizer and manure applications. *Canadian Journal of Soil Science* **79**:295-302.
- IPCC 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (Eds.), published by IGES, Hayama (Japan), 5.17-5.18.
- Morlat, R., and Chaussod, R. 2008. Long-term additions of organic amendments in a Loire Valley vineyard. I. Effects on properties of a calcareous sandy soil. *American Journal of Enology and Viticulture* **59**:353-363.
- Sleutel, S., De Neve, S., Németh, T., Toth, T., and Hofman, G. 2006. Effect of manure and fertilizer application on the distribution of organic carbon in different soil fractions in long-term field experiments. *European Journal of Agronomy* **25**:280-288.
- Su, Y.-Z., Wang, F., Suo, D.-R., Zhang, Z.-H., and Du, M.-W. 2006. Long-term effect of fertilizer and manure application on soil-carbon sequestration and soil fertility under the wheat-wheat-maize cropping system in northwest China. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **75**:285-295.
- Wu, T., Schoenau, J.J., Li, F., Qian, P., Malhi, S.S., Shi, Y., and Xu, F. 2004. Influence of cultivation and fertilization on total organic carbon and carbon fractions in soils from the Loess Plateau of China. *Soil and Tillage Research* **77**:59-68.

Caractérisation microbiologique de différents composts réprimant le développement de la verticilliose du fraisier

A. Martin-Lapierre¹, B. Mimee¹, T.J. Avis^{1,2} et R.J. Tweddell¹. ¹Centre de recherche en horticulture, Université Laval, Québec (Québec), Canada G1V 0A6; ²Department of Chemistry, Carleton University, Ottawa (Ontario), Canada K1S 5B6

La verticilliose (*Verticillium dahliae*) de la fraise (*Fragaria x ananassa*) est une maladie répandue dans les fraisières du Québec qui cause des pertes économiques importantes. La fumigation du sol au métam sodium (Vapam[®]) constitue le principal moyen de lutte contre cette maladie en dépit d'une efficacité variable et des risques pour la santé humaine et l'environnement. De récentes études ont démontré que l'incorporation au sol de certains composts, en plus d'augmenter la croissance et le rendement des plants, permet de réduire les symptômes de verticilliose. L'effet répressif de ces composts sur le développement de la maladie serait vraisemblablement attribuable à la présence de certaines populations de microorganismes bénéfiques (MOB). L'objectif de cette recherche était de caractériser ces composts du point de vue microbiologique et plus particulièrement d'estimer la présence de différents MOB au moyen de méthodes traditionnelles de microbiologie et de méthodes moléculaires. Les résultats obtenus ont permis de montrer la présence chez ces composts de microorganismes antagonistes au *V. dahliae* tel que *Pseudomonas fluorescens* et *Bacillus subtilis*. Ils ont également permis d'estimer les populations microbiennes retrouvées chez ces composts.

La teneur en xylose: un indicateur possible de l'effet des cultures sur la stabilité structurale d'un oxisol en semis direct

MÁRCIO R. MARTINS^{1,2}, DENIS A. ANGERS², JOSÉ E. CORÁ¹ ET NICOLE BISSONETTE²

¹ UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, Brésil

² AAC, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec, Canada

Courriel : Marcio.Martins@agr.gc.ca

Mots clés : Sucres du sol; rotation de cultures; biomarqueurs dans le sol; argiles de faible activité; pentoses

Les plantes peuvent jouer un rôle de conditionneur naturel du sol en améliorant sa qualité physique. Cet effet dû aux plantes est particulièrement important dans les systèmes de cultures où le labour du sol n'est pas possible ou limité. Cela est le cas du semis direct, lequel représente environ 100 millions d'hectares dans le monde.

L'influence des plantes sur les propriétés physiques du sol est fréquemment liée à l'altération des propriétés de la matière organique du sol. Par contre, dans les sols tropicaux, il n'y a pas une tendance claire sur le rôle de la matière organique et ses fractions, comme les sucres, sur la cohésion des particules minérales. Dans le modèle de hiérarchie d'agrégation proposé par Oades et Wagner (1991), les effets d'agrégation dus à la matière organique sont minimisés par la présence de ciments minéraux, comme les oxydes de fer. En revanche, il y a des évidences récentes qui montrent que cette théorie n'est pas toujours valide.

Nous avons étudié l'effet de séquences de culture sur la stabilité structurale, teneur en carbone organique total et la composition de sucres neutres et sucres aminés d'un oxisol kaolinitique en semis direct, dans une région tropicale avec hiver sec et chaud.

Nos résultats montrent que l'insertion du maïs dans les séquences de cultures d'été augmente la stabilité structurale du sol. La teneur en carbone organique n'est pas corrélée avec la stabilité structurale. Par contre, la teneur en xylose est corrélée positivement, tandis que le ratio (galactose+mannose):(arabinose+xylose) est corrélé négativement avec la stabilité structurale. La corrélation positive de la stabilité structurale avec la teneur en xylose, un pentose d'origine végétale, indique que la fraction non cellulosique des plantes joue un rôle dans la stabilité des agrégats du sol. De plus, la corrélation négative avec le ratio (galactose+mannose):(arabinose+xylose), lequel représente l'abondance des sucres microbiens par rapport aux sucres de plantes dans le sol, renforce l'hypothèse que l'agrégation de l'oxisol de notre étude dépend de la composition des résidus des plantes, plutôt que l'agrégation due à l'action des microorganismes. Cette importance de la composition des plantes sur la stabilité structurale a été mise en évidence par les résultats de Martens (2002), qui montre une corrélation entre les substances phénoliques et la stabilité structurale du sol.

Nos résultats suggèrent que l'amélioration à long terme de la structure du sol par les résidus des cultures dépend de sa composition initiale, comme la qualité et quantité de sucres composant la fraction non cellulosique des plantes.

Corrélations entre les propriétés du sol

Propriétés	Diamètre moyen pondéré	Carbone organique du sol
Carbone organique du sol	0.22 ^{ns}	-
Sucres totaux	0.07 ^{ns}	0.05 ^{ns}
Xylose	0.63 ^{***}	0.31 ^{ns}
(Galactose+Mannose):(Arabinose+Xylose)	-0.73 ^{***}	-0.12 ^{ns}
Acide Muramique	0.25 ^{ns}	0.77 ^{***}
Glucosamine	0.21 ^{ns}	0.64 ^{***}

^{ns} - non significatif; ^{***} - P<0.001

Référence

Oades, J.M. et Wagner, G.H. 1991. Aggregate hierarchy in soils. *Australian Journal of Soil Research* **29**, 815-828.

Martens D.A. 2002. Relationship between plant phenolic acids released during soil mineralization and aggregate stabilization. *Soil Science Society of America Journal* **66**, 1857-1867.

Dynamique des ions phosphates à l'interface solide-solution dans la couche 0-5 cm du sol : semis direct vs. labour conventionnel

AIMÉ J. MESSIGA^{1,3}, NOURA ZIADI¹, CYNTHIA GRANT², LÉON-ETIENNE PARENT³ ET CHRISTIAN MOREL⁴

¹Agriculture et agroalimentaire Canada (AAC), Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec

²AAC, Centre de Recherche de Brandon

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

⁴Institut National de la Recherche Agronomique, 1220 UMR TCEM, Bordeaux, France

Courriel : aimejean.messiga@agr.gc.ca

Mots clés : Cinétique de Freundlich, dilution isotopique, ions P diffusibles, travail du sol

La disponibilité du phosphore (P) dans les sols cultivés est contrôlée par deux composantes importantes, la concentration (C_p , mg L^{-1}) des ions P dans la solution (P_i) et les ions phosphates diffusibles (P_r) de la phase solide. Le processus dominant qui contrôle le transfert des P_r à l'interface solide-solution du sol est la diffusion moléculaire. L'objectif de cette étude a été de déterminer l'effet du travail du sol sur la dynamique des P_r à l'interface solide-solution dans la couche superficielle du sol. Le sol a été échantillonné (0-5 cm) en 2009 dans un essai établi depuis 1992 sur un loam argileux sur la ferme expérimentale d'AAC à St Jean sur Richelieu. Deux types de travail de sol, semis direct (SD) et labour conventionnel (LC), et trois doses d'engrais phosphatés (0, 17,5 et 35 kg P ha^{-1} appliqués uniquement pendant la phase maïs de la rotation) sont appliqués sur une rotation maïs (*Zea mays* L.) –soja (*Glycine max* (L.) Merr.). La relation décrivant P_r en fonction de C_p et du temps (t) a été déterminée sur des suspensions de sol (M/V:1/10) en couplant une étude de sorption/désorption pendant 40 h avec une analyse par traçage et dilution isotopique en condition stationnaire (Némery et al. 2005 ; Stroia et al. 2007). Le degré de saturation en P (DPS) du sol a été déterminé à l'aide du P, Al et Fe extraits à l'oxalate acide d'ammonium. Il y a une accumulation de P_i dans la couche superficielle du SD ($C_p=5.37 \text{ mg L}^{-1} \pm 1.14$) comparé au LC ($C_p=2.03 \text{ mg L}^{-1} \pm 0.22$) conforme à de nombreux travaux (Selles et al. 1997; Messiga et al. 2010). La même fonction mathématique, cinétique de Freundlich a permis de décrire précisément les valeurs expérimentales mais avec deux paramétrages significativement distincts: $P_r=23.20C_p^{0.43}t^{0.27}$ pour SD ($r^2=0.97$, $n=90$) et $P_r=19.90C_p^{0.42}t^{0.30}$ pour LC ($r^2=0.99$, $n=90$). Ces équations montrent que, l'effet de SD sur les valeurs C_p , mesurées après 17 années d'expérimentation, induit un effet sur les quantités de P_r , qui sont plus élevées dans SD que LC. Mais, la dynamique P_r vs. (C_p , t) montre que pour un même couple de valeurs (C_p , t), le traitement SD a une capacité supérieure à réapprovisionner la solution du sol en ions phosphate. Ces résultats sont corroborés par les valeurs de DPS du sol qui sont supérieures dans le SD ($10.15 \pm 1.01 \text{ mmol kg}^{-1}$, mmol kg^{-1}) comparé au LC ($7.83 \pm 0.89 \text{ mmol kg}^{-1}$, mmol kg^{-1}). Les caractéristiques de l'offre en P diffusible de la phase solide dérivées de la fonction cinétique de Freundlich montrent une modification de la dynamique des ions phosphates diffusibles à l'interface solide-solution dans le SD. Le SD a une meilleure capacité à approvisionner la solution et donc de maintenir des niveaux élevés de P_i dans la couche superficielle du sol.

Références

- Messiga, A. J., Ziadi, N., Morel, C. et Parent, L. E. 2010. Soil phosphorus availability in no-till versus conventional tillage following freezing and thawing cycles. *Can. J. Soil Sci.* (sous presse).
- Némery J., Garnier, J. et Morel, C. 2005. Phosphorus budget in the Marne Watershed (France): urban vs. diffuse sources, dissolved vs. particulate form. *Biogeochemistry* 72 (1):35–66
- Selles, F., Kochhann, R. A., Denardin J. E., Zentner, R. P. et Faganello, A. 1997. Distribution of phosphorus fractions in a Brazilian Oxisol under different tillage systems. *Soil Tillage Res.* 44: 23–34.
- Stroia C., Morel C., et Jouany C., 2007. Dynamics of diffusive soil phosphorus in two grassland experiments determined both in field and laboratory conditions. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 119:60–74.

Variation de la disponibilité du P et d'autres éléments nutritifs du sol dans une rotation maïs-soja établie depuis 15 ans.

AIMÉ J. MESSIGA^{1,5}, NOURA ZIADI¹, CHRISTIAN MOREL², CYNTHIA GRANT³, GILLES TREMBLAY⁴, LÉON E. PARENT⁵

¹Agriculture et agroalimentaire Canada (AAC), Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec.

²Institut National de la Recherche Agronomique, 1220 UMR TCEM, Bordeaux, France

³AAC, Centre de Recherche de Brandon

⁴CEROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil, Québec

⁵Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec

Courriel : aimejean.messiga@agr.gc.ca

Mots clés : Bilan de P, biodisponibilité, éléments nutritifs, rotation maïs-soja.

L'intensification et la diversification des systèmes de cultures influencent la provision et la demande en éléments nutritifs du sol (Grant et al. 2002). L'objectif de cette étude a été de déterminer, dans une rotation biannuelle maïs (*Zea mays* L.) et soja (*Glycine max* L. (Merr.)), l'effet d'une seule application d'engrais phosphaté sur le statut du P et d'autres éléments nutritifs du sol. L'étude a été effectuée au Québec dans un essai établi depuis 1992 sur un loam argileux sur la ferme expérimentale d'AAC à St Jean sur Richelieu. Deux types de travail de sol, semis direct (SD) et labour conventionnel (LC), et trois doses d'engrais phosphatés (0, 17,5 et 35 kg P ha⁻¹ appliqués uniquement pendant la phase maïs de la rotation) ont été testés. Le sol a été échantillonné (0-15 cm) à la fin de quatre cycles de rotation (2000-2001, 2002-2003, 2004-2005, et 2006-2007) pour doser sa teneur en P et en d'autres éléments extractibles au Mehlich 3. Le bilan de P a été calculé pour chaque cycle de rotation comme la différence entre les apports de P sous forme d'engrais inorganique et les exportations de P pendant le cycle de rotation dans les graines de maïs et de soja. Aucune réponse à l'application de P n'a été obtenue pendant les quatre cycles de rotation considérés. Le bilan de P a varié entre 0 et -36 kg P ha⁻¹ pour les traitements 35 P et 0 P, respectivement (Fig. 1). La concentration en K du sol a été élevée dans le SD comparé au LC probablement à cause de la libération du K par minéralisation des résidus non incorporés au sol. La concentration en P Mehlich-3 (PM3) du sol a diminué avec la succession des cycles de rotation pour toutes les doses de P (Fig. 2). En absence d'apport de P, la concentration en PM3 du sol s'est stabilisée autour de 25 et 30 mg P kg⁻¹ dans le LC et le SD, respectivement; ce qui confirme les résultats obtenus par Messiga et al. (2010). La diminution du PM3 peut être expliquée par les bilans négatifs de P observés pendant les différents cycles de rotation quelque soit la dose de P appliquée. Les rotations biannuelles maïs-soja dans lesquelles le P est appliqué en tenant compte uniquement des besoins du maïs sont donc caractérisées par des exportations de P par les grains qui excèdent l'approvisionnement du sol par les engrais. Une conséquence directe est la diminution de la biodisponibilité en P du sol.

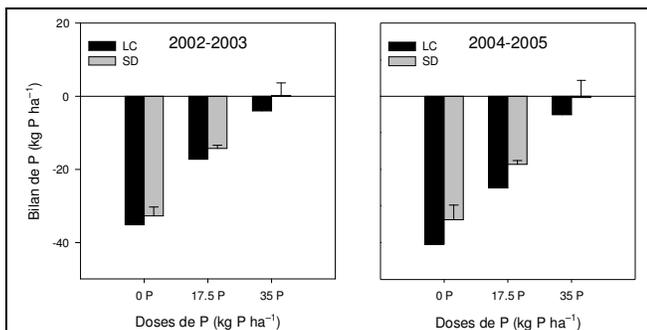


Figure 1 : Bilan de P au cours de deux cycles de rotation maïs-soja

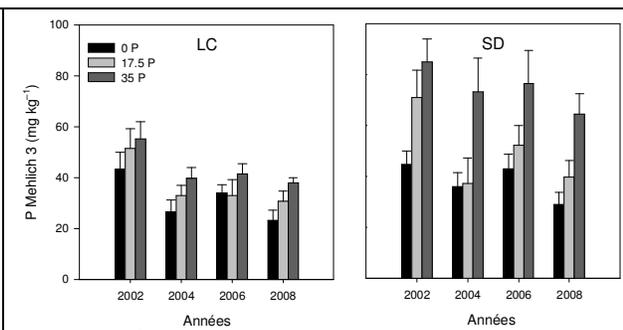


Figure 2 : Évolution du P Mehlich 3 dans la couche 0-15 cm

Références

Grant, C.A., Peterson, G.A., et Campbell, C.A. 2002. Nutrient considerations for diversified cropping systems in the northern great plains. *Agron. J.* 94:186-198.

Messiga, A.J., Ziadi, N., Morel, C., et Parent, L-E. 2010. Soil phosphorus availability in no-till versus conventional tillage following freezing and thawing cycles. *Can. J. Soil Sci.* (sous presse).

Etude d'un mélange *Trichoderma viride* et *Sinorhizobium meliloti* : optimisation et effet sur la luzerne.

NAJIB MHAMDI¹, TAREK ROUISSI¹, FATMA GASSARA¹, JOHN ROJAN¹, DANIELLE PRÉVOST², STÉPHAN POULEUR², SATINDER KAUR BRAR¹ ET R.D. TYAGI¹

¹ Institut National de la Recherche Scientifique (INRS-ETE), Québec-Canada

² Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Québec-Canada.

Courriel : mhamdi_nejib@yahoo.fr

Mots Clés : *Sinorhizobium meliloti*, *Trichoderma viride*, interaction, Luzerne.

La valorisation des eaux usées s'est avérée intéressante pour la production de biofertilisants et de biopesticides. En effet, il a été démontré que les bioinoculants de *rhizobiums* produits dans les eaux usées favorisent la fixation d'azote chez la luzerne (Ben Rebah et al, 2001) et que ceux de *Trichoderma* produits dans les eaux usées servent comme agent d'amélioration de croissance et de lutte biologique pour la tomate (Verma et al, 2007). De plus, des mélanges des différents bioinoculants sont de plus en plus employés pour évaluer les stratégies d'amélioration des plantes et de lutte contre les agents pathogènes. L'objectif de cette étude consiste à évaluer l'interaction *Sinorhizobium-Trichoderma* produits dans les eaux usées d'amidon sur la luzerne. La méthodologie consiste à appliquer les bioinoculants *Sinorhizobium meliloti* (10^5 UFC/ml) et *Trichoderma viride* (10^5 UFC/ml) produits dans les eaux usées d'amidon ainsi que dans leurs milieux standards, seuls ou en mélange (*Sinorhizobium*, *Trichoderma*, mélange *Sinorhizobium-Trichoderma*) sur des plants de luzerne cultivés en sachets de croissance. Les résultats montrent que le nombre d'UFC de *Sinorhizobium* et de *Trichoderma* produits dans les eaux usées d'amidon est similaire à celui obtenu avec les milieux standards. Le *Trichoderma* ralentit la croissance de la luzerne et diminue l'indice nodulaire. D'autres essais ont été conduits avec des doses plus élevées de *Sinorhizobium* (10^8 UFC/ml) montraient que l'effet de *sinorhizobium* l'emporte sur celui de *trichoderma*. L'application d'un agent pathogène, *fusarium avenaceum*, a montré que *trichoderma* ralentit l'effet toxique de *fusarium avenaceum* sur la luzerne et retarde le développement de la maladie.

Références

Ben Rebah F; Tyagi R.D; Prévost D et Surampalli R.Y, 2002, Wastewater sludge as a new medium for rhizobial growth, Water quality research journal of Canada.37 (2):353-370.

Verma.M; Brar K.K; Tyagi R.D; V. Sahai; Prévost D; Valéro J.R et Surampalli R.Y, 2007, Bench-scale fermentation of *Trichoderma viride* on wastewater sludge: Rheology, lytic enzymes and biocontrol activity, Enzyme and Microbial Technology 41: 764–771.

Spéciation du phosphore de sources agricoles diffuses en fonction du régime hydrique, de la régie et des propriétés des sols

AUBERT R. MICHAUD¹, JACQUES DESJARDINS¹, JULIE DESLANDES¹ ET MICHÈLE GRENIER¹.

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). 2700, Einstein, Québec, Québec, G1P 3W8.
Courriel. Aubert.Michaud@irda.qc.ca

Mots clés : phosphore, bassin versant, eutrophisation, ruissellement, érosion.

La présente communication trace un portrait de la spéciation du phosphore observée aux exutoires de six bassins versants expérimentaux dans le cadre d'un réseau de recherche-action implanté par l'IRDA et ses partenaires dans trois régions agricoles du Québec, soit en Chaudières-Appalaches (ruisseau Fourchette, bassin de l'Etchemin), en Montérégie-Est (ruisseau Walbridge, bassin de la rivière aux Brochets) et en Montérégie-Ouest (rivière La Guerre). Les actions concertées des entreprises agricoles, appuyées par leurs conseillers des clubs-conseils en agroenvironnement, l'IRDA, le MAPAQ et le Centre d'expertises hydriques du Québec (CEHQ), y ont soutenu l'introduction de nouvelles pratiques culturales et de fertilisation, l'aménagement du drainage de surface et de structures de contrôle du ruissellement, de même que la mise en place de bandes riveraines et de haies brise-vent. Les dispositifs expérimentaux en bassins versants jumeaux (bassins *Témoin vs Intervention*) ont permis de documenter dans le temps (périodes distinctes de *Référence vs Évaluation*) l'évolution de la qualité de l'eau en réponse aux actions agroenvironnementales. Largement sous contrôle hydrologique, des fluctuations de concentrations en P total de l'ordre de 10 à 4 000 mg/l ont été observées, au gré des successions d'étiages et des crues des ruisseaux. Ces flux témoignent par ailleurs d'une importante variabilité dans la spéciation du P exporté, reflétant les influences et interactions des propriétés des sols et du paysage, des modalités des apports de P et de la régie du parcellaire sur le système de transfert du phosphore. Considérant l'ensemble des bassins et des périodes à l'étude, les flux annuels de Ptotal se situent entre 0,47 kg P/ha (*LaGuerre-Témoin*) et 2,82 kg P/ha (*Fourchette-Intervention*). L'indice de biodisponibilité du phosphore exporté (IBP=Pbio/Ptot) varie cependant considérablement entre les sites expérimentaux, soit de 42 à 66%. Au plan analytique, deux facteurs expliquent cette variabilité, soit l'importance des fractions dissoutes de P (largement dominée par les ortho-phosphates), de même que la biodisponibilité du P particulaire. Le bassin Intervention de la rivière LaGuerre témoigne de la solubilité la plus élevée dans la charge annuelle P exportée (63%), reflétant le plus faible taux d'érosion du réseau à l'étude. À l'instar des bassins *Fourchette-Intervention* et *Walbridge-Intervention*, la dominance soluble des exportations de P met en relief que les processus d'érosion ne sont pas nécessairement les principaux vecteurs de la mobilité diffuse du P dans ces bassins versants et témoignent de contributions significatives des cheminements subsurfaces dans la mobilité du P vers le ruisseau. Les concentrations en P particulaire observées aux exutoires de l'ensemble des bassins à l'étude demeurent pour leur part fortement corrélés avec les matières en suspension (MES) ($r^2=0.98$). La richesse en P des sédiments en suspension, estimée entre 1,700 et 3,500 mg P/kg, décroît exponentiellement avec la concentration en MES ($r^2=0.69$) et reflète la dynamique d'enrichissement en P des sédiments généralement rapporté dans la littérature. Les indices de biodisponibilité du P particulaire relativement faibles de certains bassins du réseau suggèrent que les sédiments en suspension dans les eaux des ruisseaux trouvent leur origine en grande partie dans l'érosion des rives, plutôt que l'érosion au champ. Aussi, l'aménagement systématique des rives du bassin *Fourchette-Intervention* est associé à une réduction significative des exportations de MES (-35%), sans pour autant affecter de façon tangible les flux et la spéciation du P. Le bassin *Walbridge-Intervention* témoigne à l'opposé d'une atténuation relativement plus importante des formes réactives de P (-20%), qui est associée au traitement des principaux foyers de ruissellement diagnostiqués dans les champs et des changements apportés aux modalités d'apports des engrais de ferme. La réduction substantielle du flux de phosphore estimée au bassin LaGuerre (- 42 %) est pour sa part la résultante d'un ensemble d'actions, incluant l'aménagement hydro-agricole du cours d'eau, l'introduction de pratiques culturales anti-érosives, une transition à des épandages en post-levée et la régulation des pompages à l'embouchure de la rivière. Un accroissement marqué des formes réactives de P exportées lors des fortes crues estivales et automnales au bassin *LaGuerre-Intervention* est cependant observé. L'enrichissement de la couche superficielle du sol et du ruissellement de surface, résultant du semis direct, expliquerait cet accroissement significatif des formes réactives de P exportées lors de ces crues à forte composante de ruissellement de surface. Les influences contrastées des actions agroenvironnementales sur les flux et la spéciation du P observées dans le cadre de la présente étude mettent en relief l'importance de prendre en considération la spéciation et la saisonnalité des exportations de P dans l'établissement de charges-cibles de phosphore dans le cadre d'actions concertées sur la qualité de l'eau. Ces observations soulignent aussi l'importance de prendre en considération la biodisponibilité et la saisonnalité des flux de P dans l'évaluation des bénéfices environnementaux résultant de pratiques culturales de conservation. D'une part, la fraction biodisponible du P demeure un meilleur indicateur que le P total de l'impact potentiel de la charge diffuse sur l'écosystème aquatique. D'autre part, des concentrations élevées et réactives de P ont un impact potentiellement plus important sur l'écosystème aquatique en période estivale qu'en saison hivernale.

Référence: Michaud, A.R., J. Deslandes, J. Desjardins et M. Grenier. 2009. Réseau d'actions concertées en bassins versants agricoles. Rapport final de projet. IRDA, FAQDD, CDAQ et PCVC. 155 p.
<http://www.irda.qc.ca/resultats/publications/204.html>

Travaux de sol et systèmes de production contrastants chez le blé panifiable : impact sur le rendement, l'incidence de la fusariose de l'épi et la cécidomyie orangée du blé

HÉLÈNE MUNGER¹, ANNE VANASSE¹, SYLVIE RIOUX², GENEVIÈVE LABRIE³ ET NICOLE BOURGET²

¹ Université Laval, Département de phytologie, 2425 rue de l'Agriculture, Sainte-Foy (Québec), G1V 0A6

² CÉROM, 2700 rue Einstein, bureau D1 300.24A, Sainte-Foy (Québec), G1P 3W8

³ CÉROM, 740 chemin Trudeau, Saint-Mathieu-de-Beloeil (Québec), J3G 0E2

Courriel : helene.munger.1@ulaval.ca

Mots clés : *Triticum aestivum* L., travail réduit du sol, semis direct, système sans intrant

La culture du blé panifiable réalisée selon des pratiques plus respectueuses de l'environnement et répondant à la certification biologique ou sans intrant gagne en popularité au Québec. Les producteurs doivent cependant satisfaire les exigences de qualité prescrites par l'industrie de transformation. La fusariose de l'épi et la cécidomyie orangée du blé sont deux organismes nuisibles qui peuvent diminuer les rendements et altérer la qualité des grains produits. La fusariose est une maladie importante chez le blé causée par le champignon *Fusarium graminearum* et pouvant conduire à la formation de toxines dans les grains dont le désoxynivalénol (DON) alors que la cécidomyie est un insecte ravageur du blé dont les dommages pourraient être sous-estimés. L'objectif de ce projet est d'évaluer l'effet combiné de modes de travail du sol et de systèmes avec ou sans intrant chimique sur le rendement et la qualité du grain, l'incidence de la fusariose de l'épi et la présence de la cécidomyie orangée du blé. Le dispositif utilisé est un split-bloc, avec les travaux de sol en parcelles principales et les systèmes de production en sous-parcelles. Les traitements consistent en l'application de trois travaux de sol maintenus depuis 20 ans, soit le travail conventionnel (charrue à versoirs), le travail réduit (chisel) et le semis direct combinés à deux systèmes de production, soit avec intrants chimiques (engrais minéral, herbicide) et sans intrant chimique (engrais organique, désherbage mécanique) sur un site situé à La Pocatière. L'analyse des résultats a démontré une interaction significative entre le travail du sol et les systèmes pour le rendement. En travail de sol conventionnel, des rendements similaires ont été obtenus pour les systèmes avec ou sans intrant chimique. En travail réduit et en semis direct, une diminution significative des rendements a été mesurée dans le système sans intrant chimique. Cette diminution peut être expliquée par les densités et biomasses plus importantes des mauvaises herbes associées à ce système. La teneur en protéines et le contenu des grains en DON étaient significativement plus faibles dans le système sans intrant chimique que dans le système avec intrants. Les densités et biomasses plus élevées des mauvaises herbes à feuilles larges mesurées dans le système sans intrant pourraient agir d'écran et nuire à la dispersion des spores de *Fusarium* vers les épis de blé, réduisant ainsi l'incidence de la fusariose de l'épi et le contenu des grains en DON. Le travail du sol et les systèmes de production n'ont pas eu d'effet sur l'incidence de la cécidomyie orangée du blé. La comparaison avec les seuils critiques de cet insecte indique un niveau d'infestation très élevé de cécidomyie sur le site à l'étude, mais seulement un faible pourcentage de grains a été endommagé par celle-ci.

Étude du bilan d'engrais azoté (^{15}N) dans des systèmes de production de pomme de terre

ADRIEN N'DAYEGAMIYE¹, JUDITH NYIRANEZA² ET ANNE DRAPEAU¹

¹Institut de recherche et développement en agroenvironnement, Québec.

²Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec

Courriel : adrien.ndaye@irda.qc.ca

Cette étude de trois ans (2007-2009) a porté premièrement sur le bilan de l'azote dans une production de pomme de terre, et deuxièmement sur l'évaluation de différentes cultures de rotation sur leur potentiel à valoriser l'engrais azoté résiduel. L'azote marqué ^{15}N (3,1 % atomes) a été utilisé à une dose de 150 kg N ha⁻¹ pour la pomme de terre en 2007, et en 2008 douze cultures de rotation ont été ensuite implantées. Il s'agit de trois cultures de rotation pour la pomme de terre (maïs, orge, avoine), de trois engrais verts d'été (millet perlé, moutarde jaune, millet sibérien) et de cinq engrais verts d'automne (avoine, blé, moutarde jaune, seigle, millet sibérien) et la pomme de terre en continue comme témoin. Les biomasses des engrais verts ont été incorporées au sol. En 2009, les parcelles avec ces différents précédents culturaux ont été subdivisées pour recevoir cinq doses d'engrais azoté (0, 50, 100, 150 et 200 kg N/ha). Une dose de 150 kg N/ha sous forme de $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$, 1 % atomes de ^{15}N a été appliquée dans des sous-parcelles.

En 2007, les coefficients réels d'utilisation d'azote (^{15}N) par la pomme de terre étaient de 37,2% pour la pomme de terre, l'azote récupéré dans le sol (0-90 cm) à l'automne après la récolte était de 40,4%, les pertes étant de 22,4 %. Au printemps 2008, l'azote ^{15}N récupéré à la profondeur de 0-90 cm était de 43 %. Les cultures de rotation ont utilisé seulement entre 0,37% et 2,7% de l'azote résiduel. Au printemps 2009, la proportion de l'azote récupérée dans le sol (0-90 cm) était encore élevée, soit 39,65 %. La proportion d'azote résiduel récupérée dans la couche arable était d'environ 70% de la quantité totale de l'azote résiduel dans le profil du sol (0-90 cm). Ces résultats indiquent que même si les cultures de rotation et les engrais verts ont utilisé une faible partie de l'engrais azoté ^{15}N , ils ont toutefois aidé à réduire les pertes d'azote, probablement préservé sous forme organique dans leur biomasse végétale et racinaire.

En comparaison avec la pomme de terre en continue, les cultures de rotation et les engrais verts ont accru de plus de 30% en moyenne les rendements vendables de la pomme de terre en 2009 et augmenté le poids spécifique des tubercules ainsi que les prélèvements en azote. De plus, elles ont augmenté significativement les coefficients d'efficacité de l'engrais azoté appliqué (kg rendement/kg azote). Les coefficients apparents et réels d'utilisation d'azote étaient de 33 % et 34% , respectivement pour la pomme de terre. Avec les cultures de rotation et les engrais verts, ils ont été plus élevés, variant de 40 à 58% et de 30 à 42%, respectivement.

Cette étude a démontré que les bénéfices sur la productivité du sol et l'efficacité de l'engrais azoté ont été plus importants avec les engrais verts d'été ou d'automne, en comparaison avec les cultures de rotation conventionnelle (maïs, orge et avoine). Ces effets bénéfiques des engrais verts n'étaient pas reliés aux apports d'azote, mais probablement à leurs effets sur certaines propriétés du sol.

Cartographie numérique de la texture de surface des sols de la Montérégie à l'aide de données d'observation de la terre et de la base de données des profils de sols

MOHAMED ABOU NIANG¹, MICHEL C. NOLIN¹ ET ISABELLE PERRON¹

¹ AAC, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, LPAP, Québec.

Courriel : Mohamedabou.Niang@agr.gc.ca

Mots clés : RADARSAT-1 et -2, LANDSAT-7, IKONOS, analyse discriminante, arbre de décision.

Introduction

La texture est une propriété clé dans la détermination du potentiel et du comportement des sols. La cartographie numérique de cette propriété s'avère donc très utile à la prise de décision agro-environnementale. Le but du projet consiste à étudier l'utilité de différentes sources de données pédologiques et d'observation de la terre (OT) ainsi que d'algorithmes de classification pour réaliser la cartographie numérique de la texture de surface des sols de la Montérégie (QC, Canada).

Méthodologie

Deux sources de données ont été utilisées pour la calibration des modèles de classification, soit les polygones de sols et les données de prospection enregistrées dans la base de données des profils de sols de la Montérégie (n=45932 profils). Les données d'OT étudiées consistent en sept bandes spectrales, couvrant le domaine du visible à l'infra-rouge thermique, extraites d'une image LANDSAT-7 (pixel : 30 x 30 m) acquise le 7 mai 2001 pour le territoire de la Montérégie Est, 4 bandes spectrales allant du visible au proche-infrarouge extraites d'une image IKONOS (pixel : 4 x 4 m) acquise le 20 mai 2001 au dessus d'un secteur du comté de Rouville, les coefficients de rétrodiffusion radar (polarisation HH) extraits d'images RADARSAT-1 et RADARSAT-2 (pixel : 12,5 x 12,5 m) acquises en mode standard ascendant (S1a à S5a) au cours des mois de mai ou juin 2001, 2002, 2004 et 2008 et enfin 35 paramètres dérivés de divers algorithmes de décomposition polarimétrique de l'information radar multi-polarisée (HH, VV, HV et VH), extraite d'une image RADARSAT-2 acquise en mode fin quad-pol (FQ4, pixel : 4,1 x 5,1 m, secteur de Rouville). Les deux algorithmes de classification évalués sont l'analyse discriminante (AD) et la classification par arbre de décision (CAD). La validation des résultats de classification est exprimée en termes de pourcentage de bonne classification et du coefficient Kappa calculés à partir des cartes de sol traditionnelles (Tableau 1).

Résultats

Les deux sources de données utilisées pour la calibration des modèles (polygones et profils de sol) ont relativement peu d'influence sur la fiabilité de la classification bien que les profils de sols donnent une fiabilité un peu plus élevée que les polygones. Il importe toutefois de bien sélectionner les zones d'entraînement en utilisant de petites zones homogènes obtenues à l'aide d'une segmentation multi-résolution et appartenant à des unités cartographiques simples et occupées par des profils de sol représentatifs de la série de sols et de la classe de texture de surface dominante du polygone. L'algorithme AD performe mieux que le CAD. Le tableau 1 montre qu'à l'échelle régionale l'information spectrale, surtout le moyen-infrarouge (2,08-2,35 μ m) de l'image LANDSAT-7 donne de meilleurs résultats de classification (75,6%) qu'une série multi-temporelle d'images radar (60,3%). Toutefois, la combinaison de ces deux types de données d'OT permet d'atteindre les meilleurs résultats de classification (79,4%). À l'échelle locale, l'information polarimétrique extraite de l'image RADARSAT-2 a été nettement plus efficace (77,7%) pour classifier la texture de surface des sols d'un secteur de Rouville que l'information spectrale extraite de l'image IKONOS (56,5%). En général, les erreurs de classification sont d'une classe.

Tableau 1. Résultats de la classification de la texture de surface des sols de la Montérégie par analyse discriminante obtenus pour différentes combinaisons de données d'observation de la terre

Images utilisées	% de bonne classification	Coefficient Kappa
RADARSAT-1 et -2 (HH)	60,3	0,34
LANDSAT-7 (L7, 07/05/01)	75,6	0,49
RADARSAT-1 et -2 (HH) + L7	79,4	0,54
RADARSAT-2 (FQ4)	77,7	0,50
IKONOS	56,5	0,41

Conclusions

L'utilisation conjointe de données de sols et d'OT (LANDSAT et RADARSAT) disponibles en archives s'est avérée très utile pour réaliser la cartographie numérique de la texture de surface des sols de la Montérégie. Les modèles développés pour la classification pourraient être utilisés pour faire la mise à jour et à niveau des cartes de sols obsolètes de cette région.

Cartographie numérique de la granulométrie de surface des sols de la Montérégie à l'aide de la géostatistique et de la base de données des profils de sols

MICHEL C. NOLIN¹, MOHAMED ABOU NIANG¹ ET ISABELLE PERRON¹

¹ AAC, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, LPAP, Québec

Courriel : michel.nolin@agr.gc.ca

Mots clés : argile, sable, limon, fragments grossiers, interpolation spatiale.

Introduction

Dans le but d'étudier l'utilité de l'information extraite de la banque de données géographiques des profils de sol de la Montérégie dans la réalisation d'une cartographie numérique des sols de cette région, une étude exploratoire a été menée pour prédire, sur une base de pixel de 90 m x 90 m, la teneur en argile, limon, sable et fragments grossiers de la couche de surface des sols (0-20 cm). Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet international *GlobalSoilMap.net* qui vise à doter, d'ici 5 ans (2010-2015), la communauté mondiale d'une carte numérique des sols du monde pour les descripteurs pédologiques de routine, soit la granulométrie, le contenu en C organique, le pH ainsi que différentes profondeurs et épaisseurs d'horizons et couches. Ce mandat fait appel aux données de sol archivées comme les cartes et les banques de données de sol utilisées conjointement avec des variables auxiliaires à la cartographie comme les données d'observation de la terre (OT), les modèles numériques d'élévation et les données géophysiques. Différentes techniques d'interpolation spatiale peuvent être utilisées pour la prédiction comme le krigeage ordinaire et le co-krigeage (McBratney et al. 2003). Les variables auxiliaires utilisées représentent généralement un ou plusieurs des facteurs de formation du sol (Grunwald 2009).

Méthodologie

Deux sources de données ont été utilisées pour la prédiction. La banque des données analytiques (BDA) a d'abord été utilisée (n=3209). Une analyse variographique (isotrope et anisotrope) a été réalisée suivie d'une interpolation par krigeage ordinaire en bloc (2 x 2) à l'aide du logiciel GS⁺ (version 9). Cette analyse n'a pas révélé d'anisotropie significative dans les données de granulométrie comme l'illustre la carte de la semivariance produite (variabilité omnidirectionnelle). Une approche isotrope a donc été utilisée. Une validation croisée de type Jackknife a été effectuée. La texture de la couche de surface décrite sur le terrain lors de la prospection et enregistrée dans la base des données morphologiques (BDM) a été recodée afin de convertir la donnée exprimée initialement en sous-classes sur une échelle métrique selon leur contenu en sable, limon et argile. Pour cela, chacune des 25 sous-classes texturales définies dans le système canadien de classification des sols s'est vue attribuée la valeur médiane du contenu en sable, limon et argile de la classe texturale à laquelle elle appartient. Par la suite une analyse géostatistique a été effectuée suivie d'un krigeage ordinaire en bloc (2 x 2). Une validation croisée selon la méthode Jackknife a été effectuée. De plus, une validation des prédictions a aussi été effectuée directement à partir de la BDA.

Résultats

Quelque soit la base de données utilisée (BDA et BDM), les variogrammes ont montré une structure spatiale bien développée (ratio $C/C_0+C > 0.7$) pour la teneur en sable et en argile (modèle exponentiel). Par contre, les teneurs en limon et en fragments grossiers estimées à partir de la BDM présentent une structure spatiale moins développée ($C/C_0+C = 0.4-0.7$). La validation croisée à partir de la méthode Jackknife montre une précision d'estimation semblable pour les deux sources de données. Cependant, la validation à partir de la BDA montre une précision d'estimation moindre que ne le laisse croire la méthode de validation croisée Jackknife (précision de 8-14% vs 10-16%). Cependant, l'abondance des données supportant l'interpolation spatiale à partir de la BDM (n=44479) génère une cartographie beaucoup plus détaillée des différentes composantes granulométriques de la texture de surface des sols que le krigeage ordinaire réalisé à partir de la BDA.

Conclusions

Afin d'améliorer la précision et la fiabilité de la cartographie numérique des teneurs en sable, limon et argile de la couche de surface, ainsi que des couches de sol sous-jacentes, il est proposé d'utiliser les données de la BDM ainsi que les données d'OT disponibles pour ce secteur (images LANDSAT et RADARSAT) comme co-variables aux interpolations par co-krigeage. Cette hypothèse fait l'objet d'une nouvelle proposition de recherche du programme GRIP (2010-2012) co-financé par l'agence spatiale canadienne et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Références

- McBratney, A.B., Mendonca Santos, M.L. et Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. *Geoderma* **117**, 179-188.
- Grunwald, S. 2009. Multi-criteria characterization of recent digital soil mapping and modeling approaches. *Geoderma* **152**, 195-207.

Efficacité d'engrais azoté à libération lente dans la culture de pomme de terre

JUDITH NYIRANEZA¹, NOURA ZIADI¹, CYNTHIA GRANT², NICOLAS SAMSON³, GILLES BÉLANGER¹ ET LÉON E. PARENT³

¹Agriculture et agroalimentaire Canada (AAC). Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec

²AAC, Centre de recherche de Brandon, Manitoba

³Université Laval, Département des sols et génie agroalimentaire, Québec

Courriel : judith.nyiraneza@agr.gc.ca

Mots clés : pomme de terre, azote, engrais à libération lente

L'azote (N) est un élément important dans la production de la pomme de terre. Toutefois, une gestion rationnelle d'engrais N est primordiale pour un rendement optimal de tubercules de qualité et pour réduire les risques de perte d'azote. Les engrais azotés à libération lente (ELL) tels que le « environmentally smart nitrogen » (ESN) peuvent améliorer la gestion de l'azote en synchronisant sa libération avec son prélèvement par la plante (Wilson et al., 2009; Malhi et al., 2010).

La présente étude a été menée dans la région de Portneuf (Patate Dolbec Inc.) sur un loam sableux et visait à comparer quatre traitements d'engrais azotés : un témoin sans apport de N, 150ESN (150 kg N ha⁻¹ sous forme de ESN), 150CAN (150 kg N ha⁻¹ sous forme de nitrate d'ammonium calcique), et 200CAN (200 kg N ha⁻¹) sur deux cultivars (Goldrush et Chieftain). Nous avons mesuré le rendement total vendable, le poids spécifique, l'efficacité d'utilisation d'engrais azotés (EUN), le niveau de nutrition azotée mesuré par le lecteur de chlorophylle (CMR) et les quantités des nitrates captés par les membranes échangeuses d'anions (NO_{3AEMs}). De plus, la relation entre les valeurs de CMR et de NO_{3AEMs} mesurés 40 à 50 jours après le semis et le rendement relatif (RR) a été déterminée ainsi que la valeur critique de CMR et de NO_{3AEMs}.

Les résultats obtenus montrent que le rendement total vendable a varié de 17.2 à 29.3 t ha⁻¹ et a significativement augmenté avec la fertilisation azotée en comparaison avec le témoin, le rendement total vendable a été obtenu avec le traitement 150ESN. Dans l'ensemble, l'EUN et les quantités de NO_{3AEMs} libérées au cours de la saison étaient plus élevées pour le 150ESN par rapport aux autres formes d'engrais et au témoin. L'efficacité d'utilisation d'engrais N était de 55 kg tubercules kg⁻¹ d'engrais N pour le 150CAN, de 85 kg tubercules kg⁻¹ d'engrais N et de 44 kg tubercules kg⁻¹ d'engrais N pour le 200CAN. Le modèle linéaire plus plateau a mieux décrit la relation entre le RR et le CMR (RR = -5.18+0.145CMR, si CMR ≤ 41.9 et RR= 0.89 si CMR ≥ 41.9; R² = 0.62***) et NO_{3AEMs} (RR = 0.03+ 0.062 NO₃, si NO₃ ≤ 15 □g cm⁻² jour⁻¹, et RR =0.96 si NO₃ ≥ 15 □g cm⁻² jour⁻¹, R²= 0.93***).

Cette étude a démontré que l'ESN est une intéressante source d'azote qui peut augmenter l'efficacité d'utilisation de l'engrais N dans la culture de pomme de terre.

Références

- Wilson, M. L., Rosen C. J., and Moncrief J. F. 2009. Potato response to a polymer coated urea on an irrigated, coarse-textured soil. *Agron. J.* **101**: 897-905.
- Malhi, S. S., Soon Y. K., Grant C. A., Lemke R., and Lupwayi N. 2010. Influence of controlled-release urea on seed yield and N concentration, and N use efficiency of small grain crops grown on dark gray luvisols. *Can. J. Soil Sci.* **90** : 363-372.

Coefficients réels d'utilisation de l'engrais azoté par le maïs et le blé et sa dynamique dans le sol : influence des pratiques culturales

JUDITH NYIRANEZA¹, MARTIN H. CHANTIGNY¹, ADRIEN N'DAYEGAMIYE² ET MARC R. LAVERDIÈRE²

¹AAC, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec

²IRDA, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, Québec.

Courriel : judith.nyiraneza@agr.gc.ca

Mot clés : azote, maïs, prairie, fumier, céréales

La quantité d'azote (N) disponible à la plante en provenance du sol est encore difficile à estimer étant dépendante des systèmes de cultures, des types de sols et des facteurs climatiques. Pour une meilleure optimisation de l'utilisation des engrais azotés, il est nécessaire de prendre en considération la fourniture du sol en azote.

L'objectif de la présente étude visait à déterminer les coefficients d'utilisation d'engrais azotés dans trois systèmes de cultures installés depuis 1977 : maïs fourrager (*Zea mays L.*) alterné avec des céréales sans apport de fumier (MC) ou avec 20 t ha⁻¹ année⁻¹ de fumier de bovin (MCF), et maïs fourrager alterné avec une prairie (3 ans) avec apport de fumier (MPF). La phase de prairie et les apports de fumier ont été suspendus une année et deux ans avant le début de cette étude, respectivement. Pendant cette période (2005-2008), la rotation des cultures a été la même pour tous les systèmes : maïs fourrager - maïs fourrager - orge (*Hordeum Vulgaris L.*)- blé (*Triticum aestivum L.*). L'engrais azoté (¹⁵NH₄NO₃, 3.1 % atomes ¹⁵N) a été appliqué en 2005 sur le maïs fourrager (160 kg N ha⁻¹) et en 2007 sur l'orge (80 kg N ha⁻¹). Les effets résiduels de l'engrais N ont été estimés sur le maïs fourrager (2006) et sur le blé (2008).

Les coefficients réels d'utilisation d'engrais azoté par le maïs et le blé ont varié entre 40 et 59 % et les plus faibles valeurs de coefficients ont été retrouvées dans le système MPF. En 2005, la quantité de N fourni par le sol au maïs fourrager était de 47 kg N ha⁻¹ en MC, 98 kg N ha⁻¹ en MCF, de 208 kg N ha⁻¹ en MPF. Pour l'orge (2006), le sol a fourni 20 kg N ha⁻¹ en MC, 33 kg N ha⁻¹ en MCF et 42 kg N ha⁻¹ en MPF. Selon les systèmes de culture, 20 à 58 % de l'engrais azoté apporté a été retrouvé dans le sol après la récolte avec les valeurs plus élevées dans le système MPF. Le fort taux d'azote appliqué (58 %) retrouvé dans le sol du système MPF à la récolte signifie que la fourniture du sol en N disponible y était plus importante, ce qui a diminué par conséquent l'utilisation d'engrais N par le maïs. Des diminutions des quantités de N résiduel de l'engrais dans le sol (0-40 cm) ont été observées dans la période post-récolte.

Les résultats de cette étude démontrent que les systèmes agricoles intégrant les fumiers et les prairies enrichissent le sol en N disponible, ce qui peut permettre de réduire les doses d'engrais N.

Ré-échantillonnage du sol dans le but de détecter des changements possibles après 20 ans dans une érablière

ROCK OUIMET

Département des sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval, Québec, QC, G1V 0A6
et Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Complexe scientifique, 2700 rue Einstein, Québec, QC, G1P 3W8
Courriel : rock.ouimet@mrnf.gouv.qc.ca

Mots clés : sol forestier, monitoring, analyses physico-chimiques

Les perturbations environnementales, comme les précipitations acides, les apports atmosphériques d'azote et les changements climatiques, peuvent altérer les sols forestiers au point d'influencer la croissance de la forêt. Cependant, très peu d'observations ont été rapportées pour documenter ces changements dans les sols forestiers en Amérique du Nord. Les quelques rapports sur le sujet documentent des études rétrospectives qui indiquent que ré-échantillonner le sol dans le temps peut fournir de l'information intéressante pour documenter ces changements. Des chercheurs du *Northeastern Soil Monitoring Cooperative*, un regroupement de chercheurs intéressés au monitoring des sols dans l'Est de l'Amérique du Nord, ont voulu tester cette méthode de ré-échantillonnage de divers sols forestiers qui l'ont été dans le passé (15-25 ans), mais dont on n'avait pas prévu un suivi quelconque dans le temps.

L'objectif du projet était donc d'évaluer la méthode de ré-échantillonnage comme technique qui pourrait servir à quantifier les changements des propriétés des sols forestiers à l'échelle de la décennie dans des sites forestiers dont les apports atmosphériques, le climat, les sols, la composition en espèces et la (?) productivité sont variés.

Nous avons pu localiser précisément 15 sites (246 profils de sols) dans les États de l'Ontario, New York, Vermont, New Hampshire, Maine et Québec où l'on possédait les données de chaque point d'échantillonnage ainsi que les échantillons de sols du premier inventaire. Ces échantillons du premier inventaire sont forts utiles pour évaluer l'effet 1) de l'entreposage sur de longues périodes de temps et 2) des méthodes d'analyses de laboratoire qui ont évoluées aussi dans le temps, sur les valeurs mesurées présentes et passées des propriétés physico-chimiques des sols.

Le site situé à la Forêt expérimentale de Duchesnay (Portneuf, Québec) recevait en précipitations acides plus de 30 kg SO₄/ha/an dans les années 1980 et environ la moitié de ce taux à la fin des années 2000. Il avait fait l'objet d'un premier échantillonnage en 1989 et il a été ré-échantillonné 20 ans plus tard (2009). Nous avons comparé les analyses chimiques effectuées en 2009 sur les deux séries d'échantillons, ainsi que les analyses effectuées en 1989 et 2009 des échantillons récoltés en 1989.

Les résultats indiquent que l'acidité échangeable et le rapport cations basiques/cations acides ont augmenté entre 1989 et 2009 dans les horizons minéraux. Par ailleurs, le pH_{eau} de ces horizons a aussi augmenté, en moyenne, de 0.35 unité. La raison de cette augmentation du pH est cependant liée uniquement à l'effet d'entreposage.

La méthode de ré-échantillonnage des sols forestiers pour détecter des changements dans le temps est en réalité beaucoup plus complexe qu'elle semblait l'être au départ en raison des changements d'appareils de laboratoire qui ont une meilleure limite de détection et de l'effet du vieillissement des échantillons entreposés.

Régulation des gènes de l'îlot de pathogénicité du *Streptomyces scabiei*, un agent pathogène responsable de la gale commune de la pomme de terre

REBECA PADILLA REYNAUD, SYLVAIN LERAT ET CAROLE BEAULIEU¹

Courriel : carole.beaulieu@usherbrooke.ca

Mots clés: *Streptomyces scabies*, Thaxtomine A, cellobiose, subérine.

Streptomyces scabies est une bactérie du sol, de type gram positive. Elle est l'agent principal de la gale commune. Le pouvoir pathogène du *Streptomyces scabiei* dépend de leur capacité à synthétiser des métabolites secondaires appelés thaxtomines. Ces métabolites ont un effet toxique sur les végétaux. Les gènes impliqués dans la biosynthèse des thaxtomines sont situés sur un îlot de pathogénicité. Cet îlot comprend non seulement les gènes impliqués dans la synthèse de toxines mais plus d'une centaine de gènes dont le rôle dans la pathogénèse reste à confirmer.

La présence de cellobiose, un disaccharide issu de la dégradation des parois de la plante, dans le milieu de culture du *S. scabiei* permet une très faible production de thaxtomine A. Il en est de même pour la subérine, un polymère lipidique de la plante. Lorsque le *S. scabies* est inoculé dans un milieu minimum contenant du cellobiose et de la subérine, les gènes de biosynthèse de la thaxtomine sont fortement exprimés. Nous émettons l'hypothèse que la subérine stimule le déclenchement du métabolisme secondaire, tandis que la cellobiose induit véritablement la biosynthèse de ces métabolites secondaires.

La régulation des autres gènes de l'îlot est pour le moment entièrement inconnue. Des travaux de transcriptomique permettront d'identifier les conditions environnementales qui affectent l'expression de ces autres gènes.

Caractérisation des propriétés physiques et chimiques des substrats de croissance et leurs effets sur le développement racinaire des plants d'épinette blanche en pépinière forestière

IAN PAIEMENT¹, STEEVE PEPIN¹, MOHAMMED S. LAMHAMEDI² ET JEAN CARON¹

¹ Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Pavillon de l'Environnement, 2480 boul. Hochelaga, Québec (Qc), G1V 0A6

² Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, 2700 rue Einstein, Québec (Qc), G1P 3W8

Courriel : ian.paiement.1@ulaval.ca

Mots clés : *Picea glauca*, plants forestiers, insuffisance racinaire

En vue de répondre au besoin de reboisement sur le territoire québécois, le ministère des Ressources naturelles et de la Faune offre des contrats de production aux pépinières forestières du Québec et s'engage à acheter leurs plants à condition de respecter les critères et normes de qualité morpho-physiologique. L'insuffisance racinaire, le critère qui évalue principalement la colonisation de la carotte de tourbe par les racines vivantes, affecte environ 13,7 % des plants de fortes dimensions d'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss) (Tourigny 2009). Ce critère est la cause de rejet la plus récurrente et engendre des pertes économiques majeures au niveau des pépinières forestières, compromettant même leur rentabilité. Plusieurs études ont permis de réduire cette problématique en améliorant les pratiques culturales, notamment celles reliées aux dimensions du récipient, à la fertilisation, à l'irrigation et même à la génétique (Carles *et al.* 2006; Lamhamedi *et al.* 2000; 2001). Toutefois, peu d'études ont examiné l'effet des propriétés physiques et chimiques du substrat sur le développement des racines de l'épinette blanche en pépinière forestière.

L'objectif de ce projet est (i) d'évaluer les propriétés physico-chimiques de différents substrats au cours d'une production et (ii) d'établir les relations entre ces propriétés et les variables morpho-physiologiques des plants d'épinette blanche produits en récipients 25-310 (i.e. 25 cavités de 310 cm³). Pour ce faire, des plants d'épinette blanche ont été cultivés en pépinière forestière dans sept substrats différents à base de tourbe de sphaigne selon la pratique habituelle au Québec. Les régies d'irrigation et de fertilisation ont été appliquées selon les besoins d'un substrat témoin, soit celui du pépiniériste. Une gamme de propriétés physiques et chimiques a été évaluée sur les substrats au cours du cycle de production dont la masse volumique apparente, la conductivité hydraulique saturée, la porosité, la granulométrie, la rétention en eau, la diffusivité des gaz, la salinité, le pH, la CEC_{eff} et les concentrations en N, P, K, Ca et Mg. La masse sèche racinaire et les concentrations en N, P, K, Ca et Mg dans les racines ont également été évaluées sur les plants. Les résultats de cette étude indiquent que la masse volumique apparente des substrats a eu un effet significatif sur la croissance racinaire de l'épinette blanche (masse des racines : $R^2=0,866$, $P<0,0001$). Le taux d'insuffisance racinaire évalué à la fin de la culture fut supérieur au seuil maximal acceptable (10%) chez les deux substrats ayant la masse volumique apparente la plus faible. De plus, une relation significative a été observée entre la croissance des racines et le pH et la CEC_{eff} ($R^2=0,356$, $P<0,0001$ et $R^2=0,448$, $P=0,0008$, respectivement). Une concentration en Mg plus élevée dans les substrats contenant de la vermiculite a conduit à une meilleure croissance racinaire ($R^2=0,462$, $P<0,0001$). Puisque le régime de fertilisation a été le même pour les différents substrats, nos résultats suggèrent un rôle de la vermiculite comme fertilisant à émission lente.

Références

- Carles, S., Beaulieu, J., Lamhamedi, M.S., Stowe, D.C. et Margolis H.A. 2006. Contrôle génétique et effets de la fertilité du substrat sur la croissance des racines de plants d'épinette blanche (1+0). 4^e atelier sur la production de plants forestiers au Québec. Sainte Foy, QC. 15-16 mars 2006.
- Lamhamedi, M.S., Lambany, G., Renaud, M. et Plamondon, S. 2000. Gestion de l'irrigation en pépinière et évaluation des semis d'épinette blanche produits dans les récipients à parois ajourées. Mémoire de recherche forestière n° 138 : 1-54. Direction de la recherche forestière. Ministère des Ressources Naturelles, Gouv. Québec. Québec.
- Lamhamedi, M. S., Lambany, G., Margolis, H. A., Renaud, M., Veilleux, L., et Bernier, P. Y. 2001. Growth, physiology, and leachate losses in *Picea glauca* seedlings (1+0) grown in airlit containers under different irrigation regimes. Can. J. For. Res. 31: 1968-1980.
- Tourigny, M. 2009. Communication personnelle.

Cartographie des propriétés des sols. Apports des sondes électromagnétiques multifréquences et des spectromètres de rayons gamma.

HILDA PAUCAR^{1,2}, MICHEL NOLIN¹, MARC RICHER-LAFLÈCHE² ET JEAN-CHRISTOPHE AZNAR²

1 Agriculture et Agroalimentaire Canada, 979, avenue de Bourgogne, bureau 140, Québec

2 Institut National de la Recherche Scientifique, 490, rue de la Couronne, Québec

Courriel : Hilda.Paucar_Munoz@ete.inrs.ca

Mots clés : sonde électromagnétique, spectromètre de rayon gamma, cokrigeage.

Les fractions granulométriques (sables, argile et limons) et les taux de matière organique d'un sol agricole ont été cartographiés à une résolution de 5m pour des parcelles expérimentales d'Agroalimentaire et Agriculture Canada situées au sud de Québec dans la région administrative de Chaudière Appalaches (le micro bassin versant Bras d'Henri). Chaque paramètre a été estimé séparément par des techniques géostatistiques utilisant l'information primaire seule (krigeage ordinaire) ou combinée à une information secondaire (krigeage de résidus, cokrigeage). L'information secondaire a été fournie par un modèle numérique d'altitude, par des mesures effectuées par une sonde électromagnétique multifréquence (EM), ainsi que les enregistrements d'un spectromètre de rayons gamma (γ). Les résultats obtenus montrent que les paramètres du sol sont mieux prédits lorsqu'une information secondaire est utilisée dans un processus de cokrigeage. Pour les fractions granulométriques, les mesures de conductivité électrique (EM) et les variations d'altitude fournissent l'information secondaire la plus pertinente. Le γ fourni les meilleures covariables pour cartographier les taux de matière organique. Les mesures de γ collectées à une échelle régionale pourraient être utilisées pour cartographier ce paramètre.

L'utilisation du biochar comme fertilisant et son potentiel dans la chaîne de valorisation de la biomasse

GUILLAUME PILON¹M ET JEAN-MICHEL LAVOIE¹

¹Département génie chimique, Université de Sherbrooke, Québec

Courriel : Guillaume.Pilon@USherbrooke.Ca

Mots clés : Biochar, pyrolyse, panic érigé, fertilisant.

L'utilisation de résidus de biomasses (agricoles et forestières) est convoitée pour la production de biocarburants et bioproduits tant à l'échelle nationale qu'internationale. Cependant, l'usage de résidus est controversé quant à l'impact sur la qualité des sols, une partie importante de ces résidus devant être laissée sur le sol pour sa protection et fertilité. De plus, la distribution de ces résidus résulte en un coût de transport minimisant la viabilité de leur exploitation tant économiquement qu'au niveau environnemental en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Le biocharbon (biochar), une matière solide à haute teneur en carbone, issu de la transformation de la biomasse par procédé de pyrolyse, offre des solutions à ces enjeux. Sa structure riche en carbone et possédant une valeur énergétique supérieure à la biomasse originale, constitue un carburant solide avantageux à plusieurs égards. Cette même structure carbonée et poreuse contient aussi des minéraux; un assemblage offrant de multiples avantages pour la fertilité des sols et permettant d'augmenter significativement la productivité des cultures. Le carbone du biochar est très stable comparativement à celui de la biomasse, ainsi lorsqu'appliqué dans le sol, il constitue par la même occasion un moyen de séquestrer le carbone et de diminuer la production de CO₂ suite à une biodégradation naturelle. Dans le cadre de la recherche actuelle, du biochar a été préparé à partir de panic érigé (*Panicum virgatum*) et caractérisé afin de vérifier son potentiel agronomique et énergétique. La biomasse a été transformée à l'aide d'un réacteur batch à lit fixe de dimension « laboratoire ». Les conditions réactives de pyrolyses ont été variées, soit à des températures entre 300 et 500°C et le temps de résidence de la biomasse en réacteur a été varié entre 2.5 et 5 minutes. Le biochar obtenu a été caractérisé par différentes techniques afin de déterminer ses propriétés physico-chimiques.

Effets de la profondeur d'enracinement sur la gestion de l'irrigation de la laitue romaine (cv Sunbelt) cultivée en sol organique

LAURIE D. PLAMONDON¹, JEAN CARON¹, LINDA GAUDREAU¹, SYLVAIN JUTRAS¹, SYLVIE JENNI², DENYS VAN WINDEN³ ET ANDRÉ GOSSELIN¹

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

² Centre de Recherche et de Développement en Horticulture, Agriculture and Agroalimentaire Canada, St-Jean-sur-Richelieu, Québec, Canada, J3B 3E6

³ Production Horticole Van Winden, Sherrington, Québec, Canada, J0L 2N0

Courriel : laurie.plamondon.2@ulaval.ca

Mots clés : Laitue, irrigation, potentiel matriciel, serre, sol organique.

Au Canada, les producteurs de laitue au champ ont souhaité améliorer l'irrigation afin de réduire les besoins en eau et le lessivage de l'azote et du phosphore dans le sol. Nous croyons qu'une bonne gestion peut mener à une utilisation plus rationnelle de l'eau, maximiser la productivité et réduire l'incidence de désordres physiologiques chez la laitue.

À la suite d'observations aux champs de l'enracinement des laitues à des profondeurs pouvant atteindre près d'un mètre, nous avons conduit des essais en serre afin de valider cette observation et en évaluer les effets sur la croissance de la laitue. Ainsi, un projet a été initié pour mettre au point une régie d'irrigation adaptée aux besoins de la culture de laitue pendant tout son cycle de croissance et cela, pour des profondeurs différentes dans le sol organique. Pour ce faire, des transplants de laitue romaine (cv Sunbelt), préparés en mottes cubiques, ont été cultivés en serre pendant 14 jours. Ils ont été ensuite transplantés dans des contenants en plastique de 84 litres (bacs) et de 250 litres (colonnes) dont la profondeur était de 30 cm et de 100 cm, respectivement. Ces contenants ont été remplis de blocs de sol organique peu décomposé, puis placés dans la serre. L'éclairage naturel et des lampes à haute pression de vapeur de sodium fournissaient un flux de photons photosynthétiques (FPP) d'au moins $500 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ pendant une photopériode de 14 heures. Les températures ont été maintenues à 21°C pendant le jour et à 17°C pendant la nuit et les consignes d'humidité ont été de 50% et 75% le jour et la nuit, respectivement. Les transplants ont été irrigués à l'aide d'un arrosoir selon quatre traitements de potentiel matriciel (-10 kPa, -20 kPa, -30 kPa et -50 kPa) mesurés avec des tensiomètres artisanaux. Un dispositif expérimental en tiroirs a été utilisé avec les deux profondeurs de contenants en parcelles principales et les quatre seuils de départ de l'irrigation en sous-parcelles. La biomasse fraîche, le nombre de feuilles, la surface foliaire, la hauteur du cœur, le taux de photosynthèse ainsi que l'incidence de brûlure de la pointe ont été mesurés 45 jours après la transplantation.

Durant ces expériences en serre, les plants dans les colonnes de 250 litres ont cru plus rapidement que ceux en bacs; ces plants avaient un cœur plus court, une biomasse plus élevée, un système racinaire plus développé, un plus grand nombre de feuilles ainsi qu'une plus grande surface foliaire. Le type de contenant n'a cependant pas affecté l'incidence de la brûlure de la pointe. D'après les courbes d'utilisation de l'eau dans les colonnes, les plants ont surtout utilisé l'eau près de la surface au début et de plus en plus en profondeur à mesure que la durée de l'essai s'écoulait et que le système racinaire des plants se développait. De plus, l'efficacité d'utilisation de l'eau était plus élevée pour les plants soumis aux traitements plus secs (-30 et -50 kPa). Ces résultats soutiennent ceux de Myers et al. (1984) qui ont souligné que l'EUE d'une culture augmente en soumettant celle-ci à un plus grand stress hydrique et en diminuant l'application d'eau. Kirnak et al. (2002) ont également publié que l'EUE augmente en diminuant la fréquence des arrosages.

Nos travaux ont permis de conclure que l'irrigation devrait être gérée initialement en surface et à 15 cm puis, environ deux semaines après, une moyenne des tensions à 15 cm et à 30 cm déterminerait le seuil d'irrigation. Finalement, ce seuil serait calculé en faisant la moyenne des tensions à des profondeurs de 15, 30 et 45 cm. Enfin, un seuil d'irrigation autour de -30 kPa et une gestion de l'irrigation basée sur le prélèvement d'eau permettraient une augmentation des rendements et de l'efficacité d'utilisation de l'eau.

Références

- Kirnak, H., Demir, S., Tas, I. et Cakmakli, M. 2002. Response of different irrigation water applications on yield and growth of lettuce grown in greenhouse. *J. Agric. Fac. Harran Uni* 6:47-54.
- Myers, R.J.K., Foale, M.A. et Done, A.A. 1984. Response of grain sorghum to varying irrigation frequency in the Ord irrigation area. II. Evapotranspiration, water-use efficiency and root distribution of different cultivars. *Aust. J. Agric. Res.* 35:31-42.

Validation d'un protocole RT-PCR pour le dépistage des virus PVS, PVY et PLRV des semences de pommes de terre

EDITH PLANTE, NATHALIE DAIGLE ET RICHARD HOGUE.

IRDA, Québec (Québec), Canada G1P 3W8

Courriel : Richard.hogue@irda.qc.ca

Mots clés : virus, pomme de terre, tests post-récolte, RT-PCR

Le programme de certification des semences de pommes de terre du Québec exige la réalisation de tests de laboratoire post-récoltes obligatoires pour dépister le virus Y de la mosaïque de la pomme de terre (PVY) et virus de l'enroulement des feuilles de la pomme de terre (PLRV). Un protocole RT-PCR pour le dépistage simultané des virus PVY et PLRV a été développé afin d'accroître la spécificité et la sensibilité de détection, tout en réduisant d'environ 125\$ les coûts de dépistage par lot testé. Ce protocole regroupe les résultats RT-PCR de 8 groupés de 25 tubercules pour déterminer le pourcentage d'infection PVY et PLRV par lot.

Lors de la période de validation du protocole RT-PCR, de 2007 à 2009, respectivement 109, 151 et 161 lots de 200 tubercules ont été testés. La moyenne de 3 ans indique que 79% et 87% des lots sont exempts de virus PVY et PLRV respectivement, tandis que 10% et 8% des lots affichaient moins de 2% d'infection PVY et PLRV. Trois conditions permettent l'utilisation de ce protocole pour l'examen de 8 groupés de 25 tubercules par lot : a) la sensibilité accrue du test RT-PCR versus le test immunologique E.L.I.S.A., b) la faible prévalence des infections des virus PVY et PLRV dans les semences produites au Québec, et c) l'analyse détaillée de chaque groupé positif par RT-PCR de 25 tubercules a validé la probabilité de déterminer le nombre de tubercules infectés par groupé positif au test RT-PCR.

Le virus S de la mosaïque de la pomme de terre (PVS) est régulièrement dépisté dans les semences au Canada. Pour mieux évaluer la prévalence de ce virus au Québec et statuer sur la pertinence d'inclure son dépistage dans les tests post-récoltes, un protocole RT-PCR assurant la détection simultanée des virus PVS, PVY et PLRV a été développé.

Détermination du phosphore particulaire et biodisponible dans les eaux de ruissellement agricoles selon la taille des particules.

SIMON-C. POIRIER^{1,2}, AUBERT MICHAUD², JACQUES DESJARDINS², CHARLES LUSSIER
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 de développement en agroenvironnement, 2700 rue Einstein, Québec, G1P 3W8

Courriel :simon-claude.poirier@mail.mcgill.ca

Mots clés: Phosphore, Rivière aux Brochets. biodisponibilité, matière en suspension, taille de particule.

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 majeure partie de cette charge en P a été associée à la pollution diffuse agricole (Mimeau 2002) transportée sous forme particulaire (Michaud *et al.* 2006). Différentes mesures pour réduire le transfert du P du champ vers le cours d'eau essentiellement basées sur un processus de sédimentation (avaloirs, bassins de sédimentation, marais filtrants...) ont été proposées et implantées. Mais dans quelle mesure ces techniques peuvent-elles être efficaces? L'évaluation de la composition en taille de la matière en suspension et de leur biodisponibilité en P est donc nécessaire.

L'objectif de cette étude a été de développer une méthode pour quantifier la composition des eaux de ruissellement en phosphore particulaire (PP) selon la taille de la matière en suspension et de déterminer la contribution à la biodisponibilité du PP. Les échantillons analysés proviennent d'eaux de drains et de surface de sites contrastés par leur texture (loams sableux vs loam argileux), situés dans le bassin du ruisseau Ewing, un sous-bassin de la rivière aux Brochets. Dix sites (5 loams sableux and 5 loams argileux) ont été échantillonnés d'octobre 2008 à mai 2009 pour un total de 19 campagnes d'échantillonnage. Le phosphore particulaire biodisponible (BAPP) a été déterminé suivant une extraction avec 0,1 N NaOH. Pour chacun des sites, les résultats d'analyse de la distribution des particules en suspension (PSD) (n=5), par diffraction laser, démontre une grande similarité entre la composition des eaux de drains et de surface avec un facteur d'enrichissement en P comparable. Les matières en suspension présentent une distribution bimodale entre 0.05 µm et 70 µm avec un minimum à 1 µm. Une méthode statistique a permis de déterminer la composition la plus probable ($\alpha \leq 0.05$) en PP, BAPP et nonBAPP des deux classes de sédiment observées. L'enrichissement en PP de la fraction inférieure à 1µm a présenté une plus faible biodisponibilité que la classe supérieure (1-70 µm). Toutefois, la fraction plus fine (< 1µm) a constitué une masse plus importante des sédiments exportés. Les implications de ce travail dans la sélection d'une méthode appropriée pour la ségrégation du P provenant de champs agricole seront discutées.

Liste des références

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

Michaud, A., Deslandes, J. et Beaudin, I. 2006. Modélisation de l'hydrologie et de la pollution diffuse dans le bassin versant de la Rivière aux Brochets à l'aide du modèle SWAT. Rapport Final. IRDA. 107 pp.

Effets du travail du sol sur les maladies des grandes cultures

S. Pouleur¹, D. Dostaler², S. Rioux³ et D. Pageau⁴. ¹Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec (Québec), Canada G1V 2J3; ²Département de phytologie, Université Laval, Québec (Québec), Canada G1V 0A6; ³Centre de recherche sur les grains, Québec (Québec), Canada G1P 3W8; ⁴Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Normandin (Québec), Canada G8M 4K3

Le travail réduit laisse des résidus de culture en surface et vise entre autres à réduire les risques d'érosion et à améliorer la qualité des sols. Les résidus de surface contribuent à garder le sol plus humide et plus frais. Or, les gains tirés des pratiques de conservation, et de leur impact sur les propriétés biologiques et physico-chimiques du sol, seraient perdus sous une intensité accrue des maladies des cultures. En régions sous forte pluviométrie, les résidus de surface favorisent les maladies des racines de sols frais et humides, maladies souvent confondues avec une fertilisation insuffisante. C'est le cas des *Pythium* sp. qui, sans tuer les plantes, réduisent l'efficacité des jeunes racines nourricières. De même, les résidus de culture non décomposés constituent un réservoir d'inoculum pour des maladies des parties aériennes, *p. ex.* la fusariose de l'épi ou les taches foliaires des céréales. En revanche, le travail réduit, combiné à la résistance des cultivars et à la rotation avec des espèces non hôtes, peut maintenir l'intensité de ces maladies sous des seuils de nuisibilité. Sous ces mêmes conditions, la pourriture à sclérotos du soya (*Sclerotinia sclerotiorum*) peut également être moins grave puisque la survie des sclérotos du sol y est affectée.

Réduction des maladies des racines du maïs et du soya par l'allongement des rotations en travail conventionnel et en travail réduit du sol.

Pouleur¹, S., J. Lafond² et A. Comeau¹. ¹*Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec (Québec) G1V 2J3 ;* ²*Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Normandin (Québec), G8M 4K3*

Les avantages des rotations sur les monocultures sont reconnus depuis longtemps, mais les phénomènes impliqués demeurent encore peu compris. Cette étude d'une durée de 4 ans visait à évaluer l'effet de séquences culturales sur les maladies de racines du maïs et du soya sous labour conventionnel et sous chisel sur un loam argileux. On a évalué l'état sanitaire des racines selon une échelle visuelle de 0 à 9 et mesuré les rendements. Les racines des deux cultures étaient plus saines avec les rotations qu'avec les monocultures et la différence a augmenté avec l'allongement des rotations. Chez le maïs en monoculture, les indices de pourriture ont été plus élevés sous chisel que sous labour. Les rendements en maïs ont été 6,8 % plus élevés en rotations qu'en monoculture sur le labour, alors que l'avantage des rotations a été de 7,7 % sous chisel. Chez le soya, l'avantage des rotations sur la monoculture a été de 6,3 % sur le labour et de 3,5 % sous chisel. Puisque toutes les parcelles d'une même culture ont reçu une fertilisation équivalente, une meilleure efficacité des racines plus saines dans les rotations pourrait expliquer une partie des gains de rendements obtenus par rapport aux monocultures.

Incidence du type de fertilisant azoté sur le rendement et les qualités panifiables du blé implanté dans deux sols contrastés.

CHRISTINE RIEUX¹, ANNE VANASSE¹, MARTIN CHANTIGNY², ÉLISABETH VACHON³ ET PIERRE GÉLINAS⁴

¹Université Laval, Département de phytologie, 2425 rue de l'Agriculture, Québec, Québec

²AAC, Centre de recherche sur les sols et les grandes cultures, 2560 boulevard Hochelaga, Québec, Québec

³Les Moulins de Soulanges, 485 rue Saint-Philippe, St-Polycarpe, Québec

⁴AAC, Centre de recherche et de développement sur les aliments, 3600 boulevard Casavant, St-Hyacinthe, Québec

Courriel : christine.rioux.1@ulaval.ca

Mots clés : *Triticum aestivum* L., fertilisation azotée, azote du sol, biomasse aérienne, qualités panifiables

L'engouement pour le blé panifiable cultivé sans intrant chimique est tel que l'industrie québécoise peine à s'approvisionner depuis les dernières années. Pour les minoteries, l'appréciation des qualités panifiables du blé tendre vitreux (*Triticum aestivum* L.) passe inévitablement par le dosage des protéines du grain. Plus la teneur en protéines est élevée, plus le blé est valorisé. L'objectif du projet est de comparer l'effet des engrais organiques et du type de sol sur: 1) le rendement, la teneur en protéines, l'indice de chute, la teneur en désoxynivaléol (DON) et le volume des pains du blé panifiable AC Brio; et 2) la disponibilité de l'azote du sol en cours de saison de croissance. Cinq types d'engrais ont été appliqués dans un loam argileux et dans un loam sableux (St-Augustin-de-Desmaures, Québec) en pré-semis sur une base de 90 kg ha⁻¹ d'azote disponible soit : témoin minéral avec phosphore et potassium mais sans azote (PK), témoin minéral avec azote (NPK), lisier de porc (LP), lisier de bovin (LB) et fumier de volaille (FP). Les teneurs en azote minéral dans le sol et dans la biomasse aérienne ont été mesurées à deux stades déterminants chez le blé soit: fin tallage (Zadoks 30) et début épiaison (Zadoks 55-59).

Quelque soit le type de fertilisant, les teneurs en azote minéral étaient deux fois plus élevées dans le loam argileux que dans le loam sableux aux deux stades de croissance du blé. Au stade fin tallage, la teneur en azote minéral dans les deux types de sol était significativement plus élevée avec les traitements azotés qu'avec le témoin PK. Les teneurs du sol ont été supérieures avec NPK qu'avec les engrais organiques bien que les différences n'étaient pas toujours significatives. Aucune différence ne fut observée entre les teneurs en azote minéral des sols fertilisés avec les engrais organiques (LP, FP, LB). Au stade début épiaison, les mêmes tendances ont été observées bien que les teneurs en azote du sol aient été inférieures et généralement similaires pour les traitements azotés. Malgré l'effet positif de l'apport d'azote sur les teneurs en azote du sol, la fertilisation azotée n'a eu aucun effet sur la teneur en azote de la biomasse aérienne et le rendement dans le loam argileux. Dans le loam sableux, les teneurs en azote de la biomasse étaient semblables peu importe la fertilisation. Par contre, les rendements ont été significativement plus élevés avec les fertilisations azotées (NPK, LP, LB, FP) qu'avec le témoin minéral sans azote (PK). Par ailleurs, les rendements ont été similaires pour les différents types de fertilisation azotée. Dans le loam argileux, les grains de blé fertilisés avec NPK ont eu des teneurs en protéines significativement plus élevées que les grains fertilisés avec PK, LP et LB. Les grains fertilisés avec FP présentaient des teneurs en protéines intermédiaires qui se comparaient au traitement NPK. Dans le loam sableux, les teneurs en protéines des grains ont été similaires pour toutes les fertilisations azotées (NPK, LP, LB, FP) et significativement plus élevées que pour le témoin sans azote (PK). Les facteurs à l'étude n'ont eu aucun effet sur l'indice de chute et la teneur en DON des grains. En dépit de certaines différences de teneurs en protéines décrites plus haut, le volume des pains a été identique pour tous les traitements de fertilisation, incluant PK (moyennes de 818 cm³ pour le loam argileux et de 823 cm³ pour le loam sableux).

La fertilisation organique a permis d'obtenir des rendements similaires aux rendements issus d'une fertilisation minérale complète (NPK) dans les deux types de sols. Cependant, l'absence d'effet marqué de la fertilisation azotée sur le rendement du blé en sol argileux suggère que ce sol contient actuellement suffisamment d'azote pour combler une possible différence de disponibilité d'azote entre les types d'engrais. Bien que la fertilisation azotée ait généralement fait augmenter la teneur en protéines du blé, l'absence de différence entre les volumes des pains remet en question l'emploi de la teneur en protéines comme principal indicateur pour valoriser le blé panifiable. Il est également possible que des différences entre types d'engrais s'expriment davantage avec le temps, alors que des arrière-effets apparaîtront avec les apports récurrents des différents engrais sur les mêmes parcelles. La poursuite de l'essai en 2010 permettra de clarifier les pratiques agronomiques optimales pour le blé et précisera la relation entre la quantité de protéines contenue dans les grains et leur valeur boulangère.

Mise à jour de l'évaluation des risques phytosanitaires du *Phytophthora ramorum* pour les forêts de l'Est canadien

D. Rioux¹, M. Simard¹, A. Jinek¹, S.C. Brière², A.K. Watson³ et R.J. Tweddell⁴. ¹Centre de foresterie des Laurentides, Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada, Québec (Québec), Canada G1V 4C7; ²Laboratoire de phytopathologie, Agence canadienne d'inspection des aliments, Ottawa (Ontario), Canada K2H 8P9; ³Department of Plant Science, McGill University, Ste-Anne-de-Bellevue (Québec), Canada H9X 3V9; ⁴Centre de recherche en horticulture, Université Laval, Québec (Québec), Canada G1V 0A6

Le *Phytophthora ramorum* (Pr) cause l'encre des chênes rouges qui est présente dans différentes régions d'Europe et d'Amérique du Nord. Le Pr peut infecter plus de 120 hôtes, dont plusieurs se retrouvent dans les forêts canadiennes et les milieux urbains. Même si le Pr fut introduit à plusieurs reprises dans des pépinières de l'est de l'Amérique du Nord, il n'a pu s'établir dans la nature jusqu'à maintenant. L'Agence canadienne d'inspection des aliments a produit une mise à jour de l'évaluation des risques en 2009 et le risque global pour l'Est canadien a été ramené à un niveau « bas » après avoir été estimé à « moyen » en 2006. Les principales conclusions de cette évaluation seront commentées, en parallèle avec les études que nous menons sur la sensibilité au Pr de plusieurs essences forestières communément retrouvées dans les forêts de l'Est canadien. Ces études ont par exemple montré que le feuillage du sapin baumier (*Abies balsamea*), du bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*) et du frêne blanc (*Fraxinus americana*) se montre sensible au Pr et permet sa sporulation. Nous discuterons de la portée de ces résultats et des études à entreprendre pour mieux estimer les risques phytosanitaires que représente le Pr pour nos régions.

Effet des apports répétés de biosolides mixtes papetiers et résidus alcalins sur la fertilité des sols

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

¹ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de Recherche et de Développement sur les Sols et les Grandes Cultures, 2560 Boul. Hochelaga, Québec, QC.

² Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, 2425, rue de l'Agriculture, Pavillon Paul-Comtois, FSAA, Québec, QC.

Courriel : noura.ziadi@agr.gc.ca

Mots clés : biosolides mixtes papetiers, cendre de bois, boues de chaux, pH du sol, maïs

Les matières résiduelles fertilisantes provenant de l'industrie forestière, notamment les biosolides papetiers, les boues de chaux, les cendres et les écorces, sont utilisées en agriculture comme amendements organiques ou inorganiques ou comme source d'éléments fertilisants depuis des dizaines d'années. En termes de volume, les biosolides mixtes papetiers (BMP) sont de loin le résidu industriel le plus appliqué directement sur les sols agricoles. L'utilisation des BMP et de résidus alcalins en agriculture et ses effets bénéfiques à court terme sur les propriétés du sol et les rendements des cultures sont bien documentés (Camberato et al. 2006; Cabral et al. 2008; Grant et al. 2009; Lalande et al. 2009). Toutefois, l'effet à long terme d'applications annuelles a été peu étudié sous les conditions fraîches et humides du Québec. Ainsi, le présent projet visait à quantifier l'effet à long terme de l'application répétée de BMP et de résidus alcalins sur la disponibilité des éléments nutritifs sur un site agricole québécois.

L'étude s'est déroulée sur un sol loameux à Yamachiche près de Trois-Rivières afin d'examiner les retombées après neuf années d'application répétée de BMP, employés seuls ou en combinaison avec des résidus alcalins, sur la fertilité du sol, particulièrement le pH, et les teneurs en NO₃-N et PO₄-P extractibles à l'eau et quelques nutriments extractibles à la solution Mehlich-3 (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu et Zn). En plus du traitement témoin (0N) et du traitement minéral azoté (120 kg N ha⁻¹), trois doses de BMP employés seuls (30, 60 et 90 t humide ha) et trois résidus alcalins (boues de chaux, cendre de bois et chaux calcique commerciale) appliqués à 3 t humide ha⁻¹ en mélange à 30 t humide BMP ha⁻¹ ont été épandus à chaque année en post-levée. Afin de combler les besoins nutritifs de la plante, les parcelles recevant 30 t BMP humide ha⁻¹ ont reçu du nitrate d'ammonium. Les huit traitements ont été répétés quatre fois de façon aléatoire. Des échantillons de sols (0-30 cm) ont été prélevés après la récolte du maïs (*Zea mays* L.) en octobre 2008 et analysés pour le pH et les éléments P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu et Zn extractibles à la solution Mehlich-3. Le NO₃ et le PO₄ solubles à l'eau ont été déterminés à l'aide de membranes d'échanges anioniques *in situ*.

Les résultats ont montré une augmentation du pH du sol quand les résidus alcalins étaient mélangés au BMP, notamment dans le cas des boues de chaux qui ont procuré une augmentation de 1,3 unité après neuf années d'application répétée. En général, la disponibilité des nutriments du sol a augmenté avec les doses de BMP au cours des années. Les BMP ont offert des rendements similaires aux parcelles n'ayant reçu que la fertilisation minérale azotée. Nous concluons que les biosolides mixtes papetiers en combinaison avec les résidus alcalins constituent un amendement utile pour améliorer la fertilité du sol.

Références

- Cabral, F., Ribeiro, H.M., Hilário, L., Machado, L., et Vasconcelos, E. 2009. Use of pulp mill inorganic wastes as alternative liming materials. *Bioresource Technology* **99**, 8294-8298.
- Camberato, J.J., Gagnon, B., Angers, D.A., Chantigny, M.H., et Pan, W. L. 2006. Pulp and paper mill by-products as soil amendments and plant nutrient sources. *Canadian Journal of Soil Science* **86**, 641-653. Erratum (2007) **87**, 118.
- Grant, C., Ziadi, N., Gagnon, B., Flaten, D., et Schoenau, J. 2009. Integrating knowledge of nutrient forms and dynamics into improved nutrient management practices: A tribute to Régis Simard. *Canadian Journal of Soil Science* **89**, 133-144.
- Lalande, R., Gagnon, B., et Royer, I. 2009. Impact of natural or industrial liming materials on soil properties and microbial activity. *Canadian Journal of Soil Science* **89**, 209-222.

Phytodisponibilité de quelques métaux (Cu, Zn, Ni et Cd) dans des parcelles de sol ayant reçu des apports répétés de biosolides mixtes papetiers et résidus alcalins

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

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.

²Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval. 2425, rue de l'Agriculture, Pavillon Paul-Comtois, FSAA, Québec, QC, Canada G1V 0A6.

Courriel : noura.ziadi@agr.gc.ca

Mots clés: boues de chaux, cendre de bois, sous-produits magnésiens, métaux

L'industrie québécoise des produits forestiers génère de grandes quantités de résidus (biosolides papetiers, résidus alcalins, cendres, écorces) qui peuvent être utilisés en agriculture comme amendements organiques ou inorganiques ou comme source d'éléments fertilisants (Camberato et al. 2006; Grant et al. 2009). Même si ces résidus sont soumis à une réglementation nationale stricte concernant les doses d'épandage ainsi que la teneur limite en éléments traces métalliques (ÉTM) dont la toxicité sur la santé et l'environnement sont connus, il est important de s'assurer que l'épandage de ces résidus ne causera pas d'effets négatifs sur la qualité des sols agricoles et des ressources en eau, à long terme. Les études portant sur l'effet de l'épandage de biosolides municipaux et papetiers sur les propriétés intrinsèques du sol à court terme sont nombreuses. Toutefois, peu d'études ont évalué l'impact de l'application répétée de biosolides papetiers et de résidus alcalins sur l'accumulation de certains ÉTM dans le sol et les cultures au Québec. Ainsi, l'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet de l'application répétée en post-levée de biosolides mixtes papetiers (BMP) seuls ou en mélange avec des résidus alcalins sur la forme labile de quatre ÉTM, soit le cadmium (Cd), le cuivre (Cu), le nickel (Ni) et le zinc (Zn), dans la couche arable du sol, ainsi que sur la composition minérale du maïs.

L'expérience s'est déroulée de 2000 à 2008 sur un site loameux à Yamachiche, dans la région de Trois-Rivières. De 2000 à 2002, les BMP ont été apportés en post-levée à des taux de 0, 30 et 60 t ha⁻¹ (sur base humide). Les résidus alcalins, soit une chaux calcique commerciale, des boues de chaux, des cendres de bois et deux sous-produits magnésiens (un résidu de dissolution de magnésium et un résidu d'électrolyse de fonderie), ont été appliqués séparément à un taux de 3 t (humide) ha⁻¹ dans les parcelles recevant 30 t ha⁻¹ de BMP. De 2003 à 2008, une partie des parcelles traitées avec les sous-produits magnésiens ont reçu 90 t (humide) ha⁻¹ de BMP et l'autre partie a reçu une dose d'engrais N minéral selon les besoins de la culture. Du maïs-grain a été cultivé de 2000 à 2002 et une rotation haricot sec-maïs grain-soya a été établie de 2003 à 2005 suivis de trois années consécutives de maïs-grain de 2006 à 2008. Des analyses de sol (0-30 cm) et de plantes ont été effectuées à l'automne 2008.

Les résultats montrent que l'application répétée de boues de chaux a eu un effet marqué sur la répartition des formes des ÉTM dans le sol, notamment en diminuant les formes labiles du Cd et du Zn. L'application de doses élevées de BMP (90 t ha⁻¹) a, par ailleurs, augmenté l'indice de disponibilité des ÉTM dans le sol ainsi que le taux de prélèvement des ÉTM par le maïs. Ces résultats suggèrent que l'épandage à faible dose de résidus papetiers amendés avec de résidus alcalins en présence d'un complément d'engrais minéral a un effet bénéfique sur le rendement du maïs sans pour autant d'augmenter significativement la teneur en ÉTM dans les parties aériennes de la plante.

Références

- Camberato, J.J., Gagnon, B., Angers, D.A., Chantigny, M.H., et Pan, W. L. 2006. Pulp and paper mill by-products as soil amendments and plant nutrient sources. *Canadian Journal of Soil Science* **86**, 641-653. Erratum (2007) **87**, 118.
- Grant, C., Ziadi, N., Gagnon, B., Flaten, D., et Schoenau, J. 2009. Integrating knowledge of nutrient forms and dynamics into improved nutrient management practices: A tribute to Régis Simard. *Canadian Journal of Soil Science* **89**, 133-144.

Développement de formulations de grains pré-inoculés de luzerne par des *Sinorhizobium meliloti* à partir des rejets de l'industrie d'extraction d'amidon

TAREK ROUISSI¹, ROJAN JOHN¹, NAJIB MHAMDI¹, SATINDER KAUER BRAR¹, DANIELLE PRÉVOST² ET RAJESHWAR DAYAL TYAGI¹

1. Institut national de recherche scientifique, centre eau terre et environnement. 490 rue de la couronne, Québec (QC) G1k9M4

2. Agriculture et Agroalimentaire Canada | Agriculture and Agri-Food Canada, 2560 Hochelaga Blvd Québec (QC) Canada G1V 2J3

Courriel : tarekrouissi1@yahoo.fr

Mots clefs : effluent, bio-inoculant, formulation, *Sinorhizobium*, stabilité

Les effluents industriels représentent une menace continue pour l'environnement. Vu leur composition et leur abondance, la contamination des sols et la perte de fertilité des terrains agricoles ont été signalées autour des zones de rejets depuis longtemps. Dans ce travail, nous avons essayé de valoriser les effluents provenant des industries d'extraction d'amidon (SIW), pour des fins à orientation agricole, la production de bio-inoculant. En première partie, on a étudié la production de *Sinorhizobium meliloti*, bactéries fixatrices d'azote et nodulant la luzerne, partant des SIW comme milieu de croissance. Les résultats ont montré l'intérêt de l'exploitation de ces effluents (SIW) : la concentration finale en cellules dépassait les 4x10⁹UFC/ml.

En deuxième lieu, et pour parvenir à maximiser la récolte des bactéries par centrifugation, on a optimisé les conditions relatives à ce fait (pH, température, vitesse et durée de centrifugation) en utilisant la méthode de réponse de surface. Le modèle obtenu a permis de localiser une zone où il est possible de maximiser la récolte jusqu'à 20 fois. L'analyse statistique a montré que seule la vitesse et la durée de centrifugation sont déterminantes pour ce qui est rendement lors de la récolte.

Dans la seconde partie de ce travail, on a développé des formulations en suspension partant du bouillon fermenté obtenu des SIW, et conservées à 4°C. Les agents de suspension étudiés étaient le sorbitol (1,2 et 5% wt/v), les alginates de sodium (0.2,0.3 et 0.5% wt/v), le sucrose (2, 5 et 10% wt/v), le polyéthylène glycol 8000(PEG)(1,2 et 5% wt/v), le polyvinyle pyrrolidone 10000 (PVP) (1,2 et 5% wt/v), des mélanges de :PEG (1%wt/v) plus sorbitol (2% wt/v), sucrose (5% wt/v) ou alginates (0.3% wt/v), de PVP (1% wt/v) plus sorbitol (2% wt/v), sucrose(5% wt/v) ou alginates (0.3% wt/v) ont été également testés. La stabilité de ces formulations a été suivie pour 13 semaines, les paramètres étudiés étaient le pH, la viscosité et le nombre de cellules viables. Les résultats ont montré que les formulations développées se sont caractérisées par la stabilité et ont permis de maintenir la survie de *Sinorhizobium meliloti* à des concentrations supérieures à 10⁹UFC/ml (la norme de qualité des inoculants étant de 10⁷ à 10⁹UFC/ml, selon la dose appliquée).

Dans le cadre de l'évaluation de l'efficacité pratique des formulations développées, des grains de semences de la luzerne ont été enrobés avec, en premier lieu avec des formulations fraîches et en deuxième lieu avec des formulations conservées pendant 13 semaines; les grains ont été conservés à la température ambiante et la viabilité des cellules a été suivie pendant cinq mois. Les résultats obtenus montrent que les formulations fraîches développées à partir de mélange de polymères et de sucre (PVP+ sorbitol, PVP+ sucrose ; PEG+ sorb, PEG+ sucrose) permettent de maintenir une concentration de cellules viables par graine dans la marge des normes canadiennes de la qualité des inoculants pour la luzerne (10³UFC/graine).

Réalisation des grilles de fertilisation par la Méta-analyse

NICOLAS SAMSON¹, ANNIE PELLERIN² ET LÉON-ÉTIENNE PARENT¹.

¹Université Laval, sols et génie agroalimentaire, Québec

²Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, Ste-Martine.

Courriel : nicolas.samson@fsaa.ulaval.ca

Mots clés : Méta analyse, fertilisation.

Les méta-analyses rassemblent et traitent les informations diversifiées provenant de plusieurs études poursuivant le même objectif. Très utilisées en sciences sociales, biologiques et médicales, elles ont été récemment appliquées avec succès aux concepts de fertilisation (Tonito et al, 2007; Valkama et al., 2009). Le but de la méta-analyse est d'analyser un patron de réponses à partir des facteurs et des effets identifiés à travers un réseau d'essai localisé. En général, une étude réalisée dans une revue de littérature traite au cas par cas alors que la méta-analyse permet de regrouper un ensemble d'étude ayant des objectifs similaires.

Les méta-analyses permettent séparer des patrons de réponse en sous groupe (ex : texture, classe de fertilité, climat, mode d'application, dose d'engrais etc.) d'intégrer des modèles de réponses et de pondérer les réponses par rapport au terme d'erreur ou au bruit de fond dans les champs. La première démarche à réaliser avant les méta-analyses consiste à monter une base de données ayant un maximum d'information (année de l'étude, analyse des sols, des plantes, données climatiques etc.) pouvant servir de critère lors de la formation des sous groupes ou classes.

Dans le prochain guide de fertilisation du CRAAQ qui paraîtra en 2010, plusieurs recommandations dans les cultures vont passées en mode méta-analyse (ex : le phosphore dans la pomme de terre, le maïs, les crucifères, le soya etc.). Par exemple dans le cas du phosphore, des fichiers ont été montés et classés en sous groupe en fonction de leur saturation en phosphore $(P/AI)_{M3}$. L'avantage de la méta-analyse est de pondérer chacune des études, en se servant de l'erreur expérimental de cette étude. Une étude ayant un coefficient de variation plus faible aura plus de poids dans la méta-analyse. La réalisation de méta-analyse nécessite des fichiers de grandes envergures afin d'améliorer la précision de la réponse.

Dans le cadre d'essai de fertilisation, cette méthode nous permet d'identifier pour chacun des sous-groupes (ex : $(P/AI)_{M3}$), une dose moyenne pour laquelle une augmentation de rendement significative a été observée en comparaison avec un traitement témoin. Ainsi en prenant l'exemple du $(P/AI)_{M3}$, la dose retenue en phosphore (kg P_2O_5 /ha) pour une classe de $(P/AI)_{M3}$ (ex. : 0-2,5% – 2.6-5.0% etc.) distincte deviendra la valeur cible de recommandation. Il est ainsi possible d'établir une valeur de recommandation pour chacune des classes.

Références

Tonito, C., M.B. David et L.E. Drinkwater. 2006. Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, ecosystems and environment* 112: 58-72.

Valkama, E, R. Uusitalo, K Ylivainio, P. Virkajärvi et E. Turtola. 2009. Phosphorus fertilization: A meta-analysis of 80 years of research in Finland. *Agriculture, ecosystems and environment* 130: 75-85.

Insectes nuisibles des gazons sur les terrains de golf et les espaces verts urbains : relation avec le sol

L. Simard. Centre de recherche et développement en horticulture, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec), Canada J3B 3E6

Les insectes ravageurs du gazon causent des dommages considérables à plusieurs espèces de graminées à gazon de nos espaces verts. À l'état larvaire et/ou adulte, les insectes ravageurs du gazon sont en étroite relation avec le sol car ils y passent pour la plupart la majeure partie de leur développement. De façon générale, des études indiquent que le type de sol et l'humidité du sol sont les principaux facteurs influençant le développement et l'incidence des insectes ravageurs du gazon. Sur les terrains de golf du Québec, le charançon du pâturin annuel, *Listronotus maculicollis* (Coleoptera: Curculionidae), est principalement retrouvé dans le gazon cultivé sur le sable fin. Ce type de sol favoriserait les derniers stades larvaires lorsqu'ils se nourrissent à la base des tiges ou des couronnes dans les premiers centimètres du sol. L'humidité du sol est déterminante pour la survie de plusieurs insectes dont la tipule des prairies, *Tipula paludosa* (Diptera: Tipulidae). Les œufs et les larves de la tipule sont très sensibles à la dessiccation et à l'excès d'eau. Le drainage des zones où l'eau tend à s'accumuler de façon excessive, l'irrigation adéquate du gazon et l'aération du sol peuvent contribuer à réduire les populations de la tipule. En plus d'influencer directement les insectes ravageurs, les caractéristiques du sol sont importantes quant à l'efficacité des méthodes de contrôle chimiques et biologiques.

Étude exploratoire de la résistance à la rouille vésiculeuse de pins hybrides à cinq aiguilles

M. Simard, D. Rioux, A. Jobin-Piché et P. Tanguay

Centre de foresterie des Laurentides, Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada, Québec (Québec), Canada G1V 4C7

En Amérique du Nord, depuis près de cent ans, la rouille vésiculeuse du pin blanc cause des dommages considérables aux pins à cinq aiguilles. Un programme d'amélioration mis en place dans les années 1950 a permis d'obtenir des hybrides présentant une meilleure résistance au *Cronartium ribicola*. Des hybrides de première génération (79N001, 79N002, 79N003, 79N004, 79N005) ont été rétrocroisés avec le *Pinus strobus* et le tissu embryogène de plus de 600 génotypes hybrides (*wallichiana x strobus*) *x strobus* a été cryoconservé. Chaque année depuis 2007, des semis somatiques sont produits pour 30 à 70 génotypes et leur résistance à la rouille vésiculeuse est évaluée. Trois ans après l'inoculation, quatre des 28 lignées inoculées en 2007 semblent présenter une résistance à la rouille. Les clones des lignées 584-1, 584-2 et 631-4 ont survécu respectivement dans une proportion de 89, 88 et 100 % et ne présentent pas de symptômes de la maladie. Par contre, 89 % des clones de la lignée 541-2 survivent, mais présentent des chancres au tronc. Ces lignées ont été réinoculées à l'automne 2009 et des prélèvements sont réalisés afin de faire la caractérisation microscopique et moléculaire de la croissance du champignon et des mécanismes de résistance chez ces pins hybrides.

Développement et validation d'un indice spectral de brillance traduisant la variabilité spatiale des propriétés physico-chimiques des sols.

JEAN-DANIEL SYLVAIN¹, AUBERT R. MICHAUD² ET GOZE-BERTIN BÉNIÉ¹.

¹ Université de Sherbrooke, Département de géomatique appliquée, Québec

² Institut de recherche et développement en agroenvironnement, Québec.

Courriel: jean-daniel.sylvain@usherbrooke.ca

Mots clés : un, deux, trois, quatre, cinq (maximum).

L'information pédologique actuellement disponible ne permet pas de réaliser un portrait adéquat de la distribution spatiale des propriétés du sol dans le cadre d'une gestion localisée et nécessite une mise à jour (update) et une mise à niveau (upgrade). Or, les méthodes de prospection pédologique traditionnelle sont lentes et nécessitent un déploiement important de ressources matérielles, financières et humaines. Les méthodes de cartographie numérique des sols, qui permettent d'intégrer une multitude de variables environnementales en vue de prédire les propriétés des sols, représentent une option intéressante permettant de diminuer les coûts associés à la cartographie des sols.

Au cours des dernières années, plusieurs travaux ont démontré que l'information dérivée des modèles numériques d'élévation permettait de cerner une partie de la variabilité spatiale des sols (Moore et al, 1993). Malgré cela, la nature complexe du relief et l'évolution des sols sont influencées par d'autres facteurs environnementaux ayant modifié l'évolution du matériel parental (McBratney et al, 2003). À cet égard, l'imagerie multispectrale acquise sur sols nus représente une source de données auxiliaires en mesure de compléter le pouvoir explicatif des données altimétriques sur la variabilité des propriétés et le régime hydrique des sols (Ben-Dor, 2002; Lobell and Asner, 2002). L'objectif de cette étude est d'évaluer l'intérêt que présente l'imagerie multispectrale pour caractériser le gradient de drainage et les propriétés physico-chimiques des sols. Plus spécifiquement, nous allons étudier le pouvoir explicatif d'un indice de brillance normalisé sur les propriétés de surface des sols en laboratoire et au champ. La présente communication traitera uniquement du volet laboratoire.

Pour ce faire, des mesures de réflectance ont été acquises en laboratoire à l'aide d'un spectroradiomètre ASD Pro FR sur 120 cylindres de sols non perturbés durant un processus de séchage. Les données de réflectance acquises ont permis de simuler des bandes du capteur Landsat TM et de calculer deux indices de brillance des sols combinant les bandes du rouge (TM3) et du proche-infrarouge (TM4). Des analyses en laboratoire ont permis de déterminer le contenu en sable (%), en argile (%), en limon (%) et en matière organique (%). L'humidité volumétrique des échantillons a été déterminée à partir du poids gravimétrique des cylindres de sol à chaque mesure de réflectance. L'indice de brillance calculé a été mis en relation avec les variables mesurées sur chaque échantillon en vue d'étudier son pouvoir explicatif sur les propriétés de surface.

Jusqu'à présent, les travaux en laboratoire ont permis de valider la relation qui existe entre l'humidité des sols et l'indice de brillance (R^2 : 0,55). Il semble que la normalisation de l'indice de brillance permet de diminuer l'effet de la matière organique et améliorer l'estimation de l'humidité de surface. D'autre part, l'indice de brillance mesuré en condition sèche serait sensible au taux de matière organique (R^2 : 0,5-0,6). Dans un avenir rapproché, les relations obtenues en laboratoire seront appliquées à l'échelle du champ par l'entremise d'images satellitaires prises en conditions printanières afin de produire une couverture spatiale continue. Ultiment, l'information tirée de l'imagerie multispectrale sera combinée à l'analyse spatiale d'un modèle numérique d'élévation de haute résolution afin de produire des unités homogènes de gestion ayant un type de sol et une classe de drainage similaire.

Références

- Ben-Dor, E., 2002, Quantitative remote sensing of soil properties. p.173-243 - in Adv. in Agr. **75**, Academic Press inc., San Diego, USA.
- Lobell, D.B. and Asner G.P., 2002, Moisture effects on soil reflectance, Soil Sci. Soc. Am. J. **66** (3), p. 722-727.
- McBratney, A. B., Mendonça-Santos, M. L. and Minasny B. , 2003, On digital soil mapping, Geoderma, **117**, p.3-52.
- Moore, I. D., Gesler, P. E. , Nielsen, G.A. and Peterson, G.A., 1993, Soil attribute prediction using terrain analysis, Soil Sci. Soc. Am. J., Vol. 57, n° 2, p. 443-452.

Outil moléculaire pour la détection précoce du *Ceratocystis polonica*, un champignon pathogène exotique qui infecte les épinettes.

PHILIPPE TANGUAY, JOSYANNE LAMARCHE ET RICHARD C. HAMELIN.

Ressources naturelles Canada, Centre de foresterie des Laurentides, Québec
Courriel: Philippe.Tanguay@RNCan.gc.ca

Mots clés : *Ceratocystis polonica*, détection, PCR en temps réel

Ceratocystis polonica est un champignon phytopathogène qui est disséminé par différentes espèces de scolyte dont la principale est *Ips typographus*. Ce champignon de bleuissement est pathogène d'espèces appartenant au genre *Picea*. Bien que présentement absent du paysage nord américain, il est considéré comme l'un des plus importants ravageurs potentiels de la forêt boréale. Il est cependant très difficile de distinguer *C. polonica* des autres espèces appartenant au complexe *C. coerulescens* qui sont, quant à elles, indigènes en Amérique du Nord. Nous avons donc entrepris la mise au point d'un test moléculaire afin de permettre la détection et l'identification rapide de *C. polonica*. À cette fin, les gènes *ITS*, β -tubuline, et *HMG* provenant d'isolats de *C. polonica* ainsi que d'isolats appartenant à des espèces apparentées à *C. polonica* ont été séquencés. Des amorces ciblant des régions spécifiques à *C. polonica* ont été testées en PCR en temps réel. Ces essais ont été réalisés avec de l'ADN extrait de cultures pures de *Ceratocystis* ainsi qu'avec de l'ADN extrait de spécimens de scolytes européens et américains. Nous avons identifié une paire d'amorces spécifique qui amplifie un fragment du gène de la β -tubuline et qui permet de détecter tous les échantillons de *C. polonica* issus de cultures pures. Ce test nous a aussi permis de détecter *C. polonica* sur un spécimen de *I. typographus*. Cet outil de détection moléculaire fiable permettra de déceler rapidement une introduction de *C. polonica* et de contrôler sa dissémination en Amérique du Nord.

Fertilisation azotée en post-levée du maïs-grain sous semis direct

GILLES TREMBLAY¹, JULES BLANCHETTE², ÉRIC THIBAUT³ ET PIERRE FILION⁴

¹CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil,

²MAPAQ, Joliette,

³Techno-Champ 2000, Napierville,

⁴MAPAQ, Sainte-Martine

Courriel : gilles.tremblay@cerom.qc.ca

Mots clés : Fertilisation, azote, maïs-grain, semis direct.

Les producteurs en grandes cultures du Québec suivent la tendance générale imprimée à l'agriculture nord-américaine soit l'augmentation des superficies sous semis direct. Une période de transition pouvant varier de 3 à 5 ans est généralement nécessaire avant de pouvoir tirer tous les bénéfices associées à cette pratique agricole. Pour bien réussir sous semis direct, il faut parvenir à gérer adéquatement les résidus laissés en surface. L'apport des engrais pour rencontrer les besoins nutritifs du maïs-grain est généralement réalisé en deux étapes : un premier apport est amené en bandes au semis pour le phosphore, le potassium ainsi qu'une fraction de l'azote et les quantités résiduelles d'azote sont apportées lors du second apport avant que le maïs-grain n'atteigne le stade phénologique de 6 à 8 feuilles. En régie conventionnelle, il est recommandé d'apporter l'azote en l'incorporant au sol entre les rangs de maïs-grain. Il est possible de réaliser la même opération sous semis direct à l'aide d'équipements adaptés à la présence des résidus. En semis direct, certains producteurs apportent l'azote nécessaire au maïs-grain sous forme d'urée à la volée, sans incorporation au sol. Cette pratique pourrait se traduire par des pertes potentielles sous forme d'ammoniac (NH₃) vers l'atmosphère et ainsi contribuer aux gaz à effet de serre (GES) responsables du réchauffement climatique mondial. Certaines conditions peuvent favoriser les pertes sous forme d'ammoniac lorsque l'urée est appliqué à la volée et non incorporée : l'absence de pluie suivant l'application, la quantité des résidus présents à la surface du sol, les températures élevées, les pH élevés du sol, les sols avec de faibles contenus en argile ou en matière organique et l'application sur un sol humide suivi de conditions asséchantes.

Afin de vérifier le bien-fondé agronomique de cette pratique, douze essais ont été réalisés généralement sur des sols argileux avec de faibles pentes qui étaient pratiquement tous en semis direct depuis au moins cinq ans. La moitié de ces essais ont été réalisés dans la région de Lanaudière et l'autre moitié en Montérégie. De plus, nous avons aussi comparé deux formes d'azote, l'urée et le nitrate, dans sept des douze essais. De cinq à six doses ont été évaluées dans chaque essai selon des dispositifs en blocs complets aléatoires répétés trois fois. La quantité de démarrage lors du semis était de 50 à 55 kg N/ha et les quantités ajoutées au stade de trois à six feuilles ont varié de 70 à 190 kg N/ha pour un total variant de 50 à 240 kg N/ha. Nous discuterons avant tout des rendements obtenus mais nous avons aussi évalué la teneur en eau et le poids spécifique des grains. Nous n'avons pas évalué les pertes potentielles d'azote sous forme d'ammoniac car cette évaluation exige de l'équipement sophistiqué dont nous ne disposons malheureusement pas.

Le rendement moyen mesuré sur l'ensemble des essais a été de plus de 10 000 kg/ha. L'apport d'azote a été significatif sur les rendements en grains dans 11 des 12 essais. L'ajout d'azote en post-levée a donc eu un effet significatif et a permis d'obtenir des rendements en grains plus élevés. Les doses économiques optimales (DEO) ont varié de 130 à 180 kg N/ha dans 10 des 12 essais. Ces doses optimales sont similaires à celles recommandées dans les grilles du CRAAQ, recommandations qui sont fixées de 120 à 170 kg N/ha. Dans les deux derniers essais, les DEO ont été de 220 et 230 kg N/ha. L'absence de pluie cumulée à des températures élevées au cours des journées suivant l'apport d'azote ont sans doute fait augmenter les pertes par volatilisation dans ces deux essais. Nous avons comparé deux formes d'azote : urée et nitrate. L'utilisation à la volée ou incorporée du nitrate a permis d'obtenir de meilleurs rendements dans deux des sept essais. L'urée s'est avérée meilleure que le nitrate dans un seul essai. Dans les quatre derniers essais, les rendements obtenus étaient similaires.

L'apport d'urée à la volée et non incorporé au sol a donné des rendements équivalents ou supérieurs aux rendements obtenus lorsque l'urée était incorporée au sol dans 8 des 12 essais, soit 2 fois sur 3. En consultant les données climatiques des stations météorologiques les plus proches des quatre sites d'essai où les rendements ont été supérieurs lorsque l'urée était incorporée, nous avons constaté qu'il n'y avait pas eu de pluie en quantités significatives (5-10 mm) au cours des deux à trois journées suivant l'application de l'engrais. L'efficacité de l'urée apportée à la volée pourrait être grandement améliorée si cette application était programmée en fonction des niveaux de probabilité des pluies à venir émises par les prévisions météorologiques régionales.

Effet de résidus de désencrage (RDD) sur la neutralisation du pH du sol, sur les rendements et la qualité des récoltes

GILLES TREMBLAY¹ ET SIMON ROY²

¹CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil,

²Biogénie, division d'EnGlobe Corp.

Courriel : gilles.tremblay@cerom.qc.ca

Mots clés : Résidus de désencrage (RDD), pH, rendement.

Deux sols contrastés, un sol lourd et un sol léger, ont été retenus afin de réaliser une expérimentation portant sur l'effet de résidus de désencrage (RDD) sur la neutralisation du pH du sol, sur les rendements et la qualité des récoltes. Les deux sols étaient ensemencés en blé au cours de la saison 2007. Le premier sol de texture argileuse était situé à Mercier près de Sainte-Martine sur les terres d'un producteur agricole et le second, de texture sableuse, était localisé à Lavaltrie sur les terres du CIEL (Centre d'Innovation et d'Expérimentation de Lanaudière).

En septembre 2007, les sols de Mercier et de Lavaltrie avaient respectivement des pH eau de $6,12 \pm 0,18$ et $5,53 \pm 0,20$ et des pH tampon de $6,59 \pm 0,11$ et $6,48 \pm 0,09$. Les pouvoirs neutralisants de deux sources de RDD ont été comparés à celui d'une chaux hydratée. Les pouvoirs neutralisants en équivalent CaCO_3 (% E.C.C.) de la chaux hydratée et des deux RDD (RDD1 et RDD2) étaient respectivement de 130, 50 et 46. Les besoins en chaux de chacun des sols ont été calculés selon les informations présentées au chapitre 3 portant sur l'acidité et le chaulage du guide de référence en fertilisation (2003) publié par le CRAAQ. Pour un pH tampon de 6,5 et un pH eau cible de 6,5 pour des sols minéraux, les besoins en chaux pour les sols de Mercier et de Lavaltrie étaient fixés à 5,4 t/ha (chaux avec un indice de valeur agricole (IVA) de 75 %, épandue à 2 % d'humidité). Trois traitements de chaux hydratée ont été réalisés : 50, 100 et 150 % de la dose recommandée. Des traitements équivalents ont été calculés pour chacun des deux RDD et basés sur leur IVA respective. Pour la détermination de l'IVA l'équation suivante a été utilisée : $\text{IVA} = \text{pouvoir neutralisant} \times \text{efficacité}$. L'efficacité des RDD a été fixée de manière arbitraire à 100% pour les fins de l'étude. Un dernier traitement ne recevait aucun produit neutralisant et servait de témoin. Le dispositif expérimental utilisé sur chacun des sites était un dispositif en tiroirs avec l'espèce en rotation en parcelles principale (soya et maïs) et les traitements (10) en sous-parcelles répétés en quatre blocs complets. Les parcelles ensemencées en soya en 2008 étaient ensemencées en maïs-grain en 2009 et vice-versa.

L'unité expérimentale était composée de quatre rangs espacés de 76 cm par 12 m de longueur pour une surface totale approximative de 36 m². Les quantités de produits associés à chacun des traitements ont été appliquées uniformément à la main sur chacune des parcelles au cours du mois de septembre 2007. Ces produits ont été incorporés au sol à l'aide d'un rotoculteur. Suite à l'incorporation des produits chaulants réalisée en septembre 2007, aucun autre travail primaire du sol n'a été réalisé sur les parcelles. Les parcelles de maïs-grain et de soya ont été ensemencées sous semis direct en mai 2008 et 2009 à l'aide d'un semoir de type MONOSEM avec des entrerangs de 76 cm. Le pH eau du sol a été évalué à partir d'échantillons de sol de l'horizon 0-20 cm recueillis à 7 reprises suite à l'application des traitements: en novembre 2007, en juin, août et novembre 2008 et finalement en mai, août et octobre 2009. Les rendements en grains des deux espèces ont été évalués en 2008 et en 2009.

L'espèce cultivée (C) et l'interaction de l'espèce par le traitement (C x T) n'ont généralement pas eu d'impact significatif sur le pH eau du sol sur les deux types de sol à l'exception de l'échantillonnage réalisé en mai 2009 au site de Mercier. Le pH eau du sol des parcelles ensemencées en maïs-grain était alors significativement supérieur (7,40) comparativement au pH des parcelles ensemencées en soya (7,29). Les traitements à base de chaux ont eu des effets significatifs sur le pH du sol dès l'échantillonnage de novembre 2007 et les différences ont persévéré jusqu'en octobre 2009. La composante linéaire de la dose de chaux a toujours été significative et positive tandis que sa composante quadratique ne l'a été qu'occasionnellement. Les traitements à base de RDD ont eu des effets significatifs sur le pH eau du sol sur les deux types de sol à partir du mois de juin 2008. Les deux types de RDD ont généralement exercé des effets linéaires significatifs en augmentant le pH eau du sol comparativement au témoin. Les pouvoirs chaulants des traitements à base de chaux ont toujours été supérieurs aux pouvoirs chaulants des deux RDD à l'exception de l'échantillonnage réalisé au site de Mercier en août 2008. L'utilisation de contrastes permet toutefois de démontrer que les rendements en grains du témoin ont été significativement inférieurs aux neuf traitements chaulants sur les deux sites en 2008. Il n'y avait aucune différence significative en 2009. Il n'y avait pas de différences significatives entre les traitements chaulants et le témoin pour le rendement en grains du soya au cours de toute l'expérimentation.

Un gros merci à tous nos commanditaires !



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada



*Agriculture, Pêcheries
et Alimentation*

Québec 



Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement



MONSANTO
imagine 



Fédération des
Producteurs de Cultures Commerciales
du Québec

