



**ASSOCIATION  
QUÉBÉCOISE  
DE SPÉCIALISTES  
EN SCIENCES  
DU SOL**

Volume X, Numéro 2

Février 1999

---

# BULLETIN - AQSSS

---

## SOMMAIRE

<b>LE MOT DU PRÉSIDENT</b> .....	3
<b>PETIT HISTORIQUE DES CONGRÈS DE L'AQSSS</b> .....	4
<b>LES PRIX DE L'AQSSS</b> .....	5
APPEL DE CANDIDATURE POUR LE PRIX AUGUSTE SCOTT.....	5
PRIX ROGER BARIL .....	5
PRIX AQSSS .....	5
<b>TREIZIÈME CONGRÈS: APPEL DE TITRES</b> .....	6
<b>RÉSUMÉS DU 12<sup>E</sup> CONGRÈS TENU À L'UNIVERSITÉ LAVAL</b> .....	7
CONFÉRENCIERS INVITÉS .....	7
SESSION I. SOLS FORESTIERS .....	8
SESSION II. ENVIRONNEMENT .....	10
SESSION III. VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE .....	12
SESSION IV. FERTILITÉ.....	13
SESSION V. AMENDEMENTS .....	15
AFFICHES.....	17

Dépôt légal Bibliothèque nationale du Québec

ISSN 0838 4495

---

AQSSS, Complexe scientifique du Québec, a/s Rock Ouimet MRN,  
2700. rue Einstein. Sainte Foy. Québec G1P 3W8

---

## CONSEIL D'ADMINISTRATION 1998-1999

---

Président: **Rock OUIMET**, Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles, Sainte-Foy, QC, G1P 3W8. rock.ouimet@mrn.gouv.qc.ca

Président sortant: **Richard BEAULIEU**, MEF, Serv. de l'assainissement agricole et des activités de compostage, 675, René-Lévesque, Québec, QC, G1R 5V7.  
richard.beaulieu@mef.gouv.qc.ca

Vice-président: **Guy MEHUYS**, Dép. des Sciences des Ress. Nat., Campus Macdonald, Univ. McGill, 21111, Lakeshore Road, Ste-Anne-de-Bellevue, QC H9X 3V9. mehuy@nrs.mcgill.ca

Trésorière: **Lucie GRENON**, Agriculture et agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 350 rue Franquet, Sainte-Foy, QC, G1P 4P3. grenonl@em.agr.ca

Secrétaire: **Claude LAPIERRE**, Agriculture et agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560, boul. Hochelaga, Sainte-Foy, QC, G1V 2J3. lapierrec@em.agr.ca

Directeurs: **Lucien M. BORDELEAU**, BIOLISTIK Ltée, 1491, J.C. Cantin, Cap Rouge, QC G1Y 2X7. bordelea@total.net

**Isabelle ROYER**, Centre de Recherches, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2560, boul. Hochelaga, Ste-Foy, QC G1V 2J3. royeri@em.agr.ca

Édition **Rock OUIMET**

---

L'Association Québécoise de Spécialistes en Sciences du Sol est un organisme à but non-lucratif qui regroupe 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, d'être admis par le comité d'admission et de payer la cotisation annuelle fixée par l'assemblée générale.

Le bulletin de l'AQSSS est une publication bisannuelle éditée en janvier et mai. Toute contribution au bulletin est bienvenue. Faire parvenir vos textes, photos et propositions à l'éditeur.

## Le mot du président

Aujourd'hui, à chaque 10 secondes la population mondiale s'accroît de 27 personnes. Depuis le développement de l'agriculture il y a environ 12,000 ans, la population d'*Homo sapiens* a cru de façon exponentielle. De même a-t-elle utilisé des ressources de la planète. De nos jours nous consommons ou employons directement près de la moitié de la production biologique terrestre et plus de la moitié de l'eau douce du globe.

Avec un peu de chance, ces 27 personnes auront assez de nourriture, d'eau potable et de commodités pour vivre décemment. Pour vivre décemment, il faudra cependant intensifier les productions agricoles, récolter plus de forêt pour le bois et l'espace d'habitation et générer des tonnes de déchets solides et liquides.

Je suis toujours ébahi devant la capacité de support de notre planète, capacité si grande qu'elle semble incommensurable. Au Québec, nous sommes choyés par la quantité et la qualité des ressources dites renouvelables (agricoles, hydriques, forestières). Pourtant, je ne peux m'empêcher de ressentir une certaine crainte devant des faits qui interpellent une réflexion urgente sur notre mode de vie en tant que société. En voici quelques exemples :

- Les sols en monocultures au Québec se sont en général dégradés (rapports de Tabi et al. 1990);
- Il y a maintenant un consensus généralisé que les changements climatiques que nous connaissons sont causés en bonne partie par l'activité humaine;
- L'exploitation forestière, la fragmentation du territoire et la pollution entraînent non seulement une perte de biodiversité dont nous ignorons parfois le rôle, mais ces activités humaines modifient également les processus écologiques -et pédologiques- : érosion, pédogénèse, cycle hydrologique, thermique, des éléments nutritifs, ressources génétiques, etc.
- Malgré l'amélioration de la qualité des eaux de certains bassins versants, l'eau potable demeure une ressource problématique dans plusieurs localités.
- Même dans certains milieux peu altérés directement par les activités humaines tels les forêts, on note une baisse de fertilité due à la pollution atmosphérique.

La capacité de support du milieu terrestre repose en grande partie sur ses sols et, en notant quelques-uns des faits mentionnés, je m'interroge si elle n'a pas été atteinte, ou surestimée. Les chercheurs en sols considèrent déjà depuis quelques années l'aspect environnemental de leur domaine de recherche, ce qui se traduit, aux congrès annuels de l'AQSSS par exemple, en communications de plus en plus nombreuses sous les thématiques de l'environnement, de la valorisation des résidus industriels et des pratiques de conservation et d'amélioration de la fertilité des sols.

En l'occurrence au dernier congrès de l'AQSSS, tenu conjointement avec le Northeastern Forest Soil Conference (NEFSC) à l'université Laval, une centaine de participants ont assisté aux 50 communications livrées pour l'occasion. J'en profite pour remercier tous les gens qui ont participé de près ou de loin à l'organisation de ce congrès, ainsi qu'aux nombreuses personnes-ressources qui ont organisé les trois jours de visite pédologique dans Portneuf, la Beauce, et la réserve des Laurentides.

Soulignons que le docteur **Lucien Bordeleau** s'est mérité le Prix Auguste Scott pour l'ensemble de son oeuvre dans le domaine de la microbiologie des sols. Le Prix Roger Baril a été attribué à **Marie-André St-Pierre** (université Laval); **Rebecca Tremblay** (université Laval) et Sonja Kosuta (université McGill) ont remporté la deuxième et troisième place, respectivement. Quant au prix AQSSS de la meilleure affiche, **Benoît Hamel** de l'UQÀM a remporté les honneurs.

Le prochain congrès annuel de l'AQSSS aura lieu du 16 au 18 août 1999 au campus Macdonald de l'université McGill, à Sainte-Anne-de-Bellevue. Le thème du congrès sera : «**La qualité des sols : des concepts à la réalité**». Nul doute qu'il y aura au moins 27 personnes intéressées à participer au congrès... c'est un rendez-vous à ne pas manquer. Consultez l'appel de titre à l'intérieur du bulletin pour y participer.

Bonne fin d'hiver,

Rock Ouimet, ing.f., Ph.D.  
Président de l'AQSSS

## Petit historique des congrès de l'AQSSS

Date de l'assemblée générale	Président	Lieu du congrès	Thème du congrès	Prix Auguste Scott	Prix Roger Baril
27 octobre <b>1987</b>	Marton Tabi	Saint-Hyacinthe	La podzolisation des sols		
24 mai <b>1988</b>	Fernand Pagé	Sainte-Foy	Les sols organiques, un milieu de culture à découvrir et à exploiter.	Thi Sen Tran	
3 mai <b>1989</b>	Fernand Pagé	Sainte-Foy	La fertilisation intégrée des cultures: Une approche à développer	Marcel Giroux	
25 octobre <b>1990</b>	Claude Camiré	Sainte-Foy	Le dépérissement des érablières: Causes et solutions possibles	Fernand Pagé	
7 octobre <b>1991</b>	Régis Simard	Drummondville	Les amendements organiques et la productivité du sol	Christian de Kimpe	Daniel Avon
5 octobre <b>1992</b>	Régis Simard	Beaupré	La qualité des sols	Angus F. Mackenzie	Martin Chantigny
12 octobre <b>1993</b>	Léon-Étienne Parent	Sainte-Anne-de-Bellevue	La science du sol dans la dynamique environnementale	Michel Nolin	Bernard Pelletier
11 octobre <b>1994</b>	Léon-Étienne Parent	Lenoxville	La variabilité spatio-temporelle des propriétés du sol	Denis Côté	Robert Bradley
27 juillet <b>1995</b>	Léon-Étienne Parent	Ste-Foy	Dynamique des éléments dans les écosystèmes terrestres	Marton Tabi	Isabelle Royer
16 octobre <b>1996</b>	Régis Simard	Saint-Hyacinthe	Les nouveaux défis en sciences du sol	Léon-Étienne Parent	1) Jean-Pierre Mvondo Awondo, 2) Mauro Pezzente, 3) Isabelle Breune <b>Prix AQSSS:</b> Noura Ziadi
25 août <b>1997</b>	Denis Côté	Lac Beauport	Le sol et l'eau: deux ressources à gérer en interrelations	Régis Simard	1) Louis Duchesnes, 2) François Marquis, 3) Jacinda Richman <b>Prix:</b> AQSSS: Annie Clark
4 août <b>1998</b>	Richard Beaulieu	Sainte-Foy	La science du sol au service du développement durable en foresterie et en agriculture	Lucien Bordeleau	1) Marie-André St-Pierre, 2) Rebecca Tremblay 3) Sonja Kosuta <b>Prix AQSSS:</b> Benoît Hamel

Claude Lapierre, géom., M.Sc.  
Secrétaire de l'AQSSS

## Les prix de l'AQSSS

### **Appel de candidature pour le prix Auguste Scott**

Le prix Auguste Scott est décerné à un membre s'étant le plus 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.

La récompense est constituée d'un prix honorifique (trophée-pelle et 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 avant le 1<sup>ier</sup> août 1999 au président de l'association à l'adresse suivante:

**Rock OUMET**, Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles, Sainte-Foy, QC, G1P 3W8

### **Prix Roger Baril**

Pour une nouvelle fois, l'AQSSS soulignera les trois meilleures présentations étudiantes réalisées lors de son congrès annuel, par la remise du prix Roger Baril. L'attribution de ce prix a pour objectif de promouvoir la participation des étudiants des deuxième et troisième cycles au congrès et la présentation de conférences de qualité. Tous les étudiants membres, effectuant des présentations, sont éligibles à recevoir le prix Roger Baril, dorénavant constitué de bourses et de certificats d'attestation de l'AQSSS pour les trois meilleures présentations. Les prix seront remis à la fin du Congrès de l'AQSSS, par un comité d'évaluation formé de quatre membres de l'Association.

### **Prix AQSSS**

Pour la troisième fois, il y aura une session consacrée aux affiches scientifiques au 13<sup>e</sup> Congrès de l'AQSSS. Le prix AQSSS sera alors décerné à la meilleure affiche présentée par un étudiant. Ce prix est constitué d'une bourse et d'un certificat d'attestation de l'AQSSS.

## Treizième Congrès: appel de titres

*L'Association Québécoise de Spécialistes en Sciences du Sol*

*vous invite à présenter une communication à son 13<sup>e</sup> congrès ayant pour thème :*

***La qualité des sols : des concepts à la réalité***

***du 16 au 18 août 1999,***

***au Collège MacDonald de l'Université McGill, Ste-Anne-de-Bellevue, Québec***

Des conférenciers ont été invités à présenter leur point de vue scientifique sur la qualité des sols. Le congrès s'étend sur trois jours. Une tournée aura lieu le 18 août, précédée de deux jours de conférences les 16 et 17 août.

Les conférences libres sur tous les sujets liés aux sciences du sol sont bienvenues. Une session d'affichages est prévue au programme. Nous faisons un appel particulier aux étudiants qui pourraient alors se mériter le prix Roger Baril décerné à la meilleure communication ou le prix AQSSS décerné au meilleur affichage.

Consultez le site web de l'AQSSS pour plus d'information : [http:// www.sbf.ulaval.ca/aqsss.html](http://www.sbf.ulaval.ca/aqsss.html)

---

---

**Titre proposé : date limite : 15 avril 1999**

---

---

Ex. Pelletier\*, B. et J. Fyles. L'utilisation de l'approche multivariée pour étudier l'influence des arbres sur le statut nutritif du sol.  
Campus Macdonald de l'Université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue. Québec.

\* : conférencier.

SVP. cochez:  Étudiant-chercheur  Chercheur  
 Communication orale  Affiche

SVP, retournez par poste, télécopie ou messagerie électronique à Isabelle Royer.

---

---

**Préinscription : date limite : 15 juin 1999** (à suivre dans votre courrier ou sur le site internet :  
[http:// www.sbf.ulaval.ca/aqsss.html](http://www.sbf.ulaval.ca/aqsss.html))

---

---

Faites parvenir votre proposition de communication à :

Isabelle ROYER

Centre de Recherches, Agriculture et Agroalimentaire Canada

2560, boul. Hochelaga, Ste-Foy

QC G1V 2J3

Fax : (418) 648-2402

CÉ : royeri@em.agr.ca

Site internet : [http:// www.sbf.ulaval.ca/aqsss.html](http://www.sbf.ulaval.ca/aqsss.html)

# Résumés du 12<sup>e</sup> congrès tenu à l'Université Laval

## CONFÉRENCIERS INVITÉS

**M.K. Mahendrappa. Nutrient Cycling Characteristics: indicators of sustainable forest management.** Nat. Res. Canada, Box 4000, Fredericton, NB, E3B 5P7, Tel.: 506-452-3549, Fax: 506-452-3525, Email : dirtman@fcmr.forestry.ca .

Like atoms are the building blocks of matter nutrient cycling are the basic units of food chains in the ecosystems. Resiliency and stability of any ecosystem is dependent on the speed with which nutrient cycling reestablishes itself into a stable status after disturbances. Sustainability of forest ecosystems therefore can be defined in terms of nutrient cycling characteristics. During the presentation nutrient cycling in different components of forest ecosystems shall be described and the importance of each of these for sustainable forest management shall be discussed.

**A. N'Dayegamiye. La qualité ou la santé des sols agricoles et forestiers définie par la biodiversité microbienne et végétale.** CRES, MAPAQ, Québec. Courriel : Andaye@agr.gouv.qc.ca

Maintenir la qualité des sols agricoles ou forestiers et leur capacité de production constitue un important élément qui guide le choix de régies (mode de fertilisation, rotation, modes d'exploitations forestières, travail du sol etc...). C'est pourquoi les principes de la conservation des sols servent déjà de base pour établir les moyens de production durable. Ceux-ci concernent surtout l'érosion, l'acidification, la compaction et les pertes en matière organique des sols, ainsi que la pollution de l'eau en nitrates, en phosphore, et en métaux lourds. Au terme plus global de la qualité des sols, on préfère de plus en plus celui de la santé des sols agricoles ou forestiers. La santé des sols se définit comme étant la capacité de ces derniers à soutenir de façon durable la croissance biologique (biodiversité de la microflore, de la faune et de la végétation), le maintien de productions élevés et l'amélioration de la qualité de l'eau et de l'air. Cette définition rappelle ainsi que le sol est un organisme vivant contenant une diversité de micro-organismes ayant des fonctions essentielles et complémentaires propres à la formation du sol : solubilisation de matières minérales, décomposition et humification des matières organiques, formation de la structure des sols. Cet exposé passera en revue des indicateurs biologiques, qualitatifs et quantitatifs, visant à caractériser la santé des sols. Jusqu'à date, on a accordé beaucoup plus d'importance aux caractéristiques physiques et chimiques des sols qui sont plus facilement mesurables que les propriétés biologiques. Toutefois, les processus biologiques sont plus rapidement affectés par de mauvaises régies agricoles de fertilisation, de rotation et de travail du sol, ainsi que par les sources diverses de pollution, comparativement aux propriétés physiques et chimiques. L'écosystème dépend en grande partie de la composition et de la diversité de la microflore, de la microfaune et des plantes. Beaucoup de recherches récentes ont démontré que le changement ou la diminution de cette composition ou diversité peut servir comme un indicateur plus rapide de la dégradation de la qualité ou de la santé des sols et des plantes, comparativement aux propriétés physiques et chimiques dont l'évolution est beaucoup plus lente .

En conclusion, les paramètres de la qualité ou de la santé des sols sont complexes; ils doivent inclure à la fois les propriétés physiques,

chimiques et biologiques des sols. L'évaluation fréquente de leur évolution dans les sols est nécessaire afin de redéfinir continuellement les régies optimales propices aux productions agricoles ou forestières durables.

**C. Camiré et M. Brazeau. Cultures à croissance rapide / Short rotation forestry.** Centre de recherche en biologie forestière, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval. claud.camire@sbf.ulaval.ca

La demande en produits ligneux augmente au Québec, au point où la possibilité forestière est atteinte dans plusieurs régions. De nouveaux produits ont été développés ces dernières années. Plusieurs industriels forestiers regardent du côté des plantations à croissance rapide, dont les mélèzes et les peupliers hybrides. La culture de ces arbres exige des sols de bonne qualité, soit un drainage adéquat et une richesse en éléments nutritifs. À partir des données de la littérature, nous avons construit des modèles de croissance basés sur différents scénarios de récolte et nous avons établi des bilans nutritifs. Cet exercice nous a montré que, pour obtenir de bonnes productions, il faudra faire des apports d'éléments, même dans le cas des sols riches si on prétend faire de la foresterie durable. Les sols trop pauvres et retenant trop peu d'eau doivent être évités.

The demand for wood products is increasing in Québec to such a degree that maximum forest potential has been attained in many regions. Many industrial foresters are interested in fast growing tree species, namely larches and hybrid poplars. The culture of these species requires nutrient rich soils with an adequate water supply. Hybrid poplars have been tested in different areas of Québec. Based on available data, we have developed growth models for different harvesting scenarios and under different levels of nutrient availability. This study has shown that for profitable culture of these fast growing trees, fertilizer application is required for sustained growth, even on rich soils. Therefore soils with low nutrient pools and low water retention capacity must be avoided.

**W. Hendershot. The Bioavailability of Trace Metals in Urban Contaminated Soils.** Department of Natural Resource Sciences, McGill University, Macdonald Campus, Ste-Anne-de-Belleveue. williamh@nrs.mcgill.ca

A century of industrial activity has resulted in widespread deposition of trace metals to urban soils. The costs of remediation of these soils would place a tremendous burden on taxpayers and commercial enterprises and could lead to urban decay in those areas that are most heavily affected. However, the threat posed by these urban soils is much less than would be predicted from laboratory studies. In fact, the metals in these soils are commonly in very insoluble, non-reactive forms that present very little risk to the environment. Government regulatory agencies are struggling with the problem of how to define levels of contamination that need to be regulated for different land uses. The reasons for the low bioavailability in urban soils and the problem of measuring bioavailability will be discussed.

**G. Gangbazo. Qualité de l'eau en milieu agricole : Le cas de l'azote, du phosphore et des matières en suspension. Water**

**quality in rural areas.** Direction des écosystèmes aquatiques, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Édifice Marie-Guyart, 7<sup>e</sup> étage (B.22), 675, boul. René Lévesque Est, Québec (QC), Canada, G1R 5V7, Téléphone: (418) 521-3820, Ext. 4718, Fax: (418) 646-8483, Courriel : georges.gangbazo@mef.gouv.qc.ca

Plusieurs projets réalisés à l'échelle de la parcelle expérimentale ou des bassins versants au cours des dix dernières années ont permis de faire avancer nos connaissances sur l'impact des activités agricoles sur la qualité de l'eau des rivières. L'objectif de cette conférence est de présenter brièvement l'état de ces connaissances en rapportant les résultats de quelques projets de recherche ou de suivi de la qualité de l'eau de nos rivières.

Piché et Gangbazo (1995) ont montré qu'un tas de fumier peut perdre annuellement 8 à 15 % de la quantité d'azote et 3 à 5 % de la quantité de phosphore entreposé, et que l'impact de ces rejets sur la faune benthique est important, mais très localisé (< 20 m en aval). Gangbazo et al. (1993) ont étudié les risques de pollution de l'eau de ruissellement dans les 2 jours suivant l'épandage du lisier de porc. Leurs résultats montrent que, selon le taux d'épandage, jusqu'à 20 % de la quantité d'azote ammoniacal épandue peut être perdue si une pluie importante survenait dans l'heure suivant l'épandage en surface. Gangbazo et al. (1997) ont montré que l'épandage de grandes quantités de lisier de porc tard à l'automne augmente les risques de pollution de l'eau par l'azote ammoniacal. Gangbazo et al. (1998) ont montré que l'épandage du lisier de porc en présemis ou en postlevée du maïs-grain à un taux de 150 kg N/ha n'entraîne pas plus de pollution de l'eau que l'utilisation d'engrais minéraux. Simard et al. (1993) ont montré que la concentration de phosphore soluble dans l'eau et de phosphore biodisponible dans les sédiments de la rivière Beauvillage sont significativement plus élevées dans la zone qui supporte la plus forte densité animale et des cultures en rangs que partout ailleurs dans le bassin. Par contre, la concentration de phosphore particulaire dans l'eau n'était pas significativement différente entre les zones. Leurs résultats suggèrent que le lessivage contribue à l'enrichissement en phosphore de la rivière. Beauchemin et al. (1997) ont développé des relations empiriques entre la teneur en phosphore total dans l'eau de drainage souterrain et la teneur de différentes formes de phosphore dans la couche de surface des sols. Leurs résultats confirment que dans certains sols riches en phosphore, les drains agricoles peuvent contribuer significativement à

la pollution des cours d'eau. À l'aide de l'indice de qualité bactériologique et physico-chimique (Hébert, 1996), Painchaud (1997) a démontré que la qualité de l'eau des rivières est généralement mauvaise dans les zones agricoles malgré l'assainissement urbain. Dans les secteurs agricoles des bassins versants, le facteur qui décline le plus l'indice de qualité de l'eau est le phosphore dont la concentration varie entre 0,1 et > 0,2 mg P/l dans ces rivières. Ses données suggèrent que la concentration excessive de phosphore est la problématique de pollution de l'eau par les substances nutritives qui reste à résoudre. Une étude réalisée par Gangbazo et Painchaud (1998) conclut que l'impact des politiques et programmes d'assainissement agricole sur la qualité de l'eau de six rivières représentatives des zones de concentrations d'élevage au cours de la période 1988-1995 est mitigé. Leurs données suggèrent que d'autres actions devront être prises pour abaisser les concentrations d'azote ammoniacal et de phosphore au-dessous des critères souhaitables pour le plein usage de l'eau. Gangbazo (1998) a développé des relations empiriques entre l'utilisation du territoire dans 16 bassins versants agricoles et la qualité de l'eau des rivières. Ses résultats confirment que le Programme d'assainissement des eaux a contribué à diminuer les concentrations et les flux de phosphore bien que les concentrations actuelles demeurent excessives. Les résultats suggèrent que le contrôle de l'augmentation des cultures à grand interligne, des cultures à interligne étroit et de la densité animale pourrait permettre de diminuer davantage les concentrations et les flux de certains polluants de sources diffuses agricoles sous leurs niveaux actuels.

L'étude de la documentation nous amène à conclure que les connaissances sur la qualité de l'eau en milieu agricole et l'impact des différents facteurs de risque ont évolué rapidement au cours des dernières années. Cependant, nous avons actuellement très peu de connaissances sur l'efficacité environnementale des "bonnes pratiques agricoles" et sur la qualité de l'eau dans les petits bassins versants agricoles. Nous n'avons pas non plus un modèle mathématique de bassin versant permettant de simuler l'effet des changements de pratiques agricoles sur la qualité de l'eau des rivières. Ces connaissances sont nécessaires pour poursuivre l'assainissement agricole des rivières avec une bonne probabilité de succès.

---

## SESSION I. SOLS FORESTIERS

**Boutin<sup>1</sup> R., R. Foster<sup>2</sup>, and M Lavigne<sup>2</sup>. Net nitrogen mineralization in balsam fir and sugar maple stands of Quebec and New Brunswick.**<sup>1</sup> Res. Nat. Can. Service canadien des forêts (SCF), centre de foresterie des Laurentides, <sup>2</sup> Res. Nat. Can. Canadian Forestry Service (CFS), Atlantic forestry centre, Fredericton, NB, Canada.

This study on *in situ* net nitrogen mineralization is a contribution to the ECOLEAP project (Extended COncentration to Link Ecophysiology And forest Productivity) initiated in 1996 under the CFS Productivity program of the Forest Ecosystem Processes Network. The objective is to determine functional relationships between specific biophysical factors, related to site, climate and species composition, and ecosystem NPP. Incubation bags (10 reps./site) containing *in situ* mixed organic (FH) and mineral (0-20 cm) soil were periodically installed and removed in eight (8) sites dominated by balsam fir (*Abies balsamea* L. Mill.) and in three (3) sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) sites. Incubation was started in May/June 1997 and monitored for 4-5 monthly periods until October/November where the bags were installed for the winter period until May/June 1998. Nitrogen-NH<sub>4</sub> and N-NO<sub>3</sub> were determined in 2 N KCl extracts. Preliminary results show

that the total annual net N mineralization (ANM) in the FH layers varied from 2250 µg g<sup>-1</sup> (o.d.) for the relatively rich and uniform maple stand of St-Gilles (STG, 1 site), south of Quebec city, to an average of 305 (72-700) µg g<sup>-1</sup> for the balsam fir sites surveyed in north and south New Brunswick (NNB, 3 sites and SNB, 3 sites). Between these two extremes, ANM reached 1881 (1725-2037) µg g<sup>-1</sup> in the mixed hardwood stand of Duchesnay (DUC, 2 sites), north of Quebec city and 741 (695-786) µg g<sup>-1</sup> in the balsam fir sites of Montmorency Forest (FM, 2 sites) in the Laurentian Shield. The greatest ANM for the mineral layer was measured in the sugar maple stands with 137 (113-160) µg g<sup>-1</sup> and 56 µg g<sup>-1</sup> respectively for the DUC and STG sites. For the balsam fir stands, ANM in the mineral layer was higher in the NNB sites (45(37-63) µg g<sup>-1</sup>) than in the FM (30 (21-38) µg g<sup>-1</sup>) and SNB sites (12 (2-27) µg g<sup>-1</sup>). Nitrification ratios (NR :net nitrification/net mineralization) were near 110% in the STG site and equally effective in the mineral and organic layers while it went down between 25 and 40 % in the organic layers of the DUC sites. In all the balsam fir stands, net nitrification was strongly restricted, specially in the organic layers with NR values varying from <1 to 8 %

and also in most of the mineral layers of the NB sites (7-19 %, not including one rich site (NR=88%) in SNB). However nitrification was less restricted in the FM mineral layer (58-99 %). These results will be analysed in the light of soil and climate characteristics.

**Bradley<sup>a</sup>, R.L., B.D. Titus<sup>b</sup> et C.E. Prescott<sup>c</sup>. La nitrification dans les sols forestiers.**<sup>a</sup>Département de biologie, Université de Sherbrooke, Sherbrooke; <sup>b</sup>Pacific Forestry Centre, Canadian Forest Service, Victoria, B.C.; <sup>c</sup>Department of Forest Sciences, University of British Columbia, Vancouver, B.C.

La forme chimique dominante de l'azote minéral (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ou NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dans les sols forestiers change d'une façon déterminée au cours de la succession écologique. Les résultats de quelques études notoire du passé, notamment celles du bassin versant de Hubbard Brook au New Hampshire<sup>1</sup>, nous a mené vers un paradigme qui prétend que la production du NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans les sols forestiers augmente d'une façon marquée et prévisible suite à une perturbation majeure, telle qu'une coupe à blanc. Suite à la coupe à blanc, la production du NO<sub>3</sub><sup>-</sup> demeurerait, supposément, élevée durant les premiers stades de la succession autogénique, ce qui pourrait mené à une perte considérable d'azote de l'écosystème. Cependant, lorsque les résultats de plusieurs études pertinentes passent en revue, on constate que la production du NO<sub>3</sub><sup>-</sup> après coupe à blanc varie grandement d'un écosystème à l'autre, et peut même rester très basse dans certains cas. Ce qui vient brouiller davantage le paradigme en question sont les résultats de recherches récentes<sup>2</sup> qui ont démontrés qu'une production brut élevée du NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans les sols de forêts matures serait omniprésente, malgré les faibles concentrations de cet ion. Dans le but d'améliorer notre connaissance des dynamiques du NO<sub>3</sub><sup>-</sup> du sol en milieux forestiers, quelques études pointues ont récemment été menées dans la zone côtière de la pruche occidentale (*Tsuga heterophylla*), en Colombie-Britannique. Les taux net et brut de la nitrification et de la disparition du NO<sub>3</sub><sup>-</sup> du sol ont été mesurés, soit in situ, au laboratoire, ou en présence d'amendements divers (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, tannins et glucose). Les résultats préliminaires confirment et contredisent, à la fois, certains aspects théoriques des facteurs qui devraient contrôler les concentrations du NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans les sols forestiers.

(<sup>1</sup>Likens et al. 1970. Ecol. Mongr. 40 : 23-47; <sup>2</sup>Stark and Hart. 1997. Nature 385 : 61-64.)

**Côté L., D. Paré, J. Fyles et S. Brown. Effet de la température sur la minéralisation du carbone et de l'azote dans les sols de la forêt boréale mixte.** Biodôme de Montréal, Montréal.

**Houle<sup>12</sup> D., R. Ouimet<sup>1</sup>, C. Camiré<sup>2</sup> et R. Paquin<sup>1</sup>. Estimation of sulfur, nitrogen, and basic cations pools in the mixed-hardwood forest soil of Duchesnay.** <sup>1</sup>DRF, MRNQ; CRBF, <sup>2</sup>Université Laval, Québec.

The size of the sulfur, nitrogen, and basic cations pools was estimated for the mixed-hardwood forest soil of the Duchesnay forest from 20 pits randomly distributed on a 0,5 ha surface. The size of the different pools will be compared with those of many forested ecosystems. The spatial variability of the different parameters will also be analyzed. Finally, the sampling effort necessary to obtain given error and confidence interval on the estimation of size pools will be discussed.

La taille des réservoirs de soufre, d'azote et de cations basiques a été estimée dans les sols forestiers d'une érablière située dans la forêt de Duchesnay à partir de 20 pédoncs distribués aléatoirement dans une parcelle de 0,5 hectare. Dans un premier temps, la taille des différents réservoirs sera comparée avec celle de plusieurs autres sites forestiers. La variabilité spatiale des différents paramètres sera ensuite analysée. Finalement, les aspects statistiques reliés à l'effort d'échantillonnage nécessaire pour obtenir des degrés variables de

précision et d'intervalle de confiance sur l'estimation de la taille des réservoirs seront discutés.

**Kosuta S., C. Hamel, M. St-Arnaud and Y. Dalpé. Cu-budget: movement and recovery of copper in in-ground container tree systems.** McGill Univ., Ste-Anne-de-Bellevue.

**Ouimet R. and J.-D. Moore. Impact of earthworm activity and liming on a hardwood forest soil. Impact de l'activité des vers de terre et du chaulage sur un sol d'érablière.** DRF, MRN and Univ. Laval, Québec.

In 1995, we built « opened undisturbed microcosms » in the northern tolerant hardwood forest of Duchesnay (50 km northwest from Quebec City), in order to verify two hypotheses that could explain why there is no earthworm in this forest. The first hypothesis is that earthworms cannot survive in these soils because of harsh winter conditions. The second presumed cause of the absence of earthworms in these forest soils was the fact that soil acidity is too high for earthworms. The experimental design consisted of a complete factorial randomized set up with two factors : 1) liming rate (0, 2, 10, 20 T/ha) and 2) *Apporectodea caliginosa* (0, 225 individuals/m<sup>2</sup>), with 4 repetitions. Three years later, the first 20 cm of soil was sampled and analysed. Liming increased soil pH from 4.5 (0 T/ha) to 4.9 (10 T/ha). Earthworms survived very well apparently even in the no lime treatment. Organic carbon in the 20 cm layer was 11 to 38% higher in the colonized microcosms compared to the no earthworm treatment. Only the highest liming treatment increased soil organic carbon to levels comparable to the earthworms only treated soils. The main effect of treatments was limited to physical properties (organic C, soil density); soil cation exchange properties were not significantly affected by the presence of this earthworm species.

**Moore J.D. et R. Ouimet. Capacité de survie et de reproduction de *Lumbricus terrestris* et d'*Amyntas hawayanus* dans un podzol ferro-humique à la station forestière de Duchesnay.** Univ. Laval et DRF, MRN, Québec.

Les vers de terre représentent certainement le groupe d'organisme le plus important dans la formation et la fertilité des sols de la plupart des forêts feuillues au Québec. Cependant, ils sont généralement absents de celles où l'on retrouve des podzols. Ce phénomène serait attribuable à la trop forte acidité de ces sols. Deux espèces de vers de terre, l'une du Québec (*Lumbricus terrestris*) et l'autre de l'état de New-York (*Amyntas hawayanus*), ont donc été introduit à la station forestière de Duchesnay, dans des microcosmes, dans le but de vérifier leur capacité de survie et de reproduction dans un podzol (témoin et chaulé). On constate après un an : 1) la disparition d'*Amyntas hawayanus*, 2) la mortalité quasi-complète de *Lumbricus terrestris* dans les témoins et 3) la survie et la reproduction de *Lumbricus terrestris* dans les sols chaulés. Le chaulage du sol apparaît donc être essentiel à la survie et à la reproduction de *Lumbricus terrestris* dans ces sols acides. La disparition d'*Amyntas hawayanus* pourrait s'expliquer par un retard dans le développement de ce ver annuel, causé par les délais de livraison et d'introduction, empêchant ainsi leur reproduction au stade de la maturité.

**Fahmy S. Forest Soils of New Brunswick Interpretation for Tree and Agricultural Crops With Emphasis on the Fundy Model Forest.** Agriculture and Agri-Food Canada. Potato Research Centre. Fredericton, New Brunswick, Canada.  
Email : FahmyS@em.agr.ca.

Province-wide mapping of forest soils was based on extensive compilation and interpretation of forest, geological, and soil resource surveys. The basic unit of mapping is the Forest Soil Unit, which is defined as a « Naturally occurring segment of the regolith with

distinct lithology characterized by the overlying parent material and solum». these units do not connote a climatic regime. We identified 50 forest soil units based on lithology, texture, depth, and coarse fragments content of the parent material and solum . A total of 90 forest soil maps at 1:50,000 were produced. The 410,000 hectares of the Fundy Model Forest is part of the Caledonian Highlands. a small portion is found in the New Brunswick Lowland's Grand Lake Basin. Elevations are between 180 meters and 450 meters. Bed rock geology is mainly Precambrian overlain by Cambrian, lower Ordovician, or Carboniferous . Surficial deposits are of pre-Wisconsinan and Wisconsinan morainal, colluvial, and glacial outwash origin. Forested and agricultural lands account for 73% and 10% of the total area respectively. Tolerant hardwoods on hilltops and mixed woods and conifers in low lying areas of the Fundy Highlands and southern Uplands climate regions, in the New Brunswick Lowlands climate region ; conifers dominates mixed stands, but in the Grand Lake climate region 32 tree species of the Great Lakes-St. Lawrence zone occur. Agricultural activities is concentrated in animal, milk, and forage productions, some horticulture and field crops production is also taking place. Forest Soil Units polygons were delineated at the scale of 1:50,000, some 34 forest soil units were identified, and 8 forest soil maps were produced. Forest Soil Units characteristics were used alone to interpret the Units qualitative productivity for eleven tree species using a custom designed computer soft ware « SMUI Program ». climate and its influence on tree growth were not taken into consideration. Further studies combining climate, soils, and management techniques are needed to quantify forest productivity and the result could be incorporated in the «SMUI.Program».

**Périé C., J. Caron<sup>2</sup> et A.D. Munson<sup>1</sup>. Impacts à moyen terme des traitements sylvicoles sur la température des sols forestiers. Medium-term impacts of silvicultural treatments on forest soil temperature.** <sup>1</sup>Centre de recherche en biologie forestière, Université Laval; <sup>2</sup>Département des sciences agroalimentaires et des sols, Université Laval, Québec.  
Courriel : aad549@agora.ulaval.ca

Cette étude a été effectuée afin d'étudier l'impact de traitements sylvicoles intensifs (scalpage de l'horizon organique, fertilisation et contrôle de la végétation compétitive) sur les patrons de variabilité temporelle des régimes thermiques (2 et 10 cm) du sol d'une plantation de conifères âgée de sept ans. Les données de température présentant une structure périodique, il est apparu nécessaire d'utiliser comme méthode d'analyse statistique, l'analyse de puissance (domaine des géostatistiques) qui est l'équivalent, dans le domaine

spectral, de l'analyse de variance utilisée en statistiques classiques. Les résultats montrent que le scalpage de l'horizon organique associé au contrôle de la végétation compétitive et le traitement de contrôle de la végétation seul ont toujours un impact sur la température du sol mesurée à 2 cm et à 10 cm, sept ans après que ces traitements ont été effectués. Cependant, il semblerait que les traitements aient des impacts différents selon l'échelle de temps considérée et la profondeur à laquelle la température a été mesurée. En effet, à 10 cm, quelle que soit l'échelle de temps considérée (des cycles allant de 2 heures à la saison) c'est l'association du scalpage au contrôle de la végétation compétitive qui influence le patron de variabilité temporelle de la température du sol. À 2 cm, l'impact des traitements sylvicoles diffère selon l'échelle de temps considérée. Pour des cycles de moins de 5 heures c'est encore l'association du scalpage de l'horizon organique au contrôle de la végétation compétitive qui influence le patron de variabilité temporelle alors que pour des cycles plus larges (du cycle journalier au cycle saisonnier) c'est seulement le contrôle de la végétation compétitive qui influence le patron de variabilité temporelle de la température du sol.

The present study was carried out to evaluate the impact of intensive silvicultural treatments (blade scarification of the organic horizon, fertilization and control of competing vegetation) on the temporal variation pattern of the soil temperature regime in a 7 yr-old conifer plantation. Since the temperature data presented a periodic structure, it was more appropriate to use power analysis (a geostatistical method), which is the equivalent, in the spectral domain, of analysis of variance in classic statistics. The results showed that the treatments of scarification of the organic horizon combined with vegetation control and vegetation control alone still have an impact on soil temperature (at 2 and 10 cm depths), seven years after treatment. However, the treatments appear to affect the soil temperature over different time scales and at different depths. In effect, at 10 cm, and at all time scales (from cycles <2 hours to the entire season), the treatment of scarification combined with vegetation control affects the temporal variability of the soil temperature. At the 2 cm depth, the different treatments are important according to the time scale considered. For shorter cycles (< 5 hours), again the treatment combining scarification of the organic horizon and vegetation control has an impact, while over longer cycles, (daily and seasonal), only the vegetation control treatment alone influences the pattern of temporal variability.

## SESSION II. ENVIRONNEMENT

**Pellerin, A.<sup>1</sup>, L.É. Parent<sup>1</sup>, J. Fortin<sup>1</sup>, R. Rivest<sup>2</sup> et M. Giroux<sup>3</sup>. Indicateur agro-environnemental de saturation en P dans la culture du maïs-grain.** <sup>1</sup>Université Laval, Québec, <sup>2</sup>MAPAQ-BRA Saint-Hyacinthe, Saint-Hyacinthe et <sup>3</sup>MAPAQ-CRES, Sainte-Foy.  
Courriel : aab158@agora.ulaval.ca.

L'inventaire sur les problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec a montré qu'il existe un problème de surfertilisation en phosphore (P) dans plusieurs sols. Cette surfertilisation est le résultat d'un apport excessif qui a contribué à l'accumulation de cet élément dans les sols ainsi que dans plusieurs cours d'eau occasionnant des risques pour la qualité des sols et de l'eau. Il est donc impératif de développer des outils accessibles qui permettent de mieux gérer les ressources sol et eau. Notre objectif est d'élaborer et de valider un indicateur agro-environnemental de saturation en P pour la production du maïs-grain (*Zea mays* L.) au Québec. Des études récentes ont montré qu'il était possible d'obtenir rapidement une évaluation du

risque environnemental de l'accumulation en P à l'aide de la méthode Mehlich-3. Le risque environnemental dépend de la valeur du P-Mehlich-3 comme indicateur de désorption du P et de la valeur de l'Al-Mehlich-3 comme indicateur de la capacité de fixation du P. Le rapport P-Mehlich-3 sur Al-Mehlich-3 constitue un indice de saturation en P étroitement lié à la solubilité du phosphore. Le rapport 100\*P-Mehlich-3/Al-Mehlich-3 est apparu supérieur à la teneur en P-Mehlich-3 pour représenter le potentiel de dissolution du P dans l'eau alors qu'il semble similaire pour représenter le potentiel de réponse des cultures aux engrais phosphatés. De plus, il est relié à des propriétés de sol facilement mesurables comme le pH et la texture. Cet indicateur est prometteur pour évaluer les risques de pollution diffuse et permettre une fertilisation raisonnée. Il pourrait être intégré dans un indice plus global de risque de pollution diffuse par le P incluant aussi la structure du sol, les indicateurs d'érosion et de ruissellement ainsi que le moment, le mode, la source et la dose

de fertilisation. Les résultats vous seront présentés lors de la conférence.

**Bigwanea C, J. Fortin et H. Antoun. Effet du lisier de porc sur la dégradation de l'atrazine dans un champ de maïs.** Univ. Laval, Québec. Courriel : cbig@rsvs.ulaval.ca.

L'effet de l'ajout de différentes doses de lisier de porc sur la dissipation de l'atrazine marqué au  $^{14}\text{C}$  a été étudié dans un sol longtemps fertilisé et possédant un antécédent d'amendement avec de l'atrazine comme herbicide. Des effets à court et à long terme du lisier ont été analysés en incubant des échantillons de sol prélevés dans la couche superficielle du sol (0-15 cm) directement après le semis du maïs-ensilage avant et après l'application du lisier ainsi qu'à la fin de la saison culturale. Les résultats obtenus concernant les taux de minéralisation de l'atrazine ont révélé qu'il n'y avait pas de différences significatives dues aux doses de lisier. Une dégradation rapide de l'atrazine a été observée dans un sol ayant un antécédent d'amendement avec l'atrazine comparé à un sol de prairie sans aucun amendement et sans travail depuis une quarantaine d'années. Au bout de 42 jours d'incubation, la quantité d'atrazine dissipée par voie de minéralisation varie en moyenne entre 37,3 et 44,4% de l'atrazine initialement ajouté aux échantillons de sol. En général, la demie-vie de l'atrazine n'était pas affectée de façon significative par les doses de lisier de porc, mais elle était affectée par les concentrations de l'atrazine appliqué au sol. Les résultats suggèrent que des quantités importantes d'atrazine ajoutée au sol peuvent persister longtemps dans le sol sous forme de résidus fortement liés aux constituants de la matière organique du sol.

**Hébert M. Contamination des sols agricoles par les éléments traces et valorisation des matières résiduelles fertilisantes.** Service de l'assainissement agricole et des activités de compostage. MEF Québec. marc.hebert@inetsrv1.mef.gouv.qc.ca.

Les informations disponibles indiquent que la majorité des séries de sols agricoles du Québec ont généralement des teneurs en éléments traces en deçà des seuils d'innocuité déterminés à partir des plus récentes analyses de risque du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (1997). Les teneurs en cadmium et en chrome sont cependant naturellement élevées dans certains sols. Des augmentations significatives de teneurs du sol en éléments traces, dont le chrome et le cadmium, ont aussi été observées par le MAPAQ à la fin des années 80 sur 1,3 % des superficies en culture et il est probable que cette proportion soit plus élevée en 1998. Le risque associé au cadmium et au chrome peut toutefois être mitigé principalement par la pratique agronomique du chaulage régulier des terres agricoles. Au plan de la santé humaine, l'alimentation moderne diversifiée offre un facteur de sécurité supplémentaire, bien que limité dans le cas du cadmium. Au plan préventif, l'actuel cadre réglementaire provincial (Loi sur la qualité de l'environnement, normes et critères d'épandage des matières fertilisantes) et fédéral (Loi sur les engrais, circulaire à la profession T-4-93) est de nature à restreindre les accumulations futures de cadmium, de chrome et autres éléments traces dans les sols résultant des activités agricoles en général (épandage d'engrais, fumiers, etc.) et de la valorisation de matières résiduelles fertilisantes (MRF) en particulier. Les critères québécois de valorisation des MRF sont d'ailleurs beaucoup plus restrictifs, en termes de qualité des résidus et de charges d'éléments traces aux sols, que ceux développés selon des analyses de risque par l'Agence américaine de protection de l'environnement pour la valorisation des boues municipales. Des exigences de pH du sol récepteur complètent l'approche québécoise. Les impacts négatifs, actuels et futurs, liés à la présence et l'accumulation d'éléments traces dans les sols agricoles apparaissent donc relativement faibles en comparaison avec les autres pressions que subissent les agro-écosystèmes suite aux

activités agricoles (destruction des habitats, pollution de l'eau par la surfertilisation et l'érosion des sols, destruction partielle des organismes utiles du sol suite à l'épandage de pesticides, etc.). Le chaulage régulier des terres agricoles devrait cependant faire l'objet d'une recommandation soutenue par les agronomes, d'abord pour des raisons agronomiques, mais également pour des raisons environnementales. Toutefois, cela n'exclut pas qu'un sol donné ne puisse de façon ponctuelle présenter des teneurs excessives en éléments traces, avec le cadmium, le chrome et l'arsenic par exemple, dans certains dépôts de surface. Certains sols pourront aussi être contaminés suite à des activités agricoles particulières, avec le cuivre, par exemple, après plusieurs années d'usage intensif de pesticides à base de cet élément et en combinaison avec des épandages répétés de lisier de porc. Il sera alors, par contre, souvent possible de compenser ces problèmes par le chaulage des sols ou en équilibrant les rations alimentaires du bétail qui se nourrit exclusivement des végétaux récoltés sur ces sols. Il est également possible que des contaminations locales soient causées occasionnellement par des activités industrielles comme dans le cas du fluor, du cadmium, du nickel et des dioxines et furannes. Ces contaminations nécessitent des interventions spécifiques à déterminer dans chaque cas. Il existe finalement d'autres sources non agricoles de contaminants d'origines plus diffuses. Il s'agit des retombées atmosphériques provenant des activités urbaines, de l'érosion éolienne des sols, des feux de forêts, d'éruptions volcaniques, des poussières cosmiques, etc. Les quantités et les impacts à long terme sont peu documentés, mais peuvent théoriquement être significatifs dans la mesure où ces dépôts se font à la grandeur du territoire agricole cultivé et parfois même adhérent à la surface des végétaux cultivés qui sont ensuite consommés par le bétail ou les humains. Les dioxines et furannes, ainsi que le cadmium devront faire l'objet d'une attention particulière.

**Sauvé S., A. Dumestre, M. McBride, et W. Hendershot. Dérivation de critères de qualité des sols basés sur la spéciation du plomb et du cuivre.** Cornell Univ., Ithaca et Univ. McGill. Courriel : sfs2@cornell.edu

Une méthode originale est présentée pour la détermination de critères de qualité des sols contaminés. Les critères sont dérivés en utilisant divers bio-essais permettant les prédictions de l'activité des ions divalents libres  $\text{Pb}^{2+}$  et  $\text{Cu}^{2+}$  en solution et jumelés à des données toxicologiques. Dans la majorité des cas, l'activité ionique prédite est un meilleur indicateur de toxicité que le contenu total en métal des sols. L'activité ionique correspondant à un niveau déterminé de risques peut ainsi être établie en fonction du contenu total en métal et du pH du sol. Ceci permet d'établir des critères de qualité des sols qui considèrent l'importance de la spéciation chimique des métaux en solution.

**Bégin L., J. Caron et J. Fortin. Le transport des fluorures dans les sols à proximité d'une aluminerie.** Univ. Laval, Québec.

La production d'aluminium provoque le rejet dans l'atmosphère de quantités substantielles de fluor, soit 2000 tonnes par année au Québec. Une partie de ces émissions est ramenée au sol par les dépôts secs et humides. Ces retombées sont progressivement lessivées vers la nappe phréatique et peuvent contribuer à l'augmentation de la teneur en fluorures des nappes souterraines, qui ne devrait pas dépasser 1,5 mg/l pour l'eau de consommation courante. Le projet en cours, mené en collaboration avec l'aluminerie Lauralco, vise à développer un modèle qui permettra de déterminer les concentrations en fluorures de l'eau atteignant la nappe phréatique à proximité du site de production. L'approche retenue pour y parvenir est celle des fonctions de transfert. Elle permet de déterminer la concentration de fluorures

dans l'eau atteignant la nappe en combinant des mesures de retombées atmosphériques de fluorures et un bilan hydrologique à une fonction de transfert décrivant leur déplacement dans le sol. La rétention des fluorures par les composantes du sol provoque un ralentissement de leur déplacement, qui est pris en considération par l'ajout au modèle d'un paramètre, le facteur retard (R). L'évaluation de ce paramètre est donc une étape importante de la modélisation du transport des fluorures. À partir de colonnes de sol prélevées à

différents sites entourant l'aluminerie, des essais ont été réalisés en laboratoire de manière à déterminer le facteur retard des fluorures en condition de transport et sa variabilité spatiale. Cette présentation porte sur les résultats des essais sur le facteur retard et discute des implications sur le transport des fluorures dans les sols.

## SESSION III. VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE

**Khiari L. et L.-É. Parent. Étude des relations entre les propriétés édaphiques causales de la chlorose ferrique par la géostatistique multivariée.** Univ. Laval, Québec.

Cette étude a été réalisée sur une partie d'un verger hétérogène quant aux conditions de sol et à l'état chlorotique des arbres. L'intensité de la chlorose variant de la classe 0, regroupant la population des pieds sains à haut rendement, jusqu'à la classe 5, regroupant les arbres très chlorosés à rendement pratiquement nul. Pour une meilleure compréhension de cette affection physiologique, ce verger a fait l'objet d'un échantillonnage systématique du sol sous chaque pied. Cinq facteurs jugés causaux de la chlorose ferrique du poirier ont été mesurés, à savoir, le calcaire actif (CA), le fer facilement extractible à l'oxalate d'ammonium (Fe), la texture du sol représentée par le pourcentage d'argile (A), le pH du sol, et la teneur en bicarbonate de l'extrait de la pâte saturée (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Enfin, les données de sol et de plante sont associées dans l'espace à l'aide des méthodes de la géostatistique multivariée. La confrontation des cartes isolignes de ces différents facteurs montre que chlorose ferrique est accentuée par une quantité excessive de calcaire actif et de l'ion bicarbonate, et atténuée par une augmentation de la teneur en argile et du fer facilement extractible.

**Lamontagne, L. et A. Martin. L'inventaire de la ressource-sol du comté de Saint-Jean, Québec : d'hier à aujourd'hui.** CRDSGC, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sainte-Foy. Courriel : LAMONTAGNEL@em.agr.ca.

Au Québec, les années quarante marquent le début de la période dite «expansionniste» dans les travaux de cartographie et de classification des sols. Ainsi de 1939 à 1943, les équipes pédologiques relevant du Service des Grandes Cultures du Ministère de l'Agriculture du Québec entreprennent la cartographie des sols de neuf comtés du sud-est de la plaine de Montréal (360 000 ha) dans le but d'identifier les sols aptes à la culture de la betterave à sucre et du lin. L'approche cartographique utilisée était celle du relevé libre «free survey» alors que pour la classification des sols on référerait pour la première fois aux trois grandes unités fondamentales du système de classification américain soit : la série, le type et la phase. Les contours de sols étaient délimités sur des cartes de relevés topographiques à l'échelle de 1 : 63 360. L'emphase dans la prise de notes sur le terrain était mise sur les caractéristiques des sols observables sur le terrain telles que la topographie, les conditions de drainage et la profondeur du sol ainsi que sur les variations de descripteurs morphologiques en terme de structure, couleur, consistance et gravier, complétées par quelques analyses de laboratoire (texture, pH et matière organique). La carte des sols du comté de Saint-Jean publiée en 1942, accompagnée uniquement d'une notice explicative, représente donc un des premiers produits pédologiques à cette époque de la cartographie des sols du Québec. Cette carte est constituée de 97 polygones définis à partir de 6 séries de sols (12 types), deux types de terrain et un non-sol, répartis en 24 unités cartographiques : 17 simples et 7 composées. Cinquante ans plus tard (1993-1998), une recartographie des sols du comté de Saint-Jean a été réalisée à une échelle semi-détaillée (1 : 50

000). Celle-ci répond aux changements substantiels survenus dans le comté en termes de superficies cultivées, de nouvelles cultures et pratiques culturales, d'amélioration anthropique des terres (drainage, épierrement, etc.), d'augmentation des rendements (fertilisation, variétés, etc.), et de la nécessité d'acquérir de nouvelles connaissances sur les sols afin d'assurer leur aménagement, leur mise en valeurs et leur conservation. L'objectif de cette recartographie est donc l'acquisition d'informations plus précises, voire plus fiables des sols en utilisant les outils modernes mis à la disposition des pédologues (photographies aériennes, corrélation des sols, Système d'Information Géographique (SIG), etc.). De plus, elle tient compte des développements importants apportés au cours des dernières décennies dans la définition de meilleures normes de cartographie (i.e. la méthode des transects aléatoires stratifiés) et dans l'amélioration de la terminologie (i.e. Système Canadien de Classification des Sols) permettant de mieux décrire les profils de sols et les unités cartographiques. La nouvelle carte des sols du comté de Saint-Jean comprend 497 polygones définis à partir de 51 séries de sols, 4 types de terrain ou d'utilisation des terres et un non-sol, répartis en 57 unités cartographiques : 29 simples et 27 composées. Ainsi, les utilisateurs, planificateurs et aménagistes de la ressource-sol disposeront de nouvelles informations sur la nature et la variabilité spatiale des sols du comté de Saint-Jean pour le maintien d'une agriculture durable.

**Sbih, M1., A. N'Dayegamiye2 et A. Karam1. Variation temporelle des propriétés chimiques et biologiques de quelques sols de prairie.** 1Équipe de recherches en sols agricoles et miniers, département des sols et de génie agro-alimentaire, Université Laval, Sainte-Foy, Québec. Canada G1K 7P4; 2Centre de recherche et d'expérimentation en sols, MAPAQ, Sainte-Foy, Québec. Canada G1P 3W8.

Les sols sous prairie présentent en général un taux de renouvellement élevé de la biomasse végétale, et par conséquent l'activité biologique est intense. Douze fermes laitières de la région de Lotbinière situées sur différentes séries de sols ont fait l'objet de cette étude. Le but de cette étude est de déterminer la variation temporelle des propriétés chimiques, biologiques et enzymatiques. Les analyses chimiques, biologiques et enzymatiques ont été effectuées annuellement (durant 3 ans). Les résultats obtenus montrent que les variations temporelles affectaient essentiellement l'activité enzymatique, la fraction légère de la matière organique (MO) et la biomasse microbienne. Et le caractère discriminant revient aux propriétés reliées à la MO telles que la fraction légère et la biomasse microbienne. L'analyse en composante principale a permis de définir cinq composantes cohérentes : deux composantes regroupant les propriétés physico-chimiques, une composante regroupant le pH, le calcium et l'aluminium extraits au moyen de la solution Mehlich 3, une composante regroupant les propriétés biologiques du sol et deux composantes qui représentent la fraction légère de la MO. Cette étude a montré que les variations temporelles des propriétés du sol ne sont détectables qu'au niveau de certains

compartiments de la MO à savoir la fraction légère de la MO, la biomasse microbienne et certaines enzymes.

**Tremblay<sup>1</sup>, R., J. Caron<sup>2</sup>. J.-P. Carmichael<sup>1</sup>. Évaluation de la relation rendement/paramètres édaphiques par fonction de transfert.** Dép. de Mathématiques et de Statistique, et 2<sup>d</sup>ép. des Sols et de Génie agroalimentaire, Université Laval, Ste-Foy, Qc., Canada G1K 7P4. rtremb@mat.ulaval.ca.

Les variations de rendement sont une préoccupation importante en agriculture. Le rendement étant lié de très près à divers paramètres édaphiques, la détermination d'une relation existante à l'aide de régression linéaire est une solution envisageable afin d'apporter les correctifs agronomiques convenables. Toutefois, les mesures de paramètres édaphiques sont onéreuses suggérant ainsi de trouver les meilleures variables indicatrices et de minimiser le nombre de

mesures à prendre. De plus, des structures de dépendance spatiale se retrouvent souvent dans les variables du sol violant les hypothèses de régression linéaire habituelle. Une étude par simulation de données en transect est effectuée afin d'évaluer les relations rendement/paramètres édaphiques par fonction de transfert à l'aide de différentes analyses statistiques disponibles dans SAS, de comparer la puissance des tests de détection de relation de ces analyses et de déterminer le nombre minimal d'observations nécessaire pour détecter des relations significatives. Les résultats obtenus tendent à démontrer la supériorité de proc spectra (vs proc reg et proc mixed) concernant la détection des relations significatives pour toute taille d'échantillon. Également, un nombre minimal d'observations de 100 semble nécessaire pour détecter des relations significatives avec une puissance acceptable.

## SESSION IV. FERTILITÉ

**Elmi, A., C. Hamel and C. Madramootoo. Denitrification in sandy loam soil as influenced by water table depth and N fertilization rate.** McGill Univ., Ste-Anne-de-Bellevue. Email : aelmi@po-box.mcgill.ca.

Increasing levels of nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) in groundwater have become a major environmental and health concern. In situations where NO<sub>3</sub><sup>-</sup> concentrations in the soil-water system pose an environmental hazard, water table management may be a desirable practice to reduce such pollution. Careful management of N applications is also believed to reduce NO<sub>3</sub><sup>-</sup> levels. A field experiment was conducted in 1996 and 1997 at St. Emmanuel, Quebec, about 30 km South-West of Macdonald Campus of McGill University, to investigate the effect of water table management (WTM) and N fertilizer combinations on potentially leachable NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and denitrification rates in the top soil layer (0-0.15 m). The field was planted with monocrop corn (*Zea mays* L.) in both years. Treatments consisted of a factorial combination of two water table managements, free drainage(FD) and subirrigation (SI) (about 1.0 m and 0.6 m, respectively, below the soil surface) and two N fertilizer rates, 200 kg ha<sup>-1</sup> (N200) and 120 kg ha<sup>-1</sup> (N120). Water table management had a significant effect on reducing NO<sub>3</sub><sup>-</sup> concentrations in the soil profile. Subirrigation treatment reduced NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in the top soil layer by 41% and 15% in 1996 and 1997, respectively. Similarly, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> levels were 50 % and 20 % lower in N120 compared to N200 treatment. Climatic conditions (rainfall and temperature) played a large role in regulating denitrification rates. Due to drier and cooler conditions in 1997, denitrification rates were lower compared to 1996, leaving more NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in the soil profile. Following harvest, this high NO<sub>3</sub><sup>-</sup> concentration may be subject to leaching.

**Tran<sup>1</sup> T.S., R.R. Simard<sup>2</sup> et D. Cluis<sup>3</sup>. Étude du bilan de l'azote de l'engrais 15N et du lisier de bovins dans les champs sous prairie.** 1Centre de recherche et d'expérimentation en sols, MAPAQ, 2Agriculture et agro-alimentaire Canada, 3INRS-Eau, Québec.

Les productions de fourrage sont importantes dans le bassin de la rivière Boyer. De plus, de grandes quantités d'engrais de ferme sont produites annuellement dans cette région. Il est donc nécessaire d'étudier l'efficacité des engrais de ferme et des engrais minéraux appliqués sur ces cultures, de même que l'impact sur l'environnement. Cette étude a été réalisée en 1996 et 1997 dans quatre champs sous prairies. Les deux types de sol sont l'argile Kamouraska et le loam sableux ou graveleux Saint-André. Dans chaque champ, le dispositif expérimental est en bloc aléatoire complet avec trois traitements en trois répétitions : témoin (T1) sans engrais azoté minéral ni organique ; (T2) la fertilisation azotée principalement avec le lisier de bovins complétée avec une faible dose d'engrais 15N et ; (T3) la fertilisation

principalement avec engrais minéral 15N complétée avec une faible dose de lisier de bovins. On a aussi installé des micro-parcelles délimitées par les contours en tôle galvanisée et fertilisées avec l'engrais azoté très enrichi en 15N, pour suivre le devenir de cet engrais dans le profil du sol. Deux des champs sous prairies sont principalement composés de dactyle (*Dactylis Glomerata* L.) et les deux autres champs, un mélange de brome (*Bromus Inermis* L.) et de mil (*Phleum pratense* L.). Les rendements de foin dans tous les champs ont augmenté de façon importante avec l'application de lisier de bovins (T2) ou d'engrais N minéral (T3), comparativement au témoin T1. Par contre, il n'y a pas eu de différence significative entre les rendements obtenus des traitements T2 et T3. Ces résultats montrent que le lisier de bovins peut substituer une grande partie de l'engrais azoté minéral pour une bonne production du fourrage. Environ 52 à 61 % (REC) de l'engrais 15N a été prélevé par les graminées (4 champs) en 1996. Durant l'année sèche de 1997, ces valeurs étaient moindres (28 à 32 %), car la production du fourrage à la deuxième coupe était faible à cause du manque d'eau disponible. Par ailleurs, les coefficients d'utilisation du lisier, calculés sur une base de N total du lisier, variaient de 15 à 30 %, dépendant du type de lisier (rapport C/N), des conditions climatiques et du type de sol. Au niveau environnemental, on a observé de faibles pertes d'azote et peu de N minéral résiduel dans le profil des sols sous prairies à l'automne. L'azote résiduel de l'engrais dans ces champs se trouvait surtout sous forme organique et subissait moins de perte durant la période hivernale.

**Garand, M.J.\*1, Simard, R.R.2 et Tran. T.S.3. Flux d'azote mesurés in situ par les membranes d'échange ionique.** 1Université McGill, 2Agriculturae et Agroalimentaire Canada et 3M.A.P.A.Q.

L'utilisation des membranes d'échange ionique in situ, via la mesure d'un flux de N minéral plutôt que l'estimation ponctuelle d'un réservoir de N, pourrait être un index plus fiable de la fertilité en N d'un sol que ceux basés sur les extractifs chimiques. L'objectif de cette étude visait à évaluer la capacité des résines d'échange à estimer la disponibilité de N aux plantes sous les conditions pédoclimatiques des Basses-Terres du St-Laurent et de la région des Appalaches. Dans deux expériences, des fumiers étaient appliqués sur du blé de printemps (*Triticum aestivum* L.) et sur du maïs ensilage (*Zea mays* L.). Dans la première, localisée à St-Bruno de Montarville, le blé était semé sur une argile de la série St-Urbain (gleysol humique). Deux types de membranes, anioniques et cationiques, étaient utilisés. Dans la deuxième expérience, deux sols de textures contrastantes étaient à l'étude, soit une argile de la série

Kamouraska (gleysol humique) et un loam sableux St-André (podzol orthique). Pour cette expérience, seul les membranes anioniques ont été utilisées. L'influence des traitements sur les flux de  $\text{NH}_4^+$  et de  $\text{NO}_3^-$  et la relation de ces derniers avec le prélèvement des plantes seront discutés.

**Boucher1 V., C. Lapierre2, and R.R. Simard2. Utilisation in situ des membranes d'échange cationique pour doser l'ammonium disponible aux plantes dans la culture de la canneberge.** Université Laval, 2AAFC, Sainte-Foy, Québec, Canada.

L'azote est un élément clé dans la production de canneberge (*Vaccinium macrocarpon* Ait.), sa disponibilité est reliée au rendement ainsi qu'à la qualité des fruits. Il est donc important de déterminer le potentiel de minéralisation et la dynamique de N dans les sols acides de canneberge. Pour déterminer l'ammonium disponible aux plantes, des membranes d'échange cationique (MEC) ont été utilisées dans trois bassins commerciaux du cultivar Stevens situés dans la région Centre-du-Québec. Les parcelles expérimentales ont reçu 0, 50 et 80 kg N/ha sous forme de sulfate d'ammonium en quatre applications suivant les stades de développement de la plante. Des bandes de MEC présaturées avec  $\text{Li}^+$  ont été insérées dans le sol et y sont demeurées entre les fertilisations. Pour les trois sites et lors de toutes les périodes, la quantité de  $\text{NH}_4^+$  adsorbée sur les MEC a augmenté linéairement suivant les doses de fertilisation azotée, ce qui n'a pas été le cas de l'azote du sol extrait au KCl. Les MEC se sont avérées une méthode d'analyse de sol plus sensible que la méthode traditionnelle pour évaluer le statut en N des sols. De plus, le  $\text{NH}_4^+$  adsorbé sur les MEC a été significativement corrélé avec le rendement de la canneberge, ce qui suggère que les MEC sont un outil prometteur de gestion de la fertilisation azotée dans l'industrie de la canneberge.

**Giroux M. Effet de l'application de sulfate de calcium sur la pomme de terre et étude des interactions avec l'azote et le potassium.** CRES, MAPAQ, Sainte-Foy.

Cette étude a pour but de mesurer l'effet de l'application de sulfate de calcium ( $\text{CaSO}_4$ ) en bande à la plantation avec les autres engrais sur la production de la pomme de terre (cv. Supérieur). Elle vise aussi à mesurer l'effet de l'azote, du potassium et leur interaction avec le calcium sur le rendement total et vendable, le poids spécifique, l'indice de cœur brun et la composition minérale des feuilles à la floraison et des tubercules à la récolte. Le dispositif de type factoriel ( $3 \times 3 \times 3$ ) comporte 3 doses N (100, 150 et 200 kg N/ha), 3 doses K (80, 160 et 240 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha) et 3 doses Ca (0, 50 et 100 kg Ca/ha). Sur les quatre champs expérimentaux étudiés, deux ont démontré un effet significatif des apports de calcium sur le rendement total ou vendable de pommes de terre. Ces deux champs ont un niveau de saturation en calcium de 12,4 et 18,6 %, insuffisant pour fournir le calcium nécessaire à la pomme de terre. Cette affirmation est confirmée par un statut nutritif insuffisant dans les feuilles pour Ca. Les apports de sulfate de calcium aux doses de 50 et 100 kg Ca/ha se sont révélés faiblement efficaces pour redresser le niveau calcique des feuilles et des tubercules et éliminer les symptômes de cœur brun. Des doses de  $\text{CaSO}_4$  plus importantes auraient sans doute été nécessaires. Il semble que c'est par le redressement de la saturation en Ca des sols de moins de 20 % de saturation (Ca/CEC) que devrait se corriger la déficience calcique. Les doses d'azote et de potassium ont affecté négativement le poids spécifique des tubercules alors que les doses de calcium n'ont pas eu d'effet. L'effet antagoniste des doses N et K s'est manifesté sur les concentrations en Ca des feuilles à la floraison.

**Côté1 C., M. Leblanc2., S.-P. Guertin2, S. Quessy3, X. Bernard4, M. Robert4, D. Roy4 et J.-P. Sénécal4. Épandage de lisier de**

**porcs dans la culture de légumes : rendements, qualité et innocuité.** 1Fédération de l'UPA de Lanaudière (Joliette), 2 Centre de recherche en production végétale (Saint-Hyacinthe), 3 Direction générale de la protection de la santé (Santé Canada, Saint-Hyacinthe) 4, Direction régionale de Montréal-Laval-Lanaudière (MAPAQ, l'Assomption)

La densité du cheptel dans le bassin versant de la rivière l'Assomption s'élève à 1.2 unités animales/hectare, dont 50 % est représenté par le cheptel porcin. Quelque 6 000 hectares sont consacrés à la production maraîchère dans cette zone. L'épandage de lisier de porcs dans la culture de légumes, déjà pratiqué par certains producteurs agricoles, suscite toutefois des interrogations. On se questionne notamment sur la qualité et l'innocuité des récoltes. En parcelles expérimentales, nous avons remplacé à différentes proportions la fertilisation azotée minérale par l'application de lisier de porcs dans les cultures suivantes : carotte, chou, cornichon et pomme de terre. La fertilisation en phosphore et en potassium a été ajustée selon l'apport de ces éléments par le lisier. En 1998, un échantillonnage de sol a été fait deux et quatre semaines après l'épandage de lisier chez quelques producteurs maraîchers pour fins d'analyses microbiologiques. Les résultats préliminaires obtenus en 1997 indiquent que les rendements, la qualité et la conservation des légumes étaient semblables entre les différents modes de fertilisation. Dans la pomme de terre, le mode de fractionnement de l'azote a influencé le contenu en azote des feuilles en début de saison. Toutefois, pour un même mode de fractionnement, le lisier et l'engrais ont agi de façon comparable. Dans la culture de la carotte, le contenu du sol en zinc (Mehlich III) à l'automne était significativement supérieur dans les parcelles ayant reçu du lisier et ce, pour les couches de 0 à 20, 20 à 40 et 40 à 60 cm. Tous les légumes, lavés à l'eau ou non, entreposés ou non, étaient exempts de *Salmonella*, tant en parcelles expérimentales que chez deux producteurs de choux et de carottes ayant épandu du lisier de porcs. En parcelles expérimentales, *Escherichia coli* a été détectée dans quelques échantillons de pommes de terre et de cornichons au moment de la récolte, mais aucun lien n'a pu être établi avec le lisier. Après quatre mois d'entreposage, tous les échantillons de pommes de terre, lavés ou non, étaient conformes à la norme pour *E. coli* sur les légumes crus prêts à l'emploi. Tous les échantillons de carottes et de choux, frais ou entreposés, lavés ou non, étaient conformes à la norme *E. coli*. L'échantillonnage de sol chez les producteurs agricoles révèle une augmentation du nombre de *E. coli* deux semaines après l'épandage de lisier dans la couche de 0 à 20 cm. Toutefois, dans la majorité des cas, une diminution de plus de 90 % de la charge de cette bactérie est notée deux semaines plus tard (4 semaines après l'épandage). Les analyses microbiologiques de lisier faites jusqu'à maintenant indiquent qu'une attention particulière devrait être portée à *E. coli* et *Cryptosporidium*. Ce dernier a en effet été détecté dans quelques échantillons de lisier en 1998.

**Côté D. et A. N'Dayegamiye. Valorisation du fumier de bovin sur des prairies de luzerne pure et de fléole.** Centre de recherche et d'expérimentation en sols, Sainte-Foy, Québec.

La valorisation du fumier frais de bovin en début de saison de croissance, sur une prairie de luzerne et sur une autre de fléole est à l'étude à la Station de Saint-Lambert depuis deux ans. Les effets des doses de fumier et d'engrais minéraux apportés seulement une fois en première année sont comparées au cours des 3 années suivantes. La luzerne n'a pas répondu la première et la deuxième année aux applications de fertilisants minéraux P et K et de fumier, sur un sol de niveau bon en P et en K. Aucune des doses de fumier (20, 40 et 60 tonnes/ha) n'a eu d'effet dépressif sur le rendement ni

sur la survie de la luzerne. Le rendement moyen de la luzerne pour le total des 4 coupes réparties sur les 2 années a été de 8 Mg m.s./ha. Les doses de fumier n'ont pas provoqué d'enrichissement du sol en P et K-Mehlich, au terme de 2 années de récolte. Le prélèvement du K par la récolte s'accroissait avec la dose de fumier et avec l'apport de K minéral. Les prélèvements en P n'ont pas été influencés par les diverses fumures. La dose 40 Mg/ha de fumier apparaît la plus recommandable à ce stade de l'essai. La prairie de fléole a répondu significativement seulement à la fertilisation minérale azotée (0, 30, 60, 90 et 120 kg N/ha et aux doses de fumier (13, 25, 38 et 50 Mg/ha), ce qui a permis le calcul des coefficients d'efficacité rendement du fumier (CERF). La première année d'application du fumier le CERF a été de 0.23 et il a été de 0.13 pour l'arrière-effet mesuré l'année suivante. Le rendement de fléole obtenu en première année (4.4 Mg m.s./ha) avec la dose 25 Mg/ha de fumier a été similaire à celui obtenu avec la fertilisation minérale de 30 kg N/ha. Par contre l'arrière-effet de la dose 50 Mg/ha de fumier a permis d'atteindre le rendement maximal (4.4 Mg m.s./ha) la deuxième année, soit 30 % de plus que l'ensemble des parcelles n'ayant pas reçu de fumier. On n'observe pas d'accumulation de P et de K-Mehlich pour aucune des doses de fumier au terme de la deuxième année d'essai. En tenant compte de la faible efficacité fertilisante de l'azote du fumier épandu sur prairie de graminées, notamment lorsque les conditions climatiques favorisent les pertes par volatilisation, il apparaît que même la dose 50 Mg/ha devrait être complétée avec de l'azote minéral.

**Vézina1 L., M. Giroux1, D. Côté1, A. N'Dayegamiye1, T.S. Tran1, et G. Tremblay2. Influence de légumineuses cultivées en compagnonnage avec des céréales à paille sur les propriétés des sols et la production du blé de printemps et du maïs-grain.** 1Centre de recherche et d'expérimentation en sols, Sainte-Foy, Québec; 2CEROM, Saint-Bruno, Québec.

Des systèmes de production de cultures mixtes de trèfle rouge et de luzerne avec le blé de printemps ont été établis au printemps 1994 aux stations de recherche de Saint-Hyacinthe et Saint-Lambert de Lévis, en vue d'évaluer leurs effets à long terme sur la productivité et la qualité de sols. Une culture de blé de printemps a été semée (145 kg/ha) et produite avec du trèfle rouge ou de la luzerne ensemencés à un faible taux de 6 kg/ha, durant 3 ou 2 années consécutives, en rotation avec le maïs-grain. Les plantes compagnes se sont développées surtout durant la deuxième partie de la saison de végétation, principalement après la récolte du blé. Les biomasses moyennes des couverts de trèfle rouge et de la luzerne enfouis dans le sol à l'automne par un labour superficiel ont été respectivement de 2367 et 1677 kg m.s./ha à Saint-Hyacinthe et 1812 et 1427 kg m.s./ha à Saint-Lambert, près de Québec. À Saint-Hyacinthe, sur un loam

sableux Du Contour, l'arrière-effet d'une seule année des plantes compagnes n'a pas augmenté le rendement en grains du blé mais il a haussé sa production de paille. Les légumineuses cultivées avec le blé durant 2 années consécutives n'ont pas affecté le rendement du blé en 1996. En 1997, après 3 années consécutives de production, le trèfle rouge et la luzerne ont permis au maïs d'atteindre respectivement des rendements optimaux à des faibles doses d'azote de 0 et 60 kg/ha appliquées au printemps ; tandis qu'ailleurs ils étaient obtenus avec une dose de 120 kg/ha N. À Saint-Lambert, sur un loam limoneux Le Bras, après 2 années de production, la luzerne fertilisée à des doses de 120 kg/ha d'azote et moins, a augmenté la production en grains du maïs de 1 à 2 t/ha. Après 3 années de production consécutives, les deux légumineuses ont généré des arrières-effets azotés dans le maïs fourrager de seulement 60 kg N/ha. Il ressort que l'inclusion de légumineuses dans les systèmes étudiés a amélioré la fertilisation azotée des sols. Les systèmes de production de céréales avec légumineuses en compagnonnage n'ont toutefois pas amélioré significativement la structure du sol et l'activité biologique, comparativement aux systèmes de production de blé seul, de soya-maïs et de maïs en monoculture. Conséquemment, les systèmes de production n'ont pas affecté la production générale des cultures.

**Tremblay G., L. Robert et G. Govaerts. Effets de deux règles culturales et de 3 niveaux de fertilisation minérale azotée et phosphatée sur le rendement et la fertilité du sol d'une rotation maïs-soya.** CÉROM, St-Bruno-de-Montarville et MAPAQ, Ste-Martine et Iberville.

L'expérimentation a été entreprise en 1992 et se terminera en 1998. Selon l'analyse statistique, il n'y a pas de différences entre les régies au niveau du rendement lorsque tous les niveaux de N et de P sont considérés. Les différences entre les deux régies sont toutefois plus marquées lorsque le niveau de la fertilisation azotée est plus faible (0 et 80 kg ha-1). Il semble y avoir un impact de la régie sur billons au cours des ans qui se traduit par une augmentation du rendement comparé à celui obtenu par la régie conventionnelle. Afin que l'expérience représente des pratiques agricoles réalistes, il a été convenu de respecter un système cultural dans lequel 3 années de maïs sont suivies par une année de soya. Il sera donc possible d'évaluer l'impact à moyen terme des régies conventionnelles et sur billons de même que l'impact sur le sol des divers niveaux de la fertilisation minérale azotée et phosphatée sur les réserves en éléments nutritifs dans le sol.

## SESSION V. AMENDEMENTS

**Arfaoui M. A., Simard R. R., Chabot R., Laverdière M. R. et Belanger G. Utilisation de différentes boues mixtes de papetières comme fertilisants d'une culture de prairie de graminées et leurs impacts agroenvironnementaux.** Univ. Laval, Québec. aac727@agora.ulaval.ca.

L'efficacité d'un apport de boues mixtes de papetières et leur impact environnemental ont été comparés à celle de l'engrais azoté sur une culture de prairie de graminées. A ces fins, un dispositif en blocs complètement aléatoires a été utilisé. la comparaison des rendements et de la qualité du fourrage indique que la fertilisation issue des deux sources (organique vs minérale) a eu un effet comparable. Néanmoins, les boues ont eu un effet plus marqué sur la matière sèche, la concentration de plusieurs éléments (K, Cu, Fe, etc.) et le pourcentage en fibres (ADF et NDF) surtout suite à la deuxième

coupe. Les fibres ont été baissées significativement avec la fertilisation minérale et organique en comparaison au fourrage non fertilisé suite à la deuxième coupe de la saison. L'apport de fortes doses de boues en application de surface a réduit le contenu en azote total de la couche 0-15 cm du sol mais il a augmenté celui des nitrates dans les couches 15-30 et 30-60 cm. La concentration de NH4+ non-échangeable est plus élevée vers la fin de la saison avec tous les traitements et démontre une tendance à s'accumuler avec la profondeur. Le lessivage des formes minérales de N et de P ainsi que du C soluble s'est avéré plus important durant les premières fortes précipitations suite à la fertilisation avec les boues. La fertilisation minérale engendre de très faibles concentrations en P et en C dans le lessivage. Un lessivage important de NO3- a été observé durant toute l'année et ses concentrations dans le lessivat

ont varié selon la composition des boues. Enfin, le lessivage du C organique a varié d'une boue à une autre mais ces concentrations ont une tendance à augmenter avec les doses appliquées.

**Baziramakenga<sup>1</sup> R., R. R. Simard<sup>2</sup>, S. Yelle<sup>1</sup> et J. Coulombe<sup>1</sup>. Effets des boues de désencrage sur les propriétés physiques et chimiques du sol et la croissance des plantes.** 1Centre de Recherche en Horticulture, Pavillon de l'Environnement, Université Laval, Québec, Canada, G1K 7P4; 2Centre de Recherche et de Développement sur les Sols et les Grandes Cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2560, boulevard Hochelaga, Sainte-Foy, Québec, Canada, G1V 2J3. Courriel : kengar@em.agr.ca.

Les usines québécoises de pâtes et papiers génèrent chaque année plus de 330 000 Mg de boues de désencrage suite au recyclage des papiers usés. Ces résidus sont riches en cellulose et lignines et peuvent être utilisés comme conditionneur de sol. L'objectif de l'étude était d'évaluer les effets de boues de désencrage fraîches (BDF) sur les propriétés du sol, la croissance et le rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* L. cv. Chapais) semé directement après application et de fraisiers (*Fragaria x ananassa* Duch. cv. Kent) plantés l'année suivante. L'étude s'est déroulée de 1994 à 1996 sur un loam sableux Tilly (Podzol humo-ferrugine glifié) à Sainte-Croix de Lobtinière. Les traitements, une combinaison de quatre doses de BDF (0, 15, 30 et 45 Mg ha<sup>-1</sup>) sous forme humide et d'azote minéral supplémentaire (0, 45, 90 et 135 kg ha<sup>-1</sup>) sous forme de NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, ont été appliqués en mai 1994. La teneur en N inorganique du sol à 30 jours après l'application de BDF a été plus faible dans les parcelles ayant reçu 45 Mg BDF ha<sup>-1</sup>. Par contre, l'azote inorganique dans la couche de 0-20 cm de sol en juin 1995 augmentait avec la dose de BDF. Les BDF ont entraîné une augmentation de la teneur en eau et en carbone du sol lors de l'année d'application. De plus, les teneurs en P, K et Ca extractibles par la solution Mehlich-3 ont augmenté suite à l'apport de BDF. Un apport de 45 Mg BDF ha<sup>-1</sup> a diminué le rendement d'orge de 50%. Un apport supplémentaire de N minéral a résulté en une augmentation de rendement d'orge. Les BDF n'ont pas eu d'effet résiduel sur la production de fraises. Aucune augmentation de la teneur en métaux lourds n'a été détectée dans les tissus d'orge ou de fraises. Les boues de désencrage peuvent être considérés comme un amendement organique. Toutefois, un apport supplémentaire d'azote minéral à la culture doit être envisagé pour éviter les problèmes de carence en N.

**Lafond J., R.R. Simard et M. Roy. Impacts de l'application de résidus de papeteries sur la production du bleuet nain.** Agriculture et Agroalimentaire Canada, Normandin et Ste-Foy, Québec. Courriel : lafondj@em.agr.ca

Des pratiques tel le brûlage ont affecté et réduit la mince couche de matière organique des sols des bleuétières, occasionnant des problèmes majeurs d'érosion éolienne et une perte de la fertilité du sol. La capacité de rétention en eau et des éléments nutritifs du sol sont également très faibles et ne tiennent qu'à cette mince couche de matière organique à la surface du sol. L'objectif de ce projet est de déterminer les impacts d'un mélange de boues primaires et secondaires sur les propriétés chimiques du sol et sur la productivité du bleuet nain. Les boues ont été appliquées lors de l'année végétative du bleuet à des taux de 0, 30, 60 et 120 Mg ha<sup>-1</sup> (base humide) et la dose 120 Mg ha<sup>-1</sup> a reçu 100 et 200 % des recommandations en N. Des engrais minéraux ont également été appliqués (50, 100 et 200 % des recommandations). La dose de 30 Mg ha<sup>-1</sup> (base humide) a produit le rendement optimal tout en maintenant la qualité du sol. Les boues apportent principalement de l'azote sous forme organique mais qui se libère assez rapidement. En effet, la teneur en nitrates mesurés dans les différentes couches de sol s'élève rapidement suite à l'apport, particulièrement avec la dose de 120 Mg boue ha<sup>-1</sup>. Cette minéralisation intense s'accompagne

d'une acidification marquée du sol. Également, le P du sol extrait au Mehlich 3 augmente dans la couche de surface avec la dose de 120 Mg boue ha<sup>-1</sup>. Les résultats de cette étude indiquent que les résidus papetiers constituent une bonne source d'éléments nutritifs pour le bleuet nain lorsque appliqués à faible dose.

**Lalande R., B. Gagnon et R.R. Simard. Effet de l'addition de compost de boues de papetière sur l'activité enzymatique et la biomasse microbienne d'un sol soumis à la culture intensive de pomme de terre.** Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2560, boul. Hochelaga, Sainte-Foy, QC, G1V 2J3.

L'addition de compost de boues de papetière peut être un moyen efficace pour améliorer les propriétés biologiques des sols soumis à la production intensive de pomme de terre. Une expérience a été entreprise afin de déterminer les effets d'une application printanière de résidus de papetière et de fumier de ferme compostés, seul ou en combinaison avec des engrais minéraux, sur les changements saisonniers de plusieurs indices biologiques d'un sol sableux situé à St-Ubalde, Portneuf (Québec). Le compost a été appliqué à des taux de 0, 40, 80 et 120 t humide/ha, additionné ou non de 150 N-200 P-200 K. L'activité enzymatique (phosphatase acide, fluorescéine diacétate,  $\alpha$ -galactosidase,  $\alpha$ -glucosidase et uréase), le C de la biomasse microbienne, le dégagement de C-CO<sub>2</sub> en incubation et le nombre de nitrobactères ont été mesurés à 2, 4, 8, 12, 16 et 20 semaines après l'application du compost. De plus, une étude des groupes physiologiques parmi la microflore tellurique (Biologme) a été réalisée à quatre reprises, à 2, 8, 12 et 20 semaines. Pour plusieurs des paramètres mesurés, le pic d'activité a été enregistré tôt en saison de croissance, soit 4 semaines après l'addition du compost. Le taux de compost à 40 t/ha a procuré les indices biologiques les plus élevés à chacune des dates d'échantillonnage avec un léger déplacement vers le niveau à 80 t/ha au milieu de la saison. L'addition d'engrais minéraux aux composts a résulté en des activités enzymatiques et un nombre de nitrobactères plus élevés mais a eu peu d'effets sur le dégagement de C-CO<sub>2</sub> et le C de la biomasse microbienne. L'étude des groupes physiologiques a surtout permis de différencier les traitements à la mi-saison. L'application à 40 t/ha a fortement amélioré les propriétés biologiques de ce sol alors que le niveau à 120 t/ha serait excessif si fait en absence de fertilisation minérale.

**N'Dayegamiye A. Valorisation agricole de boues mixtes de papeteries dans les cultures de maïs-grain et de soya.** Centre de recherche et d'expérimentation en sols, MAPAQ, Sainte-Foy, Québec.

La gestion de résidus de papeteries est effectué selon les systèmes de traitement primaire et secondaire, ce qui génère annuellement 350.000 tonnes de boues mixtes seulement pour les usines de la compagnie Abitibi Consolidated inc situées dans la région de la Mauricie-Trois Rivières. Comme les fumiers, les boues mixtes de papeteries présentent des rapports C/N moins élevés (18-35); elles sont riches en éléments nutritifs et peuvent ainsi être directement valorisées en agriculture sans créer de nuisance à la croissance et à la production des cultures à cause de l'immobilisation d'azote. L'objectif de cette étude consistait à connaître les effets d'apports de boues mixtes de papeteries seules ou complétées par la fumure minérale, sur la production et la qualité des cultures, ainsi que sur l'évolution des propriétés physiques et biologiques des sols. L'étude a été effectuée sur deux types de sols : soit le loam sableux de la série Godfroy et le loam argileux de la série Baudette. Les résultats obtenus ont démontré que l'apport de boues mixtes a permis des augmentations très importantes de rendements de maïs-grain et de soya (10-12%) et amélioré la qualité des récoltes. Par exemple, on a

obtenu un gain de plus de 1000 kg/ha de grains de maïs suite à l'application de 20 ou 40 t/ha de boues mixtes seules ou complétées par des doses réduites d'engrais minéraux, comparativement à la fumure minérale complète établie selon les grilles du CPVQ. Ces résultats démontrent que l'apport des boues mixtes a favorisé une nutrition équilibrée des cultures concernées, grâce à son apport important en éléments majeurs et mineurs, mais également en améliorant les conditions de sols propices à la croissance des plantes. En effet, l'application de boues mixtes a rapidement amélioré la stabilité structurale des sols étudiés et augmenté de façon significative les quantités de la biomasse microbienne, ainsi que les teneurs en phosphatase alcaline et en uréase des sols. L'augmentation observée sur les rendements et la qualité des cultures n'est donc pas uniquement attribuable aux éléments nutritifs apportées par les boues mixtes (action directe), mais également à l'action indirecte de ces biomasses sur les conditions du sol (structure, porosité, rétention en eau et minéralisation) qui ont par conséquent permis une meilleure croissance des cultures et une nutrition optimale qui ont conduit à l'obtention de rendements élevés. À cause de ces avantages agronomiques des boues mixtes sur la croissance des plantes et la qualité des sols, leur valorisation est à privilégier dans les rotations peu humifères, plus particulièrement dans les entreprises agricoles qui ne disposent pas de fumiers solides de bovins.

**Koro1, N., A. N'dayegamiye2, M. R. Laverdière1 et L. Rochefort3. Étude comparative de la minéralisation du C et de l'N en provenance des bois raméaux fragmentés et des boues de papeteries appliqués sur la culture de bleuet nain (*Vaccinium angustifolium* Ait.).** 1Département des sols et génie agroalimentaire, FSAA, Uni. Laval, 2Centre de recherche et expérimentation en Sols, MAPAQ, Sainte-Foy et 3Département de Phytologie, FSSA, Uni. Laval

La présente étude a été entreprise pour estimer les parts d'N minéral potentiellement disponible pour les cultures de bleuet à partir de la minéralisation des bois raméaux fragmentés (brf) et des boues de papeteries incorporés au sol en incubation à trois températures (4, 10 et 20 °C) pendant 67 semaines. La détermination de CO<sub>2</sub> dégagé durant la respiration des sols ainsi que l'N cumulé minéralisé s'est faite au début de l'expérience, puis à tous les 10, 20, 40, 80, 160, 320 et 470 jours. Les résultats obtenus montrent que la cinétique de la minéralisation dans le cas des sols traités avec des boues est décrite par des courbes sigmoïdales caractérisées par une phase lente de relâchement de l'N durant les 40 premiers jours, suivie d'une phase rapide entre 40-80 jours puis une phase de décroissance qui se poursuit jusqu'à la fin des travaux. Les bois raméaux fragmentés en raison de leur richesse en lignine et du rapport C/N élevé (49.0) ont démontré une forte immobilisation de l'N dont l'intensité et la durée augmentent graduellement avec la température. À la fin d'incubation, l'N total minéralisé sous la température de 20 °C est le double de celui mesuré à 10 °C, et il est d'ailleurs plus important dans les pots ayant reçu un traitement des brf ou des boues mais avec un supplément d'N minéral.

**Roy M., R.R. Simard, B. Gagnon, et J. Coulombe. Problématique des métaux lors de la valorisation des boues de papeteries.** Univ. Laval et Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec.

La valorisation agricole des résidus de papeteries représente une alternative intéressante à l'enfouissement sanitaire. Cependant, il importe de s'assurer que ces co-produits industriels n'entraînent pas de dégradation de la qualité des ressources sol et eau. Une expérience au champ a été initiée dans le but d'évaluer les impacts de l'apport d'un mélange de boues primaires et secondaires de papeteries sur les teneurs en métaux du sol et de l'eau en production de chou d'hiver et de maïs sucré. Des doses de 0, 25, 50, 100 et 200 t ha<sup>-1</sup> (base humide) ont été appliquées au printemps 1996 sur un loam Tilly (Podzol Humo-ferrique Gleyifié) et 50 % de la dose de 1996 a été appliquée en 1997. Les métaux (Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Pb et Zn) extractibles à la solution Mehlich III ont été analysés dans le sol des couches 0-15, 15-30 et 30-60 cm avant l'application des boues, 1 mois après l'épandage et à la récolte. Les métaux ont également été mesurés dans l'eau récoltée de lysimètres à tension installés à 30 cm de profondeur. L'application de 50 t ha<sup>-1</sup> et plus de boues a entraîné des teneurs en Mn et Zn dans le sol supérieures à celles sous une fertilisation minérale. Les teneurs observées sont toutefois demeurées inférieures aux indices recommandés au Québec. Les concentrations de Mn et de Zn ont augmenté dans l'eau des lysimètres et ont atteint 0.13 et 1.3 mg L<sup>-1</sup>, respectivement, dans les parcelles avec boues. Aucun impact significatif n'a été observé sur les teneurs en Cd, Co, Cr, Ni et Pb du sol et de l'eau. Dans les conditions (sol, température et pluviométrie) observées en 1996 et 1997, l'apport de boues mixtes à 50 t ha<sup>-1</sup> et moins, comporte peu de risques à court terme de contamination du sol et de l'eau.

**St-Pierre1, M.S., M.R. Laverdière1, F. Pagé2 et L. Côté3. Transformation de fientes de poulet et de résidus de scierie par le lombricompostage.** 1Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, 2Centre de recherche et expérimentation en Sols, MAPAQ, Sainte-Foy et 3Centre de recherche industrielle du Québec, Sainte-Foy.

Les producteurs avicoles québécois sont confrontés à deux problèmes majeurs, le besoin en protéines animales de haute qualité pour l'alimentation du poulet ainsi que la disposition du fumier, source potentielle de pollution pour l'environnement. Le projet avait comme objectif de transformer un mélange de fumier de poulet et de résidus de scierie par le lombricompostage afin d'obtenir un lombricompost de bonne qualité ainsi que des protéines lombriciennes pouvant être utilisées dans l'alimentation animale. Un essai inclus dans cette étude, visait à comparer le processus de compostage au lombricompostage. La matière organique totale est dégradée plus rapidement en présence des lombriciens (p<0,001). Le lombricompost obtenu est de qualité et a été analysé pour tous les paramètres de la norme canadienne sur les composts (CAN-BNQ 0413-200/1997). Le lombricien *Eisenia foetida*, utilisé dans ces essais, a un développement optimal dans le mélange de fumier de poulet et de sciure de bois biopasteurisé et a un contenu en protéines de 61,7 %. Ainsi, le lombricompostage serait une alternative intéressante dans la valorisation des fumiers de poulet tant pour la qualité du compost produit que pour la source de protéines obtenue.

## AFFICHES

**Bolinder, M.A.1., R.R. Simard1., S. Beauchemin1 et K.B. MacDonald2. Indice de risque de contamination des eaux de surface pour le phosphore.** Agriculture et Agroalimentaire Canada : 1) Sainte-Foy et 2) Guelph.

Un indicateur du risque de contamination de l'eau pour le P (IRCE-P) a été développé suivant une modification de l'indice du phosphore (II)

élaboré aux États-Unis. L'IRCE-P utilise des données du Recensement Canadien de l'agriculture ainsi que des données de sol provenant de divers inventaires provinciaux. L'IRCE-P considère les paramètres suivants : composantes relatives à l'érosion et au ruissellement de surface, bilan du P, teneur des sols en P et degré de saturation en P facteur de pondération associé à chacun des

paramètres, ce qui donne une valeur pondérée. Les valeurs pondérées sont ensuite additionnées pour donner un indice composé qui détermine le degré de vulnérabilité des polygones. Cette méthodologie a été appliquée pour Québec à l'échelle des polygones délimitant les pédo-paysages du Canada et sera appliquée pour d'autres provinces du Canada. Des paramètres à utiliser pour appliquer cet indice au niveau de la ferme ou de bassins versants sont également présentés.

**Boucher, P. et B. Côté. Immobilization of Base Cations in the Stemwood of Hardwoods of southern Quebec.** Dept of Natural Resource Sc., McGill University, Macdonald Campus, 21,111 Lakeshore Road, Ste-Anne-de-Bellevue, QC, H9X 3V9. Fax: 514-398-7990, Email : pbouch7@po.box.mcgill.ca .

Interspecific differences in rates of nutrient immobilization in the stemwood of trees can significantly influence soil nutrient availability. To date, the majority of research on this topic has focused on establishing relationships between tree dimensions and nutrient content irrespective of the rate of growth. The objective of the study was to determine rates of base cation (K, Ca, Mg) immobilization (mg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) in tree stems of selected tree species typical of the hardwood forest of southern Quebec. Rates of immobilization were based upon measurements of wood nutrient concentration (mg g<sup>-1</sup>), wood density (kg m<sup>-3</sup>), and stem growth (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>). The species investigated were selected from two mature forest stands within the Morgan Arboretum of McGill University. The first site was a mixed stand of American basswood (*Tilia americana* L.), sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.), and white ash (*Fraxinus americana* L.), while the second site was a mixed stand of red maple (*Acer rubrum* L.), American beech (*Fagus grandifolia* Ehrh.), and red oak (*Quercus rubra* L.). Based on their capacity to increase or decrease soil fertility, it can be hypothesized that basswood and white ash at the rich site and red oak at the poor site would immobilize base cations in stemwood at a slower rate than maple or beech.

**Cantin\* 1, 2 S., P. Lafrance 1, D. Potvin 2, 3 et L. Côté 2. Évolution de caractéristiques chimiques de résidus papetiers lors du compostage en bio-réacteurs: effet de l'ajout de lisier de porc.** 1INRS-Eau, Université du Québec, Sainte-Foy, Québec, 2Centre de recherche industriel du Québec (CRIQ), Sainte-Foy, Québec, 3Les Composts du Québec Inc., Saint-Henri, Québec.

Dans le secteur forestier, le traitement secondaire des boues papetières est appelé a croître de façon importante dans l'avenir. Une des avenues de valorisation de ces boues est leur compostage suivi de leur utilisation en agriculture. L'objectif de cette étude est de caractériser l'évolution temporelle de la composition de composts de résidus papetiers sans et avec lisier de porc. À partir d'une industrie utilisant un procédé mécanique de mise en pâte, un mélange de boues primaires et secondaires (70%/30% v/v) a été réalisé sans et avec ajout de lisier (2% en volume). Pour chacune de ces deux formulations, trois bio-réacteurs de 120 L chacun ont été utilisés. Ces cellules de compostage permettent une aération forcée et une récupération des eaux de lixiviation. Les paramètres suivis durant près de 200 jours sont: 1) la température et l'oxygène; 2) la demande biochimique en oxygène (DBO5) et le carbone organique dissous (COD) dans les lixiviats; 3) la matière organique (MO) et le rapport C/N dans les composts, et: 4) l'ammonium, les nitrates et le phosphore total dans les composts. La phase thermophile a été de courte durée (15 à 20 jours), ce matériel étant difficilement biodégradable. La température a parfois été plus élevée en présence de lisier mais ce dernier n'a pas affecté de façon notable l'évolution du taux d'oxygène. Le rapport DBO5/COD dans les lixiviats diminue d'environ 80% durant les deux premiers mois. Après trois semaines, le rapport DBO5/COD est abaissé en présence de lisier. Le lisier aura

possiblement augmenté l'activité bactérienne (et la DBO5) durant les trois premières semaines: cet accroissement de la dégradation aurait pu être transitoire et alors être suivi d'une diminution de la DBO5. Dans les composts, la teneur en MO diminue peu au cours du temps et le lisier paraît favoriser la dégradation de la MO en début de compostage. Globalement, le rapport C/N diminue et est parfois plus faible en présence de lisier. La teneur moyenne en phosphore total a augmenté de 24% durant la période d'essai et le lisier a peu d'impact sur cette évolution. Avant la phase thermophile, la teneur en ammonium augmente et ne paraît pas être affectée par le lisier. Suite à cette phase, cette teneur diminue en raison de conditions plus favorables à la nitrification. L'augmentation en nitrates est plus importante en présence de lisier qui limite ainsi les pertes d'azote. L'ensemble des résultats montre que le lisier (2%) n'affecte que quelques caractéristiques chimiques des composts, ceci durant diverses périodes au cours du compostage.

**Hamel1 B. et D. Paré1,2,3. Statut nutritif de l'épinette noire et du pin gris au moyen du Diagnosis and recommended integrated system (DRIS) selon différentes perturbations, classes de drainage et différents dépôts.** 1Groupe de recherche en écologie forestière (GREF), Université du Québec à Montréal, 2Biodôme de Montréal, 3Centre de Foresterie des Laurentides, Québec

L'identification des contraintes nutritives liées à la productivité forestière peut permettre de mieux prévoir les effets des perturbations naturelles et de l'aménagement forestier sur la productivité future des forêts. En forêt boréale, des études de bilan montrent que le Ca et le Mg seraient des facteurs limitant suite à l'exportation de ces mêmes éléments par la récolte. Par ailleurs, des tests de fertilisation démontrent que le N et le P favorisent une reprise de croissance. Les relations entre la nutrition et la croissance sont encore peu connues et plus particulièrement en ce qui a trait à l'équilibre entre les éléments nutritifs qui favorise une nutrition optimale. Cette étude a pour objet de comprendre les relations entre la nutrition, la productivité potentielle et les caractéristiques édaphiques pour l'épinette noire (*Picea mariana*) et le pin gris (*Pinus banksiana*). Les objectifs plus spécifiques de cette communication sont d'évaluer le statut nutritif de ces espèces au moyen du Diagnosis and recommended integrated system (DRIS) et de déterminer les effets du type de dépôt, du drainage, de la région écologique et des perturbations sur les indices DRIS. L'étude a eu lieu en Haute-Mauricie et en Abitibi où 19 et 10 stations ont été échantillonnées respectivement, pour chaque espèce. Le feuillage du tiers supérieur de trois arbres fut prélevé et la productivité des stations évaluée au moyen de courbes d'indice de qualité de station par la mesure de l'âge et de la hauteur. Le DRIS est une méthode statistique qui tient compte du concept d'équilibre nutritif. Les indices DRIS permettent de faire un diagnostic quant à la suffisance ou la déficience en éléments nutritifs et les ordonnent les uns par rapport aux autres. Les indices DRIS expriment, pour chaque élément par rapport aux autres éléments, son abondance relative par rapport à la valeur norme associée à une croissance optimale. La première étape est donc d'évaluer ces normes. La moyenne des ratios de deux éléments nutritifs d'une sous-population à forte croissance constitue ces normes. Les résultats préliminaires montrent qu'après feu les indices DRIS sont plus faibles pour l'azote et le phosphore et que c'est en Abitibi que l'on retrouve les plus faibles concentrations en azote pour l'épinette noire. Pour le pin gris, on observe que les indices DRIS sont les plus faibles sur till pour l'azote et le phosphore mais plus élevés pour le calcium.

**Lafrance1 P., C. Bernard2, N. Drolet1 et M.-A. Simon1. Efficacité de différentes largeurs de bandes enherbées pour diminuer les pertes d'herbicides par ruissellement en culture de maïs:**

**premiers résultats.** 1INRS-Eau, Université du Québec, Sainte-Foy, Québec, 2Centre de recherche et d'expérimentation en sols (CRES), MAPAQ, Sainte-Foy, Québec.

Les bandes riveraines enherbées sont de plus en plus considérées comme une pratique de conservation des ressources en milieu agricole, étant susceptibles de limiter le transfert d'éléments nutritifs ou de contaminants potentiels vers les eaux de surface. Toutefois, il existe peu d'informations sur l'efficacité de ces bandes à réduire l'exportation des pesticides par ruissellement dans le contexte pédo-climatique du Québec. Le but de cette étude est d'évaluer l'efficacité de différentes longueurs de bandes enherbées pour diminuer l'exportation des herbicides atrazine et métolachlore en culture de maïs. Le sol est un loam argileux (série LeBras) et le champ est de pente 2-3%. Le dispositif expérimental est en blocs aléatoires complets à quatre répétitions, avec des parcelles de 3 m de largeur et de 70 m de longueur, cultivées en maïs. Un travail minimal du sol (5 cm) a été réalisé au printemps avec un rotoculteur. Les profondeurs des bandes enherbées sont de 0, 3, 6 et 9 m. Le mélange d'herbicides a été pulvérisé en surface totale à un taux de 2,3 kg/ha pour le métolachlore et de 1,2 kg/ha pour l'atrazine. Un prélèvement de huit échantillons d'eau ruisselée quittant chacune des parcelles a été réalisé durant les six premiers événements pluviaux d'importance. Les herbicides dissous (composés-parents et le sous-produit dééthylatrazine ou DEA) ont été dosés par chromatographie en phase gazeuse. Les parcelles sans bandes enherbées ont montré des concentrations en composés-parents variant entre 100 ug/L et 700 ug/L lors du premier événement pluvial. Les critères pour la vie aquatique sont de 8 µg/L pour le métolachlore et de 2 ug/L pour la somme de l'atrazine et de ses sous-produits. Bien qu'appliqué en dose deux fois supérieure à celle de l'atrazine, le métolachlore a présenté des concentrations voisines à celle de l'atrazine. Ceci pourrait être attribué à une dégradation plus importante et à une adsorption au sol plus élevée dans le cas du métolachlore. On observe une diminution très rapide des concentrations durant un même événement pluvial ainsi que d'un événement à un autre. Le comportement du DEA a été similaire à celui de l'atrazine, sa concentration variant entre 5 ug/L et 25 ug/L lors du premier événement. À l'exception de quelques résultats obtenus pour une bande enherbée de 3 m, la présence d'une bande enherbée (3, 6, 9 m) conduit à des faibles ou très faibles concentrations en composés-parents (< 5 ug/L). Ceci montre, pour une saison étudiée, la grande efficacité des bandes enherbées à réduire les concentrations en herbicides dans l'eau ruisselée.

**Liu1, A., Hamel1, C., Smith2, D.L. and B. Ma3. Assessment of the Ability of Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Supply Cu, Zn, Mn and Fe to their Host Plant at Two P Levels.** 1Department of Natural Resource Sciences and 2Department of Plant Science, Macdonald Campus, McGill University, Ste-Anne-de-Bellevue, Québec, H9X 3V9, and 3Central Experimental Farm, Agriculture Canada, Ottawa, ON, K1A 0C6.

Pot culture of three corn hybrids with contrasting phenotypes inoculated or uninoculated with *Glomus intraradices* were grown in a greenhouse to assess the contribution of extramatrical mycelium to uptake of Cu, Zn, Mn and Fe, as influenced by two soil P levels. The experiment was conducted in sand using nutrient solutions to create three levels of Cu, Zn, Mn and Fe concentrations, and either P deficiency and sufficiency conditions. AMF colonization was higher at the low P level than at the high P level. AMF colonization was reduced at the highest level of micronutrients, compared to the other two levels. Mycorrhizal inoculation and application of micronutrients increased shoot dry weight. Absorption of P, Cu, Zn, Fe and Mn by the

different corn hybrids is discussed in relation to mycorrhizal development in the plant.

**Mabit L.1, C. Bernard2, M.R. Laverdière3 et S. Wicherek4. Quantification de l'érosion hydrique dans un petit bassin versant agricole des Appalaches.** 1Centre de biogéographie-Écologie, ÉNS Saint-Cloud, France, 2Centre de recherche et d'expérimentation en sols, MAPAQ, Québec, 3Département des sols et de génie agroalimentaire, Univ. Laval, Québec, et 4UMR 180 CNRS, ÉNS Saint-Cloud, France.

La conservation des sols et des eaux est devenue une préoccupation agronomique et environnementale majeure au cours des dernières décennies. En plus d'affecter négativement la productivité des sols, les particules érodées constituent un efficace agent de transfert de divers polluants (phosphore, certains pesticides) des superficies cultivées vers les plans d'eau. Les auteurs ont utilisé le césium-137, un radiotracer d'origine anthropique, pour estimer le bilan des mouvements de sol au cours des 35 dernières années dans un petit bassin versant de 78 ha. Le bassin est situé sur station expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à Lennoxville (Québec). Plus de 500 points d'échantillonnage ont servi à établir la teneur des sols en 137Cs. Le niveau résiduel des retombées sur la région étudiée a été estimé à 2650 Bq m<sup>-2</sup>, avec un intervalle de confiance à 95% de ± 200 Bq m<sup>-2</sup>. Dans le bassin expérimental, des mouvements de sol variant de -30 à +20 t ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> ont été estimés. À partir du patron de distribution spatiale de la teneur des sols en 137Cs, on a estimé que 28% du bassin présente un bilan nul, i.e. que les arrachements sont compensés par les redépôts. Les deux tiers de la superficie aurait subi une perte nette de matériel, et un peu plus de 5% une redépôt nette. La sortie nette de matériel du bassin est estimée à 3,8 t ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>, ce qui représente 79% des pertes de sol. Les mesures de 137Cs permettent aussi de localiser spatialement les secteurs du bassin où surviennent les divers mouvements de sol. Cette technique permet donc de comprendre et de visualiser le comportement érosif des bassins versant et d'orienter les actions correctives devant être entreprises pour limiter les impacts agronomiques et environnementaux de l'érosion.

Soil and water conservation has become a major agronomic and environmental issue over the last decades. Besides reducing soil productivity, the eroded materials are very efficient transportation agents for many pollutants (phosphorus, some pesticides) from cultivated fields to water bodies. The authors used cesium-137, an anthropogenic radiotracer, to assess a soil movement budget over the last 35 years in a 78 ha watershed. The basin is entirely located on the experimental farm of Agriculture and Agri-Food Canada, in Lennoxville (Québec). The soil content in 137Cs was measured for more than 500 points. The residual level of 137Cs fallouts over the experimental area was estimated at 2650 Bq m<sup>-2</sup>, with a 95% confidence interval of de ± 200 Bq m<sup>-2</sup>. In the watershed, soil movements ranged from -30 to +20 t ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>. From the spatial distribution of 137Cs, it is estimated that 28% of the basin area is globally stable. Two thirds of the watershed suffered a net soil loss, and a little more than 5%, a net deposition. The net output of material from the watershed is estimated at 3,8 t ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>, which represents a sediment delivery ratio of 79%. The areas where these soil movements occurs can be identified from the spatial distribution of the soil 137Cs content. This technique is very useful to understand and visualize the erosive behavior of watersheds and to direct conservation practices where they can contribute the most to reduce the agronomic and environmental impacts of soil erosion.

**Medina J.A., R.R. Simard and C. Hamel. P desorption on two QC soils under different management practices using an anion**

**exchange membrane.** Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ste-Foy.

Desorption from soils has proven important, both from the agricultural as from the environmental point of view. Use of anion exchange membranes (AEMs) to study P desorption is widely spread due to their ability and high capacity to adsorb available-P. Desorption studies were performed in 1997 on two Gleysolic soils from the province of Quebec, a St. Rosalie clay soil and a Duravin sandy loam. AEMs were introduced in soil-suspension for 1, 3, 6, 9, 18 and 33 days, giving a total contact period of 70 days with the St. Rosalie soil and 1, 3, 6, 9, 18, 33 and 36 days, giving a total contact period of 106 days with the Duravin soil. Desorption was found to decrease with time. Data obtained was used to calculate initial soil solution (IS) and buffering capacity (BC) from Elovich equation. Highly significant correlations were obtained between IS and BC with initial contact periods. Correlation coefficients showed that P desorbed from soils and adsorbed by AEMs was a mixture of solution-P and solid phase-P. As contact periods increased, the proportion of solution-P decreased while the proportion of solid phase-P increased, emphasizing the importance of sorbed-P when assessing soil fertility.

**Guerpillon1 L, A. Michaud2, J. Raveneau1 et J. Rouffignat3. Les bilans agronomiques de l'azote comme indicateur de pression agroenvironnementale - La municipalité régionale de comté de Portneuf et les municipalités limitrophes, 1994-1997.** 1Département de géographie, Université Laval, 2CRES, MAPAQ et 3Centre de recherche en aménagement et développement, Université Laval, Québec.

L'évacuation précoce des eaux par l'aménagement des réseaux de drainage et le courant d'intensification des productions végétales et animales qu'a connu le Québec rural au cours des dernières décennies posent aujourd'hui d'importants défis à l'égard de la préservation de la qualité de l'eau. Dans l'esprit de supporter l'analyse et la planification d'intervention à l'égard de cette problématique, le développement d'indicateurs agroenvironnementaux selon le modèle Pression-Réponse est une approche privilégiée par la plupart des intervenants. Les bilans d'apports d'éléments nutritifs y tiennent une place prépondérante à titre d'indicateur de pression agroenvironnementale. En quantifiant, pour un territoire donné, le rapport entre les prélèvements des cultures et les apports d'éléments nutritifs sous la forme d'engrais minéral, d'engrais de ferme ou de contributions symbiotiques, le bilan d'apports est un outil indispensable au processus décisionnel d'analyse et d'intervention sur la qualité de l'eau en milieu agricole. Des bilans agronomiques de l'utilisation de l'azote ont été produits à l'échelle de l'exploitation agricole pour l'ensemble de la région de Portneuf et des municipalités limitrophes. Ces bilans agronomiques de l'azote montrent que l'impact régional de l'agriculture intensive est diffus dans la quasi totalité des bassins versants de la région de Portneuf. Par contre, les pressions à l'échelle locale sont beaucoup plus importantes dans les zones où prédominent l'élevage hors-sol, l'horticulture et les cultures céréalières. Les indicateurs d'état de la qualité des eaux de puits et des eaux de surface de la région reflètent la nature ponctuelle de la distribution spatiale de la pression agroenvironnementale des systèmes de production agricole de la région.

**Guerpillon L, J. Raveneau et J. Rouffignat. La sensibilité du milieu aux activités agricoles intensives - La municipalité régionale de comté de Portneuf et les municipalités limitrophes, 1994-1997.** Univ. Laval, Québec.

L'intensité de l'agriculture se mesure traditionnellement aux rendements en quantités ou en valeurs des productions qui sont effectuées sur le territoire. En ce qui concerne l'environnement,

l'intensité de cette agriculture s'évalue plus spécifiquement en termes d'intensité des pratiques et des apports en intrants nécessaires à la production par rapport à la capacité de support du milieu. Cette carte de la sensibilité du milieu aux pratiques agricoles intensives combine trois des principaux facteurs permettant d'établir la relation entre types de sols, capacités du milieu, fragilité des sols et pratiques intensives. Les capacités du milieu sont évaluées ici en fonction de la texture des principaux dépôts et sols de la région d'étude. Ces sols ont été classés en quatre catégories selon la grosseur de leurs textures. À ces textures sont associées fortement, bien que non exclusivement, les conditions de drainage des sols. L'utilisation agricole intensive des sols nécessite un apport d'intrants d'autant plus important que leurs potentiels agronomiques sont limités. Les potentiels agricoles des sols ont été classés en quatre catégories selon le système de classification réalisé par Berger, R.C. et Hole, F.D. et appliqué par Raymond, R. et al. Dans le rapport pédologique du comté de Portneuf. Les sols de faibles potentiels nécessitent des apports d'engrais et/ou des aménagements afin de les aplanir, de les épierrer, ... Capacités et utilisations sont également tributaires de la fragilité des sols : certains de ceux-ci sont soumis aux érosions éoliennes et/ou hydriques. L'intensité de cette érosion a été classée en quatre catégories à partir de la classification effectuée par Raymond, R. et al. Dans le cadre du rapport pédologique du comté de Portneuf. La combinaison de ces trois paramètres (texture des sols, potentiels agronomiques et intensité de l'érosion) nous permet de classer la sensibilité aux pratiques agricoles intensives des sols en soixante quatre classes (4x4x4). Afin de faciliter la représentation cartographique de ces classes et d'améliorer la communication graphique (donc visuelle) des résultats obtenus, cette classification a été réduite à quatre catégories principales. Ces dernières vont des sols à très haut potentiel ne présentant aucun phénomène d'érosion ni de limite à la production agricole, aux sols de très faible potentiel présentant un risque élevé d'érosion et nécessitant d'importants apports en intrants pour en assurer une bonne productivité. Seules les zones actuellement défrichées et éventuellement consacrées à l'agriculture ont été retenues. C'est dans ces zones agricoles (zones agro-écologiques présentant une homogénéité de leurs caractéristiques physiques) que s'effectue la cohabitation entre les activités agricoles, urbaines, para-urbaines, commerciales et industrielles.

**ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DE SPÉCIALISTES EN SCIENCES DU SOL**

AQSSS, a/s Rock Ouimet, MFO, Complexe Scientifique, F.RC.102  
2700, rue Einstein, Sainte-Foy, QC, G1P 3W8.

**AVIS DE COTISATION 1999**

PRÉNOM et NOM: .....  
ADRESSE travail: .....  
RUE: .....  
VILLE: .....  
CODE POSTAL: .....  
TÉLÉPHONE: .....

EMPLOYEUR: .....  
FONCTION: .....  
DIPLÔME: .....  
ANNÉE D'OBTENTION: .....  
INSTITUTION: .....  
SPÉCIALISATION: .....  
DIPLÔME: .....  
ANNÉE D'OBTENTION: .....  
INSTITUTION: .....  
SPÉCIALISATION: .....

---

Nouvelle adhésion	—
Renouvellement	—
Changement, correction	—
COTISATION	10.00 \$
DON À LA FONDATION AUGUSTE SCOTT	_____ \$
<b>MONTANT TOTAL (reçu pour fins d'impôt émis)</b>	<b>_____ \$</b>

---

Retournez votre paiement à Lucie Grenon, secrétaire de l'AQSSS  
4974, Chemin Godbout  
Dunham, Qc JOE 1M0